BIBLIOTECA DE ZEA

TRATADO

COMPLETO

DE QUÍMICA.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
MEDELLIN
BIBLIOTECA GENERAL

I.

BIBLIOTECA DE ZEA

TRATADO

COMPLETO

DE QUÍMICA

THEORICA Y PRACTICA,

POR EL BARON THENARD,

TRADUCIDO Y ARREGLADO

A LA ULTIMA EDICION FRANCESA;

Contiene los Descubrimientos recien hechos en la Ciencia.

CON LAMINAS.

03 AGO. 1999

TOMO PRIMERO.

De la Biblioteca del Ex.
REPUBLICA DE COLOMBIA
Departamento de Antioquia
BIBLIOTECA DE ZEA
MEDELLIN

PARIS.

LIBRERIA AMERICANA,
69. CALLE DEL TEMPLO.

1836.

540
T384tra
v.1

FEE DE ERRATAS.

Paginas.	*Líneas.*	*Dice.*	*Léase.*
3	33	(24-2°)	pag. 151 á 155.
25	8	« observaciones	innovaciones
	12	« es	esta
32	« 18	*F* «	F'
33	« 16	F^{IV} *sm*	F*sm*
80	« 1	50°,	60°,
84	19	(lám XXVII)	(lám, XVII)
85	2	*PP'*	*PP*
89	28	8lib.	8lin
95	15 y 26	Gas hidrógeno per-carbonado	Gas oleificante
100	20	« de plomo, de plata,	de plomo, el sulfuro de
		el carburo de azufre «	carbono
	24	« de la composicion «	de la compresion
110	« 13	Hidro-proto-fosforado «	Hidrogeno proto-fosforado
114	24	la oxigenacion «	la oxidacion
115	« 24	las dos	las tres
116	25	la lámina VII	la lámina XII 2ª.,
137	18	Antimonio	Antimonio puro
	16 2a col.	Sulfato de bismuto	Sulfuro de bismuto
155	7	D^2	O^2
	10	T	$\overline{T}$
160	3	aire	azoe
167	16	per-carbonado	bi-carbonado
169	« 20 y 21	Sestupla	decupla
180	23	1 sulfat =	1 sulfúrico =
	26	2 HH	2 $\dot{H}\dot{H}$
194	6	el carbon	el carbóno
199	28	ácido fosfático	ácido hipo-fosfórico
201	5 dela nota	el hidrógeno	el oxígeno
219	31	algunos cuartillos de cloro	40 cuartillos de cloro
220	1 y 2	y un proto-hidroclorato de manganeso	y un hidro-clorato de protóxido de manganeso
236	« 34	*e*	*g*
238	21	de dos cuartillos	de diez cuartillos

DEPARTAMENTO DE MEDELLÍN
003803 (V.1)

FÉE DE ERRATAS.

Páginas.	*Líneas*	*Dice.*	*léase*
241	19	268	267
	34	$\frac{1}{38700}^{10}$	$\frac{1}{38700}+10$
246	7	6,64361	6,61436
248	18	el carbóno	el carbon
249	21	155 á 158	158 á 159
250	21	ácido fosfático	ácido hipo-fosfórico
257	13	$\frac{1}{1761}$	$\frac{1}{1655}$
270	18	se conocen cuarenta y uno	se conocen treinta y ocho
281	27	en vapor	en razon
289	21 y 22	de 15 á 20 pulgadas	de 22 á 30 pulgadas cúbicas
300	12	fluo-nitrico	hidro-fluorico nitrico
	26	y el oxígeno del oxído de calcio	y el oxigeno del sulfato
306	« 22	y es tan oxigenable	y es tan oxidable
309	33	coladas	colocadas
312	6	arrob 139, 1	arrob 52, 16
314	36	$\ddot{F}e + \ddot{F}e$	$\ddot{F}e + \ddot{F}e^2$
321	5	un deutóxido blanco	óxido blanco
322	24	una parte	una pasta
323	17	carbóno de hierro	carburo de hierro
332	9 y 10	ácido fluórico	ácido hidro-fluórico
333	25, 2ª col.	Arsenico de cobalto 51,70	Arséniuro de cobalto 51,70
	26 *Idem*	Arsénico de hierro 9,17	Arseniuro de hierro 9,17
341	6	7, 20 ó 25 de oro	7, 20 dé hierro, o 25 de oro
347	8 y 9	20 á 30 granos	11 á 16½ adarmes
355	10	entibiar la barra	en tirar la barra
359	5 y 6	*purpura de Casin* (1074)	*purpura* de *Casio* (1073)
	11	inherentes	inertes
380	4	lám XX fig. 3	lám. XX fig. 2
	14 3ª col.	Hidrógeno perfosforado por 100	Hidrógeno perfosforado puro por 100

FÉE DE ERRATAS.

Páginas.	*Líneas.*	*Dice.*	*Léase.*
389	8	sulfuro de carbono	azufre carburado
392	1	gas ácido hidro-clorico	gas hidro-clorico
393	28	hidrógeno bi-carburo contiene	hidrógeno bi-carburado conteniendo
399	33	$= 2 + 196,15$	$= 2 \times 196,15$
401	1	*Del fosforo de selenio*	*Del fosfuro de selenio*
	12	*Del fosfuro de iodo*	*Del fosforo de iodo*
409	33	El cloruro	El cloro
412	7	El cloro del azoe	el cloruro del azoe,
417	5	El hidrógeno de arsénico	El hidruro de arsénico
	15	arsénico	arseniado
420	18	un cristal	un crisol
422	29	*De la combustion*	De *la combinacion*
	34	de 5 á 6	de 5 á 7 milésimos
439	13	irreducibles	reducibles
440	31	$\frac{2}{4}$ partes	$\frac{3}{4}$ partes
441	8	ó fósforo	ó fosforoso
442	27	$\frac{1}{10}$ de carbon	$\frac{1}{10}$ de carbóno
	33	desosidar al ácido	desosigenar al acido
443	12	tubido	tubito
444	22	y de carbon de hierro	y de carburo de hierro
459	7	de los sulfuros puros	de los hidro - sulfuros puros
460	34	de un *platino* de *potasio*	de un *platinuro de potasio*
463	« 13	blenda de Smithson	blenda por el proceder de Smithson
464	8	tritoxido de hierro	peróxido de hierro
469	20	el óxido de este metal	el protóxido de este metal
471	13	*As s*	$As^2\ s^2$
476	14	titano	titanato
	23	47,17	49,17
477	3	arsénico	arseniuro
	21	gas sulfuroso	ácido sulfuroso
478	30	1° 2° 3° 4° 5° y 6° proceder	1°, 2°, 5° y 6° proceder

FEE DE ERRATAS.

Páginas.	*Lineas.*	*Dice.*	*Léase.*
485	34	carbóno de azufre	carburo de azufre
499	26	$= KI^2$	$= KI^4$
509	18	*sobre elarse*	*sobre el arte*
513	14	proto-nitrato de mercurio	nitrato de mercurio
529	25	proporciones	precauciones
537	10	aleado al zim	aleado al estaño

En las páginas, 144, 149, 151, 533 y 535 donde dice tomo V léase VI.

En las páginas 264, 269 y 391 donde dice borax, léase borrax.

INDICE

DE LAS MATERIAS QUE CONTIENE ESTE TOMO.

PARTE PRIMERA.

CUERPOS INORGANICOS.

LIBRO I°. *Nociones generales acerca de la naturaleza de los cuerpos, de la fuerza que une sus partes constitutivas, y leyes de su combinacion.* página 1

De la cohesion. 4

De la afinidad. 7

LIBRO II. *De la nomenclatura química y del orden con que se darán á conocer los cuerpos.* 15

LIBRO III. *De los cuerpos ó fluidos imponderables.* 30

Del calórico. idem.

Del calórico radiante. 31

Del equilibrio del calórico. 36

De la elasticidad, tenuidad, invisibilidad, é imponderabilidad del calórico. 38

De la propagacion del calórico al través de los cuerpos. 39

De la dilatacion. 41

De los termómetros. 50

Causas del estado y trasformacion de los cuerpos. 64

De la descomposicion de los cuerpos por el calórico. 78

Del enfriamiento de los cuerpos, y de la contraccion que origina en ellos. idem.

Del calórico específico. 80

De los procederes para determinar el calórico específico de los cuerpos. 82

Calórico específico de diferentes sustancias comparado al del agua tomado por unidad. pág. 88
Tabla de las cantidades de hielo fundidido por el calor procedente de la combustion de varios cuerpos. 91
Tabla de la elevacion de temperatura que comunica á 20 granos de agua, la combustion de 20 granos de diferentes sustancias. 92
Calor específico de diferentes gases á una misma presion comparado con el de aire tomado por unidad. 95
Calor específico de los gases comparado con el del agua tomado por unidad. idem.
Origen del colórico. 100
Del frio. 102
De las propiedades químicas de la luz. 106
Potencias refringentes de los gases en la misma temperatura y presion, tomando por unidad la potencia refractiva del aire. 109
Potencias refringentes de los fluidos elásticos compuestos, siendo la del aire 1. 110
De la electricidad. 111
Del fluido magnético. 128
Del electro-magnetismo. 129
Tabla de las tendencias eléctricas de diferentes cuerpos 137
LIBRO IV. *De las leyes que rijen en la combinacion de los cuerpos, de los números proporcionales que de estas se deducen y de la teoría atomística.* 140
De los números proporcionales. 144
De la teoría atómica. 146
LIBRO V. *Del oxígeno, de la combustion y de la llama.* 155
De la combustion. 160
De la llama. 165
LIBRO VI. *De los combustibles simples.* 171
Cap. I. *De los combustibles simples no metálicos.* idem.
Hidrógeno. 172

Boro. pág. 181
Carbóno. 182
Fósforo. 195
Azufre. 205
Selenio. 211
Cloro. 214
Iodo. 224
Fluor. 227
Azoe. idem.
Aire atmosférico. 229
Tabla de las densidades de los gases y vapores. 244
CAP. II. *Apéndice á los combustibles simples no metálicos, silicio y zirconio.* 260
Del silicio. idem.
Del zirconio. 267
CAP. III. *De los metales.* 269
Tabla del descubrimiento de los metales. 271
Tabla del color de los metales. 274
Tabla del peso específico de los metales por el orden de su mayor densidad á la temperatura ordinaria. 276
Tabla de su ductilidad y maleabilidad. 278
Tabla de los metales por el orden de su mayor fusibilidad. 282
De los metales de la primera seccion, ó de los térreos. 299
De los metales de la segunda seccion, ó de los alcalinos. idem.
Calcio. 300
Estroncio y Bario. 301
Litio. idem.
Potasio. idem.
Sodio. 304
De los metales de la tercera seccion. 305
Manganeso. 306
Zinc. 307
Hierro. 309

Piedras caidas de la atmósfera. pág. 312
Estaño. 315
Cadmio. 317
De los metales de la cuarta seccion. 319
Arsénico. idem.
Molibdeno. 323
Cromo. 324
Tungsteno. 325
Colombio. 326
Antimonio. 327
Urano. 330
Cerio. 331
Cobalto. 332
Titano. 334
Bismuto. 335
Cobre. 337
Teluro. 339
Niquel. 341
Plomo. 343
De los metales de la quinta seccion. 345
Mercurio. idem.
Osmio. 349
De los metales de la sesta seccion. idem.
Plata. idem.
Paladio. 353
Rodio. 354
Platino. idem.
Oro. 357
Iridio. 359
LIBRO VII. *De la combinacion de los cuerpos combustibles entre sí.* 360
Cap. I. *De las combinaciones recíprocas de los combustibles no metálicos.* idem.

Art. I. *De las combinaciones del hidrógeno, con los combustibles simples no metálicos.* pág. idem.
De la combinacion del hidrógeno con el carbóno. 361
Hidrógeno deuto, ó bi-carbonado. 362
Hidrógeno proto-carbonado, ó gas inflamable de las lagunas. 368
De los nuevos compuestos de carbóno é hidrógeno. 372
De la combinacion del gas hidrógeno con el fósforo. 375
Hidrógeno per-fosforado. 376
Gas hidrógeno proto-fosforado. 381
De la combinacion del hidrógeno con el azufre. 383
Azufre hidrogenado. 384
De la combinacion del hidrógeno con los otros cuerpos combustibles no metálicos. 385
Art. II. *De las combinaciones del carbóno con los combustibles simples no metálicos.* idem.
Del carburo de azufre, ó sulfuro de carbóno. idem.
De los carburos de cloro, ó cloruros de carbóno. 391
Del cianógeno, ó azoe carbonado. 394
Art. III. *De las combinaciones del fósforo con los cuerpos combustibles simples no metálicos.* 397
Fosfuro de azufre. idem.
Fósforo de selenio. 401
Fósforo de iodo. idem.
De los fosfuros de cloro, ó cloruros de fósforo. 402
Art. IV. *De las combinaciones del azufre con los cuerpos combustibles simples no metálicos.* 405
Sulfuro de selenio. idem.
Sulfuro de cloro, ó cloruro de azufre. 406
Sulfuro de iodo. 408
Art. V. *De las combinaciones del selenio con los combustibles no metálicos.* idem.
Art. VI. *De las combinaciones del cloro con los cuerpos combustibles simples no metálicos.* idem.

Cloruro de iodo. pág. 409
Cloruro de azoe. idem.
Art. VII. *De las combinaciones del iodo con los cuerpos combustibles simples no metálicos.* 412
Del ioduro de azoe. 413
Art. VIII. *De las combinaciones del azoe con los demas cuerpos combustibles no metálicos.* 414
Cap. II. *De la combinacion de los cuerpos combustibles no metálicos con los metales.* idem.
De la combinacion del hidrógeno con el potasio. idem.
Del hidruro de potasio. 415
Gas hidrógeno potasiado. idem.
De las combinaciones del hidrógeno con el arsénico. 416
Hidruro de arsénico. idem.
Hidrógeno arseniado. 417
Gas hidrógeno telurado, y hidruro de teluro. 421
Boruros de hierro y platino. 422
De la combinacion del carbóno con el hierro. idem.
Acero, ó proto-carburo de hierro. 423
Grafito, ó per-carburo de hierro. 435
De los fosfuros metálicos. 437
De los fosfuros en particular. 443
De los sulfuros metálicos. 448
De los sulfuros en particular. 458
Proto-sulfuros de bario, estroncio y calcio. idem.
Sulfuros de potasio. 460
— *de sodio.* 461
— *de manganeso.* 462
— *de zinc.* idem.
— *de hierro.* 463
— *de estaño.* 466
Sulfuro de cadmio. 468
— *de arsénico.* idem.
— *de molibdeno.* 471

Proto-sulfuro de tungsteno. pág. 472
Sulfuro de colombio. 473
Proto-sulfuro de antimonio. idem.
Sulfuro de titano. 476
— *de bismuto.* idem.
Sulfuros de cobre. 477
Proto sulfuro de plomo. 478
Sulfuro de mercurio. 480
Proto-sulfuro de plata. 482
Sulfuro de platino. 483
Sulfuros de paladio, de rodio y de iridio. 485
De los demas sulfuros metálicos. idem.
De los sulfuros dobles. 486
De los seleniuros. 487
De los cloruros. 492
De los ioduros. 497
De los ioduros en particular. 499
De los azouros metálicos. 502
CAP. III. *De las aleaciones.* idem.
Aleaciones de densidad mayor que la media de los metales que las constituyen. 505
Aleaciones de densidad menor que la media de los metales que las constituyen. idem.
Tabla de las aleaciones binarias dúctiles y quebradizas. 509
De las amalgamas. 510
Aleaciones de potasio. 513
— *de sodio.* 517
— *de estaño.* idem.
— *de bismuto.* 425
— *de plomo.* 526
— *de cadmio.* 527
— *de arsénico.* 528
— *de zinc.* 529
— *de antimonio.* 531

Aleaciones de plata. pág. 532
— *de cobre.* 534
— *de oro.* 535
— *de hierro.* 536
— *de platino.* idem.
De las aleaciones ternarias, cuaternarias, etc. idem.

FIN DEL INDICE DEL TOMO PRIMERO.

ELEMENTOS
DE QUÍMICA
TEÓRICA Y PRÁCTICA.

PARTE PRIMERA.

CUERPOS INORGÁNICOS.

LIBRO PRIMERO.

Nociones generales acerca de la naturaleza de los cuerpos; de la fuerza que une sus partes constitutivas, y leyes de su combinacion.

1 Son pocos los cuerpos de que solo se ha estraido una materia única é idéntica; siendo varias y distintas las que componen los demas.

Por esto los primeros se denominan *simples*, y los segundos *compuestos*. El hierro, por ejemplo, es un cuerpo simple ó elemento, porque de cualquiera manera que se intente analizarle ó descomponerle, no se alterará en su esencia, y de él no se estraerá mas que una materia idéntica que es el hierro. Pero del mármol, se estraen cal, carbon, y un aire particular, y así se considera como un *cuerpo compuesto*.

DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN DE BIBLIOTECA

Los antiguos no reconocieron mas que cuatro elementos; fuego, agua, aire y tierra; y esta opinion emitida primeramente por Aristóteles, ha sido profesada hasta nuestros dias en que solo la sostienen los que no han estudiado las ciencias. Está ya demostrado que el aire, agua, y tierra, son verdaderos compuestos, y parece que los elementos no son tan pocos, como al principio se habia creido. Los químicos conocen hoy hasta cincuenta y uno (*), y asi como es posible que suceda con estos lo que sucedió con los de los antiguos, tambien es probable que se descubran aun otros nuevos, de modo que nunca haya certeza en su número. Pero sea de esto lo que quiera, se considerarán los cincuenta y uno solos, ú combinados dos á dos, tres á tres, etc. como elementos que constituyen todos los cuerpos de la naturaleza.

2 Se dice que dos ó mas cuerpos se combinan, cuando de su accion recíproca resulta otro, cuyas partes, aun las mas ténues, contienen cierta cantidad de cada uno; por ejemplo, si se funden en un crisol 80 partes de plomo y 20 de azufre, se obtiene un compuesto en cuyos fragmentos, por ténues que sean, hay plomo y azufre. Lo mismo sucede si se disuelve sal en el agua, pues todas sus gotas estan saladas.

3 Cuando los cuerpos se combinan, no se puede percibir ni aun con el microscopio, como esto se verifica entre sus partes, por lo muy ténues que son; y aun resultan otras nuevas mayores que las precedentes, pues aunque sean compuestas, son bastante pequeñas todavia, para que la vista no pueda distinguirlas.

Estas quedan aisladas algunas veces despues de su formacion, y son siempre invisibles como el aire; otras se reunen y forman un cuerpo que aparece en estado líquido ó sólido. En todo caso se designarán con el nombre genérico de *mo-*

(*) No se comprenden en este número los cuatro fluidos imponderables, pero se incluye el radical supuesto del ácido fluórico (fluoro).

léculas ó átomos cualquiera que sea su naturaleza, ya sean simples ó compuestos; y asi serán moléculas ó átomos simples, *binarios*, *ternarios* etc.

Es muy esencial distinguir las moléculas que corresponden á cada uno de los cuerpos combinados entre sí, de las que procediendo de esta combinacion constituyen por su reunion ó agregacion un cuerpo ó masa. Llámanse las primeras *moléculas constitutivas*, y las otras *integrantes*.

Estas son de la misma naturaleza que el cuerpo á que pertenecen, ó por mejor decir, son sus partículas, que es el nombre que se las da comunmente, y es preferible, porque es mas claro é induce menos á duda. Las constitutivas son, al contrario, de naturaleza diferente, y de tantas especies en un compuesto, como cuerpos distintos contiene, y asi para que constituyan las integrantes ó partículas, se combinan una á una, ó dos á una etc., y constantemente en corto número como se verá. Todos los cuerpos compuestos contienen estas dos especies de moléculas, mientras que los simples no pueden contener mas que de una sola clase, es decir, integrantes; por que en estos últimos, las constitutivas y las integrantes son unas mismas.

Sean para mayor claridad, dos cuerpos simples, y represéntese cada molécula del primero por A, cada una del segundo por B, y admitiendo que en la combinacion de estos dos cuerpos, una molécula del uno se combina con una del otro, es evidente que las constitutivas del compuesto serán A y B, y que cada integrante ó partícula de este, estará formada de una molécula A mas una B. Si las moléculas A, B, en vez de ser simples, fueren compuestas, v. g. binarias, las integrantes del nuevo compuesto serian entonces de un orden mas complicado, porque cada una de ellas contendria cuatro unidas primitivamente dos á dos; conservando acaso esta especie de union en la nueva combinacion. (24—2°).

4 Varias causas, de que se hablará luego, se oponen á que

los cuerpos se combinen unos con otros; pero todos tienden á ello, lo que no se puede esplicar sino admitiendo la existencia de una fuerza inherente á las meléculas de la materia. Se ignora la causa de esta fuerza á la cual se ha dado el nombre de *atraccion molecular* ó *atómica*, que no puede verificarse sino á distancias muy pequeñas é inapreciables ó próximas al punto de contacto: en efecto, si la distancia á que estan dos cuerpos se puede medir ó distinguir con la vista, sus moléculas no se atraerán; pero si aquellos se tocan, ó estan en contacto aparente, podrán atraerse y unirse. Esta atraccion parece por consiguiente muy distinta de la planetaria, porque efectuándose esta entre las masas y á distancias considerables, obra en razon directa de aquellas, é inversa del cuadrado de las distancias.

5 La atraccion molécular ó átomica, tiene diferentes nombres, segun que obra entre moléculas de naturaleza idéntica ó diferente. Llámase en el primer caso *cohesion*, y en el segundo *afinidad*: siendo los fenómenos que resultan de estas dos fuerzas los siguientes.

DE LA COHESION.

6 La cohesion ó fuerza que traba las moléculas de naturaleza idéntica, es decir, las integrantes, ó lo que es lo mismo, las partículas de un cuerpo, está en razon directa del esfuerzo necesario para desagregarlas; de lo que se sigue que la cohesion es insensible en el aire y fluidos aeriformes muy débil en los líquidos, y mas ó menos considerable en los sólidos.

7 La cohesion existente entre las partículas respectivas de dos cuerpos, es siempre un obstáculo para su combinacion, pues si es mayor que su afinidad, la combinacion no podrá verificarse; por lo que los cuerpos sólidos no se combinan sino raras veces. Tómense, por ejemplo, el plomo y el azufre, y para mayor claridad, representese por números la cohesion

y afinidad entre estos dos cuerpos. Suponiendo que la cohesion que traba las partículas del azufre y las del plomo, sea igual á 7, y que la afinidad de las del azufre con las del plomo sea igual á 6; es evidente que no se combinarán, porque la cohesion de los dos cuerpos es superior á su afinidad. Pero si se funden, se combinarán inmediatamente, pues su cohesion en este caso es, por decirlo asi, nula, al paso que su afinidad recíproca es todavia eficaz; lo que prueba que la primera de estas fuerzas, disminuye en proporcion mucho mayor que la segunda.

Si la cohesion de las moléculas respectivas de dos cuerpos se opone á su combinacion, se observa al contrario, que la cohesion de las moléculas integrantes del compuesto, que de ellas puede resultar, favorece su formacion, como se verá particularmente cuando se trate de las sales (720 y 720—2°).

8 *De la cristalizacion.* Disminuyendo de un modo cualquiera la cohesion de un sólido, hasta trasformarle en cuerpo líquido á gaseoso, si en seguida se hace desaparecer la causa de esta trasmutacion, el cuerpo vuelve á su estado primitivo, y sus moléculas se colocan entre sí de modo que forman un sólido regular llamado *cristal*. Por consiguiente, siempre que un cuerpo pase del estado gaseoso ó líquido, al sólido, *cristalizará*. Si esta trasmutacion se efectúa rápidamente, la cristalizacion será confusa, y las formas del sólido serán irregulares; y aun podrá resultar una masa en que apenas se distingan señales de cristales. Un fenómeno de este género se observa mezclando dos porciones de agua, que contengan la una el cuerpo *A*, y la otra uno *B*, que puedan formar un compuesto *A B* insoluble en el agua, ó cuyas partículas tienen mas cohesion entre sí, que afinidad con este líquido. Entonces aparece este compuesto en polvo ó copos, que generalmente se reunen en el fondo del vaso en que se hace la esperiencia; de lo que nace la espresion de *precipitado*, que se usará para designar un cuerpo sólido separado repentinamente de un líquido.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

9 Los agentes que sirven para cristalizar los cuerpos son el agua, el fuego, y algunas veces el espíritu de vino.

Hay dos modos de cristalizar los cuerpos por medio del agua: ó disolviéndolos en este líquido al calor y dejando enfriar la disolucion, ó abandonando esta á una evaporacion espontánea. En el primer caso, la cristalizacion se verifica, porque el agua caliente disuelve mayor cantidad del cuerpo que cuando está fria; para lo cual se ha de cargar lo necesario de la sustancia que se disuelva. En el segundo el cuerpo contenido en el agua se separa de ella, á proporcion que esta disminuye por la evaporacion, y asi aquel se precipita (705). Los cuerpos que cristalizan en el agua, retienen casi siempre una porcion mas ó menos grande de este líquido, que se llama ordinariamente *agua de cristalizacion*.

Hay igualmente dos modos de cristalizar los cuerpos al fuego; el uno consiste en fundirlos, dejándolos enfriar despues tranquilamente, hasta que se forme una costra en la parte superior que se rompe, y luego se decanta el líquido interior.

Por este medio se obtiene lo restante en una costra sólida, cristalina, y amoldada por la vasija en que se hace la operacion; y como ordinariamente es un crisol, resulta una especie de geóda ó cavidad llena de cristales. El azufre y el bismuto ofrecen notablemente este fenómeno.

El otro consiste en evaporar los cuerpos condensándolos poco á poco, aunque esto se practica raras veces, porque pocos sólidos son volátiles.

Sin embargo puede citarse el arsénico, pues si se introducen de 16 á 20 adarmes de este metal en una retorta de barro, tapando su cuello con un corcho, que tenga un agujerito, y poniéndola durante media hora á un fuego que pueda enrojecer su parte inferior, si despues se la deja infriar y se quiebra, se verá que todo el arsénico se ha volatilizado y condensado en el cuello en cristales muy brillantes.

La cristalizacion por medio del espíritu de vino ó alcohol,

se hace de un modo semejante al indicado para el agua, disolviendo el cuerpo al fuego y dejando enfriar la disolucion.

10 Un cuerpo de especie determinada, puede cristalizar con formas regulares muy variadas, y tan diferentes á veces unas de otras, que á primera vista no se advierte que tengan al menor relacion entre sí. Sin embargo, si se examinan con cuidado, se reconoce que derivan unas de otras de la manera mas sencilla, y todas las que han sido observadas, pueden reducirse á un corto número de tipos fundamentales. Como el examen de estas formas no es el objeto de esta obra, pueden los que quieran, estudiarlas en los tratados de cristalográfia.

DE LA AFINIDAD.

11 Esta es la fuerza que obra en las moléculas de naturaleza diferente para combinarlas; y variando en los cuerpos, uno A, no tendrá con B el mismo grado de afinidad que C; de que se infiere, que será mas ó menos fácil disgregar A de B, que de C, *en iguales circunstancias.*

Esta fuerza se modifica en sus resultados:

1° *Por la cantidad relativa de los cuerpos que pueden combinarse.* Esto se verifica á menudo en varias proporciones, y ă veces en todas; y en este caso, se observa que uno adhiere tanto mas al otro, cuanto menor es su cantidad. Supónganse tres compuestos formados, el primero, de 1 de A y de 1 de B: el segundo de 1 de A y de 2 de B; el tercero de 1 de A y 3 de B; pues será mas fácil separar una porcion de A, y mas difícil, por el contrario, una de B al primero que al segundo, y con mayor razon que al tercero; porque en el primer compuesto no hay mas que una molécula de B que obre en una de A; al paso que en el tercero hay tres. Sin embargo, la afinidad de A con B en este compuesto, no es triple de lo que es en el precedente; lo que se esplicará fácilmente admitiendo que la segunda y tercera

moléculas de *B*, no estan tan cerca como la primera de la molécula *A*, con la cual estan unidas.

2° *Por las combinaciones en que esten los cuerpos.* Si un cuerpo *A* está en combinacion con otro *B*, su accion en un cuerpo *C*, será necesariamente diferente de la que tendria si estuviese aislado ó solo, y será menos eficaz y algunas veces nula.

3° *Por la cohesion.* Se ha visto (7) que si la cohesion de las moléculas de un cuerpo, es mayor que la afinidad recíproca que hay entre las partículas de otros dos, la combinacion no puede realizarse. Este hecho esplica muchos fenómenos que dependen de la accion de los líquidos sobre los sólidos. ¿En qué consiste, por ejemplo, que la sal se disuelve en el agua? En que la cohesion de la sal es menor que su afinidad con este líquido, y las moléculas integrantes del nuevo compuesto, se colocan á tal distancia unas de otras que este toma el estado líquido. Pero ¿por qué no puede disolver el agua mas que una cantidad determinada de sal? Por que á medida que este líquido se satura de sal, se disminuye su accion, aumentándose la distancia de sus moléculas, y llega necesariamente un momento, en que su afinidad con la sal es menor que la cohesion de las partículas de esta. El mismo raciocinio puede aplicarse á los otros líquidos y sólidos, de que se orijina, que si ciertos sólidos resisten á la accion de algunos líquidos, y son insolubles en ellos, es porque su cohesion es mayor que su afinidad: que es lo que sucede al agua respecto de la arena.

4° *Por el calórico.* Cuando este fluido obra en los cuerpos con la eficacia necesaria, estos aumentan de volúmen, y se trasmutan á menudo de sólidos en líquidos ó gaseosos. Luego el calórico aleja ó desvia las moléculas de los cuerpos, y disminuye, por consiguiente, su atraccion: no obstante, muchas veces se obtiene por medio del calórico la combinacion de muchos cuerpos, y particularmente de los sólidos. Si se juntan

dos sólidos, la combinacion no podrá realizarse, porque su cohesion será mayor que su afinidad; pero si se funden, ó á lo menos uno de ellos, podrán muy bien combinarse; porque su cohesion se habrá disminuido notablemente, mientras que su afinidad muy poco. Es necesario templar el fuego de modo que estos cuerpos no se trasformen en fluidos aeriformes, porque sus moléculas se alejarian de tal modo, que no podria efectuarse la combinacion. La accion de la afinidad es mas eficaz entre los líquidos; de suerte que en circunstancias iguales cuando uno de dos cuerpos es líquido y el otro sólido, se combinarán mas fácilmente, que si los dos son sólidos ó gaseosos.

5° *Por el estado eléctrico de los cuerpos.* Basta observar que dos cuerpos se repelen cuando estan electrizados positiva ó negativamente, y por el contrario, se atraen recíprocamente si lo estan de diferente modo (64).

6° *Por la gravedad específica.* Dos cuerpos tienden á separarse si son de distinta gravedad específica, y en tal caso nunca podrán combinarse si su afinidad recíproca es pequeña. Esta es la causa de que el agua no disuelva el aceite, y de que las capas inferiores de una masa de cristal fundido, que se ha dejado enfriar poco á poco, esten mas cargadas de plomo que las superiores. Muchas de las aligaciones formadas de dos metales de densidad diferente, y puestas en las mismas circunstancias que el cristal, presentan un fenómeno semejante.

7° *Por la presion.* Esta fuerza acercando las moléculas aumenta su afinidad, pero no efectúa la combinacion de los sólidos, y líquidos unos con otros, porque estos son casi incomprimibles; aunque no se duda, que puede influir mucho en la combinacion de los gases cuya compresibilidad es grande; y asi un gas cualquiera no se combina con el agua, si su fuerza espansiva es mayor que su afinidad con este líquido; pero si se comprime este gas, la afinidad será preponderante, y en este caso la combinacion podrá verificarse. El agua disolverá poco gas, si la presion es débil, porque al paso que se efectúe la

disolucion disminuirá su facultad disolvente, y al contrario disolverá tanta mas cantidad cuanta mayor sea la presion. Supóngase que disuelto un gas en un líquido por medio de la presion, se suprime esta de repente, la fuerza elástica será mayor en este caso que la afinidad, y el gas se volatilizará, haciendo espuma el líquido como si hirviera. Este es el fenómeno que se presenta, cuando se destapa una botella de sidra, cerveza, ó vino espumoso. Tambien puede citarse como ejemplo de lo que se acaba de esponer, la accion del fuego á diferentes presiones en la creta, que es un compuesto de cal sólido y de otro cuerpo gaseoso. Enrojeciendo esta sustancia en un crisol, sin efectuar sobre ella otra presion que la del aire atmósferico, se descompone pronto, volatilizándose el gas que contiene; pero no sucederá lo mismo, si se la somete á una presion fuerte; de modo que en este caso no se descompondrá, ni á la temperatura mas subida. Si habiendo llenado esactamente con creta un tubo grueso de hierro, se cierra su estremo con mucho cuidado y solidez, se podrá, sin descomponer la creta, esponer dicho tubo á un calor mucho mas fuerte que el que produciria la descomposicion á la presion ordinaria. En este caso la creta se funde, cristaliza, y convierte en mármol; y esta observacion se debe al Sr. Hall, cuya memoria contiene otras. Sin embargo, parece que esta regla general presenta algunas escepciones. Segun Bellani de Monza, el fósforo no arde en el oxígeno á la temperatura ordinaria, sino cuando este gas está enrarecido, ó lo que es lo mismo, sino se disminuye la presion á que se someta el fósforo; y segun Labillardiere lo mismo sucede con el gas hidrógeno proto-fosforado.

12 La accion molecular y recíproca de los cuerpos depende, pues: 1° de su afinidad; 2° frecuentemente de su cantidad; 3° de las combinaciones en que esten y que sean distintas de las que han de formar; 4° de su cohesion respectiva, y la del compuesto que ha de resultar; 5° de la temperatura con que se esperimentan; 6° de su estado eléctrico; 7° algunas veces

de su gravedad específica, y otras de la presion cuando uno de ellos es gaseoso. De todo esto se deriva naturalmente la definicion de *la química, que es una ciencia que da á conocer la accion molecular y recíproca de todos los cuerpos;* y siendo este su objeto, el químico ha de considerar con cuidado la accion y efectos de todas las causas mencionadas.

13 Si se examinan los fenómenos que deben resultar, esperimentando un cuerpo C con un compuesto de otros dos cuerpos A y B, la accion será nula, si estos son sólidos; ó podrá verificarse casi siempre, si son líquidos, y en este caso el cuerpo C se combinará con A y B, y se formará un compuesto ternario, ó se unirá con cada uno, para formar dos compuestos binarios, ó se combinará solo con uno de ellos aislando al otro. En efecto, supóngase que C tenga con A mas afinidad que con B, y que sea mayor que la que tengan recíprocamente A y B; supóngase tambien que sea pequeña la afinidad de B con AC ó con C, y que sea un cuerpo sólido ó gaseoso, ¿qué sucederá en este caso? Las moléculas de B tenderán mas á acercarse, ó alejarse unas de otras, que á combinarse con AC, ó C, es decir, que la cohesion ó fuerza elástica de las moléculas de B, serán mas considerables que su afinidad con AC, y por consiguiente se trabarán unas con otras y producirán un precipitado, ó se alejarán y formarán un fluido elástico. En esto se fundan los medios de que se valen los químicos, para separar los principios constituvos de los cuerpos, y determinar su proporcion. Si se pone un compuesto AB, en contacto con un cuerpo C, que se combine con A, y deje aislado á B, segun se acaba de suponer, y en seguida se pone el compuesto AC en contacto con otro cuerpo D, que se combine con C, y aisle á A, sin duda que en tal caso separados los cuerpos A y B podrán pesarse, y se conocerá la proporcion en que entran en el compuesto AB. Esta operacion se llama *analísis*, y *síntesis* la inversa, que consiste en combinar los elementos de los cuerpos. El analísis es por consiguiente el arte

de descomponer los cuerpos, y la síntesis, el de recomponerlos.

Conocidos los fenómenos originados de la accion de un cuerpo en un compuesto de otros dos, se pueden comprender con facilidad, los que provienen de la accion de un cuerpo, sobre un compuesto ternario, ó bien de dos compuestos binarios entre sí, ó de otros mas complicados segun se manifestará.

14 Sino existiesen fuerzas opuestas á la afinidad, se podrian seguramente combinar los cuerpos dos á dos, tres á tres, en fin todos juntos, y luego que estuviesen combinados, no se podrian separar; pero se ha visto que existen varias de estas fuerzas; luego el número de las combinaciones debe ser limitado, y tal es su accion, que el de los compuestos binarios, ternarios, y cuaternarios, es mayor que el de los compuestos de cinco ó mas cuerpos.

15 *Sobre la medida de la afinidad.* Es muy difícil ó imposible apreciar esactamente la afinidad, siendo esta fuerza modificada frecuentemente por otras que rara vez pueden graduarse. Berthollet cree, sin embargo, que la afinidad de ciertos cuerpos puede medirse, y particularmente la de los ácidos con los álcalis y recíprocamente. Hé aquí en que funda su opinion. Cuando en proporciones determinadas se combina un ácido con un álcali, se observa que las propiedades de uno y otro se neutralizan (*): y como esta neutralizacion es un efecto inmediato de la afinidad de estos cuerpos, resulta que debe considerarse, segun este célebre químico, como la medida de su afinidad; teniendo cuenta de las cantidades respectivas de ácido y álcali combinadas. Por consiguiente, Berthollet sienta como principio, que las afinidades de

(*) Los ácidos rojean el color azul de una sustancia llamada girasol, y los álcalis verdean el azul de la violeta. Combinando en ciertas proporciones dos de estos cuerpos, resulta un compuesto que no altera uno ni otro color, y en este caso, se dice que el compuesto consta de cantidades de ácido y álcali tales, que se neutralizan recíprocamente.

los ácidos con los álcalis, ó de estos con aquellos, son proporcionales á su capacidad de saturacion, es decir, que la afinidad de un álcali con un ácido está en razon de la cantidad de éste que una dada de álcali puede neutralizar, y recíprocamente. Suponiendo que la neutralizacion de una parte de álcali A, exige una de ácido B, dos de ácido C, y tres de ácido E, la afinidad del álcali con el ácido E, será triple que con el de B; de que se sigue, que si se pone esta parte de álcali en contacto con una del ácido B, y tres del de E, no habrá razon para que se combine con uno antes que con otro. Se volverá á tratar de esta materia, que es de la mayor importancia, cuando se examinen las combinaciones de los ácidos con los álcalis, y otras sustancias análogas (720—2°).

Como quiera que sea, es evidente, que lo mas que se puede determinar es cual de dos, tres, ó mas cuerpos, es el que tiene mayor afinidad con otro. Si se ha de señalar la de un gas con una serie de cuerpos sólidos, con los que pueda formar compuestos tambien sólidos, es necesario combinarle con cada uno de ellos, y poner sucesivamente al fuego, todos los compuestos que resultan. Por este medio se alejan las moléculas, y se ponen las de algunos de dichos cuerpos fuera de su esfera de atraccion; de suerte, que desagregándose el gas que en virtud de su afinidad con ellas estaba en estado sólido, se volatilizará, volviendo á tomar la forma aérea. Ahora bien, es evidente que los compuestos que se descomponen de este modo, constan de elementos, que tienen menos afinidad recíproca que los de aquellos que no se alteran asi, puesto que, escepto la afinidad, todas las demas fuerzas apenas varían; y asi es, que cuanto menos calor sea necesario para efectuar la descomposicion, tanto mas pequeña será la afinidad. Represéntense los cuerpos sólidos por A, B, C, D, etc., el gas por G, y los compuestos por AG, BG, CG, DG, etc. (*) suponiendo

(*) El gas G será el oxígeno, uno de los principios del aire; los

que AG, se descomponga á 100°, BG á una temperatura mayor, CG á otra mas subida todavía etc., se concluirá que G tendrá menos afinidad con A que con B ¿ Pero si AG, BG etc. no son susceptibles de descomponerse al calor, de que manera podrá determinarse la afinidad de G con A, B, C, D etc. ? Entonces, en lugar de presentar AG, BG, solos al calor, se les calienta con otro cuerpo que pueda combinarse con G, y no con A, B, AG, ni BG etc. (*); en cuyo caso segun la temperatura á que se efectúe la descomposicion, podrá graduarse la afinidad. Tambien se puede tratar directamente AG por B, y BG por A, en caso que A no sea susceptible de combinarse con B, ó BG, ni AG con B; pues que si B separa G de A, y A no puede disgregarle de B es evidente que G tendrá mas afinidad con B que con A. Por medios mas ó menos semejantes se determina generalmente el órden de afinidad de un cuerpo cualquiera con otros, sea el que fuere su estado. Se debe no obstante confesar, que la resolucion de este problema es difícil, y comunmente imposible, porque las otras fuerzas distintas de la afinidad aceleran ó impiden la accion mútua de los cuerpos. Géoffroy, Bergman, etc. han debido cometer graves errores en las tablas que hicieron de los cuerpos colocados por orden de afinidad, porque no consideraron las accion de dichas fuerzas. Estas tablas en realidad solo son de descomposicion, y aun asi serían muy útiles si fueran esactas, pero no lo son.

16 Esta teoría, relativa á las fuerzas de que depende la accion química, es muy diferente de la de Bergman que se admitia en otro tiempo. Entonces se hacia depender esta accion de la afinidad, ó por lo menos no se tenia en nada la cohesion de los cuerpos, su fuerza espansiva, y la cantidad de su ma-

---

cuerpos sólidos A, B, C, D, serán los metales ; y los compuestos AG, BG, CG, DG, etc. serán los óxidos metálicos que resultan todos de la combinacion de los metales con el oxígeno.

(*) Este otro cuerpo podrá ser el carbóno, si los compuestos AG, BG, etc. son los óxidos metálicos.

teria. Se consideraba la afinidad como absoluta, y se creia que cuando la de dos cuerpos A y B, era mayor que la que tenian con otro C, este no podia combinarse con porcion alguna de A ni de B del compuesto AB; y que cuando A tenia mas afinidad con el cuerpo B que con otro C, y mayor que la que tenian entre sí A, B, C, el cuerpo A desagregaba á B de C, y obraba siempre con igual fuerza sobre B, desde el principio hasta el fin de su accion; pero esto no es asi. Berthollet demostró esta importante verdad, y por consiguiente destruyó la teoría de Bergman acerca de las afinidades; siendo el primero que conoció la influencia de la cantidad, y consideró la cohesion, la fuerza elástica, y la gravedad específica de los cuerpos (*).

LIBRO SEGUNDO.

De la nomenclatura química, y del orden con que se darán á conocer los cuerpos.

17 Habiendo espuesto del modo conveniente lo que toca en general á la naturaleza de los cuerpos, y la fuerza que une y enlaza sus partes constitutivas, se tratará: 1° de la nomenclatura química, es decir, de los nombres con que se designan los diferentes cuerpos conocidos; y 2° del orden con que se procederá en su estudio.

18 El número de los cuerpos simples es de cincuenta y uno, comprendiendo en ellos el radical supueso del ácido

(*) Véase la estática química escrita por este célebre químico que da á conocer sus interesantes investigaciones sobre este particular.

fluórico : el de los compuestos es mucho mayor ; y aun debe parecer infinito, puesto que la diferencia de proporciones en sus elementos, basta para orijinar otra muy grande en sus propiedades (*).

Pueden darse, sin duda, nombres insignificantes á los cuerpos simples, y los mejores serán los cortos y que se presten fácilmente á la formacion de otros ; pero importa mucho que los compuestos tengan uno que recuerde sus principios constitutivos, cuya ventaja la conocieron perfectamente los autores de la nomenclatura francesa, que es la que se ha adoptado generalmente por todos los sabios.

Once, de los cincuenta y un cuerpos simples, se denominan: *oxígeno, hidrógeno, boro, carbóno, fósforo, azufre, selenio, iodo, cloro, fluor y azoe* ; y los cuarenta restantes que han sido considerados por de naturaleza metálica, aunque varios acaso se habrán de escluir de esta serie, se denominan *silicio, zirconio, alúminio, itrio, glucinio, magnesio, calcio, estroncio, bario, litio, sodio, potasio, manganeso, zinc, hierro, estaño, arsénico, molibdeno, cromo, túngsteno, colombio ó tántalo, antimonio, uráno, cerio, cobalto, cadmio, titano, bismuto, cobre, teluro, niquel, plomo, mercurio, osmio, plata, rodio, paladio, oro, platino, iridio.*

Se da tambien el nombre comun de *cuerpos combustibles ú oxígenables*, á todos los simples, escepto al oxígeno, por que todos pueden combinarse con este principio, originando siempre emision de calórico, y con bastante frecuencia un desarrollo de luz, cuyas propiedades son comunes al carbon, la leña, los aceites y á todos los cuerpos conocidos comunmente con el nombre de *combustibles*.

19 Antes de dar á conocer la formacion de los nombres

(*) No se mencionan los cuatro fluidos imponderables que son el del calor, el luminoso, el eléctrico y el magnético.

de los cuerpos compuestos, es necesario decir que estos no son tan numerosos como pudiera imaginarse, pues que lejos de ser infinitos, no son tantos como las combinaciones posibles entre los cuerpos simples tomados 2 á 2, 3 á 3. etc. En efecto, los mas de los compuestos conocidos resultan: 1° de la combinacion del oxígeno con cada uno de los combustibles: 2° de la de un cuerpo simple que consta ya de oxígeno con otro simple oxigenado tambien: 3° de la combinacion de dos combustibles simples de tres juntos, y rara vez de tres: 4° de la combinacion del oxígeno con el hidrógeno y el carbóno: 5° de la combinacion del oxígeno con el hidrógeno, el carbóno, y el azoe.

20 Conocidos todos los cuerpos simples, á escepcion del oxígeno, con el nombre genérico de *combustibles*, deben designarse en general con el nombre de *cuerpos quemados* los mismos, cuando estan combinados con el oxígeno esten ó no unidos entre sí 1 á 1, 2 á 2, 3 á 3, etc. Los cuerpos quemados tienen diferentes nombres en razon de su composicion y propiedades: se llaman ácidos, si son ágrios al paladar y rojean, como el vinagre, el color azul de girasol, etc. (15); y óxidos cuando son insípidos ó tienen un sabor, que no es agrio; en cuyo caso lejos de rojear el girasol restablecen su azul si ha sido rojeado por un ácido. Los óxidos y ácidos, tienen nombres especiales cada uno de ellos, si su composicion es binaria, como se verifica generalmente con todos los que no son de naturaleza vegetal ó animal.

Si un combustible combinado con el oxígeno, puede formar solo un óxido, se da á este el nombre del combustible; asi es que el óxido compuesto de oxígeno y carbono, se denominará *óxido de carbono*. Pero si el combustible puede combinarse en diferentes proporciones con el oxígeno, y formar varios óxidos, v. g. tres, el primero, ó menos oxigenado se denominará *protóxido*; el segundo *deutóxido*, y el tercero *tritóxido*; y el mas oxígenado se denomina tambien *peróxido*;

de lo que nacen las voces de *protóxido*, *deutóxido*, *tritóxido ó peróxido de plomo*, para espresar los tres óxidos, ó combinaciones del oxígeno con el plomo.

Las mismas reglas sirven para las denominaciones de los ácidos. Si con un combustible no puede formarse mas que un ácido, el nombre de este último se compondrá de la voz genérica *ácido*, á la cual se añade el nombre español ó latino del combustible acabado en *ico*: por ejemplo, *ácido carbónico*, que es el solo ácido producido por la combinacion del oxígeno con el carbóno. Pero si por el contrario, el combustible puede combinarse en varias proporciones con el oxígeno, y formar dos ácidos, el mas oxigenado se designa con la terminacion *ico* como el precedente, y el menos oxigenado con la de *oso*; de modo que si existiese un ácido de carbóno menos oxigenado que el carbónico, se denominaria *ácido carbonoso*.

Hasta estos últimos tiempos no se conocia combustible alguno que pudiese formar mas de dos ácidos con el oxígeno, pero Dulong, Gay-Lussac, y Welter han probado, que el fósforo, el azufre, y el azoe poseen esta propiedad. No estan, sin embargo, de acuerdo los químicos acerca de la formacion de los nombres de estos nuevos ácidos: y se verá mas adelante los que han propuesto los autores.

Cualquiera que sea el número de óxidos y ácidos, que un mismo combustible puede producir combinándose con el oxígeno, se ha de advertir que el peróxido ó el óxido mas oxigenado, contiene siempre menos oxígeno que el ácido menos oxigenado; aunque esta observacion no se estiende á los óxidos y ácidos de combustibles distintos, ni á los que como los ácidos vegetales contengan varios combustibles. Por otra parte, los combustibles de óxidos ó ácidos oxigenados toman á veces el nombre de *radicales*, y asi el carbóno, por ejemplo, es el *radical* del ácido carbónico y del óxido de carbóno.

No todos los ácidos contienen oxígeno. Hay algunos que solo

se componen de dos combustibles, y cuya existencia no ha sido bien probada sino de poco tiempo á esta parte. No se sabia al principio que nombre dar á estos ácidos, pero se ha resuelto finalmente componer sus nombres de los de sus principios constitutivos, y darles la misma terminacion que á los otros; por lo que el compuesto de hidrógeno y cloro, se denomina *ácido hidro-clórico*, y *ácido hidro-iódico* el compuesto de hidrógeno y iodo; es necesario confesar que con estos nombres no se distinguen los ácidos oxigenados de los que no lo son; lo que se podria remediar, adoptando para estos una terminacion particular.

21 No hay regla bien fija para denominar los compuestos que pueden resultar de la combinacion de dos óxidos, ó de dos ácidos, ó de un ácido y un óxido no metálico, lo que no sucede con los compuestos de un ácido y óxido metálico. A estos, que son muy numerosos, se da generalmente el nombre de *sales*, y se designan cambiando la terminacion del ácido, quitándole una sílaba, y acompañándole con el nombre del óxido que entra en la composicion de la sal. Si el ácido se termina en *oso*, la denominacion de la sal acabará en *ito*; y si el ácido se termina en *ico*, la denominacion acabará en *ato*.

Por consiguiente, las denominaciones de *carbonato de protóxido de hierro*, *sulfatos y sulfitos de protóxido y deutóxido de estaño*, representarán las combinaciones del protóxido de hierro con el ácido carbónico, y del protóxido y deutóxido de estaño con los ácidos sulfúrico, y sulfuroso. Pero como no solamente se combina el mismo ácido con los diversos óxidos de un metal, sino tambien con el mismo óxido en proporciones diferentes, es necesario aplicar con esactitud el nombre de las varias sales que resultan, para evitar confusion. Las propiedades de estas diferentes sales, cuyo número es generalmente de tres, facilitan el modo de distinguirlas. Suponiendo que se trate de las tres combinaciones del deutóxido de mercurio con el ácido sulfúrico; que una sea la ácida, es decir,

con esceso de ácido, otra la neutra, ó lo que es lo mismo, tal que desaparecen las propiedades del ácido y del óxido: y la tercera con esceso de óxido; ésta tomará el nombre de *sub-sulfato de deutóxido de mercurio*: la segunda el de *sulfato neutro de deutóxido de mercurio*: y la primera el de *sulfato ácido ó sobre-sulfato de deutóxido de mercurio*. Todas *podran abreviarse* poniendo las palabras *proto*, *deuto trito* delante del nombre del ácido; y no del óxido, como *sub-proto sulfato*, *deuto sulfato neutro*, *sobre deuto-sulfato ó deuto-sulfato ácido de mercurio*. He llegado, sin embargo, á conocer que estas denominaciones usadas en las precedentes ediciones de esta obra son viciosas, porque pueden inducir á error acerca de la verdadera composicion de las sales; lo que se evitará con las que se van á espresar que son mas esactas, é indican las proporciones relativas de los principios constitutivos de estos compuestos.

Se sabe que la cantidad de ácido ó de base en las sales ácidas y en las que tienen un sobrante de base es un múltiplo ó un submúltiplo de 1, 2, 3, 4 y raras veces de 1 $\frac{1}{2}$, etc., de la cantidad de ácido ó base correspondiente á la sal neutra del mismo género; y por consiguiente las voces *bi*, *tri*, *cuatri*, antepuestas al nombre genérico de una sal ácida indicarán su composicion relativa. De este modo el sulfato ácido de protóxido de potasio, que contiene respecto á la misma cantidad de óxido el doble de ácido del sulfato neutro, se espresará denominándole *bi-sulfato de protóxido de potasio*, asi como se dirá por la misma razon *oxalato de protóxido de potasio*, *bi-oxalato*, *cuadri-oxalato*, ó *cuatroxalato*. El múltiplico de 1 $\frac{1}{2}$ se espresará con el nombre del número *sesqui*, como *fosfato de cal*, *sesqui-fosfato de cal*. Si la base es un múltiplo de la de la sal neutra se espresará del mismo modo, pero en un orden inverso, es decir, anteponiendo la palabra que indique el múltiplo á la del óxido, y nó á la del nombre genérico de la sal. Por desgracia, hay lenguas que carecen de modos para dar en este

segundo caso claridad y precision á las denominaciones; y asi la espresion latina *sulphas tri-aluminicus* que designa la variedad de sulfato de alúmina que contiene respecto á la misma cantidad de ácido el triple de alúmina (*óxido de aluminio*) que el sulfato neutro, no se puede espresar de otro modo en frances que diciendo *tri-sub-sulfato de alúmina* (*Véase* 24—2°, la nomenclatura latina).

Se acaba de ver que un óxido metálico forma una sal, cuando se combina con un ácido; pero hay otras sustancias que como estos óxidos, se combinan con los ácidos, los neutralizan, y forman compuestos, cuyas propiedades tienen tanta analogía con las sales, que no pueden menos de asimilarse á estas. Algunos años há, solo se conocia una de estas sustancias, muy diferentes de los óxidos metálicos, pero ya son varias. Una de ellas se compone de hidrógeno y azoe, y las otras de hidrógeno, oxígeno, carbono y azoe. Cada una tiene un nombre particular que es inútil decir ahora: todas toman el de *base salificable*, como igualmente los óxidos metálicos de las sales, de suerte que bajo el nombre de *base salificable* se entiende una sustancia cualquiera capaz de neutralizar mas ó menos completamente las propiedades de los ácidos.

22 Las reglas de nomenclatura relativas á la denominacion de los combustibles compuestos, varian en algunos casos.

1° Cuando estos cuerpos son metálicos, toma el compuesto el nombre de *aleacion*, distinguiéndose entre sí, por los metales que la componen, por ejemplo, *aleacion de plomo y estaño*. No obstante la aleacion toma el nombre de *amalgama*, siempre que el mercurio es uno de los metales aleados: de suerte que la denominacion de *amalgama de plata y oro* etc. se sustituye á la de *aleacion de mercurio y plata, de mercurio y oro* etc.

2° Si el compuesto es sólido ó líquido, y procede de la combinacion de un metal y un combustible no metálico, tiene la terminacion en *uro*, que se antepone al nombre del metal como *sulfuro de plomo, fosfuro de plomo, carburo de hierro*,

nombres con que se distinguen las combinaciones del fósforo y azufre con el plomo, y del caróbno con el hierro.

Los compuestos sólidos y líquidos, producidos por la combinacion de dos combustibles no metálicos, tienen denominaciones análogas, con sola la diferencia de dar indistintamente á uno de ellos la terminacion en *uro;* de modo que el nombre de *sulfuro de fósforo* es equivalente al de *fosfuro de azufre* en la combinacion del azufre y del fósforo.

3° Si el compuesto es gaseoso á la temperatura ordinaria, se nombra desde luego el gas, ó uno de los gases de su composicion, pues que debe por lo menos contener uno, y se añade á este nombre el del otro principio constitutivo terminándolo en *ado;* asi pues, las espresiones de *gas hidrógeno fosforado*, *gas hidrógeno arseniado*, representan las combinaciones gaseosas del hidrógeno con el fósforo y el arsénico. Debe advertirse, sin embargo, que cuando algunas de estas combinaciones tienen propiedades de ácidos, toman las denominaciones de estos.

Convendria poner en las denominaciones de los compuestos combustibles al cuerpo negativo el primero, porque esto, ademas de anunciar un hecho importante, sería conforme á las denominaciones de las sales y de los óxidos, pues el oxígeno de estos, es siempre negativo respecto al metal, como el ácido lo es en las sales respecto á su base; y ya se ha dicho que en ellas son los primeros que se espresan.

No me atrevo, sin embargo, á seguir esta regla con los compuestos gaseosos, porque sería innovar demasiado espresiones recibidas generalmente, pues habría que decir *ácido cloro-hídrico*, *ácido iodo-hídrico*, en lugar de *ácido hidro-clórico* y *ácido hidro-iódico*, aunque se seguirá, en lo posible, respecto á los compuestos sólidos y líquidos.

23 Hay, ademas de los indicados, otros compuestos de oxígeno, hidrógeno, y carbóno; y de oxígeno, hidrógeno, carbóno y azoe. Los primeros forman las sustancias vegetales,

y los segundos constituyen las animales. Estas clases de compuestos son *óxidos ó ácidos;* y no es fácil, ó por mejor decir posible, designar estos cuerpos del mismo modo que se ha hecho con los óxidos y ácidos, á causa de que es muy considerable su número, y no se distinguen sino por la proporcion de sus principios constitutivos. Por otra parte, esta denominacion sería poco ventajosa, siendo siempre una misma la composicion de dichos cuerpos; por lo cual pueden dárseles nombres que no tengan relacion con sus elementos como se ha hecho hasta ahora, segun se verá en el artículo de *química vegetal y animal.*

24 Tales son las reglas de nomenclatura adoptadas en esta obra para todos los compuestos, esceptuando unos pocos que bastará nombrar para entender la formacion de sus nombres, y conocer su composicion. En vista de lo espuesto, por *cuerpo combustible* se entiende el que puede combinarse con el oxígeno, como son todos los simples escepto éste. *Cuerpos quemados*, son los combustibles combinados con el oxígeno. *Acido*, cuerpo casi siempre quemado que es agrio y rojea la tintura del girasol. *Oxido*, cuerpo quemado que no es agrio ni rojea dicha tintura. *Protóxido*, *deutóxido*, *tritóxido de plomo*, ó de cualquiera otro combustible, es lo mismo que primer óxido, ú óxido menos oxigenado, segundo óxido, tercer óxido de plomo. *Acido sulfuroso*, *ácido sulfúrico*, ácido de azufre poco oxigenado, y ácido de azufre muy oxigenado. *Carbonato*, es decir, compuesto de ácido carbónico y de una base salificable, que puede ser un protóxido en tres proporciones distintas; de modo que la primera sea sin sobrante de ácido ni de óxido, la segunda con sobrante de éste, y le tercera con sobrante de ácido; y á cada una de las tres corresponderán respectivamente las denominaciones especiales de *carbonato neutro de protóxido*, *sub-carbonato de protóxido* y carbonato ácido de protóxido. *Bi-sulfato*, es decir, sulfato que respecto á la misma cantidad de base, contiene el doble de ácido que corresponde al sulfato neutro. *Sulfuros*, *fosfuros*, *hidruros*

son los compuestos sólidos ó líquidos de azufre, fósforo, ó hidrógeno con otro combustible, sulfuro de hierro, hidruro de arsénico. *Gas hidrógeno carbonado, fosforado*, son los compuestos de gas hidrógeno y de carbóno ó de fósforo. *Aleacion*, es un compuesto de dos, ó tres, metales, v. g. aleacion de estaño, de plomo, y de bismuto etc.

Se ve pues, que todo el artificio consiste principalmente en reunir los nombres de los elementos de un compuesto, haciendo variar la terminacion. Las terminaciones en *uro*, recuerdan los cuerpos combustibles compuestos: las que acaban en *ico* y *oso*, representan los ácidos; y las que terminan en *itos* y *atos*, indican las sales.

Se debe á Guyton Morveau la feliz idea de la nueva nomenclatura; y fue el primero que estableció sus bases en el año 1780. Poco despues la propuso á la Academia de ciencias, que comisionó á los celebres Lavoisier, Fourcroy, y Berthollet para examinarla con el autor. Estos químicos reunidos la adoptaron tal cual es en el dia, despues de haberla discutido en varias conferencias, y hecho algunas modificaciones en ella. Esta nomenclatura es sin duda preferible á la antigua, pues que en otro tiempo se daban á un mismo cuerpo dos, tres, y aun cuatro nombres distintos. Asi es, que la combinacion del oxígeno con el zinc, tenia los de *flores de zinc*, *ponfolix*, *nihil album*, *lana filosófica* etc. cuyos nombres ademas de ser multiplicados tenian tambien el inconveniente de no dar idea alguna de la naturaleza de esta combinacion; en lugar de que la palabra *óxido de zinc* es única, y designa los principios del compuesto.

24—2°. Aunque la nomenclatura que se acaba de esponer es ventajosa, no por eso es perfecta, porque si es cierto que las bases en que se funda son buenas, es fácil perderlas de vista, ó aplicarlas mal. Convendria que los principales químicos de todos las naciones se pusiesen de acuerdo acerca de las modificaciones que hay que hacer en ella conformes á los pro-

gresos de la ciencia, y de este modo se generalizarían unas mismas denominaciones, y no se darian nombres distintos á los mismos cuerpos, lo que puede orijinar confusion. Asi lo ha conocido Berzelius segun lo ha espuesto en su obra de la *teoría de las proporciones definidas*, en la que propone remediarlo con una nomenclatura latina y fundamental que pueda servir de tipo á la de cada lengua en particular. Las principales observaciones que propone este autor se derivan de las denominaciones que da á los óxidos que divide en tres grupos; el de los óxidos que no estan suficientemente oxigonados para combinarse con los ácidos, el de los que lo estan demasiado, y por es razon tampoco se pueden combinar con ellos; y el de los que tienen la cantidad de oxígeno necesaria para ser verdaderas bases salificables Manifestando despues de esto que un metal combinándose con el oxígeno, forma, á lo mas, tres óxidos salificables da á cada uno de ellos segun se ha hecho respecto á los ácidos el nombre del radical que le corresponde apropiándole terminaciones distintas. Y de este modo, si un metal puede formar un solo óxido salificable se le señala con el nombre latino que es propio del metal, terminándole en *icum*; si puede formar dos, el primero, es decir, el menos oxigenado se termina en *osum*; asi como el mas oxigenado en *icum*; y por último para el metal que forma tres óxidos salificables se da al segundo la terminacion *eum*; como por ejemplo, las denominaciones de los tres óxidos de oro, son: *oxidum aurosum*, *aureum*, *auricum*.

Los óxidos demasiado oxigenados para combinarse con los ácidos se espresan con la preposicion *super*; y los que no lo estan bastante, y por esto tampoco se pueden combinar con ellos, se espresan con la preposicion *sub*; y asi el peróxido de cobalto, se denomina *super-oxidum cobalticum*, y el sub-óxido de bismuto, *sub-oxidum bismuticum*. (*)

(*) No se admite en esta obra este grupo de *sub-óxidos* porque en

En vista de esto, bastarán algunos ejemplos para comprender fácilmente el modo con que Berzelius denomina todas las sales.

Nombres latinos.	Nombres españoles correspondientes.
Sulphas Ferrosus.	Sulfato de protóxido de hierro (*a*).
Sulphas ferricus.	Sulfato de peróxido de hierro (*b*).
Bi-Sulphas kalicus.	Bi-sulfato de protóxido de potasio(*c*).
Phosphas aluminicus. . . .	Fosfato de óxido de aluminio. (*d*).
Phsophas bi-aluminicus. . .	Fosfato de óxido de aluminio, con doble esceso de base, ó *fosfato bi-alumínico.*
Sulphas tri-cupricus.	Sulfato de deutóxido de cobre, con un esceso triple de base, ó *sulfato de deutóxido tri-cobrizo ó tri-cuprífero.*

Lo espuesto manifiesta que Berzelius no ho hecho mas que estender la aplicacacion de los principios de la nueva nomenclatura, consistiendo la principal innovacion que ha introducido en la denominacion de los óxidos que deriva de ella, que es como se han designado en esta obra las mayores ó menores oxigenaciones de los ácidos de un mismo radical, lo que ha verificado útilmente este autor respecto á la nomenclatura de las sales.

---

mi opinion no hay sino óxidos que hacen de bases salificables, y *sobre-óxidos* que aproximándose en su esencia á la naturaleza de ácidos no se combinan con estos (690).

(*a*) Sulfato ferruginoso.

(*b*) Sulfato férrico.

(*c*) Bi-sulfato cálico ó potásico.

(*d*) Fosfato-alúminico.

Del orden con que se procederá en el estudio de los cuerpos.

25 Serán todos considerados sucesivamente conforme á la definicion que se ha dado de la química (12), dando una atencion especial á los fenómenos que nacen de su accion recíproca y molecular. Este estudio sería difícil, y acaso de poco fruto, si se hiciese sin orden ni método; por lo cual, y antes de todo, se procurará dar á conocer los fenómenos químicos del calor, de la luz, la electricidad, del magnetismo, y electro-magnetismo, pues esto facilitará el estudio de los demas cuerpos, y las leyes á que se conforman en sus combinaciones. Son estos ponderables, y el que manifiesta una accion mas general é importante es el oxígeno, por lo cual será el primero que se dará á conocer; y como sus combinaciones con los otros son las que distinguen mejor los combustibles simples ó compuestos, al mismo tiempo que se den á conocer las propiedades de estos, se examinarán sucesivamente los óxidos y ácidos, cuya composicion es binaria, ó procede de la combinacion del oxígeno con uno ú otro combustible. A lo que será consiguiente el tratar de su accion recíproca y de los numerosos compuestos que en virtud de ella se forman, lo que facilitará el modo de estraer los metales, que será examinado de un modo particular.

Ordenado de esta manera el estudio de los minerales ó cuerpos inorgánicos, no será difícil el de los vegetales y animales ó cuerpos organizados; dando á conocer los primeros antes de los segundos; porque los animales son de una composicion mas complicada.

Se considerarán tambien de un modo general, y por la analísis química, las propiedades de los cuerpos ponderables.

Se examinarán generalmente los cuerpos de siete modos: 1° sus principales propiedades físicas: 2° sus principales propiedades químicas segun el lugar en que se coloquen: 3° los diferentes estados en que se encuentran en la naturaleza: 4° el modo de obtenerlos puros: 5° su composicion: 6° sus

usos : 7° la historia abreviada de su descubrimiento, ó del de sus propiedades mas notables. Es preferible este orden, porque parece el mas metódico; aunque es preciso advertir, que á veces no se hablará de la preparacion de un cuerpo y será porque no se han dado los conocimientos necesarios para comprenderla; lo que se ha hecho particularmente con los metales, cuya estracion exije el conocimiento de los demas cuerpos inorgánicos, y constituye por otra parte un ramo particular, que es el de la metalurgia.

En la tabla siguiente se hallarán todos los pormenores convenientes sobre la clasificacion, y método que se ha de seguir, escepto los relativos á la química vegetal y animal, y al análisis, que se espondrá cuando se trate de las partes á que se refieren.

I^a PARTE. Estudio de los cuerpos inorgánicos, divididos en diez libros.

- 1° Nociones sobre la naturaleza de los cuerpos, y la fuerza que une sus partes constitutivas.
- 2° Nombres de los cuerpos ponderables, y esposicion de su nomenclatura.
- 3° Cuerpos imponderables; a saber: calórico, luz, fluidos eléctrico y magnético. — Propiedades químicas tratadas en general.
- 4° Leyes conforme á las que se combinan los cuerpos.
- 5° Oxigeno, su estraccion, sus propiedades físicas, y su accion general sobre los cuerpos ó combustion.
- 6° Cuerpos combustibles simples, divididos en dos capítulos. . . . . 1° Cuerpos simples no metálicos. . . . 2° Cuerpos simples metálicos. . . . .
- 7° Cuerpos combustibles compuestos, divididos en tres capítulos. . . . . 1° Compuestos de cuerpos simples no metálicos. . . . . 2° Compuestos de cuerpos simples metálicos ó aleaciones. . . . . 3° Compuestos de cuerpos simples no metálicos, y de cuerpos simples metálicos . . . . . .
- 8° Cuerpos quemados binarios, divididos en cuatro capítulos . . . . . Oxidos no metálicos. . . . . Acidos no metálicos. . . . . Oxidos metálicos. . . . . Acidos metálicos . . . . . .
- 9° Combinacion recíproca de los cuerpos quemados binarios, divididos en tres capítulos. . . . . 1° Combinacion de los óxidos con los óxidos . . . . . 2° De los ácidos con los ácidos . . . . . 3° De los ácidos con los óxidos ó sales .
- 10° Estraccion de los metales, ó metalurgia.

ESTUDIO DE LOS CPOS.

1° Propiedades físicas.
2° Propiedades químicas, ó accion de los cuerpos precedentemente estudiados.
3° Estado natural.
4° Preparacion.
5° Composicion.
6° Usos.
7° Historia.

II^a PARTE. Estudio de los cpos. orgánicos, divididos en dos libros.

- 11° Química vejetal.
- 12° Química animal.

III^a PARTE.

- 13° Análisis Química. . . . . Aplicacion de las propiedades de diversos cuerpos al análisis.

En vista de esta tabla, se advertirá que en el estudio de los cuerpos, se procede de lo simple á lo compuesto, reuniendo en un mismo grupo los de propiedades análogas, y que cuando se trata de la accion química de uno cualquiera, no se habla sino de la que ejerce sobre los cuerpos pertenecientes á los grupos estudiados precedentemente.

LIBRO TERCERO.

De los cuerpos ó fluidos imponderables.

26 Se entiende por cuerpos ó fluidos imponderables, las diferentes causas de los fenómenos que presentan el calor, la luz, la electricidad, y el magnetismo, y designados con el nombre de *calórico*, *fluido luminoso*, *fluido electrico*, *y fluido magnético*. La calidad de ser imponderables hace dudosa verdaderamente su existencia material; pero se hablará de ellos como si fuesen verdaderos cuerpos, sin afirmarlo, y prefiriendo solo esta hipótesis porque es la mas á propósito para esponer los hechos.

DEL CALÓRICO.

27 Todos los cuerpos aumentan ó disminuyen de volúmen, cuando se someten á la accion del calor ó del frio, de lo que ofrece un ejemplo notable el termómetro. Si se sumerge la ampolleta de este instrumento en agua hirviendo, el líquido del tubo se eleva hasta el número de 100°, poco mas ó menos; y en el hielo, el mismo líquido baja hasta 0°; finalmente si la ampolleta se saca del agua hirviendo, ó del hielo, el líquido volverá á poco tiempo al punto en que estaba antes de la esperiencia. Los mismos fenómenos se observan si se

pone el termómetro en contacto con cualquier otro cuerpo, y es lo que se advierte particularmente en las variaciones que presenta este instrumento al aire libre. En efecto, la columna del tubo termométrico asciende á veces en verano hasta 30°; asi como en invierno desciende frecuentemente á menos de 0°, y en las otras estaciones el líquido se mantiene entre 0° y 30°, variando en todo tiempo su altura ó elevacion, segun que hace mas ó menos calor, ó mas ó menos frio: por cuya razon nos servimos con buen éxito del termómetro para medir el grado de calor de los cuerpos ó su temperatura. Estos fenómenos se atribuyen á un fluido invisible é imponderable, y este es el que se conoce con el nombre de *calórico*.

28 Para proceder con orden en el estudio del calórico, se enunciarán primeramente sus principales propiedades, examinando cada una en particular, procurando desenvolverlas convenientemente, y probarlas en lo posible con la esperiencia.

29 El calórico moviéndose libremente, y sin contraccion, es un fluido capaz de hacerlo en forma de radios del mismo modo que la luz: es muy sutil, invisible, elástico en un grado eminente é imponderable; tiene gran tendencia á equilibrarse en todos los cuerpos, los penetra con mas ó menos facilidad, los dilata, descompone y hace pasar del estado sólido al líquido, y de este al gaseoso; puede separarse de ellos y reducirlos de este modo del estado gaseoso al líquido, y de este al sólido; en fin, posee la propiedad de combinarse en proporciones diferentes con cada uno de ellos para elevarlos á la misma temperatura.

Del calórico radiante.

30 De todas las esperiencias de que se puede deducir la existencia del calórico radiante, ninguna la prueba mejor que la siguiente: colocados dos espejos cóncavos AA' (*) cuya con-

(*) Lámina XV.

cavidad sea parabólica, á la distancia de tres ó cuatro varas y media uno de otro, y de modo que sus partes cóncavas esten una en frente de otra confundiéndose sus ejes BB', póngase por una parte, en el foco F del espejo A un cuerpo caliente, pero que no esté encendido; y por la otra dos termómetros muy variables, á saber: el uno en el foco F' del espejo A', y el otro en el punto M situado á igual distancia de FF'. En tal caso se observa que el termómetro F' asciende en cinco ó seis minutos varios grados v. g. de 7 á 8, y el termómetro M solamente un grado y medio ó dos, con tal que el cuerpo caliente sea una pequeña bola de hierro colado, cuya temperatura se aproxime á la del fuego rojo. Pero si el cuerpo es un pequeño matraz de agua hirviendo, el termómetro M permanece casi estacionario, mientras que el otro se eleva sensiblemente. Los espejos apenas se calientan en un espacio de tiempo considerable. Si el cuerpo caliente estuviese encendido, ó si fuesen por ejemplo unas ascuas, y se aumentase la combustion por medio de un soplete, el calor en el punto F sería bastante grande para encender la yesca, la pólvora, el azufre etc. (*).

No pueden esplicarse estos fenómenos suponiendo que el calor del cuerpo colocado en F se trasmite al punto F' por las capas intermedias de aire; porque en esta hipótesis, la temperatura del punto M deberia ser mas elevada que la del punto F', lo que no se verifica, y por consiguiente debe suponerse que el cuerpo caliente, colocado en el foco F, emite por todas partes rayos de calórico radiante; y que asi como un cuerpo luminoso despide rayos de luz, el calórico radiante

(*) En vez de dos termómetros, se ha usado (lámina XV) el termómetro diferencial de Leslie. Este termómetro, cuya descricion se halla en el número (46), tiene la propiedadad de indicar la diferencia de temperatura de dos espacios, el mas caliente donde se pone la ampolleta llena en parte de líquido y se llama *focal*, y en el otro la otra.

atraviesa el aire del mismo modo que el fluido luminoso y se refleja por los espejos pulimentados. En este caso se ve efectivamente que toda la superficie del espejo A, recibe calórico radiante del cuerpo caliente; de que se deduce que todos los rayos de calórico son reflejados paralelamente al eje, en virtud de la concavidad del espejo: que estos rayos se reunen en el espejo A', el cual los refleja nuevamente y pasan todos al punto F'; de modo que colocado en este, un termómetro que puede absorver el calórico radiante, se elevará mas que en los otros puntos.

Sea, por ejemplo, el rayo FR; este hará con la tangente tg en el punto de contacto R, un ángulo FRg; pero reflejándose, formará otro ángulo tRS, que será igual á FRg, y tal que RS, que representa el rayo reflejado, será paralelo al eje. Llegado á S, se reflejará de nuevo, formando con la tangente mn, en el punto S, un ángulo de reflexion $F'sm$, igual al ángulo de incidencia RSn; de lo que se sigue que pasará á F'. Otro rayo cualquiera, se reflejará siempre paralelamente al eje y llegando al espejo A', esperimentará una nueva reflexion que le dirigirá á F'.

31 Se infiere de todo lo espuesto, que un cuerpo caliente puesto al aire, es el centro de una multitud de rayos caloríficos que atraviesan aquel fluido casi libremente, y que el espejo absorve algunos de ellos y refleja otros. Pero si el cuerpo caliente se pone frente á otro, tanto ó mas caliente, se arrojarán uno á otro rayos de calórico radiante, puesto que cada uno de ellos los lanza en todas direcciones; lo que es fácil de concebir que continuará verificándose en todas las variaciones inferiores de temperatura, con sola la diferencia de que la radiacion disminuirá proporcionalmente. Se sigue, pues, que se puede admitir con Prevost, autor de esta teoría, que los cuerpos lanzan rayos de calórico á cualquiera temperatura; que este tiende constantemente á exhalarse de ellos; y que su temperatura consiste

en la cantidad de este esfuerzo ó tension. Pero segun esta hipótesis, ¿qué se hace del calórico lanzado por un cuerpo cualquiera? Este fluido atraviesa el aire como lo hace el calórico radiante del cuerpo colocado en el foco del espejo parabólico, y atravesará igualmente el vacío y todos los gases con que pueda tocar, y en la superficie de los sólidos ó líquidos es reflejado y absorvido en parte por ellos, es decir, que los efectos de su accion son como cuando cae sobre el espejo, y no hay en esto otra diferencia que la de las cantidades absorvidas ó reflejadas; por cuya razon todo sólido ó líquido lanza, absorve y refleja incesantemente calórico radiante; despide una parte del que contiene en sí mismo, y absorve y refleja el que recibe continuamente. La primera de estas propiedades es conocida con el nombre de *emisiva*; la segunda con el de *absorvente*; y la tercera de *refringente*; y todas dependen principalmente de la temperatura y pulimento de los cuerpos, porque su naturaleza influye poco en ellas.

1° *De la temperatura.* Cuanto mas caliente está un cuerpo, mayor es su calidad emisiva, porque en este caso el calórico tiene mas tension ó hace mayor esfuerzo para exhalarse, lo que se puede observar á cada paso.

2° *Del pulimento de los cuerpos.* Si se acumula mucho calórico radiante sobre un cuerpo metálico muy bruñido ó terso, este apenas se calienta, de lo cual se deduce que en tal caso casi todo el calórico es reflejado. Pero si se le espone de nuevo á la misma cantidad de calórico, despues de haberle rayado con arena ó de otro modo, se calentará mucho, porque entonces casi todo el calórico será absorvido; lo que manifiesta que el pulimento influye sobre la potencia refringente y absorvente. No influye menos este, por cierto, sobre la virtud ó potencia emisiva de los cuerpos, pues dos vasos de una misma materia y dimension colocados en las mismas circunstancias, y llenos de agua hirviendo, se enfriarán desigualmente, con tal que la superficie esterior del uno esté bruñida y la del otro

no. El primero se enfriará mas lentamente que el segundo, lo que proviene sin duda, de que la virtud emisiva de este es mayor que la del otro.

Se observa generalmente que cuanto mas bruñido es un cuerpo, tanto mayor es su calidad refringente, y menor la emisiva y absorvente; asi como estas se aumentan, disminuyéndose la refringente á proporcion que la superficie de aquel es menos tersa. Por consiguiente, si se cubre un cuerpo pulimentado con una capa de otro cualquiera que no lo sea, ó lo sea poco, se conseguirá disminuir su potencia refringente y aumentar la emisiva y absorvente. Esto es lo que en efecto se verifica con un vaso cúbico de hoja de lata, cubriendo uno de sus lados de hollin, otro con papel, barnizando el tercero, y el cuarto sin nada. Si se llena el vaso de agua hirviendo, se pone delante del primer lado una vela encendida, y se van poniendo sucesivamente todas las caras en el foco delante de un espejo, se advertirá que el cuarto lado del vaso que no se cubrió y tiene una superficie bruñida hará ascender mucho menos que los otros el líquido de un termómetro puesto en el foco de otro espejo, que esté frente á frente y en la recta del foco del anterior ocho veces menos, por ejemplo, que la cara cubierta de hollin (*). En este estado si se cubre de hollin el espejo, en cuyo foco está el vaso cúbico de hoja de lata, adquirirá la virtud de calentarse y reflejará poco calórico; de suerte que no se percibirá variacion en el termómetro colocado en el foco del otro espejo.

3º Induciria esto á creer que la propiedad que tienen los cuerpos sin pulimento de absorver y emitir mas calórico que los pulimentados nacia de que estos tienen menos super-

(*) Conviene que la costra de barniz no sea muy gruesa, porque siendo los cuerpos grasos malos conductores del calórico, este llegaria dificilmente á la superficie, y en este caso la costra se opondria á la emision del calórico en vez de favoreceria.

ficie que aquellos; pero el Sr. Leslie ha probado que este efecto depende de otra causa. Si se hace un cierto número de rayas en una misma direccion sobre una de las caras ó lados brillantes de un vaso cúbico de hoja de lata, y en seguida el mismo número de rayas en otra de las caras del cubo, haciendo mitad en una direccion y mitad en otra encontrada; llenando el vaso de agua hirviendo y repitiendo la esperiencia como en el caso anterior, se desarrollará sensiblemente mas calórico por el lado de rayas cruzadas que por el otro. Este fenómeno procede de que se forman puntas ó asperezas á causa de las rayas cruzadas, cuyos puntos de contacto trasmiten el calórico con mas facilidad que los cuerpos redondos (*).

Del equilibrio del calórico.

32 Siempre que dos cuerpos tienen temperaturas diferentes, el mas caliente cede calórico al otro, y los dos adquieren al fin una misma temperatura; y en este caso se dice que contienen cantidades de calórico que se equilibran ó que estan en el mismo grado de tension, porque obran del mismo modo sobre el termómetro. Este efecto se verifica lo mismo entre cuerpos algo distantes, como entre los que se tocan.

Equilibrio á distancia. Habiendo asentado pág. 33 y 34, que todos los cuerpos en el vacío, en el aire, ó en otro gas cualquiera, emiten, absorven, y reflejan continuamente calórico radiante, se habrá de admitir por consiguiente que un cuerpo cuya temperatura no varíe, emite y absorve la misma cantidad, cualquiera que sea la que refleje. Pero si los cuerpos

---

(*) Véanse los por menores acerca del calórico radiante en las memorias de los Sres. Leslie y el conde de Runford; en la teoria del calor, por el Sr. Fourier (Anales de química y de física tomo III pág. 350, y tomo IV, pág. 128); y en la obra de física del Sr. Biot.

que tienen temperaturas desiguales pueden adquirir una misma, necesariamente los calientes emiten mas calórico que el que absorven, y los frios absorven mas que emiten, de suerte que el emitido, y absorvido por un mismo cuerpo, se aproximará sin cesar al término en que se igualen, y cuando lleguen á él, habrá necesariamente equilibrio. De la tendencia á este, procede que todos los cuerpos se enfrien al anochecer, y todos desigualmente segun la energía de su potencia emisiva y la posicion que ocupan respecto del cielo, y demas objetos de la tierra. La radiacion hácia un cielo sereno no es compensada, en virtud de que no hay en el espacio cuerpos que retornen rayos caloríficos; y al contrario la radiacion contra los montes, los árboles, y demas cuerpos de esta clase siempre es compensada; asi es que con virtud emisiva igual, los cuerpos se enfrian mas, y llegan antes al punto de condensar el vapor para cubrirse de rocío, y aun de escarcharle, cuando se hallan espuestos en parages anchos, y muy bañados por el ambiente. Fundado en este principio de radiacion continua y dependiente, respecto á su intensidad, de la naturaleza del cuerpo, de su potencia emisiva, y de su posicion, el Sr. Wells ha esplicado de un modo ingenioso y completo, todas las circunstancias del rocío y de la escarcha, y el influjo del viento y de las nubes en esta clase de fenómenos.

Equilibrio del calórico en contacto. Cuando los cuerpos están en contacto, el calórico se trasmite inmediatamente de los mas calientes á los mas frios, del mismo modo que de una molécula á otra en lo interior de un mismo cuerpo. Todo induce á creer que esta trasmision se hace por radiacion, y como quiera que sea, el equilibrio se establece en un tiempo mas ó menos corto, en razon de la capacidad de los cuerpos por el calórico (53), y de la facultad que tengan de trasmitirle (35).

Si es cierto que este fluido tiende siempre al equilibrio, es

necesario que nuestro cuerpo se ampare de cierta cantidad perteneciente á los que nos rodean, y tengan una temperatura superior á la nuestra; y que al contrario ellos la tomen de nosotros cuando esten á una temperatura inferior; lo que origina las dos sensaciones conocidas con el nombre de *calor* y de *frio*. Estas no son sino el efecto que causa en nuestros órganos una cantidad de calórico mas ó menos considerable; y son singularmente modificadas por la temperatura de la atmósfera muy variable en todo un año. Sin embargo nuestros órganos se acostumbran á las sensaciones prolongadas, de suerte que un cuerpo que nos parecia estar un poco frio, deja de estarlo al cabo de cierto tiempo, y por esto, si tocamos el mismo cuerpo cuando su temperatura se haya elevado algunos grados, estará caliente para nosotros, en razon de que nos privará de menos calórico en un tiempo dado. Esta es la razon porque las cuevas que estan siempre á 12°, 5, nos parecen frias en verano cuando el aire se halla á 20°, y calientes en invierno en cuya estacion está bajo 0°; del mismo modo que el agua de los pozos nos parece muy fresca en verano y caliente en el invierno.

De la elasticidad, tenuidad, invisibilidad, é imponderabilidad del calórico.

33 Las tres primeras de estas propiedades pueden deducirse de lo que se acaba de esponer, pues en efecto, el calórico es perfectamente elástico, porque se manifiesta con una tension continuada para exhalarse de los cuerpos, y les comunica probablemente su elasticidad, sobre todo á los gases.

Este fluido debe ser de una tenuidad prodigiosa, pues de otro módo no se perciviria como se cruzan una multitud de rayos caloríficos, y atraviesan el aire en todas direcciones sin desviarse; lo que esplica la manera con que el calórico puede lanzarse en todos los cuerpos, y atravesarlos sin que

ninguno pueda contenerle. Mas evidente es aun su invisibilidad, puesto que el calórico se trasmite continuamente de un cuerpo á otro, sin que la vista pueda percibirle.

34 Bien sabido es al mismo tiempo, que los mas de los cuerpos, cuando se combinan, emiten gran cantidad de calórico, pesando lo mismo despues que antes de su combinacion; de donde se deduce que el calórico es imponderable ó por lo menos si tiene peso no puede apreciarse en las balanzas conocidas; lo que se comprobará si se toma un frasco de cuatro cuartillos de capacidad, cuyo tapon de vidrio, cierre herméticamente, y se echan en él 8 $\frac{7}{10}$ onzas de agua, é igual cantidad de ácido sulfurico, de manera que no se mezclen los dos líquidos, y que el ácido, como mas pesado, ocupe la parte inferior. Conviene advertir que se ha de echar primero el agua, y en seguida sumergirse un tubo de vidrio, hasta el fondo del frasco, vertiéndose el ácido por él, y sacándole despues poco á poco, se tapa esactamente el frasco, se enjuga, y se pesa en una balanza que sea sensible á un centesimo de grano. Hecho esto, se agitará poco á poco el frasco, hasta que el agua y él ácido se mezclen y combinen del todo: entonces se emitirá mucho calórico, es decir, que el frasco se calentará con esceso; y cuando haya recobrado su temperatura primitiva, se pesará de nuevo y se verá que no ha disminuido sensiblemente de peso, aunque se haya emitido bastante calórico al través de sus paredes, lo que prueba que el peso del calórico es inapreciable.

De la propagacion del calórico al través de los cuerpos.

35 Cuando se calienta un cuerpo sólido por uno de sus estremos, el calórico se trasmite á las partes inmediatas, calentándose estas y las del rededor hasta cierta distancia; de manera que su temperatura va decreciendo desde el punto que communica el calor. No todos los cuerpos trasmiten igual-

mente el calórico; y en esto se observan grandes diferencias entre ellos. Los que poseen esta calidad á un alto grado, se llaman *buenos conductores del calórico*; tales son los metales; y los que son poco suceptibles de ello, se llaman *malos conductores*, como la leña, el carbon, las grasas etc., por cuya causa, si se caldea la punta de una barra de hierro de algunas líneas de largo, quema al que la agarra por el estremo opuesto; lo que no sucede con el carbon. En general un cuerpo es tanto mejor conductor, cuanto es mas pesado.

36 Los líquidos son malos conductores del calórico, y peores que el carbon. En efecto, llenando la mitad de un vaso con cualquiera líquido, con mercurio por ejemplo, á la temperatura ordinaria, y echando sobre este un líquido mas ligero y muy caliente, como sería el agua hirviendo, el mercurio se calentará con mucha lentitud. Esto esclarece la causa porqué á la superficie del mar, y á la de algunos lagos en verano, suele estar el agua à 20°, al mismo tiempo que su temperatura es mucho mas inferior á cinco ó seis varas de profundidad.

Sin embargo, si se pone al fuego un vaso lleno de agua, este líquido tarda poco en hervir; lo que depende de que las primeras capas inferiores se calientan por el contacto con las paredes del vaso, en cuyo caso son específicamente mas ligeras que las demas y suben á la parte superior; las segundas ocupan su lugar, se elevan á su vez, y asi sucesivamente; lo que origina dos corrientes, una ascendente de agua caliente, y otra descendente de agua fria, hasta que toda ella hierve. Rumford que ha hecho muchas esperiencias en esto, cree que los líquidos se calientan solo de este modo, y que la conductibilidad nada influye para ello, pero lo que se ha dicho prueba que esta calidad contribuye realmente á calentarlos.

37 Los gases conducen el calórico con mas dificultad que los líquidos, aunque no es fácil probar si son efectivamente conductores, por que si se les pone en contacto con un cuerpo

caliente, el calórico de este se esparce entre sus moléculas en forma de rayos. Sin embargo, estos cuerpos se calientan rápidamente en razon de su poca capacidad por el calórico, y de la movilidad de sus moléculus; por lo que son capaces de formar dos corrientes ascendentes calientes y dos descendentes frias como los líquidos. (*)

De la dilatacion.

38 Todo cuerpo puesto á una temperatura superior á la suya, se dilata á menos que no esté suficientemente comprimido; y su dilatacion es tanto mas considerable, cuanto mas elevada es la temperatura que esperimenta. Pocos cuerpos se esceptúan de esta regla; y aun esto no se observa sino en los grados inmediatos á los de su tránsito del estado sólido al líquido. El agua es cierto que ocupa á cuatro grados, menos volúmen que á tres, á dos, menos que á uno, á uno, menos que á cero líquido, y á cero líquido, menos que á cero sólido; pero este fenómeno depende, segun las apariencias, de que en este caso se coordinan las partículas como para formar cristales; de cuya coordinacion resulta mayor distancia entre ellas. De todos modos la ley es general, fuera de estas escepciones que son en corto número, y no se verifican sino en una pequeña parte de la escala termométrica; observándose que respecto á un número igual de grados, los sólidos se dilatan en general menos que los líquidos, y estos menos que los gases. Esto procede sin duda de que los primeros tienen mucha mas cohesion que los segundos, y estos mas que los últimos.

39 *Dilatacion de los gases.* La dilatacion de todos ellos es uniforme é igual á $\frac{1}{266,67}$ de su volúmen á cero, bajo la presion

(*) Véanse las leyes de trasmision del calórico al traves de los cuerpos en la obra de física de Boit.

atmósferica por cada grado del termómetro centígrado. El descubrimiento de esta ley se debe á Dalton y Gay-Lussac; y es esacta respecto del aire, como tambien respecto de los otros gases.

Si se toma un tubo graduado de pequeño diámetro, lleno de aire seco, abierto por uno de sus estremos, y terminado por el otro en una ampolleta cuya capacidad, como la de las divisiones del tubo, sea conocida, (*) introduciendo en este una pequeña columna de mercurio para comprimir el aire contenido en la ampolleta, y en una parte del tubo, y para que sirva al mismo tiempo de índice; y si en seguida se coloca horizontalmente en una cubeta de hoja de lata, á corta distancia de su fondo, de manera que el tubo esté á fuera desde su estremo hasta el índice, pasando por entre un corcho adaptado á una abertura hecha en la pared lateral de la cuba, se cubrirá de hielo la ampollita y la porcion del tubo comprendida entre ella y el índice. El aire entonces se condensará por la accion del hielo, y se podrá creer que está á la temperatura de cero, cuando el índice que se dirigirá primeramente hácia el lado de la ampolleta, se fije en un punto que deberá notarse cuidadosamente. Si en este estado se echa agua en la cuba, y se eleva su temperatura á 10 grados, de 10 á la de 20, y de 20 á 30, y finalmente á 100°, observando atentamente la progresion del ín-

(*) La relacion de la capacidad de la ampolleta con la de las divisiones del tubo puede determinarse del modo siguiente: se pesa el tubo vacío, y se nota su peso; en seguida se llena la ampolleta de mercurio poniéndola un poco al fuego, y sumergiendo el estremo del tubo en el metal; se pesa de nuevo el tubo, y sustrayendo de este peso el del tubo vacío, se tendrá por diferencia el peso del mercurio contenido en la ampolleta. Determinando por un método semejante el peso de mercurio que puede contener cierto número de divisiones del tubo, las cuales son todas de igual capacidad, se podrá concluir fácilmente la relacion que se busca, pues que bastará dividir el peso del mercurio de la ampolleta, por el peso de una de las divisiones. (Véase como se gradua un tubo § 45).

dice que indica la dilatacion del aire, se verá que este fluido se dilata igualmente pasando de cero á 10 grados, como de 10° á 20°, de 20° á 30°, y por último, de cero á 100°, se dilata 0,375, de su volúmen. En vista de que la dilatacion es igual desde cero á 10 grados, de 10° á 20°, de 20° á 30° etc. el aire se dilata por cada grado $\frac{0,375}{100} = 0,00375 = \frac{1}{266,67}$ del volúmen que ocupa á la temperatura de cero. Para que la esperiencia sea esacta, es necesario introducir el tubo en la cuba á medida que se dilate el gas; de modo que la superficie del mercurio esté continuamente igual con la pared de la cuba. Sin esta precaucion no se hallaria sometida á la temperatura del agua de la cuba toda la masa del aire sobre que se opere; y su dilatacion sería un poco menor de lo que debiera ser.

39 — 2° Para formar idea mas clara de la ley que precede, se puede suponer que la capacidad de la ampolleta sea $266\frac{2}{3}$ veces mayor que cada division del tubo; y que esté llena de aire á cero, que el índice se halle al principio del tubo por el lado de la ampolleta, y que se eleve sucesivamente la temperatura 1, 2, 3..... 40 grados. En este caso se dilatará el aire hasta llenar toda la ampolleta, mas 1, 2, 3.....40 divisiones del tubo; luego la dilatacion respecto de cada grado del termómetro será la misma que se acaba de enunciar.

Sabiendo, pues, que el aire se dilata por cada grado $\frac{1}{266,67}$ de su volúmen á cero, es fácil probar que esto se verifica en todos los demas gases. A este efecto basta tomar dos tubos de cristal cerrados por uno de sus estremos, graduados con el mayor cuidado, y de dimensiones iguales; llenarlos primeramente de mercurio, introducir en uno la mitad de su volúmen del gas que deba ensayarse, y en el otro la mitad de su volúmen de aire, colocar el aparato en una estufa, cuya temperatura pueda elevarse á voluntad, y observando atentamente la dilatacion sucesiva de los dos gases, se verá que es igual y uniforme en uno y otro, lo que prueba que la ley es general, y es muy probable que su dilatacion es proporcional á la trasmision efectiva del calor.

Por medio de este aparato se puede probar tambien que los vapores se dilatan en la misma proporcion que los gases, pero es necesario calentarle de antemano teniéndo le por algun tiempo en una estufa cuya temperatura debe ser para el vapor del éter, por ejemplo, de 60 grados. Introduciendo este vapor en uno de los tubos, y aire atmosférico en el otro, de suerte que corresponda cada uno á la misma division, se elevará la temperatura de 60 á 100 grados, y se verá que la trasmision de los dos fluidos en nada se diferencia.

Siendo la dilatacion de los gases igual por cada grado á $\frac{1}{266,67}$ de su volúmen á cero, si se conoce el volúmen de un gas á una temperatura determinada, se sabrá con facilidad cual le corresponderá á otra cualquiera. En efecto, se conocerá la dilatacion del volúmen de un gas por cada grado, dividiendo este volúmen por 266,67 segun el mayor ó menor número de unidades que tenga la temperatura del gas encima ó debajo de cero (*). Esta dilatacion conocida se tomará tantas veces como grados haya entre las dos temperaturas, y se añadirá la suma del volúmen, ó se sustraerá de él, segun que este sea mayor ó menor que el vólumen buscado.

Suponiendo que sean 100 partes de gas á 40°, y que se

(*) El volúmen de un gas sobre la temperatura de cero es igual á su volúmen á cero y mas la dilatacion por cada grado tomada un número de veces igual al de grados de la temperatura sobre cero: y siendo su volúmen á cero igual á esta dilatacion tomada $266\frac{2}{3}$, es evidente que si se divide el volúmen sobre cero por $266\frac{2}{3}$ mas tantas unidades como hay en el número de grados á que está la temperatura encima de cero, se tendrá la dilatacion por cada grado. Si el gas estuviese á una temperatura debajo de cero seria necesario dividir su volúmen no por $266\frac{2}{3}$ mas el número de unidades, sino por $266\frac{2}{3}$ menos el número de unidades á que esté la temperatura debajo de cero. En todo caso puede concebirse lo que acabamos de decir recordando lo que se ha dicho precedentemente, y observando que nada se opone á considerar el volúmen del gas á cero, como si estuviera formado de 266 partes y $\frac{2}{3}$.

quiere conocer el volúmen de este gas á 20°; se dividirán 100 por 266 $\frac{2}{3}$ mas 40, ó por 306 $\frac{2}{3}$, y se obtendrá por cuociente 0, 326: este cuociente multiplicado por 20 dará 6,520, que sustraido de 100 serán, 93 partes, 48 por el volúmen que ocuparán las 100 partes de gas á 20°.

4o Se ha supuesto en lo dicho acerca de la dilatacion de los gases que estos esperimentaban una presion constante capaz de ceder á sufuerza espansiva. ¿Pero qué sucederia sino estuvieran comprimidos esteriormente por cuerpo alguno, ni por el aire ni por los vasos que los encierran? Como no tienen cohesion, predominando en ellos la fuerza repulsiva del calórico es de creer que se enrarecerian indefinidamente á cualquiera temperatura. Adaptese á una máquina neumática en movimiento un vaso lleno de aire y aunque se estrae cada vez que sube y baja el émbolo, no se notará diminucion en el del vaso; luego á medida que se estrae una porcion de aire, se enrarece el resto, de manera que ocupa siempre el mismo espácio; y como el aire no puede enrarecerse sin que disminuya de tension el calórico que contiene, deberá enfriarse á proporcion que se enrarece y es lo que en efecto se verifica. El frio puede en tal caso ser considerable; pero el termómetro ordinario no puede indicarle, porque presenta mucha masa, y asi bajando algo hace subir un gran número de grados el aire enrarecido. En esta esperencia hay cierta cantidad de calórico que no gradúa el termómetro, y que se conocerá en lo sucesivo con el nombre de calórico latente.

4o—2° Conviene referir en este lugar las esperiencias de los Sres. Delarive y Marset, tocantes al *frio que produce la dilatacion de los gases*. Las esperiencias de estos autores demuestran que la descension de temperatura observada en un termómetro puesto dentro de un recipiente en que se hace el vacío, procede en parte de lo que se aumenta el volúmen de la ampolla del instrumento estando su superficie fuera del contacto de la presion atmosférica; de tal modo que la ascen-

sion es mayor si se hace el esperimento con un termómetro cerrado por su cabo superior que con uno abierto por él. Asi es, que siendo la ampolla del termómetro muy delgada obtuvieron en el primer caso 2° de frio, y en el segundo solo 1°; por consiguiente el efecto de la presion era de 1°. Por medio de este resultado reconocieron fácilmente que la compresion que hacia el aire en la ampolla del termómetro producia hasta cierto punto la ascension observada en este instrumento, puesto dentro de un recipiente vacío, y cuando el aire se introduce en él repentinamente. Examinando, sin embargo, con cuidado todas las causas del fenómeno hicieron otras observaciones muy curiosas, y vieron que si en lugar de introducir repentinamente el aire en el vacío se le dejaba entrar en poquísima cantidad á la vez, al pronto producia frio y despues calor. Para comprobar este último hecho suspendieron un termometro muy variable, de ampolla muy pequeña, en medio de una campana de un volúmen considerable que era de 855 pulg. cúbicas, y dispusieron un tubo de metal hueco y de un diámetro muy pequeño, ($\frac{1}{3}$ de linea) de modo que uno de sus cabos podia comunicar fuera de la campana con la atmósfera ó con un vaso, y por el otro estremo encajaba en el recipiente frente á la ampolla del termómetro, y á una corta distancia que variaba de 2 á 4 lineas. Una llave que habia en la parte del tubo que estaba fuera del recipiente facilitaba la entrada del aire ó del gas que habia en un vaso dentro dela campana, para lo cual podia comunicar el tubo con el vaso.

Efectuando el vacío en la campana, el termómetro tuvo una descension de 10° á 8°, y abriéndose en seguida la llave para que entrase el aire, el termómetro, que haciendo el vacío habia descendido á 8°, descendió, á 5°, 6 por haberse enrarecido el aire. Esta descension que se efectuaba á proporcion que el aire iba entrando se suspendió al cabo de 7″ y en el momento en que la tension interior era de 4, 7 pulgadas de mercurio. El termómetro permaneció estacionario hasta que la

tension fue de 7 pulgadas, y entonces volvió á ascender rápidamente hasta que entró todo el aire, deteniéndose debajo de 15°, lo que se verificó en 45″ desde que el aire empezó á entrar. Se hicieron otras esperiencias semejantes con diferentes gases y todas dieron resultados análogos aunque variables, porque el hidrógeno produjo menos frio que el aire, y el ácido carbónico al contrario mas, lo que probablemente procede de que la capacidad calurosa del primero es menor que la del aire y la del segundo mayor.

Es pues bien cierto, que aunque se haya creido hasta ahora lo contrario, produce frio en el momento en que el aire entra en el vacío.

Los autores dicen: » que la produccion del frio en este caso » se esplica fácilmente teniendo presente, que el aire se di- » lata al entrar en el vacío, y que por un efecto de esta » dilatacion adquiere calor de los cuerpos inmediatos y espe- » cialmente del termómetro, que es el primero con quien toca. » Pero si la campana contiene un volúmen bastante grande de » aire, la nueva cantidad de este que entra tiende á dilatarse » aun y por consiguiente á producir frio; pero como al mismo » tiempo condensa el que hay en la campana esto desarrolla » calor » (*).

41 *Dilatacion de los sólidos, y de los líquidos.* La dilatacion de los sólidos y de los líquidos es diferente de la de los gases.

Los sólidos son muy poco dilatables, y todos lo son desigualmente; de suerte que el estaño lo es mas que el cobre, y este mas que el hierro, estando en circunstancias iguales.

Cada sólido se dilata de una manera desigual segun Dulong y Petit, por el mismo número de grados tomados en diferentes

---

(*) Véanse los *Anales de química y física*, tomo XXIII, pág. 209, y la *Biblioteca universal* del mes de mayo del año 1823.

partes de la escala termométrica; es decir, que la dilatacion de cado uno no es proporcional al grado de calor que se le da, pues crece con la temperatura, de suerte que un metal se dilata mas pasando de 200° á 300° que de 100° á 200°. Este aumento es sensible especialmente hácia la temperatura inmediata á la fusion de los cuerpos. Es de advertir que la dilatacion del vidrio es mas rápida que la de los metales, y esta mas que la del mercurio.

42 Los diferentes líquidos presentan en su dilatacion fenómenos análogos á los sólidos; porque no solo se dilatan con desigualdad, sino que ninguno hay de dilatacion uniforme ó proporcional á la temperatura. Esta diferencia, aunque pequeña á la verdad, es mas y mas considerable á medida que se eleva la temperatura.

Asi pues los termómetros sólidos y líquidos no deben indicar esactamente la cantidad de calórico aumentada ó disminuida, aunque se puede esceptuar: 1° el termómetro de mercurio, entre el grado 36 debajo de cero, y el del agua hirviendo, porque su mutabilidad es la misma que la del termómetro de aire; fenómeno debido á que la ley de la dilatacion del vidrio se combina con la del mercurio, resultando una compensacion esacta (45); 2° los termómetros sólidos entre el término del agua hirviendo, y los inferiores; porque parece que solo á una temperatura superior á 100° se observa bien que la dilatacion de los sólidos no es proporcional al calor que esperimentan. Por lo menos segun las esperiencias hechas en 1782 por Lavoisier y Laplace (*) la dilatacion linear entre la temperatura cero del hielo deshelándose, y la del agua hirviendo por cada grado del termómetro centígrado, es en los cuerpos siguientes, á saber:

(*) *Anales de química y de física* tomo 1.° pág. 101.

Espejos de Saint-Gobin	$\frac{1}{112247}$
Tubo de vidrio sin plomo	$\frac{1}{111408}$
Flint-glas ingles	$\frac{1}{124834}$
Vidrio de Francia con plomo	$\frac{1}{114680}$
Cobre	$\frac{1}{58205}$
Cobre amarillo ó laton	$\frac{1}{53215}$
Hierro forjado	$\frac{1}{81937}$
Alambre de hierro	$\frac{1}{81157}$
Acero sin templar	$\frac{1}{92699}$
Acero templado amarillo recocido á 65°.	$\frac{1}{80674}$
Plomo	$\frac{1}{35108}$
Estaño de Indias ó de Malaca	$\frac{1}{51609}$
Estaño de Falmouth	$\frac{1}{46161}$
Plata de copela	$\frac{1}{52363}$
Plata de ley de Paris	$\frac{1}{52392}$
Oro de apartado	$\frac{1}{68202}$
Oro de ley de Paris sin recocer	$\frac{1}{64452}$
Oro de ley de Paris recocido	$\frac{1}{66067}$
Platino segun Borda	$\frac{1}{116748}$

Petit y Dulong han observado (*) en las sustancias siguientes que la dilatacion media absoluta, era corregida por la del vidrio en cada grado del termómetro de aire.

	Entre 0° y 100°.	Entre 0° y 200°.	Entre 0° y 300°.
Hierro	$\frac{1}{28200}$	»	$\frac{1}{22700}$
Cobre	$\frac{1}{19400}$	»	$\frac{1}{17700}$
Platino	$\frac{1}{37700}$	»	$\frac{1}{36300}$
Vidrio	$\frac{1}{88700}$	$\frac{1}{36300}$	$\frac{1}{32900}$
Mercurio	$\frac{1}{5550}$	$\frac{1}{5425}$	$\frac{1}{5300}$
Mercurio comprendido el efecto de la dilatacion del vidrio que lo contiene.	$\frac{1}{6480}$	$\frac{1}{6378}$	$\frac{1}{6318}$

(*) *Anales de química y de física* tomo VII pág. 113.

Multiplicando los denominadores por 3 para tener la dilatacion linear del hierro, del cobre, y del vidrio se obtendrá con corta diferencia la misma que han indicado Lavoisier y Laplace.

Termómetros.

43 La calidad de estos instrumentos se funda en la propiedad que tienen los cuerpos de dilatarse. Se conocen tres especies de termómetros: los primeros se hacen con cuerpos sólidos, y sirven para medir las temperaturas elevadas; los segundos se hacen con líquidos, y sirven para las medidas de temperaturas medias y bajas; los terceros son los de aire con los que solo se reconocen las pequeñas variaciones que ocurren en la temperatura.

44 *Termómetros sólidos.* Los termómetros sólidos se denominan *pirómetros*, y los mas de ellos son una pequeña barra metálica dispuesta de modo que pueda apreciarse la dilatacion que esperimente al fuego; aunque el mas usado y el único que se describirá, se funda en la propiedad que tiene el arcilla de contraerse cuando se la pone á una temperatura elevada. Este pirómetro inventado por Wegdwood, se compone de dos piezas que son un pequeño cilindro de arcilla de 6 $\frac{1}{2}$ líneas de diámetro, y de 7 á 8 líneas de longitud, un poco aplastado por un lado y cocido á la temperatura del calor rojo; y de una canal convergente destinada á medir la diminucion de volúmen del arcilla calentada. La canal se hace con una plancha de cobre ó laton en que se sueldan dos reglas iguales del mismo metal y de 26 pulgadas de largo, entre las que se deja una abertura de 6 $\frac{1}{2}$ líneas por un estremo y 4 líneas por el otro. Una de las reglas está dividida en 240 partes iguales llamadas grados, y se coloca el cero de la escala en el estremo mas ancho, ordinariamente se divide el instrumento en dos partes para que sea mas portátil, y de este modo se tienen en una

misma plancha dos canales convergentes siendo la una continuacion de la otra (*).

$C\,C'\,C'\,C''$, plancha de laton.

$D\,D'$, canal formada por las dos reglas $E\,E'$, $F\,F'$.

$G\,G'$, otra que es continuacion de la primera y está formada por las dos reglas $F\,F'$, $H\,H'$.

I, cilindro de arcilla que entra en la canal $D\,D'$.

L, fig. 2, crisol ó estuche de tierra muy refractario para calcinar el cilindro de arcilla.

Para que este instrumento pueda ser comparable es necesario que los cilindritos sean de la misma arcilla, y que esta sea infusible.

Si se quiere determinar con ellos la temperatura de la fusion del cobre, se introduce uno con el metal en el crisol, y fundido el cobre se saca el cilindrito y observa despues hasta que punto llega en la canal, y se verá que se estiende hasta el 27º. Si la sustancia que se examina es vitrificable por su naturaleza ó puede unirse con el cilindro, será necesario ponerle antes en un estuche de tierra de crisoles (**).

(*) Véase la lámina XVI fig. 1.

(**) Wedgwood se valió primeramente para formar los cilindros, de acilla blanca de Cornualles, que segun él se compone de dos partes de silice y tres de alúmina, aunque esta analísis no es esacta porque todas las arcillas contienen mucha mas silice que alúmina. Pero despues reconoció la necesidad de añadir la mitad de su peso de alúmina pura precipitada del alumbre por la potasa del comercio y lavada en agua hirviendo. Se tomará, pues, arcilla blanca de Cornualles, se desleirá en agua, se dejarán reposar las materias estrañas en el fondo de la vasija, se decantará el líquido colándole despues por un tamiz de seda fina, y poco á poco se precipitará la arcilla que esté desleida en el líquido; se decantará de nuevo cuando el agua esté enteramente clara y se sacará la arcilla precipitada. En este caso se mezclará esta arcilla seca con la mitad de su peso de alúmina pura, se desleirá la mezcla en dos quintas partes de agua, y se amasará con el mayor

El cero de este pirómetro corresponde á 580°, 55 del termómetro centígrado; y cada uno de ellos es igual á 72, 22 del mismo termómetro segun Wedgwood; pero es evidente respecto de lo que se ha dicho de la dilatacion de los sólidos, que la mutabilidad de este termómetro no es proporcional á la del calor (41) y lo mismo sucede con todos los pirómetros.

Se atribuye generalmente la contraccion del arcilla á la volatilizacion del agua á una temperatura elevada; pero si esta opinion es fundada respecto de las temperaturas bajas, es errónea en las que pasan de 29° del pirómetro, segun lo ha observado Teodoro Saussure por la esperiencia siguiente. Un cilindro pirométrico que pesaba 34 $\frac{1}{2}$ granos antes de haber sido calentado, perdió á 29 grados 2$\frac{1}{2}$ granos, y desde este término hasta 170° no varió de peso, aunque su volúmen habia disminuido mas de una cuarta parte. La contraccion del arcilla procede evidentemente de la combinacion mas íntima de sus elementos.

45 *Termómetros de líquidos.* Varios son los líquidos que

---

cuidado pasándola por compresion al traves de unos agujeros hechos en el fondo de un cilindro de hierro un poco espeso, y se obtendrán largas varetas que podrán cortarse en piezas de una longitud conveniente. Estos agujeros deberán tener precisamente la misma forma que las piezas, es decir, la de un cilindro de que se ha quitado un pequeño segmento; y su diámetro será de 6 $\frac{1}{2}$ líneas y 7 centésimas de línea (el autor no lo indica) ó mas bien, será tal que cada pieza tenga de diámetro 6 $\frac{1}{2}$ líneas despues de estar enteramente seca. Todas deben ser desecadas al calor del agua hirviendo; en seguida se examinarán á fin de asegurarse si corresponden al 0° de la canal, y aun cuando entren en ella uno ó dos grados podrán considerarse como buenos, procurando marcar este número sobre uno de los estremos de la pieza para deducirle de la temperatura observada en los ensayos. En todo caso convendrá cocerlos en un horno hasta el calor rojo naciente por cuyo medio tomarán bastante dureza para poder ser puestos de repente á un calor elevado sin hendirse. (Véase la descricion del pirómetro, Transaciones filosóficas LXXII, LXXIV, y LXXVI).

pueden servir para hacer los termómetros; pero se debe preferir el mercurio; 1º porque exige para hervir mayor temperatura que los otros líquidos: 2º porque es mas variable con el calor, en virtud de su conductibilidad, y de su poca capacidad calorosa, aunque su dilatacion no es mas uniforme que la de los otros sólidos y líquidos; pero lo es entre el grado del agua hirviendo, y el 36 debajo de cero, si el mercurio está contenido en tubos de vidrio en razon de que la ley de dilatacion del vidrio se combina con la del metal, y resulta en este espacio de la escala termométrica, una compensacion esacta que se mantiene casi enteramente aun á la temperatura superior á 100º.

La primera condicion para hacer un buen termómetro de líquidos; es el escoger un tubo capilar ó de pequeño diámetro, que ha de ser cilíndrico en lo posible; á fin de que dividido en partes iguales, tenga cada division la misma capacidad. Esto se verificará evidentemente si una pequeña cantidad de mercurio introducida en su interior, y puesta sucesivamente en todos sus puntos, por medio de una pequeña inclinacion, ocupa por todas partes la misma longitud (*): si no es posible tener un tubo cilíndrico, lo que suede algunas veces, es necesario tomar el que mas se aproxime y dividirle en partes de igual capacidad por el proceder debido á Gay-Lussac. Se introduce para esto en el tubo (**) una pequeña columna de mercurio CC' que se corre hácia el estremo A, y se hacen en dicho tubo con un diámante dos rayas 1 y 2 que indiquen la longitud de la columna. Para tener una segunda division de la misma capacidad, el primer

(*) Se introduce un poco de mercurio en el tubo sumergiendo uno de sus estremos en un baño de mercurio cerrando con un dedo el estremo opuesto, y sacando luego el tubo del baño.

(**) Lámina XVI fig. 4.

medio que se presenta es el de adelantar el mercurio hasta que su estremo C' corresponda esactamente á la raya 2; pero este medio es de dificil ejecucion por lo que ha sido necesario renunciar á él. Se puede conseguir con facilidad este mismo objeto llevando el estremo C' un poco mas allá de la raya 2, por ejemplo á D'; en seguida se toma la longitud de esta nueva columna con el compas, se aplica una de sus puntas en C y la otra vendrá á caer en D por ejemplo, de que resultará un intervalo CD sensiblemente igual en capacidad al intervalo CC'; y se dice sensiblemente, porque el espacio $D'C$ es muy pequeño y se supone que el tubo es casi cilíndrico. No hay inconveniente en repetir la operacion para tener un tercero y un cuarto intervalo etc., de suerte que el tubo estará dividido en cierto número de partes de igual capacidad. Estas divisiones pueden estar tan inmediatas unas á otras como se quiera, puesto que su número depende de la columna de mercurio cuya longitud es arbitraria. Por consiguiente podrá considerarse el diámetro del tubo como cilíndrico en la estension del intervalo comprendido entre dos divisiones consecutivas. Para acabar la division del tubo no hay mas que dividir cada intervalo en el mismo número de partes. Esta nueva division puede hacerse si se quiere, sobre una tablita de marfil ó de cobre. Despues de haber tirado una línea recta sobre la tablita, se colocará el tubo cerca de la línea, y se marcarán primeramente sobre esta los puntos que correspondan esactamente á las divisiones del tubo: se dividen despues los intervalos de estas divisiones en partes iguales con un compas, y asi se trazará la escala del termómetro que se unirá al instrumento cuando esté concluido.

En lugar de hacer las divisiones sobre una escala de marfil ó de cobre, sería mejor grabarlas sobre vidrio por medio de una máquina de dividir, lo que se hace con ella tan esactamente y con tanta certeza como no puede haberla con el compas.

Obtenido por este medio un tubo cilíndrico ó dividido en pequeñas porciones de igual capacidad, y bien seco, se ata por uno de sus estremos á la abertura de una botella *de goma elástica*, y se pone el otro estremo á la llama de la lámpara de esmaltar, hasta que se ablande el vidrio; entonces se pone redonda en forma de boton la parte blanda del tubo con un alambre, y se continúa calentándola hasta el calor rojo albado procurando dar vueltas al tubo entre los dedos; en seguida se le aparta de la llama y manteniéndole verticalmente de manera que la parte caliente esté hácia arriba; se comprime con la mano la botella de goma para formar una ampolleta en el estremo del tubo. Si esta no es del diámetro que se desea, se la ablanda á la llama de la lámpara teniendo cuidado de dar vueltas al tubo y soplándole otra vez (*).

45 — 2.° Concluida esta operacion, se calienta la ampolleta para estraer la parte del aire, y se sumerge el estremo del tubo en mercurio puro, seco y caliente (**): el cual entra velozmente en el tubo, y llegando poco á poco hasta la ampolleta la llena á medida que se va enfriando. Esta operacion se repite tres ó cuatro veces cuidando de hervir el mercurio en cada una, para formar vapor mercurial que desaloje el aire de la ampolleta y condensándose se haga un vacío, con cuyo auxilio se consigue llenar enteramente de mercurio la ampolleta y el tubo. Llegado este caso, se espele, mediante

---

(*) No se deben soplar las ampolletas de los termómetros con la boca para no introducir en ellas la humedad del aire respirado que sería difícil de espeler, y aun difícil tambien de insuflarlas de este modo al estremo de un tubo de tan pequeño diámetro.

(**) Es necesario que el mercurio haya sido destilado con cuidado y agitado con ácido sulfúrico. La destilacion le limpia de las materias que pudiera tener en disolucion y el ácido sulfúrico disuelve la pequeña porcion de óxido con que está frecuentemente mezclado. El ácido se separa completamente lavando la mezcla en varias aguas; el metal debe secarse primeramente con papel de filtro y despues por el calor.

el fuego, la cantidad suficiente de mercurio para que no quede en el tubo mas que la tercera parte de su altura poco mas ó menos, se funde á la lámpara el estremo del tubo ahilándole y entonces por medio del soplete se le cierra herméticamente, al mismo tiempo que volviendo á calentar la ampolleta se hace subir el mercurio hasta la parte superior del instrumento (*).

El modo indicado de llenar los tubos de mercurio es bueno y es el que se usa para hacer los termómetros comunes. Sin embargo, es preferible el siguiente porque se espelen mejor todas las burbujas de aire adherentes al termómetro. Se suelda un embudito al estremo del tubo ensanchando su abertura antes de soplar la ampolleta, y el tubo tomará una figura semejante á la que representa la lámina XIV fig. 1. Colocando dicho tubo sobre una rejilla de alambre algo encorvada que forme un ángulo de 45° y cuyo borde inferior esté doblado y vuelto (**) se vierte en el embudo todo el mercurio posible calentando poco á poco el aparato y de este modo el mercurio subirá á la ampolleta y la llenará. De cuando en cuando se endereza el tubo y se sacude para facilitar la introducion del metal, pero de todos modos será necesario calentarlo bastante para que el mercurio hierva por algun tiempo con el fin de espeler todos las burbujas de aire. Esta operacion se hace sin dificultad por medio del embudo que contiene al último poco mercurio, y puede recibir el que espele el calor, ó dejarlo entrar en caso de necesidad; y el tubo se corta con una buena lima por debajo del embudo, continuando la operacion segun se ha dicho.

(*) No se conserva el tubo lleno de mercurio por que el termómetro no podria indicar los grados superiores al agua hirviendo, y no debe cerrarse hasta que el mercurio suba á la boca del tubo, para estar seguro que se ha espelido todo el aire; y si quedase algo, el termómetro podria romperse á una temperatura elevada, por que el aire estaria muy comprimido, y podria romper la columna de mercurio mezclada con este metal.

(**) Figura 2.

Se acaba de hacer el termómetro graduando el tubo de diferentes modos segun se quiera. La graduacion del centígrado, que es la seguida en esta obra, se hace introduciendo en el hielo deshelandose la ampolleta y el tubo hasta donde llega el mercurio, y se tiene allí hasta que este se fije en un punto que se marca con lacre; y luego se le mete entre vapor de agua destilada hirviendo á la presion de o^v, 909; para lo cual se le mete en una vasija de cobre ú hoja de lata que tiene un cuello ó cañon mas alto que el tubo y con algunas pulgadas de agua destilada. La tapa del vaso tiene dos agujeros, uno para el tubo, y otro para que salga el vapor del agua hirviendo; y se mete el instrumento de modo que el punto en que se pueda fijar el mercurio esté fuera de la vasija, que se pone al fuego para hervir el agua y estando el barómetro á o^v, 909 (*) se marca con lacre la línea en que se fije el mercurio con el vapor del agua. Determinados estos dos puntos, que no varian, por que el hielo se funde por todas partes á la misma temperatura, y el vapor de agua destilada hirviendo esta al mismo grado de calor, siendo una misma la presion (**) se divide en 100 partes de igual capacidad el intervalo

(*) La altura del barómetro de que habla el autor es la medida de Paris que segun las observaciones, es comun á todos los paises. *N. T.*

(**) El aire pesa sobre todos los cuerpos; la elevacion del mercurio en el barómetro indica su grado de presion. Se hace la esperiencia indicada á la presion de o^v, 909 por que el agua exige tanto mas calórico para hervir, cuanto mayor es la presion que se la opone, segun se verá mas adelante (48). Por lo que las capas inferiores del agua deben hervir menos fácilmente que las superiores no solo por la presion de la atmósfera, sino tambien por la de las capas que tienen encima. Esta es la causa por la que no debe determinarse el segundo punto fijo sumergiendo el termómetro en el agua hirviendo; ó si se hiciese asi, sería preciso no introducir en el líquido mas que la ampolleta del termómetro. Por la misma razon se ha recomendado poner solamente algunas pulgadas de agua en el vaso en que debe formarse el vapor; por que estando este siempre á la misma temperatura que las capas de agua de que procede, se

que los separa, haciendo lo mismo con la del tubo de encima ó debajo de este intervalo. Cada parte recibe el nombre de grado: el punto que corresponde al hielo es el cero ó el 0° del termómetro, y el del agua hirviendo es el grado 100. Los que estan debajo de 0° se espresan por el signo —; y los que estan encima con el signo +. Todos los grados tendrán la mismo longitud si el diámetro del tubo es cilíndrico, ó será diferente sino lo es; y en todo caso se indican fácilmente en una plancha de cobre ó de marfil segun se ha dicho anteriormente (45). Supóngase que el diámetro del tubo sea cilíndrico; la línea marcada en la plancha deberá estar dividida en partes iguales, y 100 de estas, tendrán la misma estension que el intervalo comprendido entre los dos puntos fijos. En el caso contrario basta tomar, para un grado, cierto número de las divisiones del tubo pue habrán sido marcadas primitivamente en la plancha misma (45). Si estas divisiones son 300 entre los dos puntos fijos se deberán tomar 3 para equivaler á cada grado del termómetro.

La longitud de los grados será tanto mayor cuanto mas considerable sea la capacidad de la ampolleta, y que el tubo esté dividido en menos grados ó sea mas capilar: es preciso, pues, que la capacidad de la ampolleta no sea muy grande relativamente á la del tubo, para que el termómetro indique muchos grados; y conviene hacerlo de manera que el 0° esté á mas ó menos distancia de la ampolleta, segun que se quieran tener mas ó menos grados superiores ó inferiores á 0°.

---

sigue que si estas fueran muchas, el vapor que se formase á la superficie estaria sensiblemente menos caliente que el del fondo del vaso. Todavia hay que hacer una observacion muy esencial: y es la de que el vaso que contiene el agua debe estar muy limpio, pues si tuviere materias en polvo como arena, vidrio molido, limaduras de hierro, etc., el agua herviria á un grado de calor inferior en virtud de las puntas que presentan los polvos.

La ampolleta ó depósito de los termómetros es esférica ó cilíndrica, y los de esta son mas sensibles por que presentan mas superficie. Si el depósito ha de ser grande se hace por separado; y se une al tubo termométrico por medio de la lámpara; por que de otro modo se adelgazaria mucho el vidrio del tubo (*).

Un termómetro tal como el que se acaba de descrivir que se llama termómetro *patron*, servirá para hacer los que se quieran de mercurio. Para esto solo se necesita un tubo capilar, prefiriendo siempre el que mas se aproxime á un diámetro cilíndrico, á cuyo estremo se hace una ampolleta que se llena esactamente de mercurio segun se acaba de decir; se determinan despues los puntos fijos del hielo y del agua hirviendo; y en seguida otros varios, sumergiendo este termómetro comparativamente con el de *patron* en un mismo vaso de agua elevada sucesivamente á diferentes temperaturas; y se acaba la division, considerando como cilíndrico el intervalo que se encuentra entre dos puntos consecutivos. Suponiendo pues, que uno de estos corresponde al grado 10° y el otro al 15°, el intervalo deberá ser dividido en 5. Del mismo modo pueden graduarse los inferiores á 0°, y superiores al agua hirviendo; sin embargo para la determinacion de los primeros se deben usar líquidos que no se congelen, tales como el alcohol enfriados con mezclas frigerativas; y para la determinacion de los segundos se emplearán líquidos que hiervan á una temperatura superior á 100°, como por ejemplo, el mercurio.

Se podrán hacer tambien mediante este proceder termómetros de espíritu de vino que son tan esactos como los de mercurio, y cuya mutabilidad es la misma aunque no tan fácil. Sirven particularmente para graduar las temperaturas bajas,

---

(*) Véase la lám. XVI fig. 3, que manifiesta dos termómetros uno de depósito cilíndrico y otro de depósito esférico.

y sobre todo las que se aproximan ó son inferiores á 40°, á cuya temperatura se hiela el mercurio. No pueden indicar un calor superior á 78°, ó 79°, por que entonces, y con la presion ordinaria de la atmósfera, el espíritu de vino hierve y evaporándose, solo se detiene en el tubo por la resistencia que oponen sus paredes al vapor del alcohol.

Ademas del termómetro centígrado que es el de Celso, y al que se referirá esta obra hay otros tres que son el de Reaumur ó por mejor decir de Deluc, usado en Francia, en Italia, y en España; el de Fahréinheit en Inglaterra, y el de Delisle en Rusia. Estos termómetros no se diferencian del centígrado sino en los puntos capitales, y en el valor de cada grado de su escala.

El de Reaumur tiene los mismos puntos capitales que el centígrado, es decir, el del hielo deshelándose y el del agua hirviendo. El intervalo comprendido entre estos dos puntos está dividido en 80°, y el 0° corresponde al del hielo.

El termómetro de Fahréinheit tiene por puntos capitales él del agua hirviendo, y el del frio producido por una mezcla de sal comun y nieve. El intervalo comprendido entre estos dos puntos está dividido en 212°, y el 0° corresponde al punto dado por el frio, y su grado 32 al 0° del termómetro centígrado, ó de Reaumur.

El termómetro de Delisle no tiene mas que un punto capital, que es el del calor del agua hirviendo y es el del 0° del instrumento. Cada grado inferior á este término es $\frac{1}{10000}$ de la capacidad de la ampolleta, y de la porcion del tubo que se termina en el 0°. El grado 150 de la escala descendente de este termómetro corresponde á 0° del centígrado. Este termómetro es siempre de mercurio.

Se ve, pues, que 5° del termómetro centígrado equivalen á 4° del termómetro de Reaumur, á 9° del termómetro de Fahréinheit, y á 7°, 5 del termómetro de Delisle.

Gay-Lusac ha hecho en los *anales de química* y *física* (*)

(*) Tomo III pág. 90.

la descricion de un termómetro propio para indicar las *máximas* y *mínimas* de temperatura, y hacer conocer la de los lagos y los mares á grandes profundidades.

Segun las observaciones recientes de Bellani de Monza parece que el punto 0° de todos los termómetros de mercurio señalado en el tubo de estos instrumentos inmediatamente despues de su construccion, se eleva de una manera perceptible al cabo de cierto tiempo. Esta elevacion es algunas veces de mas de 1° y la atribuye aquel autor á una disminucion lenta y sucesiva del depósito, lo que no esplica. Flaugergues cree que esta diferencia consiste en que el vidrio cede hasta cierto punto á la presion atmosférica, en virtud del vacío que existe encima del mercurio en el tubo termométrico, y de que el vidrio de la ampolleta es delgado y elástico. Asi se ha visto que los termómetros de espíritu de vino, cuyo espacio, al parecer vacío, está lleno de vapor de una densidad bastante considerable, no estan sujetos á este desarreglo.

Flaugergues propone en consecuencia, dejar abierto el tubo de los termómetros de mercurio y cerrar solamente su estremo con una bolita de algodon. ¿Pero esta bolita preservará suficientemente al mercurio de la humedad, del polvo, y de la oxidacion? Como quiera que sea, es evidente que debe verificarse de tiempo en tiempo la graduacion de los termómetros de mercurio cerrados, bien sea sumergiéndolos en el hielo, deshelándose ó en agua hirviendo (*).

46 *Termómetros de aire.* Siendo la dilatacion de los gases igual y uniforme, un termómetro gaseoso, v. g. el de aire, sería el mejor de todos, si la presion esterior que pesa sobre el fluido fuese siempre constante; porque entonces la dilatacion del tubo termométrico sería muy poco digna de atencion. Desgraciadamente no se ha hallado todavia el modo de tener esta

(*) *Anales de química y física* tomo XXI pág. 330.

presion constante. Es cierto que Leslie ha vencido esta dificultad con su termómetro diferencial; pero tambien lo es que si este instrumento es muy ingenioso solo sirve para indicar las diferencias de temperatura segun se verá en la descricion siguiente.

Este termómetro se hace tomando dos tubos de diámetro un poco mayor que el de los ordinarios, aunque su longitud puede ser desigual é insuflando en cada estremo de ambos una ampolla ó bola de cinco á seis líneas de diámetro; se introduce en una de ellas una porcion pequeña de acido sulfúrico rojeado con carmin, y soldando á la lámpara los dos tubos se encorban en seguida para que compongan solo uno en forma de la letra *V*; se sujetan despues á una tabla, y en el brazo de la ampolleta vacía se señala una escala cuya graduacion se dirá mas adelante. (*) *E* representa el nivel del líquido en la ampolleta *A* y *E'* le representa en el tubo *BC*. Las dimensiones de este termómetro pueden ser variables, y sus ampolletas tienen de 5 á 6 líneas de diámetro, y estan á distancia una de otra como de 2 $\frac{1}{2}$ pulgadas á 3 $\frac{1}{2}$.

Los dos brazos *AD*, y *BC* pueden tener de 3 $\frac{1}{2}$ á 7 pulgadas de altura, el tubo *BC* que tiene la escala debe ser de calibre esacto como de $\frac{1}{4}$ de línea poco mas ó menos. En todo caso la ampolleta *A* toma el nombre de focal, porque en la esperiencia es el espacio mas caliente. Si se ponen dos ampolletas, á la misma temperatura, el líquido comprimido igualmente por una y otra parte, permanecerá estacionario; pero si se calienta la de *A*, el líquido subirá en el tubo *BC* á una altura proporcional al aumento de elasticidad que adquiere el aire de esta ampolleta respecto de la de *B*. Este termómetro indica, pues, la diferencia de temperatura en los espacios ocupados por *A* y *B*, y por esto Leslie la ha llamado *diferencial*. La graduacion es muy sencilla: se ponen las dos ampolletas á la misma temperatura, y se señala

(*) Véase lám. XVI fig. 5.

el punto á que corresponde el líquido en el tubo *BC*, y este es el cero del termómetro. En seguida se ponen á la vez la ampolleta *A* á un cierto número de grados sobre 0°, por ejemplo, á 10°, y la *B* á 0°, cosa fácil de ejecutar colocando el instrumento en una habitacion á 10°, poniendo una pantalla entre las dos ampolletas, y cubriendo la *B* de hielo ó nieve. El líquido en tal caso se eleva en el tubo *BC* hasta cierto punto que debe marcarse con cuidado como el primero; despues se divide en 100 partes el espacio comprendido entre este punto y el cero. Los grados inferiores á 0°, se obtienen, haciendo una operacion inversa, es decir, esponiendo la ampolleta *B* á una temperatura determinada sobre 0°, y cubriendo de hielo ó de nieve la de *A*.

La mutabilidad de este termómetro es fácil de concebir. Cuando el líquido señala 0°, el aire de las dos ampolletas está á la misma temperatura. Su ascension sobre 0° indica que el aire de la de *A*, es mas caliente que el de la de *B*. Su descenso bajo de 0°, indica lo contrario, y 10 de este termómetro equivalen á un grado del termómetro centígrado.

Leslie ha inventado el diferencial para estimar el calórico reflejado por los espejos cóncavos y concentrado en un punto; pero observa que si se cubre la ampolleta *B* con una hoja de oro, puede servir para graduar toda especie de radiacion de calórico, como son las cantidades del que es continuamente lanzado por el fuego en una habitacion, en cuyo caso esta ampolleta absorverá ocho veces menos calórico radiente que si estuviese descubierta.

El mismo Leslie ha conseguido hacer este instrumento de una mutabilidad tan fácil, que señala hasta el efecto caloroso del tránsito de las nubes. A este fin encierra cada ampolleta en una bola de cobre que es parabólica para la ampolleta focal, y que está pulimentada interiormente y de tal modo construida que se puede separar á voluntad la parte superior que solo sirve de tapa. La ampolleta debe ocupar el foco de la capacidad,

DEPARTAMENTO UNIVERSIDAD

y ser mucho mas pequeña que esta. Si se coloca este instrumento á la parte de afuera de una habitacion en tiempo sereno, y á la sombra, y se descubre luego que haya tomado la temperatura del aire, se verá que el líquido sube inmediatamente; pero si pasa una nube por encima del observador, el líquido baja de repente; reflejando la nube en este caso una porcion de calórico sobre la ampolleta focal por medio de la cavidad, mientras que en el primero no se verifica nada de esto; la nube hace en algun modo el oficio de tapa, y obra con tanta mas eficacia cuanto menos distante se halla del instrumento.

Causas del estado y trasformacion de los cuerpos.

46 — 2° Estos son unas veces sólidos, otras líquidos y otras gaseosos ó fluidos aériformes. Este modo de ser de los cuerpos depende, segun se deduce de lo que precede, de la proporcion que existe entre la fuerza de cohesion que tiende á unir sus moléculas integrantes, y la repulsiva del calórico que tira á disgregarlas. Cuando la primera es mayor que la segunda, los cuerpos son sólidos; y por el contrario, si la segunda es mayor que la primera, serán líquidos ó gaseosos, líquidos, si tienen poca cohesion y gaseosos si no tienen ninguna. De que se sigue, que si fuera posible hacer sucesivamente preponderantes estas dos fuerzas, aumentar la una y disminuir la otra, ó lo que es lo mismo, variar libremente la distancia que separa las moléculas, se trasformarian todos los sólidos en líquidos, y estos en gaseosos, y recíprocamente los gaseosos en líquidos, y estos en sólidos; y aun se harian mas densos que los de mayor densidad. Pero nuestro poder en esto es limitado, por que no podemos producir sino un cierto grado de calor y de frio, por cuya razon hay todavia cuerpos sólidos que no se han podido fundir, líquidos que no se han podido consolidar, y gases que no se han liquidado. Hasta estos últimos tiempos se habia intentado en vano dar á esta clase de

cuerpos el estado líquido; pero al fin se ha conseguido liquidar muchos de ellos, sometiéndolos á una gran presion y enfriándolos simultáneamente, tales son el cloro, el óxido de cloro el protóxido de azoe, el ácido sulfuroso, el amoniaco, el ácido carbónico, el hidrógeno sulfurado, el cianógeno, segun Faraday, y el gas ácido hidro-clórico segun Davy.

El gas sulfuroso bien seco se liquida aun á la presion ordinaria por un frio de 18 á 20°; en este estado puesto en el vacío produce, evaporándose, el de 68°, por el cual sin otra presion que la atmosférica se liquidan el cloro, el amoniaco, y aun se solidifica el cianógeno (392).

Existen á la temperatura y presion ordinarias, muchos mas solidos que liquidos y gases; y estos no son mas que 27.

La fusion, y en particular la gasificacion, se operan siempre entre las moléculas integrantes, y no entre las constitutivas, por que tan pronto como estas se separan con el colórico á la distancia que constituye el estado líquido, y con mas razon á la del estado gaseoso, el cuerpo se descompone; por lo cual cada molécula integrante de un cuerpo debe considerarse como un pequeño sólido.

47 *Fusion ó licuacion de los cuerpos por el calórico.* Los sólidos se funden á temperaturas diferentes. El hielo funde á 0°; el plomo á 263°; y el zinc á 370°. Los que son buenos conductores del calórico, se funden casi al mismo tiempo en el centro que á la superficie, como el plomo; pero los malos conductores como la manteca, el azufre etc., varian mucho en esto. Algunas veces los cuerpos se ablandan antes de fundirse, y otras al contrario pasan repentinamente con mucha frecuencia del estado sólido al de perfecta liquidez; los cuerpos grasos estan en el primer caso, y los metales en el segundo.

La mayor parte de los cuerpos aumentan de volúmen cuando funden, y solo el de algunos se disminuye como el hielo (38).

Pero de cuantos fenómenos presenta la fusion de los cuerpos, ninguno es mas importante que el siguiente. Todos absorven

durante su fusion una cantidad de calórico imperceptible en el termómetro, por cuya razon se llama *calórico latente*. Supóngase un cuerpo á una temperatura, al que no pueda recibir ya mas calórico sin que alguna de sus partes se funda; si se le pone al fuego y se combina con mucho calórico, este cuerpo se fundirá sin que su temperatura se aumente de un modo perceptible. He aquí un ejemplo patente.

Dos libras de hielo machacado á 0° ó lo que es mejor, de nieve por que se desmenuza mas, puestas en un vaso de vidrio, que esté tambien á 0°, y vertiendo en él 2 libras de agua á 75°, resultarán 4 libras de agua á 0°, y por consiguiente deshelándose el hielo absorve y hace latente una cantidad de calórico capaz de elevar un peso de agua igual al suyo desde 0° á 75°. Esta es la causa por que el hielo tarda tanto en deshacerse cuando en el invierno sobrevienen los deshielos.

48 *Ebullicion ó trasformacion rápida de los líquidos en gases.* Todos los líquidos á la temperatura ordinaria, y aun varios de los que no lo son sino à 100 ó 200° como el azufre etc., pueden hervir y trasformarse en gases á cierto grado de calor. En efecto, poniendo al fuego uno de ellos, v. g., el agua, se calienta y dilatá pronto hasta cierto punto.

En este las partes mas inmediatas al hogar, toman de repente una espansion considerable, se reducen á vapor, se aligeran mas que las que no han cambiado todavia de estado, y atraviesan el líquido rápidamente burbujeándole y produciendo un movimiento que se llama *ebullicion*, la cual se verifica en el momento en que el vapor formado, tiene una tension igual á la del aire atmosférico y puede desalojarle. La evullicion presenta varios fenómenos, que es necesario examinar con cuidado.

1° Cuando un líquido empieza à hervir, su temperatura no varía, ya hierva mucho ó poco, por que todo el calórico que va recibiendo sirve para reducir á vapor mayor ó menor número de sus partes; y este calórico es imperceptible en el termómetro, de suerte que el vapor tiene la misma temperatura que el líquido que hierve. Cualquiera puede convencerse de esta verdad, lle-

nando de agua la mitad de la capacidad de un matraz é introduciendo en él dos termómetros, uno mas arriba del agua y el otro dentro de ella, y haciéndola hervir. Toda la parte del matraz llena de aire, lo estará á poco rato por el agua reducida á gas ó vapor, y se verá que los dos termómetros estáran al mismo grado, es decir, á 100° poco mas ó menos.

2° Los diversos liquidos al hervir ó trasformarse en gases ó vapores hacen latentes varias cantidades de calórico: el agua, v. g. hace latente de 5 veces 30, á 5, 50 mas del que exige para pasar de 0° á 100°, bajo la presion de 0ᵐ 909. Por esta razon si se introducen $2^{lib.}$ 17 de vapor acueo á 100° en 11 y $\frac{1}{2}$ ó en 12^{lib} de agua á 0°, resultarán $13^{lib.}$ 67, ó 14 de agua á 100°, suponiendo que no haya habido ninguna pérdida.

Importaba indicar el efecto producido por una presion mayor ó menor sobre el calor latente de los vapores, lo que han realizado Southern, Clement, Desormes y Desprez.

En una memoria intitulada *Teoría de máquinas de vapor*, que Desormes y Clement leyeron en la Academia de ciencias el 16 y 23 de agosto de 1819 han dado á conocer, que el calor abandonado por la liquidacion del vapor de agua, es una cantidad constante en un peso determinado de vapor; sean las que fueren su temperatura y su tension; y que esta cantidad es igual á la que elevaría otra semejante de agua líquida á 650 grados.

Este curioso resultado es de la mayor importancia en las artes, y particularmente para las máquinas de vapor.

« Clement y Desormes hicieron sus esperiencias en una » caldera de vapor, en la que podia este adquirir una fuerza » espansiva de varias atmósferas, y pasar á una cubeta que » contenia 630 libras de agua fria por medio de un tubo de » cobre de pequeño diámetro guarnecido de una llave. Un ma- » nómetro colocado en el tubo conductor del vapor indicaba » su tension, y un termómetro su temperatura.

» En la primera esperiencia la tension del vapor era de cuatro » amósferas, y su temperatura de 152° $\frac{1}{2}$, y se introdujeron $\frac{1}{2}$

» libras de vapor en el agua fria, habiendo durado esta última » operacion dos minutos. La temperatura del agua que antes » de la esperiencia era de 20°, al fin de ella era de 49° $\frac{1}{4}$.

» Asi es, que la candidad de calor antes de la esperiencia » se representa por 630$^{lib.}$ 30, equivalentes

» á . . . . . 290 $^{kilog.}$ á + 20° = 5800$^{unid.}$

» Despues de la introducion » del vapor resultó ser de

» 661^{lib} 80, ó . . . . . 304 $\frac{1}{2}^{k}$ a + 49 $\frac{1}{4}$ = 14996 $\frac{1}{2}$

» Luego suministraron las

« 31 $\frac{1}{2}^{ib.}$ de vapor ó. . . . 14 $\frac{1}{2}$ k = 9196

» Por consiguiente 2$^{lib.}$17, ó 1 $^{kilog.}$ darán. 633

» Se ha creido añadir algo á este resultado inmediato de » la esperiencia por la pérdida de calor que puede ocasionar » su duracion; pero ha sido tan pequeña, que Desormes y Clement » indican su máximo, graduando la cantidad de calor constitutivo de 2$^{lib.}$17 centésimos de vapor, á 650 unidades, siendo su unidad de valor, igual al necesario para elevar 2$^{lib.}$17 » centésimos de agua un grado del termómetro centígrado.

» Esta esperiencia produjo el propio resultado repetida en » el mismo aparato y dia, con cantidades iguales de vapor y » de agua fria, y con condiciones idénticas, siendo solo algo » diferentes la tension y temperatura del vapor. Es cierto que » se podian notar menos la diferencias que la intensidad de » los resultados, pero por la misma razon, es el obtenido menos dudoso que por la que pudiera atribuirse al tamaño del » aparato, y á la cuidadosa ejecucion de esta esperiencia.

» Mucho antes de ella habian reconocido Desormes y » Clement, que el vapor acuoso contenia en el aire, á temperaturas muy bajas, la misma cantidad de calor constituvo » que á la de ebullicion.

» De lo que han concluido que esta cantidad de calor es » constante en todas la temperaturas aun en la inferior á la » del hielo deshelándose, y manifestando todos los vapores

» la mayor analogía han asentado en general el principio
» siguiente.

« *Una masa de vapor constituida hasta la saturacion del*
» *espacio, contiene una cantidad igual de calor, cualquiera*
» *que sean su temperatura y su fuerza elástica.*

» Es necesario tener entendido que esta ley solo se verifica
» respecto á los diferentes estados de un mismo vapor, y no
» en los diferentes vapores, cuya constitucion exige cantidades
» de calor propias á cada uno.

» Del principio enunciado han deducido sus autores con-
» secuencias muy notables, pues segun ellos, el vapor es una
» combinacion de calor y materia en proporciones determina-
» das, cuya tension y temperatura estan en razon inversa
» del espacio que ocupa dicho vapor.

» Cualquiera volúmen que adquiera este por su espansion
» mecánica, y el descenso de temperatura que resulte, conser-
» vará siempre su estado elástico sin recibir aumento alguno
» de calor. Asi como tambien, si es comprimido en un vaso
» impenetrable al calor de modo que no pueda perder el que
» tiene, la mayor presion posible no podrá transformarle en
» líquido, porque conservando su dósis constitutiva de calor,
» la reduccion de volúmen aumentará su temperatura tanto
» como se necesite para hacer permanente su estado elástico.

» Una de las consecuencias útiles del nuevo principio,
» es que respecto á la cantidad de calor, es indiferente des-
» tilar en el vacío, bajo la presion atmosférica, ó evaporar
» á una temperatura inferior y al aire, porque el consumo
» de calor es igual.

» Es tambien muy importante la consecuencia de que *el*
» *calor específico del vapor aumenta con su volúmen.* De-
» sormes y Clement la deducen del principio que han asen-
» tado: sosteniendo igualmente que el agua, en su trasforma-
» cion al estado elástico, adquiere gran aumento de calor es-
» pecífico, y que esta mudanza basta para dar razon completa

» del calor absorvido en este fenómeno, sin necesidad de » recurrir al calórico latente que miran como una hipótesis » inútil (*).

» Los mismos han hecho la aplicacion mas importante del » conocimiento de calor constitutivo del vapor de agua, á la » teoría de máquinas de vapor, y han calculado el efecto máxi- » mo de este, en las circunstancias ordinarias de su pro- » duccion, esplicando tambien el modo con que cada sistema » de máquinas realiza una porcion diferente de este máximo. » Un resultado admirable de sus cálculos es, que las mejores » máquinas de vapor no realizan todavia mas que una duodé- » cima parte del máximo que indica la teoría, de suerte que » falta mucho para perfeccionarlas, y sin embargo sus efectos » nos admiran tanto. »

Las esperiencias de Southern son muy anteriores á las de los físicos franceses; pero no se han publicado hasta el año de 1818, como apéndice á una obra del doctor Robinson acerca de las máquinas de vapor desconocida hasta entonces en Francia.

Desormes y Clement creyeron que el físico ingles habia logrado resultados absolutamente semejantes á los suyos; pero parece que no son enteramente conformes. En efecto, segun Desormes y Clement 2 libras y 17 centésimos de vapor, elevan siempre á un mismo número de grados, igual masa de agua fria, bajo toda especie de presiones; y segun Southern la misma cantidad de vapor elevará mas la temperatura de la misma masa de agua fria á una presion mayor que á una menor, y esta elevacion provendrá únicamente de la cantidad de calor necesario para aumentar la presion del vapor, de suerte que el calor latente de este, será siempre igual, cualquiera que sea la presion. Si se supone que 2 libras y 17 centésimos, de

(*) Habiendo espuesto y dado una idea clara y precisa de lo que entienden los físicos y químicos por calórico latente: pág. 65, se comparará fácilmente la opinion admitida generalmente en este punto con la de Desormes y Clément.

vapor á la temperatura de 100° y á la presion de 0ᵛ, 909, dan 26 libras de agua á 50° penetrando por entre 23 libras y 87 centésimos de agua á cero, y repitiendo la esperiencia con 2 libras y 17 centésimos de vapor á una presion doble, como el calor del vapor será de 121°, 66 resultarán 26 libras de agua á $50° + \frac{71° \cdot 66}{12}$, ó á 51°, 805; y si la presion fuera quíntupla las 26 libras de agua estarian á $50° + \frac{65}{12}$, por que entonces sería de 165° la temperatura del vapor. Esto es lo que anuncia Southern; y por el contrario Desormes y Clement admiten que el calór de las 26 libras de agua no será en todo caso mas que de 50°.

Despretz ha obtenido resultados semejantes á los de Desormes y Clement, no solo con el vapor de agua, sino tambien con los de alcohol, éter, y esencia de trementina. Observó ademas, que la calidad calurosa de los vapores está sensiblemente en razon inversa de sus densidades. (*Anales de química y física*, tom. XXIV, pág. 323).

3° La presion del aire ú otra cualquiera, influye singularmente en el grado á que empiezan los líquidos á hervir. Cuanto menor es esta presion, tanto mas baja es la temperatura á que se verifica su ebullicion. (*) Si se pone agua á 40° en un vaso dentro de un recipiente en la máquina neumática, haciendo el vacío empezará muy pronto á hervir, y si el vacío es perfecto, y se absorve el vapor de agua á medida que se va formando, la ebullicion se verificará aun á la temperatura de 0° (61). Si en vez de disminuir la presion del aire se aumenta, el agua no hervirá, sino á una temperatura superior á 100°, y cualquiera otra presion equivalente, producirá el mismo efecto. Puede probarse este fenómeno de una manera

(*) Es necesario no olvidar que el aire es pesado. Una columna de aire puede sostener otra de mercurio de la misma base á 0ᵛ, 909 de altura; pesa pues sobre todos los cuerpos como una columna de mercurio de 0ᵛ, 909 que tenga por base la superficie del cuerpo.

palpable con la máquina de Papin, especie de cilindro de laton ó de hierro, cuya tapa está sujeta por un fuerte tornillo. Llénese esta máquina de agua, asegúrese perfectamente su tapa y se podrá enrojecer el agua sin que hierva, por que la fuerza comprimente será muy grande; pero si se suprime la presion, el agua se reducirá repentinamente á vapor produciendo un gran ruido. (*Véase* la descricion de las láminas, artículo *Máquina de Papin*).

Segun Cagniard de Latour, los líquidos puestos al fuego y comprimidos, exigen un pequeño espacio para convertirse en vapor; por ejemplo, el alcohol se vaporiza del todo á 36°; la esencia del petróleo rectificada á 42°; el éter sulfúrico, y el sulfuro de carbóno, lo verifican en un volúmen poco mas que doble del de cada una de dichas sustancias; hizo la esperiencia en un tubito de vidrio muy grueso llenándole hasta los $\frac{2}{5}$ y cerrando despues la boca muy bien con el soplete á la lámpara de esmaltar, lo calentó gradualmente. El líquido desaparece á cierto tiempo sin que se perciva en el tubo que está como vacío; pero aparece nuevamente reproducido bajo la forma de una nube espesa despues de haberse enfriado.

De varios esperimentos repetidos con aparatos convenientes ha resultado, que siete volúmenes de éter se convierten en 20 de vapor á 150° de Reaumur en una presion igual á 37 veces la de la atmósfera; y que 8 volúmenes de sulfuro de carbóno no se trasforman en 20 de vapor sino á 220° de Reaumur con una presion de 78 atmósferas: es de advertir que las esperiencias se han de hacer con precaucion, por que los tubos se rompen con frecuencia y entonces hay esplosion. (*Anales de química y de física*, tomo XXI, págs. 127 y 128; tomo XXII, pág. 410, y tomo XXIII, pág. 267).

4° Los cuerpos estraños disueltos en los líquidos, retardan la ebullicion de estos cuando son mas volátiles que ellos, y generalmente influyen en el grado á que los líquidos empiezan á hervir. Asi es, que el agua salada ó azucarada tarda mas en

hervir que la pura que lo hace á 100° en la presion 0,m 909.

5° Los líquidos hirviendo originan un volúmen considerable de vapor. Si dentro de un tubo delgado lleno de mercurio se meten 20 granos de éter, y se echa poco á poco por encima del tubo agua caliente, el éter sin descomponerse se trasformará en un gas que ocupará toda la capacidad del tubo; echando agua fria, el líquido y el mercurio volverán á aparecer, y si se echa de nuevo agua caliente desaparecerán otra vez.

Gay-Lussac ha dado á conocer un método sencillo para determinar los volúmenes de gas que pueden producir los líquidos. Insuflando una ampolleta al cabo de un tubito de vidrio afilado por el otro estremo, se pesa y llena de líquido como los tubos termométricos (45-2°), y cerrando al soplete el estremo afilado se pesa de nuevo el tubo, y restando el peso de este vacío del del lleno, se sabe el del líquido, y por consiguiente su volúmen, por que por otra parte se conoce su densidad. Hecho esto, se mete dentro de una campana larga y estrecha graduada, de tres cuartillos de capacidad y llena de azogue, la cual entra en un baño de este metal que está en una caldera de hierro colado, y se cubre la campana con otro tubo de vidrio abierto por sus puntas y de modo que haya un hueco entre este tubo y la campana, donde se echa agua que se hierve poco á poco poniendo la caldera al fuego. Este tubo será de un diámetro como vez y media él de la campana, y luego que el agua hierve se rompe el tubito con la fuerza espansiva del líquido, el cual vaporizado enteramente deprime el mercurio, y ocupa un volúmen fácil de medir en virtud de la graduacion de la campana.

Gay-Lussac ha visto por este medio, que el agua en vapor ocupa un volúmen 1700 veces mayor que en el estado líquido á +4° á la presion de 0m 909 y á la temperatura de 100°. (*Anales de química*, tomo LXXX, pág. 218).

49 Se ha dicho que todos los cuerpos al fundirse ó trasformarse en gases hacian latente cierta cantidad de calórico,

DEPARTAMENTO

calidad que manifiestan en este caso, y siempre que por cualquiera causa se alejan sus meléculas unas de otras. En efecto, si se enrarecen los gases dentro del recipiente de la máquina neumática se enfrian considerablemente (40): lo que prueba que para mantenerlos á la misma temperatura sería necesario suministrales cierta cantidad de calórico que absorverian; y pues que todos los cuerpos puestos al fuego aumentan de volúmen ó se enrarecen á menos que no se les comprima suficientemente, es claro que el termómetro en este caso no indicará todo el calórico que reciban; de que puede inferirse que los cuerpos contienen dos porciones de calórico; una que sirve para dilatarlos y es imperceptible en el termómetro, y otra para calentarlos. Segun algunos físicos, la primera pertenece en algun modo al espacio, y es la única que emiten los cuerpos por la compresion.

Los calores latentes de los vapores conforme á una memoria de Despretz estan con muy corta diferencia en razon inversa de sus densidades, habiendo obtenido estos resultados determinando por la esperiencia, las cantidades totales de calor desprendidas de los vapores durante su licuacion, en un serpentin rodeado de una cantidad conocida de agua pura.

Tabla de los resultados.

Cantidad total de calor con referencia al líquido que suministra el vapor.	Calor latente	Cantidad total con referencia á la agua	Calor latente	Densidad del vapor en el momento en que principia la ebullicion
Agua..... 631	531	631	531	0,451
Alcohol..... 410,7	331,9	255,5	207,7	1,258
Éter sulfúrico..... 210	174,5	109,3	90,8	2,280
Esencia de trementina.. 323	166,2	149,2	76,8	3,207

5o *De la formacion y tension de los vapores.* — No es necesario que un líquido hierva para que pueda volatilizarse. Todos tienen tendencia á trasformarse en gases á cualquiera temperatura, y á estos gases se da el nombre de *vapores*, para distinguirlos de los permanentes. Asi es, que en virtud de esta tendencia los líquidos puestos en un espacio vacío forman de repente cierta cantidad de vapor, la cual depende del espacio, de la temperatura, y de la naturaleza del líquido. 1° Es proporcional al espacio, de suerte que en un espacio doble se forma cantidad doble de vapor; y si este se comprime hasta reducirle á la cuarta parte de su volúmen, se deberán reducir á líquido las otras $\frac{3}{4}$ partes. 2° Crece con la temperatura, pero en proporcion mayor que ella; por lo cual se vaporizará mas líquido de 0° á 20° que de 0° á 10°, y menos de 0° á 10° que de 10° á 20°. 3° Varía entre los diferentes líquidos, porque se observa que los que hierven mas pronto ó cuyos puntos de ebullicion son menos elevados, son generalmente, aunque no siempre, los que forman un vapor mas denso á cualquiera temperatura. El vapor del éter lo es mucho mas que el del agua, y este aun mas que el mercurial; siendo este tan raro á la temperatura ordinaria que es imperceptible En todo caso, el vapor no se forma sino mediante cierta cantidad de calórico perteneciente al líquido; de suerte que este se enfria, y el vapor absorve una cantidad proporcional á su densidad, y á su calor latente; cuya propiedad se ha aprovechado para producir frios artificiales (61). Se ha supuesto en lo que se acaba de decir, que el espacio estaba vacío; mas los fenomenos serán siempre los mismos, aun cuando esté lleno de aire ó de un gas cualquiera; con tal que este no ejerza accion alguna sobre el líquido. Asi lo ha demostrado Dalton (Bibliot. Britanica tom. xx pág. 325), y lo habian anunciado Saussure y Deluc; no habiendo otra diferencia sino que la evaporacion será menos pronta, porque sea que se introduzca el líquido en un espacio vacío ó lleno, el vapor que se forma tendra

la misma tension ó la misma fuerza, elástica, es decir, que ejercercerá la misma presion sobre las paredes de los vasos que la encierran. Por lo que, este resultado no puede verificarse, sino en tanto que la cantidad del líquido evaporado es igual de una y otra parte, y asi solo resta el medir la tension del vapor, y hacer ver que es realmente la misma en los dos casos.

A este efecto tómese un matraz de dos cuellos, y adaptando á uno de ellos dos llaves algo distantes entre sí, métase por el otro un barómetro, (lám. XIV fig. 3) y hágase el vacío por medio de un tubo de cuero EE', adaptado por una parte á la llave A, y por la otra á la máquina neumática, segun se verá mas circustanciadamente al hablar de la recomposicion del agua (286). Si entonces se habre la llave A, y se llena de agua ó de otro líquido el espacio comprendido entre las dos llaves, cerrando la de A y abriendo la de B, el líquido caerá en el matraz; una parte de él se trasformará de repente en vapor, y el mercurio del barómetro que se habia puesto, por efecto del vacío, en el brazo CC' casi al mismo nivel que en el brazo DD', se elevará entonces á cierta altura que se notará con cuidado.

Concluida esta operacion, se deseca enteramente el matraz, se le llena de aire seco por un proceder semejante al que se indicará mas adelante (112); se nota la altura á que se eleva el mercurio, y despues se pone agua en el matraz como anteriormente; y se vará que el mercurio se eleva al cabo de 7 á 8 minutos, tanto por solo el efecto de la presion del agua, como cuando el matraz estaba vacío.

Suponiendo que la operacion se hace á 11°; se verá que el agua en el vacío elevará el mercurio á 5 líneas; por consiguiente, si el aire seco eleva el mercurio á 388 lín.; este aire saturado de humedad á la temperatura de 11° lo elevará á 390.

Se puede determinar la tension de los líquidos en el vacío, por medio de un proceder mas sencillo que el que procede.

A este efecto se llena de mercurio, á escepcion de algunas líneas, un tubo de 34 á 39 pulgadas de largo y de 9 líneas de diámetro cerrado por un estremo y abierto por el otro. Se acaba de llenar este tubo con el líquido cuya tension se trata de medir, y tapando con el dedo el estremo abierto del tubo se hace correr el líquido sucesivamente de un estremo á otro con el objeto de espeler las burbujitas de aire adherentes á las paredes interiores, y se pone en seguida vertical, para que el líquido gane la parte superior y arrastre consigo el aire, el cual se exhala luego que se quita el dedo. Se reemplaza este aire con una nueva porcion de líquido, haciendo la misma operacion sucesivamente, hasta que esté enteramente purgado de aire. Entonces se cierra esactamente con un dedo el estremo abierto del tubo, se introduce este en un baño de mercurio, y se coloca verticalmente; se examina cual es la altura del mercurio en el barómetro, y de esta se resta la que tiene el mismo mercurio en el tubo, y la diferencia entre las dos será la tension del líquido. Esta diferencia se produce evidentemente por la propiedad que contiene el líquido de trasformarse en vapor, y de rechazar hasta cierto punto por su fuerza elástica, la columna de mercurio, que en virtud de la presion del aire, se eleva generalmente á $0,^{m}909$. (108).

Pero pues que los líquidos pueden evaporarse del mismo modo en un espacio vacío que lleno de gas, es indispensable admitir que los gases no ejercen presion alguna sobre los vapores que contienen, porque un vapor susceptible de liquidarse á la menor presion, puede existir en un gas cuya presion sea muy considerable, y el aire y el agua pueden servir de ejemplo. El vapor de agua que puede contener el aire á 18°, solo sostiene una columna de mercurio de $6,^{lin.}828$; este vapor se reduciría á líquido por una columna semejante, poco mas ó menos; porque en este caso sería mayor la tendencia que tienen las moléculas á reunirse que sufuerza repul-

siva; y sin embargo el aire puede hacer equilibrio á una columna de 0,m 909.

Es, pues, preciso admitir la ley notable de que la presion de un gas, cualquiera que sea, no obra de modo alguno sobre el vapor que puede contener. (*Véanse* los pormenores sobre la teoría de los vapores en el *Tratado de física*, de Biot).

De la descomposicion de los cuerpos por el calórico.

51 Cuando un compuesto está formado de cuerpos fijos, no es fácil descomponerle por el calórico á causa de la imposibilidad que hay de alejar sus moléculas lo necesario para que no se atraigan, ó desviarlas fuera de su *esfera de atraccion*; pero cuando está formado de cuerpos que unos son fijos y otros volátiles, ó todos volátiles, se consigue descomponerle, á no ser que sea muy grande la afinidad de sus moléculas como sucede con frecuencia. La liga de oro y plata puede servir como ejemplo del primer caso, y la creta (11 art. 7) del segundo. Por otra parte, es evidente que todos los cuerpos sin distincion serian descompuestos por el calórico, si fuera posible producir un grado de calor suficiente, porque en este caso nada limitaria la distancia á que podrian ponerse sus moléculas.

La descomposicion de los cuerpos por el calórico da frecuentemente origen á nuevos compuestos; lo que sucederá siempre que puedan formarse cuerpos volátiles por la reaccion de los elementos, y que la temperatura no sea demasiado elevada para oponerse á su formacion.

Del enfriamiento de los cuerpos, y de la contraccion que origina en ellos.

52 Examinados los fenómenos que presentan los cuerpos cuando se les pone al fuego, conviene dar á conocer los que manifiestan

enfriándose ó enfriándolos en baños frigerativos. Considerados estos efectos químicamente serán fáciles de esplicar pues son consecuencia de los primeros. Si se deja enfriar un cuerpo que ha estado al fuego volverá á su estado primitivo, esperimentando en un orden inverso los diferentes efectos que habia producido el fuego, con tal que el cuerpo no sea descompuesto. Si se ha calentado rápidamente se enfriará del mismo modo conforme á leyes de la física; si su dilatacion ha sido considerable y uniforme, lo será tambien su contraccion; si su fusion y liquidacion han sido prontas, y ocasionado el desaparecimiento de una gran cantidad de calórico, su vuelta al estado líquido y sólido se efectuará fácilmente, y se verificará emitiendo la misma cantidad de calórico que habia absorvido. Sin embargo, se observa que un cuerpo no pasa siempre del estado líquido al sólido con la misma temperatura, que del sólido al líquido. Su fusion se efectúa constantemente al mismo grado; pero su congelacion es muy variable; unas veces se verifica al grado de fusion, y otras á algunos grados menos, lo que procede sin duda de que en el líquido se hallan dispuestas las moléculas de otra manera, que en el sólido. (*Véanse* les leyes del enfriamiento en la *memoria* de Dulong y Petit, *Anales de química y de física*, tomo VII, pág. 225).

La accion del frio sobre los cuerpos es tambien fácil de comprender. Como el frio ocasiona una aproximacion entre las moléculas debe favorecer la combinacion de los cuerpos gaseosos, y hacerlos pasar de este estado al de liquidez, y de este al de solidez, tal es en efecto su modo de obrar, aunque tiene sus límites. En primer lugar no se conocen gases que se combinen á una temperatura baja, cuando no pueden hacerlo á la temperatura ordinaria; y en segundo no se ha podido conseguir hasta ahora liquidar estos gases sino con una presion considerable. Es cierto que los mas de los líquidos son susceptibles de congelarse; pero tambien hay algunos, como el

éter y el alcohol, que resisten á frios de 50°, á cuya temperatura es difícil hacer bajar el termómetro.

Del calórico específico.

53 Hasta ahora se ha intentado en vano medir la cantidad total ó absoluta del calórico que contienen los cuerpos, y solo se ha podido medir la del que absorven estos en igualdad de peso para elevarse á un mismo número de grados, á cuya cantidad relativa se da el nombre de calórico ó de calor específico. El mismo sentido se dará tambien á la espresion *capacidad de calórico*, diciendo indistintamente que tal cuerpo tiene mas *capacidad de calórico* que tal otro, ó que el *calor específico* del primero es mayor que el del segundo.

Black fue el primero que dió á conocer lo que es el calórico específico de los cuerpos y en los años de 1760 y 1765, descubrió que un cuerpo, exige una cantidad de calórico propia y determinada para pasar de una temperatura á otra, lo que ha sido despues confirmado por Crawford, el doctor Irvine, Wilke, Meyer, Lavoisier, Laplace, Petit, y Duloug.

54 *Calórico específico de los cuerpos de una misma naturaleza, y que tienen un mismo estado.* Si se mezclan, á la presion atmosférica, dos partes de un mismo gas iguales en peso, desiguales en temperatura (de 20 á 25°), y por consiguiente en volúmen, se obtiene una mezcla cuya temperatura es siempre mayor que la media de los dos; de que se deduce que la capacidad calorosa de los gases crecen con la temperatura, cuando pueden dilatarse. (Gay-Lussac, *Anal. de química*, tom LXXXI pág. 98). Es probable que si su volúmen variara poco, el aumento de capacidad no sería sensible sino en tanto que las dos porciones del gas estuvieran á temperaturas muy diferentes entre sí. Por lo menos, esto es lo que se observa en los cuerpos de la misma naturaleza que estan líquidos, y particularmente en los sólidos, cuya propiedad depende sin duda de que su dilatacion es poco considerable.

En efecto, la capacidad de calórico en el agua es con corta diferencia la misma de 10° á 30°, que de 30° á 50° ; asi que, si se mezcla una libra de agua á + 10°, con igual cantidad á + 50°, resultan 2 libras del calórico á + 30°. Lo mismo sucede con la capacidad del mercurio, del zinc etc., respecto á diferencias semejantes de temperatura, mientras que de 0° á 100°, se ve que esta capacidad es menor que de 100° á 200°, y sobre todo que de 200° á 300°.

55 *Calórico específico de los cuerpos de una misma naturaleza y que tienen diferentes estados.* No siendo igual la capacidad calorosa de los cuerpos á todas las temperaturas, y como crece con ellas aun cuando no cambien de estado, resulta que esta capacidad deberá variar con mas razon, si el cuerpo cambia de estado, segun puede demostrarse por la esperiencia siguiente.

Si se mezclan 2 libras de agua á 90°, y otra cantidad igual á — 10°, resultará una mezcla de 4 libras á + 3°, y como 2 libras de agua á 75°, y una cantidad igual de hielo á 0°, dan 4 libras de agua tambien á 0°, es claro que de los 90° de las 2 libras de agua caliente, solo 15° habrán servido para elevar la temperatura del hielo de — 10° á 0° ; y las 4 libras de agua de 0° á + 3°. En vista, pues, de que esta última cantidad absorve tanto calórico en este caso como la de 2 libras para 6°, si se sustraen 6° de 15°, ó 75° + 6° de 90°, quedarán + 9° para elevar la temperatura del hielo de — 10° á 0° sólido D. aqui se sigue, que el calórico espècífico del hielo será al del agua, como 9 á 10. (Kirwan).

56 *Calórico específico de los cuerpos de distinta naturaleza.* Es fácil probar que todos los cuerpos de naturaleza diferente, contienen cantidades diversas de calórico específico ; pues si se mezclan á este fin, dos á dos en pesos iguales y á temperaturas distintas, se observará que la temperatura de la mezcla nunca será media entre las de los cuerpos mezclados. Juntando, pues, 2 libras de mercurio á 0°, con otra cantidad igual de agua á 34°, resultarán 4 libras á 33° ; lo que prueba que la misma

cantidad de calórico eleva el agua un grado, y el mercurio á 33°, y que estos dos cuerpos contienen cantidades muy diferentes de calórico específico.

De los procederes para determinar el calórico específico de los cuerpos.

56—2° Se demuestra por el método precedente no solo que los cuerpos contienen cantidades diferentes de calórico, específico, sino que tambien se determina el que contienen muchos de ellos. Para esto se juntan con el agua cuerpos, como el mercurio, que no esperimenten con él la accion química, y conociendo la relacion que hay entre su calórico específico respectivo, se representa el del agua por la unidad, comparando con esta el de los otros cuerpos. Asi pues, en el ejemplo que antecede en que el calórico específico del agua es al del mercurio como 33 es á 1, si se representa el específico del agua por la unidad, el del mercurio será $\frac{1}{33}$, ó bien 0,03. Supónganse 2 libras de agua á 10°, y una cantidad igual de un cuerpo *A*, á 50°; siendo la temperatura de la mezcla á 25°; es claro que 15° del agua equivaldrán á 25° del cuerpo *A*; ó que el calórico específico del agua será al específico del cuerpo *A*, como 25 á 15, ó como 1 : $\frac{15}{25}$, es decir 0,6.

Si los cuerpos ejercen accion química en el agua no deben juntarse, porque la combinacion podrá originar un desarrollo, ó absorcion de calórico; por lo que en tal caso, es necesario mezclarlos con otros cuerpos en que no obren, y cuyo calórico específico sea conocido, para graduar el que contienen ellos. Supóngase que de la mezcla de dos libras de ácido sulfúrico á 12°, con 2 de mercurio á 0°, resultan 4 libras á 11°; se podrá inferir que el calórico específico del mercurio es al del ácido sulfúrico como 1 á 11; porque como se acaba de ver el calórico específico del mercurio es al del agua como 1 á 33; luego el calórico específico del agua será al del ácido sulfúrico

como 33 á 11, ó como 3 á 1, ó como 1 á 0,33. Así que, si un cuerpo obra químicamente en el agua, podrá haber otro que no lo haga, y este medio es aplicable en general á todos los sólidos y líquidos; con tal que se haga con las precauciones que se van á indicar.

Es necesario que los vasos que sirvan para la operacion, y y el aire en que se haga, esten á la temperatura de la mezcla, pues de otro modo cederán ó privarán necesariamente á los cuerpos de una parte de su calórico; y conviene tambien juntarlos con prontitud, determinando la temperatura inmediatamente con la mayor precision posible.

La primera de estas condiciones es difícil de cumplir; pero podrá conseguirse el objeto de la manera siguiente: suponiendo que se intenta determinar la capacidad calorífica del hierro; se podrá elevar cierta cantidad de este metal, á la temperatura de 100° poniéndole en contacto con agua hirviendo por espacio de algun tiempo; en seguida se le introducirá y agitará á la temperatura del aire en cinco ó seis veces su peso de agua, la cual adquirirá por este medio un cierto número de grados. Se repetirá la esperiencia disminuyendo la temperatura de la masa de agua y que sea otro tanto inferior á la del aire, como haya sido superior en la esperiencia primitiva, y se la pondrá así en un vaso de paredes delgadas, mezclándola y agitándola inmediatamente con el hierro. La nueva mezcla se aproximará mucho á la temperatura atmosférica, y los errores serán de poca consideracion; porque aunque es cierto que el vaso se enfriará al pronto con el contacto del agua, volverá á tomar el calórico que haya podido perder en el momento de la inmersion del hierro.

57 Lavoisier y Laplace idearon un método diferente, y que es uno de los mas ingeniosos y esactos.

Supóngase una esfera hueca de hielo á 0° y colocada en un aire tambien á 0° ó solo algunos grados superiores á cero, y que por medio de un segmento móvil se pueda encerrar en esta esfera un cuerpo cuya temperatura esté á 100°. Este cuerpo mientras su temperatura no se reduce á 0°, cederá calórico á las

DEPARTAMENTO

capas interiores de la esfera de hielo; y como este á 0°, no puede adquirir la mas pequeña porcion de calórico sin deshelarse en parte, al mismo tiempo que el aire solo puede deshelar las capas esteriores de la esfera de hielo, y que el agua procedente de esta fusion no puede penetrar en lo interior de la esfera, resulta que la cantidad de agua que se encuentre en esta, no podrá proceder sino de la accion del cuerpo, y será la espresion esacta de la cantidad de calórico que requiere para pasar de 0° á 100°.

Si se someten, pues, sucesivamente á la esperiencia dos cuerpos iguales en peso y en temperatura, y si el uno deshiela doble cantidad de hielo que el otro, contendrá evidentemente doble cantidad de calórico específico.

Es muy difícil, por no decir imposible, proporcionarse una esfera de hielo, pero puede colocarse el cuerpo del mismo modo que si estuviese en la esfera, cubriéndole por todas partes con dos capas de hielo que no se comuniquen; en cuyo caso la esterior impedirá que el aire obre en la interior, y esta se deshelará solo por el calórico del cuerpo que se examina; y el calorímetro inventado por Lavoisier y Laplace (lám. xxvii) satisface á todas estas condiciones.

Se compone este instrumento de tres capacidades concéntricas de hoja de lata, escepto la interior G, que está formada con una rejilla de alambre sostenida por unos pies del mismo metal, y recibe una tapa hueca HH de fondo agugereado, y es adonde se coloca el cuerpo que se ha de esperimentar. La capacidad media $FF'F'$ ha de contener el hielo que se ha de fundir en parte por el cuerpo; junto al fondo hay una rejilla de hierro II', y un poco mas abajo un tamiz LL', para recoger los fragmentos de hielo que pudieran pasar por la rejilla; debajo del tamiz hay una llave M, por la cual sale y va al vaso N el agua procedente del hielo fundido por el cuerpo. La capacidad esterior $EE'E''E'''$, contiene el hielo que ha de impedir al aire esterior alterar la temperatura del hielo de la capacidad media, y esta capacidad esterior no comunica con la interior, es

como 33 á 11, ó como 3 á 1, ó como 1 á 0,33. Asi que, si un cuerpo obra químicamente en el agua, podrá haber otro que no lo haga, y este medio es aplicable en general á todos los sólidos y líquidos; con tal que se haga con las precauciones que se van á indicar.

Es necesario que los vasos que sirvan para la operacion, y y el aire en que se haga, esten á la temperatura de la mezcla, pues de otro modo cederán ó privarán necesariamente á los cuerpos de una parte de su calórico; y conviene tambien juntarlos con prontitud, determinando la temperatura inmediatamente con la mayor precision posible.

La primera de estas condiciones es difícil de cumplir; pero podrá conseguirse el objeto de la manera siguiente: suponiendo que se intenta determinar la capacidad calorífica del hierro; se podrá elevar cierta cantidad de este metal, á la temperatura de 100° poniéndole en contacto con agua hirviendo por espacio de algun tiempo; en seguida se le introducirá y agitará á la temperatura del aire en cinco ó seis veces su peso de agua, la cual adquirirá por este medio un cierto número de grados. Se repetirá la esperiencia disminuyendo la temperatura de la masa de agua y que sea otro tanto inferior á la del aire, como haya sido superior en la esperiencia primitiva, y se la pondrá asi en un vaso de paredes delgadas, mezclándola y agitándola inmediatamente con el hierro. La nueva mezcla se aproximará mucho á la temperatura atmosférica, y los errores serán de poca consideracion; porque aunque es cierto que el vaso se enfriará al pronto con el contacto del agua, volverá á tomar el calórico que haya podido perder en el momento de la inmersion del hierro.

57 Lavoisier y Laplace idearon un método diferente, y que es uno de los mas ingeniosos y esactos.

Supóngase una esfera hueca de hielo á 0° y colocada en un aire tambien á 0° ó solo algunos grados superiores á cero, y que por medio de un segmento móvil se pueda encerrar en esta esfera un cuerpo cuya temperatura esté á 100°. Este cuerpo mientras su temperatura no se reduce á 0°, cederá calórico á las

DEPARTAMENTO

vaso, se eleva convenientemente la temperatura de este, y la del cuerpo que contiene, y se les introduce en el calorímetro, continuando la operacion en lo demas segun se ha dicho, y teniendo presente el calórico suministrado por el vaso.

Si el cuerpo fuese gaseoso, será difícil determinar su calórico específico á causa de la pequeña densidad de los gases, del poco calórico que emiten estos, aun cuando se enfrien muchos grados, y de lo difícil que es observar su temperatura, en el momento que penetran á la capacidad media; de suerte que todos los resultados obtenidos hasta ahora por este método, son imcompletos; pero describiremos otro mas adelante, que está esento de todos estos inconvenientes.

Tales son los procederes para enfriar los diferentes cuerpos hasta 0°, en el calorímetro, y recojer el agua producida por el hielo. Resta solo reducir todos los resultados á la misma unidad para hacerlos comparables; y en vista de que la tomada es la cantidad de hielo que puede deshelar una libra de agua á 75° en el tránsito de esta temperatura á la de 0°, y que esta es la misma de $2^{\text{lib.}}\,17^{\text{centés.}}$, necesario es indagar cuanto hielo deshelará una cantidad igual del cuerpo que se quiere esperimentar perdiendo 75° de su temperatura.

Esto se conseguirá fácilmente segun puede inferirse del ejemplo siguiente. Supóngase que se opere con $12^{\text{lib.}}$ de hierro fundido á 100°, y que se obtienen $1^{\text{lib.}}\,75^{\text{centés.}}$ de agua; luego si $12^{\text{lib.}}$ de hierro fundido, han liquidado $1^{\text{lib.}}\,75^{\text{centés.}}$ de hielo, ¿cuanto hielo se deshelará con $2^{\text{lib.}}\,17^{\text{centés.}}$ de esta sustancia? Se divide, pues, $1^{\text{lib.}}\,75$ por $12^{\text{lib.}}$, y el cuociente será 0,145 de libra.

Por este medio se ha sabido que $2^{\text{lib.}}\,17^{\text{centés.}}$ de hierro á 100°, pueden deshelar 0,145 de libra: se tomarán los $\frac{3}{4}$ para saber lo que deshelará igual cantidad de hierro á 75°, ó lo que es lo mismo, se dividirá 0,145 por 100, y se multiplicará el nuevo cuociente por 75, y resultarán 0,104 de libra; lo que manifiesta que la capacidad calorífica del agua es poco mas de nueve

veces mayor que la del hierro. En general será necesario dividir la cantidad de agua deshelada por el número de libras ó partes de libra del cuerpo sometido á la esperiencia; dividir el cuociente por el número de grados superior á 0°, que tenia el cuerpo, y multiplicar el nuevo cuociente por 75. El producto de esta multiplicacion espresará la cantidad de hielo que 2 libras 17 centésimos podrán deshelar en su tránsito de 75° á 0°. Sin embargo, por mas precauciones que se tomen, siempre resulta algo mas agua de la que deshiela el cuerpo, en virtud de que como el hielo de la esperiencia está á punto de deshielo, toda su superficie está mojada por cierta cantidad de agua. Esta es proporcional á la superficie del hielo, que es tanto mayor cuanto mas pequeños son sus fracmentos; por lo que la cantidad de agua adherente á él, será mayor antes de la operacion que despues, y este esceso añadido al agua deshelada por el cuerpo sometido á la esperiencia, producirá un pequeño error. Podrá este, no obstante, desaparecer usando un calorímetro cuadrado, é introduciendo en su capacidad media, pedazos de hielo de la misma forma y estension que los lados de ella.

Calórico específico de diferentes sustancias comparado al del agua tomado por unidad, segun Lavoisier y Laplace (*).

Agua	1,0000
Azufre	0,2085
Hierro batido	0,1105
Estaño	0,0475
Plomo	0,0282
Mercurio	0,0290
Oxido rojo ó deutóxido de mercurio	0,0501
Minio	0,0623
Cal viva	0,2169
Vidrio sin plomo	0,1929
Acido nítrico á 1,2989 de peso específico	0,6614
Acido sulfúrico de 1,87 de id.	0,3346
Cuatro partes de ácido sulfúrico, y cinco de agua.	0,6031
Disolucion de nitro formada de. { nitro 1 / agua 8 }	0,8187
Aceite de oliva	0,3096

58 El calorímetro no solo sirve para determinar el calórico específico de los cuerpos, sino tambien la cantidad del relativo emitida durante la accion de los cuerpos sólidos y líquidos, la combustion, y la respiracion de los animales, etc.

No es difícil verificar la determinacion de la cantidad de calórico emitido por la accion recíproca de los cuerpos sólidos ó líquidos, reduciéndolos á la temperatura de 0°, y poniéndolos se-

(*) Masadelante (59—2° y 60) se encontrará la continuacion de esta tabla, sacada de las esperiencias de Laroche y Berard, de Petit y Dulong. Otros varios físicos se han ocupado en determinar el calórico específico de los cuerpos; pero no se citan, porque sus resultados no merecen la mayor confianza.

paradamente entre hielo molido. Se da tambien el mismo grado de temperatura al vaso en que se haga la combinacion, y mezclando en seguida los cuerpos con prontitud, habiendo colocado el vaso en la capacidad interior del calorímetro, se sigue la esperiencia como queda dicho.

Mas difícil es determinar la cantidad de calórico emitido durante la combustion de los cuerpos, y respiracion de los animales, aunque se puede conseguir con bastante esactitud en muchos casos; para lo cual se adaptan dos tubos al calorímetro, destinando uno á introducir el aire en la capacidad interior, y el otro para su salida; y los dos estan rodeados de hielo, de suerte que llega y sale á 0°. El agua procedente del hielo deshelado á la entrada del aire en el primer tubo, es inútil en la esperiencia; pero la que procede del hielo deshelado por el paso de este fluido al tubo de salida, se ha de recojer con cuidado, pues procede de la accion del calórico emitido durante la esperiencia. Asi que, el aparato debe distinguirse de manera que el segundo tubo sea parte de la capacidad media, condicion muy fácil de cumplir haciéndole circular en el hielo de esta misma capacidad. La esperiencia no debe prolongarse tanto que se altere la respiracion de los animales.

59 Hay otro calorímetro inventado por Rumford, con el que se puede medir el calórico emitido en la combustion de cierto número de cuerpos, y lograr varios resultados con mas facilidad y esactitud que por el de Lavoisier, y Laplace. Este calorímetro, que es sencillísimo, se compone de una caja de hoja de lata de 9 pulgadas de longitud, y 5 de ancho y de profundidad. A línea y media casi en cima del fondo de la caja, hay un conducto rectangular de 1 P. y 8 lib. de ancho y 9 líneas de espesor que va serpenteando de un estremo al otro; este conducto atraviesa la caja en uno de los estremos, y el fondo por el opuesto, y asi la parte de afuera termina en un embudo boca á bajo. La parte superior de la caja tiene dos bocas, una para llenarla de agua, y otra para colocar un termómetro. (*Lám.* XVIII).

CC'. Caja que contiene el agua.

B. Otra para echar el agua.

AA'. Boca para introducir el termómetro.

EE'. Conducto por donde pasan los productos de la combustion.

G. Embudo boca á bajo que recibe la llama de los cuerpos.

HH'. Sostenes de madera.

II'. Ladrillos en que se coloca el instrumento.

Para usar este calórimetro se echa por la boca B, una cantidad determinada de agua destilada; se introduce por la abertura A A', un termómetro cuyo depósito sea casi igual en altura á los lados de la caja, afin de conocer con mucha precision, la temperatura de las diferentes capas de agua, que debe ser primitivamente 5° inferior á la del aire. Dispuesto el aparato de este modo y colocado sobre su sosten ó apoyo, se prepara el cuerpo que se quiere esperimentar. Si es, por ejemplo, la cera, se hace una vela de una mecha muy fina, se pesa, y se enciende debajo del embudo; al instante se dirigirán los productos de la combustion al conducto rectangular que corresponde con el embudo, y comunicará al agua de la caja el calórico emitido por la combustion de la cera. Al momento en que la temperatura del agua sea superior á la del aire con los mismos grados, que era inferior antes de la esperiencia, se apagará la vela, y pesándola se determinará el peso de la cera quemada. De este modo se restablece en el aire con corta diferencia todo el calórico de que le haya podido privar el agua, y se obtiene suficiente esactitud en la esperiencia; lo que no se lograria si los fluidos tuvieran de antemano la misma temperatura. Observando entonces la que tiene el agua de la caja indicada por el termómetro, se determinará por un cálculo muy sencillo la cantidad de calórico emitido en la combustion del cuerpo. Si el agua de la caja pesa 13, $^{lib.}$ 02, comprendido el peso de la caja valuado en agua respecto á su calor específico, y si su temperatura asciende á 10°, las 13$^{lib.}$, 02, representarán solo 2$^{lib.}$, 17$^{cent.}$

de agua con la temperatura de 60°. Se sabe pues que 2 lib., 17 de agua, el pasar de 75° á 0° deshielan igual cantidad de hielo; por consiguiente 2lib., 17 de agua cuya temperatura desciende de 60° á 0°, deshelarán los $\frac{2}{5}$ de 2lib., 17 de hielo ó 27onz., y $\frac{7}{10}$, de que resulta que la cantidad de calor adquirida por las 13lib., 02 de agua será la misma que se necesitará para deshelar esta cantidad de hielo.

A este instrumento se le llama *calorímetro de agua*, para distinguirle del precedente denominado *calorímetro de hielo*.

Tabla de las cantidades de hielo fundido por el calor procedente de la combustion de varios cuerpos, segun Lavoisier *y* Laplace.

1 liv. de gas hidrógeno	313 lib. de hielo fundido.
de aceite de oliva	148,883
de cera blanca	140,000
de fósforo	100,000
de carbon	96,351
de sebo	95,813
de éter sulfúrico	74,313
de salitre con 1 libra de azufre.	32,000
de salitre con 0lib., 3125 de carbon.	12,000

Tabla de la elevacion de temperatura que comunica á 20 *granos de agua, la combustion de* 20 *granos de diferentes sustancias, segun las esperiencias de* Lavoisier, Laplace *y* Rumford (*).

Hidrógeno	23400°	LL.	
Aceite de oliva	11166	LL.	
	9044	R.	
Cera blanca	10500	LL.	
	9479	R.	
Aceite de colza purif.	9307	R.	
Sebo	8369	R.	
	7186	LL.	
Éter sulfúrico	8030	R. peso espe. 0.72834	á 20°
Fósforo	7500	LL.	
Carbon	7226	LL.	
Nafta	7338	R. 0,82731	á 13°, $\frac{1}{3}$
Alcohol á 42° aréom.	6195	R. 0,817624	á 15°,5
Idem mas acuoso	5422	R. 0,84714	
Idem á 33° aréom.	5261	R. 0,85324	
Leña de roble	3146	R.	

Despretz ha obtenido con el carbon 7914 en vez de 7226°, y con el hidrógeno 23620° en vez de 23400°.

Los números de esta tabla divididos por 100 dan el de granos de agua á 0°, que uno de cada cuerpo puede hacer hervir mediante el calor emitido en su combustion; divididos solo por 75, dan el número de granos de hielo á 0°, que deshelará este mismo calor.

(*) Esta tabla se ha estractado de la obra de física de Biot, LL significan *Lavoisier* y *Laplace*: R significa *Rumford*.

Welter ha deducido de esta tabla aproximaciones que podrán consultarse con fruto. (*Anales de quím. y física* XIX pag. 425, y XXVII, 223).

59—2° Se ha dicho que el calorímetro de hielo difícilmente servia para medir el calórico específico de los gases: pero no es así con el de agua. Delaroche y Berard le han usado con el mayor suceso para determinar este calor específico. La temperatura del agua era inferior en 2° á la del aire esterior, y la hicieron subir poco á poco á 2°, mas atravesando por el serpentin del calorímetro una corriente de gas en un volúmen dado, constante, y uniforme á una temperatura y presion conocidas, siendo esta de 0^{v}, 909, poco mas ó menos y de 100° la temperatura. De este modo graduaban los calores específicos relativos de todos los gases que esperimentaban, por que eran en razon inversa de los volúmenes empleados. En efecto, cuando en circunstancias iguales basten 84 cuartillos de un gas, y 78 de otro para elevar la temperatura del agua á un mismo número de grados, es evidente que el calor específico del primero será al del segundo como 78 á 84. Valuando en seguida el volúmen de los gases en peso, y conociendo su grado de enfriamiento y el calor adquirido por el agua del calorímetro, se compararán los resultados con el calor específico del agua.

Supóngase 1°, que la esperiencia se hace con un volúmen de gas atmosférico tal que represente 164$^{cuar.}$, 90 á la presion de 0^{v}, 909 y á la temperatura de 0°; este gas pesará 3$^{onz.}$, 76; 2°, que este gas á 96° de calor se reduce á 11° por el agua del calorímetro y que disminuye por consiguiente 85°; 3°, que el calor perdido por el gas basta para elevar la temperatura del calorímetro 4 grados; 4°, que el agua del calorímetro pesa 20$^{onz.}$, 14 y que la masa metálica de este, tiene una capacidad calorífica igual á 1$^{onz.}$, 41 de agua, se deducirá que 3$^{onz.}$, 76 de aire que pierden 85°, habran bastado para calentar 4° 20$^{onz.}$, 14, mas 1$^{onz.}$, 41 ó 21$^{onz.}$, 55 de agua. Puesto que 21$^{onz.}$, 55 de agua para elevarse 4°, necesitan

tanto calor como 1^{on2}, 014 para elevarse 85°, puesto que 21,55 multiplicados por 4 es igual á 1,014 multiplicados por 85, es claro que el calórico específico del agua es al específico del aire, como 3,76 : 1,014, ó como 1 : 0,2697.

Merece recomendarse la lectura de la memoria de Delaroche y Berard (*An. de quim.* LCXXV. 72, y 113), en cuanto al modo de obtener una corriente constante y uniforme de gas; al de darle por medio del agua hirviendo una temperatura cercana á 100°, sin trasmitir calor directo al calorímetro, y en cuanto á las precauciones que tomaron para asegurar el éxito de sus esperiencias.

Delaroche y Berard se han valido tambien de otro proceder para determinar el calor específico de los gases, teniéndole por mas esacto que el primero; y consiste en atravesar como en la esperiencia anterior, por el serpentin del calorímetro de agua, una corriente regular de un gas mantenido á una temperatura elevada y constante antes de entrar en él, y continuar la esperiencia hasta que la temperatura del agua sea estacionaria. Como la cantidad de calor perdida en cada instante por un cuerpo caliente y aislado en el aire, es proporcional al esceso de su temperatura respecto la del aire que le rodea; y que cada corriente de gas en razon de su naturaleza eleva la temperatura del calorímetro á un punto fijo, en que quedará estacionaria, resulta, que desde este punto el esceso de la temperatura estacionaria del calorímetro respecto la del aire esterior, será proporcional á la cantidad de calor emitida por la corriente de gas que atraviese el calorímetro (*). Por este medio han podido determinar lo mismo que por el anterior el calor específico de todos los gases, y compararle con el de agua; ya sea sometiendo el calorímetro á la accion de una corriente regular de agua caliente, y bastante lenta para que

(*) Esta ley es verdadera para los pequeños escesos de temperatura como los que se consideran; pero deja de serlo cuando se pone un cuerpo candente en un aire frio.

no produzca mas efecto que la corriente de los gases, ya apreciando por el cálculo la cantidad real de calor que el calorímetro podia perder en un tiempo determinado á la temperatura estacionaria, habiendo obtenido los resultados siguientes. (*Véase* la memoria citada anteriormente).

Calor específico de diferentes gases á una misma presion comparado con el de aire tomado por unidad.

	á volúmen igual.	á peso igual.
Aire atmosférico	1,0000	1,0000
Gas hidrógeno	0,9033	12,3401
— Acido carbónico	1,2583	0,8280
— Oxígeno	0,9765	0,8848
— Azoe	1,0000	1,0318
Protóxido de azoe	1,3503	0,8878
Gashidrógeno per-carbonado	1,5530	1,5763
— Oxido de carbóno	1,0340	1,0805

Calor específico de los gases comparado con el del agua tomado por unidad.

Agua	1,0000
Aire	0,2669
Gas Hidrógeno	3,2936
Acido carbónico	0,2210
Oxígeno	0,2361
Azoe	0,2754
Protóxido de azoe	0,2369
Gas hidrógeno per-carbonado	0,4207
— Oxido de carbóno	0,2884
Vapor acueo	0,8470

Determinado de este modo el calor específico de los gases, Delaroche y Berard han reconocido que el de cualquiera de

ellos, considerado con relacion á los volúmenes, aumenta con su densidad; pero en una proporcion menos rápida. Asi que el del aire, á la presion de 1^{vara}, 2032 es de 1,2396; y el del mismo volúmen, á la presion de 0^{vara}, 8859 no es mas que de 1,00. De que se sigue que los resultados de Delaroche y Berard en cuanto á los calores especificos, corresponden á un fenómeno compuesto. En efecto, la densidad de los gases es menor al entrar en el calorímetro, que al salir; puesto que se contraen al mismo tiempo que se enfrian. Por consiguiente, el calor que pierden procede del enfriamiento que esperimentan, y de la contraccion; por lo que para obtener resultados simples, será necesario observar separadamente estos dos efectos, de lo que se ocupa Dulong habiendo hecho á este fin un aparato muy ingenioso (*Física* de Biot, tomo IV, pág. 728).

Los esperimentos acabados de mencionar parece que se han hecho con gran precision y cuidado, y sin embargo sus resultados no concuerdan con los publicados por Haycraft. Segun este físico, todos los gases en igualdad de volúmen y presion tendrán la misma capacidad calurosa, y cree que si Delaroche y Berard no obtuvieron este resultado fue por que sus gases contenian algo de vapor acueo. La memoria de Haycraft, es interesante. (*Anales de química y física*, tomo XXVI, pág. 298.) pero no se pueden esponer sus esperiencias, porque corresponden principalmente á las obras de física.

6o Es evidente que se pueden obtener resultados esactos acerca de la capacidad calurosa de los cuerpos por medio de las mezclas, ó del calorímetro cumpliendo todas las condiciones indicadas; pero frecuentemente es dificilísimo adquirir una cantidad considerable de los cuerpos para servirse de uno de estos dos métodos, en cuyo caso es necesario recurir á otro. El mejor y mas perfecto es el siguiente, descubierto por Mayer, y mejorado por Leslie, Petit y Dulong. Se funda en el diferente tiempo que tardan los diversos cuerpos en las mismas circunstancias en enfriarse, y en sus calores especificos; lo que da propor-

ciones de que puede deducirse la razon de las capacidades conforme á la de los tiempos de enfriamiento, haciéndole con las precauciones convenientes, como es la de encerrar los cuerpos segun Leslie en una sustancia de la misma materia para evitar el error que provendria de la desigualdad en el poder radiante de las superficies. Pero la mas importante es la de precaverles de los inconvenientes originados de la diferente conductibilidad de las sustancias comparadas entre sí, y de su pronto enfriamiento. A este fin Dulong y Petit, procuran operar con pequeñas masas, pulverizadas, y colocándolas en un aire muy dilatado, haciendo las esperiencias á una temperatura comprendida entre 10°, y 5° de esceso á la del ambiente. La desigualdad de conductibilidad se debilita operando en masas pequeñas, aunque es cierto que el enfriamiento se efectúa, en menos tiempo; pero se puede retardar convenientemente, mediante la dilatacion del aire, la pulverizacion del cuerpo, y por la baja temperatura en que se le pone. Es necesario ademas cercar de hielo el ambiente, á fin de mantenerle á la misma temperatura durante la esperiencia, sin cuyo requisito no serian esactos los resultados. Dulong y Petit, proceden pues de la manera siguiente. Pulverizan mucho los sólidos, los encierran y comprimen en un vaso de plata cilíndrico delgadísimo, de pequeña capacidad y cuyo eje esté ocupado por la ampolleta del termómetro que gradúa el enfriamiento. En seguida elevan dicho vaso á una temperatura de 25 á 30°, superior á la del aire, por medio de una corriente de aire caliente, le colocan en el centro de un vaso delgado de cobre ennegrido interiormente para aumentar el poder absorvente, y cubierto por todas partes con una capa gruesa de hielo. Colocado el vaso de plata dentro del de cobre, se hace el vacío en este, hasta reducir la tension interior del aire á 1 línea, se observa el termómetro, cuyo tubo está fuera del vaso, y cuando sea 10° superior á la temperatura del ambiente se ve el tiempo que ha durado el enfriamiento. Este tiempo es por lo menos de 15 minutos, y sin

embargo la masa de los cuerpos con que se opera no pasa de 16adar., 69 aun cuando sean muy densos, tales como el platino y el oro.

Los valores del calor específico de varios cuerpos simples obtenidos por los autores, calculando sus observaciones por una fórmula que darán á conocer, son los siguientes.

Calores específicos (*).	Pesos relativos de los átomos (**).	Producto del peso de cada átomo por la capacidad correspondiente.
Bismuto . 0,0288	13,30	0,3830
Plomo. . 0,0293	12,95	0,3794
Oro. . . 0,0298	12,43	0,3704
Platino . . 0,0314	11,16	0,3740
Estaño . . 0,0514	7,35	0,3779
Plata. . . 0,0557	6,75	0,3779
Zinc. . . 0,0927	4,03	0,3736
Teluro. . 0,0912	4,03	0,3675
Cobre . . 0,0949	3,957	0,3755
Niquel. . 0,1035	3,69	0,3819
Hierro. . 0,1100	3,392	0,3731
Cobalto . 0,1498	2,46	0,3685
Azufre. . 0,1880	2,011	0,3786

Se manifestará mas adelante (76—3º) que como los pesos relativos de los átomos se deducen de las cantidades ponderables de las sustancias elementales que se combinan, son siempre algo arbitrarios los que se señalan, porque no hay medio esacto de descubrir el número efectivo de átomos de cada especie que entran en una combinacion Sin embargo, esta incertidumbre existe solo en algunos números que tienen entre sí

(*) El calor específico del agua representa la unidad.
(**) Se supone igual á 1 el peso del átomo del oxígeno.

relaciones simples; y Petit y Dulong los han hallado tales que admitidos, tendrian esactamente los átomos de los cuerpos simples, la misma capacidad colorosa. Es fácil convencerse de esto, á lo menos respecto á los átomos de las densidades señaladas en la segunda columna de la tabla, pues para conocer su calor específico basta dividir el de los cuerpos á que corresponden, por el número de átomos contenidos en un peso dado de cada cuerpo á que pertenezcan. Mas sabiendo que respecto á pesos iguales de materia, estos números estan en razon inversa de la densidad de los átomos, se deducirá el resultado que se investiga, multiplicando el peso de cada átomo por el número que espresa la capacidad del cuerpo á que pertenece; por ejemplo 13,30, peso del átomo de bismuto por 0,0288, capacidad calorosa de este metal. Si se examina la tercera columna, se verá que sus números son casi iguales, y asi la ley es esacta para los átomos considerados en ella, y probablemente para todos de cualquiera especie que sean; aunque no lo será, ó por mejor decir será diferente, si se adoptan en los pesos relativos de los átomos distintos de los de la segunda columna. Pero aun en este caso comprenderá evidentemente la espresion de una relacion simple entre los pesos, y los calores específicos de los átomos elementales.

Los autores citados despues de investigar la ley de los calores específicos de los átomos elementales, intentaron descubrir la de los compuestos; pero sobre esta solo han anunciado que hay una razon simple entre la capacidad de los átomos elementales y la de los compuestos (*Vease* su memoria, *Anales de química y física*, tomo x pág. 396).

Calórico específico de los cuerpos compuestos comparado con el de sus elementos constitutivos. Irvine y Crawford han publicado que si dos cuerpos se combinan con emision de calórico, el específico del compuesto que resulta, es menor que el que demuestra el cálculo dado por el conocimiento del calor específico de los componentes; y las proporciones en que se combinan,

y al contrario, si en una combinacion hay produccion de frio, entonces el calor específico descompuesto, es constantemente mayor que el que resulta por el cálculo; pero esta ley admitida al principio por los mas de los físicos, ha sido despues desechada por que de ningun modo concuerda con un gran número de hechos bien observados, y los mas dignos de atencion son los descubiertos por Petit y Dulong. Estos físicos observaron que las cantidades mas ó menos grandes de calor emitidas en el momento de la combinacion de los cuerpos, no tienen relacion con la capacidad de los elementos, y *que aun en los mas de los casos esta pérdida de calor no disminuye la capacidad calorosa de los compuestos que resultan.* El azufre y el plomo, v. g., emiten mucho calor cuando se combinan, y sin embargo la esperiencia prueba que estos elementos tienen precisamente la misma capacidad calorosa que el sulfuro de plomo; y lo mismo se verificará probablemente con el hidrógeno y el oxígeno, con este, y con el cobre y el plomo, el oxígeno y la plata, el azufre y carbon, respecto de los compuestos binarios que pueden formar, á saber: el óxido de hidrógeno ó agua, el óxido de cobre, de plomo, de plata, el carburo de azufre, de que nacen consecuencias muy importantes para la teoría de la produccion del calor.

Orígen del calórico.

60—2° Este fluido emana principalmente, ó resulta de dos orígenes; 1° del sol, y 2° de la composicion, la combinacion, y aun el simple contacto recíproco de los cuerpos.

El sol no solo despide rayos de luz, sino tambien de calórico que en gran parte se separan unos de otros en el espectro solar. En efecto, si los rayos luminosos atraviesan el prisma para aislar los siete de la luz, el rojo, anacarado, amarillo, verde, azul, añil y violeta, se observará que este último como mas refrangible, calentará menos el termómetro que el añil: este menos que el azul, etc., y que el rojo como menos refrangible, le ca-

lentará mas que todos los otros; pero menos que lo que le calienta el espacio á cierta distancia del pasaje de la esperiencia. Herschell, que hizo este descubrimiento, probó que el mayor calor fuera del espectro, está á la distancia de 6 líneas del rayo rojo, y que todavia es sensible á la de 19 líneas y 38 centésimos.

Calor por compresion. Comprimiendo á un cuerpo frotándole con otro, por percusion ó de cualquiera otro modo, emite calórico y al mismo tiempo se calienta. Estos fenómenos se observan diariamente: asi es que amartillando el hierro se calienta hasta que se encandece, y dos palos frotados uno con otro se encienden ¿ No se echan lumbres á cada momento con el eslabon y un pedernal golpeando uno con otro? Pues es que las párticulas metálicas muy calientes que se arrancan, arden con el contacto del aire se funden y comunican el fuego á la yesca. Segun Davy, pueden fundirse del mismo modo dos discos de hielo frotándolos uno contra otro en una atmósfera de temperatura inferior á cero. Los gases comprimidos emiten mucho calórico respecto á su masa á lo menos, como lo prueba el eslabon de aire, que consiste en un tubo de bomba de laton y un embolo de lo mismo con un huequecito á su estremo. En este se mete un poco de yesca bien seca (*), y comprimiendo el interior rápidamente con el embolo la yesca se inflama. Como los líquidos son poco comprimibles no emiten calórico por la compresion ó percusion.

Calor emitido en las combinaciones de los cuerpos. Los cuerpos combinándose ocasionan una variacion de temperatura que es ascendente si la combinacion es íntima, y descendente al contrario (709). Se habia creido que el calor producido en la accion recíproca de los cuerpos era efecto principalmente de que las moléculas del nuevo compuesto se acercaban y enlazaban con mas estrechez, y tambien de que tenia mayor ó menor capacidad calorosa; pero estas causas no son de

(*) Puede la yesca ser mucho mas combustible empapándola en una disolucion de nitrato de plomo y dejándola secar bien.

tanta trascendencia, por que es frecuente que el compuesto tenga tanta capacidad calorosa como sus principios constitutivos. De todos modos la manera de lograr los grados de calor que se necesitan, consiste en combinar uno de los principios del aire llamado *oxígeno* con los *combustibles*, tales como el carbon la leña etc. (*Véase la teoría*, artículo *combustion* 78).

Calor emitido por el contacto de los cuerpos. Siempre que un líquido moja un sólido, hay emision de calórico pequeñísima en los cuerpos inorgánicos como los metales y óxidos metálicos aun los pulverizados; pero es considerable en los vegetales, como las semillas, las raices, las diferentes partes de las plantas, y en los animales como en sus tegumentos, tendones, y todas sus partes membranosas. Si se moja uno de estos cuerpos bien secos, el termómetro asciende casi instantáneamente de 2 á 3 grados y á veces de 9 á 10. Para un efecto tan sensible, es necesario suponer que las moléculas del líquido y sólido, esperimentan por su contacto una accion muy eficaz que debe ser importante en los fenómenos de la fisiologia vegetal y animal (*Véase* la memoria de Pouillet sobre este particular. *Anales de química y de física*, tomo xx pág. 141).

Del frio.

61 Se ha dicho que el calórico emana de dos orígenes; y puede decirse lo mismo acerca del frio.

Este tiene un origen natural que procede de que en invierno, que es cuando mas se percibe, el sol permanece menos tiempo sobre el horizonte que en verano, y sus rayos nos llegan oblicuamente, caen en menor número sobre el mismo espacio, y atraviesan mas capas de aire atmosférico que en la última estacion en que los recibimos casi verticalmente.

El otro es artificial y el único de que se hablará, porque nace de la propiedad que tienen los cuerpos de hacer latente gran cantidad de calórico, trasformándose de sólidos en líquidos y gaseosos. (48 y 49).

Frio causado por los sólidos y líquidos. Si se mezclan dos sólidos, ó un sólido con un líquido, que tengan poca afinidad reciproca, pero la suficiente respecto á su cohesion, para que la combinacion pueda verificarse, y que el compuesto se funda pronto, se produce un frio mas ó menos considerable. Cuando los dos cuerpos son sólidos se mezclan siempre con nieve ó hielo, y asi se produce un frio de 19°, mezclando 2part., 5 de hielo, y una parte de sal comun, uno y otro á 0°. Sustituyendo otros cuerpos á la sal comun y bajando su temperatura y la del hielo —10 á —12°, se puede producir un frio de 40° (708).

Frio producido por los líquidos. Se ha probado que estos á una temperatura inferior á la de su ebullicion, tienden á trasformarse en vapor, y que en un espacio vacio ó lleno de gas se evapora una cantidad que depende del espacio, de la temperatura, y de la naturaleza del líquido (39). Puesto que una porcion de líquido absorve ó hace latente igual cantidad de calórico trasformándose espontáneamente en vapor, ó por la accion directa del fuego, es claro que la porcion que no se evapora se deberá enfriar, mientras que no reciba de los cuerpos que la rodean el calórico que ha emitido, en cuyo caso permanecerá estacionaria su temperatura: de esto se infiere que un líquido podrá originar mucho frio, si tiene gran tendencia á evaporarse; y esta es sin duda la causa porque cubriendo con un paño la ampolleta de un termómetro, sumerguiéndola varias veces en el éter, y volteándola rápidamente, el mercurio desciende aun en verano muchos grados debajo de cero. Por la misma razon se siente un frio penetrante cuando mojamos nuestros miembros con éter, y principalmente si se renueva el aire. Se ha aprovechado esta calidad de los líquidos para obtener agua fria, y en España, se ponen á la sombra y en una corriente de aire lo menos caliente posible, alcarrazas que se rezuman llenas de agua que se vaporiza en parte, mojando continuamente la superficie esterior de la vasija, y asi se disminuye la temperatura de la que queda en lo interior.

Pero si en vez de poner estos líquidos en contacto con el aire atmosférico, cuyas moléculas retardan y se oponen á la vaporizacion, se colocan en el vacío dentro del recipiente de la máquina neumática; el frio producido es mucho mas considerable. Por esta razon si se cubre con una esponja la ampolleta de un tubo de vidrio lleno de mercurio y se vierte sobre la esponja carburo de azufre, que es un líquido blanco muy volátil, y se suspende el tubo en una campana en que pueda hacerse el vacío con prontitud, se consigue congelar el mercurio en el espacio de algunos segundos, lo que solo se efectúa á —40°. El frio seria todavia mayor si fuera posible absorver el vapor á medida que se forma; porque la evaporacion no se detendria; y aun podria estenderse á los sólidos, segun lo prueba la esperiencia de Leslie sobre la congelacion del agua en el vacío, por medio del ácido sulfúrico usado como absorvente (*). Poniendo una tazita chata con agua y otra con ácido sulfúrico condensado dentro del recipiente de la máquina neumática, y mas arriba la primera que la segunda, hecho el vacío lo mas esactamente posible; una porcion de agua se evaporará, llenará el espacio del recipiente, será absorvida en poco tiempo por el ácido sulfúrico, y reemplazada por otra nueva porcion etc.; de suerte que á cada instante se formará nuevo vapor que será absorvido sucesivamente por el ácido. El vapor que se forma produce frio, y el que se condensa produce calor; de modo que si el agua se enfria el ácido deberá calentarse. Se calienta en efecto, no solo porque quedará aislado el calórico latente del vapor absorbido, sino tambien

(*) Se pueden sustituir al ácido sulfúrico otros cuerpos deliquescentes, como son el cloruro de calcio, y el nitrato de cal en fragmentos. Leslie habia hecho uso del trapp porfídico descompuesto, reducido á polvo, y secado en el horno; y posteriormente se ha servido de harina de havena un poco tostada, pero en este caso el frio producido no es tan grande (*Ana. de química y de física*, tomo IV, pág. 443, y tomo V, pág. 334).

porque se produce gran desarrollo de calórico cuando se mezcla el agua con el ácido sulfúrico, como se verá mas adelante (417). De todos modos el agua llegará á 0° en poco tiempo, y algunas veces en medio de un movimiento de ebullicion, y en seguida se congelará tanto mas pronto cuanto menor sea la temperatura atmosférica, mas perfecto el vacío, mas pequeña la cantidad de agua invertida respecto de la del ácido sulfúrico, y mayor la superficie absorvente de este. Por medio de una máquina que haga el vacío hasta $3^{lin.}$, 75 y de 7 á 10 $\frac{1}{2}$ onzas de ácido sulfúrico puestos en una taza ancha se podrá congelar fácilmente 1 onza de agua en el espacio de 5 á 6 minutos, con tal que la temperatura del agua y de la atmósfera esten á + 10 ó 12°. Estos resultados son dignos de atencion, aunque nada presentan que no haya previsto la teoría; pero no sucede lo mismo con los siguientes.

El agua aun cuando esté congelada, tiene todavia tendencia á evaporarse y la tiene á — 40°. Lo que lo prueba es que se puede enfriar el hielo hasta este término en la esperiencia que precede. En efecto, si se envuelve la ampolleta de un termómetro en una capa de hielo, sumerjiéndola varias veces en agua y esponiéndola cada vez á la temperatura de algunos grados debajo de 0°, si en este caso se suspende este termómetro debajo del recipiente de la máquina neumática, y se ponen sobre sostenes en lo alto de dicho recipiente, una ó varias tazas de ácido sulfúrico condensado, y se hace por último el vacío lo mas esactamente posible el termómetro, descenderá de grado en grado y llegará hasta mas allá de — 40°, suponiendo todas las condiciones mas favorables (*Anales de química*, tomo LXXXIII, págs. 177 y 183. *Véanse* tambien las observaciones de Gay-Lussac *sobre el frio producido por la evaporacion de los líquidos. Anales de química y de física*, tomo XXI, pág. 82).

Es evidente que el frio producido por la evaporacion de los líquidos desciende la temperatura tanto mas, cuanto mayor es la evaporacion en un instante dado, y en circunstancias

Así es, que poniendo un gas liquidado en un recipiente en que se ha hecho el vacío, y absorviendo el vapor á medida que se forme, se podrá producir un frio de mas de 80° debajo de 0°: y Bussy le produjo ya de 68° con el ácido sulfuroso líquido, y todo induce á creer que con un líquido que en vez de hervir á —11° como este ácido hierva á una temperatura inferior de —20° ó —30°, el frio causado por la evaporacion pasará de 68°.

DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA LUZ.

62 La luz puede producir muchos fenómenos químicos, pero su accion se manifiesta particularmente en los cuerpos colorados. Este agente altera los mas de los colores minerales, y todos los vegetales y animales en un tiempo mas ó menos considerable, y por sí solo ó junto con el aire, destruyendo algunos de ellos en pocas horas, como el color de rosa del cártamo ó alazor, que se da ordinariamente á la seda. En estos casos el color se descompone, ó por mejor decir el cuerpo que esperimenta la accion de la luz, unas veces se combinan en otro orden sus principios constitutivos resultando cuerpos nuevos, y otras se volatiliza alguno de estos principios, ó se combina con uno de los del aire. Pero como los efectos son los mismos sustituyendo á la luz un color mas ó menos considerable, que á veces ha de ser el de fuego rojo, se sigue que la luz obra en ciertos cuerpos del mismo modo que el calor rojo. Esta semejanza de accion, unida á que el calórico radiente obra frecuentemente como la luz, y á que está concentrada en el foco de una lente ó de un espejo reflector, funde cuerpos casi infusibles por los medios ordinarios, ha inducido algunos físicos á pensar que estos dos fluidos son idénticos, y pueden trasmutarse uno en otro: por lo que opinan que la luz se convierte en calórico cuando se combinan con las sustancias, y que el calórico se convierte en luz si tiene un grado elevado de tension, ó está muy acumulado en un cuerpo.

Sin embargo, muchas objecciones pueden hacerse á esta hipótesis, y las principales se fundan en la naturaleza y propiedades de los diferentes radios de que parece se compone la luz. 1º Se sabe que el rayo violeta calienta menos el termómetro que el añil; este menos que el azul; y así sucesivamente hasta el rayo rojo. 2º Herschell observó que fuera del espectro solar, y mas allá del rayo rojo, los hay mas calientes que él, á lo menos á cierta distancia; que estos rayos son obscuros, ó que por lo menos solo adquieren una sutil tinta roj[illegible] cuando se les reune por medio de un lente; y en una palabra, no son sino rayos calurosos. 3º Scheele ha demostrado que el violeta es de todos los rayos de luz, el que produce accion química mas eficaz en varios cuerpos; y Sennebier conoció que este rayo desarolla el color verde en las plantas mejor que todos los demas. 4º Wollaston, Ritter y Beckmann aseguran que mas allá del rayo violeta, fuera del espectro solar, se ven algunos oscuros como los que estan mas allá del rayo rojo; pero que manifiesta la propiedad de no producir calor, y la de ennegrecer mas pronto que los otros el cloruro de plata. En vista de lo cual opinan algunos físicos, que la luz presenta tres especies de rayos; los calorosos, que la dan la propiedad de calentar: los luminosos, de que nace su propiedad de alumbrar, y otra especie de rayos oscuros como los calorosos de que depende la accion que ejerce la luz en los cuerpos. Los primeros son menos refrangibles que los segundos; y estos menos que los terceros. Por consiguiente consideran estos físicos al fluido luminoso, y al del calor, como dos diferentes, fundándose ademas para esto, en que la luz de la luna reunida en el foco de un fuerte lente, no aumenta sensiblemente la temperatura del termómetro.

Pero los de opinion contraria creen que la mayor parte de la luz de la luna, es absorvida por el lente, y que la concentrada en su foco es tan débil, que su accion siempre será poco perceptible. De mas peso son las objecciones precedentes

á que responden diciendo que los rayos oscuros mas allá del espectro solar son verdaderos rayos de luz, pero demasiado ténues para ser perceptibles á nuestra vista, lo que no es dudoso, puesto que los rayos calorosos adquieren una tinta roja cuando se les reune en el foco de un lente, y tienen la facultad de polarizarse del mismo modo que los rayos luminosos segun Berard, (*Ana. de química*, tomo LXXXV, pág. 309). Dicen que la facultad de calentar, de alumbrar y de obrar químicamente en los cuerpos, no es peculiar á un rayo determinado, y que todos poseen mas ó menos estas tres propiedades: que si se admite la hipótesis de que los rayos luminosos no son mas que una modificacion del mismo fluido, en igual caso están los rayos oscuros de uno luminoso cualquiera que sea; y por consiguiente se ha de admitir que el calórico y la luz son dos fluidos idénticos.

De todas estas observaciones se deduce, que no puede considerarse como resuelta la cuestion de saber si el calórico y la luz, son dos fluidos distintos, y que mientras nuevas investigaciones no lo aclaren puede admitirse cualquiera de las dos opiniones; como en esta obra se admitirá la de considerarlos como modificaciones de un mismo fluido.

63 *Virtud refringente de los cuerpos.* Siempre que un rayo de luz atraviesa oblicuamente un cuerpo trasparente toma una nueva direccion, por lo que se dice que es un rayo *refracto*, porque su nueva direccion forma con la primitiva un ángulo que es el que da la medida del *poder refringente* del cuerpo. La refraccion es efecto de la atraccion que tiene á cierta distancia la luz con los cuerpos, y por esto se concive fácilmente la razon porque no se verifica, sino en cuanto el tránsito del fluido es oblicuo. Imagínese un rayo que caiga mas ó menos oblicuamente sobre una de las superficies de un prisma de cristal, y supóngase que la atraccion del radio con la sustancia vítrea puede efectuarse á línea y media, es evidente que el punto vítreo á que se inclinará su direccion, no le atraerá por otros puntos que por los de su inclinacion estando á menos distancia, y por

consiguiente, si el rayo es perpendicular á la superficie no se refringirá, porque las fuerzas impulsiva y atractiva obrarán en la misma direccion.

Los cuerpos refringen la luz en razon de su naturaleza. El poder refringente de un mismo cuerpo en un mismo estado es proporcional á su densidad, lo que no se verifica respecto á estados distintos, porque la virtud refringente de los vapores es menor que la de los líquidos que los producen. (*Anales de química y de física*, tomo 1, pág. 1ª).

La virtud refringente de los compuestos es diferente de la de sus elementos, y solo la de las mezclas es igual á ellos; y asi es que la virtud refringente del ácido carbónico se diferencia de la del oxígeno y carbóno que constituyen este ácido, mientras que la del aire no es diferente de la de los gases que le componen.

El oxígeno es el cuerpo que en densidad y temperatura iguales, tiene una virtud refringente menor, y el hidrógeno es el que la tiene mayor.

Potencias refringentes de los gases en la misma temperatura y presion, tomando por unidad la potencia refractiva del aire, (*Anales de química*, tomo xxxi, pág. 166).

Nombres de gases.	Potencias refringentes.	Densidad.
Aire atmosférico.	1.	
Oxígeno.	0,924.	1,1026
Hidrógeno.	0,470.	0,0685
Azoe.	1,020.	0,976
Cloro.	2,623.	2,47
Protóxido de azoe.	1,710.	1,527
Deutóxido de azoe.	1,03	1,039
Acido hidro-clórico.	1,527.	1,254
Oxido de carbóno.	1,157.	0,972
Acido carbónico.	1,526.	1,524

Nombres de gases.	Potencias refringentes.	Densidad.
Cianógeno.	2,832. . . .	1,818
Gas hidrógeno bi-carbonado. . .	2,302. . . .	0,980
Gas hidróg. proto-carbonado. . .	1,504. . . .	0,559
Éter hidro-clórico.	3,072. . . .	2,234
Acido hidro-ciánico.	1,531. . . .	0,944
Amoniaco.	1,309. . . .	0,591
Clor-óxi-carbónico.	3,936. . . .	3,442
Hidrógeno sulfurado.	2,187. . . .	1,178
Acido sulfuroso.	2,260. . . .	2,247
Éter sulfúrico.	5,197. . . .	2, 80
Sulfuro de carbóno.	5,110. . . .	2,644
Hidro-proto-fosforado.	2,682. . . .	1,256

Estos resultados se diferencian poco de los obtenidos por Biot y Arago, que se encontrarán con la virtud refringente de las diferentes sustancias sólidas y líquidas, en el Tratado de física de Biot.

Potencias refringentes de los fluidos elásticos compuestos, siendo la del aire 1 (*Anales de química*, tomo XXXI, pág. 176).

Nombres de gases.	Potencia refractiva observada.	Pot. calculada por la de los elemt.	diferencia de la observacion al cálcul.
Amonico.	1,309. . . .	1,216. . . .	+0,093
Protóxido de azoe. . . .	1,710. . . .	1,482. . . .	+0,228
Deutóxido de azoe. . . .	1,030. . . .	0,972. . . .	+0,058
Agua.	1, ...	0,933. . . .	+0,067
Gas clor-óxi-carbónico.	3,936. . . .	3,784. . . .	+0,0152
Éter hidro-clórico. . . .	3,72. . . .	3,829. . . .	—0,099
Ácido hidro-ciánico. . .	1,521. . . .	1,651. . . .	—0,130
Acido carbónico.	1,526. . . .	1,629. . . .	—0,093
Acido hidro-clórico. . .	1,527. . . .	1,547. . . .	—0,020

64 Se sabe que todos los cuerpos contienen cierta cantidad de *fluido eléctrico*. Este fluido puede considerarse como compuesto de dos diferentes, á saber: del *fluido vítreo ó positivo, y del fluido resinoso ó negativo*. Todos los cuerpos contienen estos dos fluidos; y estando combinados, ó en forma de fluido eléctrico no se manifiestan de modo alguno; pero si por cualquiera causa está aislado uno ú otro, ó los dos á un tiempo, comunican á los cuerpos, ó á su superficie la propiedad de atraerse ó repelerse, en cuyo caso se repelen estando electrizados del mismo modo, es decir, por el mismo fluido, sea positivo ó negativo; y por el contrario, se atraen estando electrizados, el uno positiva y el otro negativamente. Estos efectos se verifican fuera del punto de contacto, y siguen la ley inversa del cuadrado de la distancia. Esto supuesto, puede concebirse que si las moléculas constitutivas A y B de un cuerpo binario estan electrizadas una positiva, y otra negativamente, será posible disgregarlas si son movibles, presentando el compuesto á otro cuerpo en que domine el fluido positivo ó negativo, y con mas razon colocándole entre dos cuerpos, uno electrizado positiva, y el otro negativamente: porque la molécula electrizada negativamente, será atraida por el fluido positivo y repelida por el negativo; y la electrizada positivamente lo será por el fluido positivo y atraida por el negativo.

Este es el efecto que manifiesta la pila voltaica, instrumento acaso el mas precioso de los de la química, debido al génio de Volta, y con el que varios físicos y químicos, y principalmente Davy han hecho tantos, y tan brillantes descubrimientos.

65 *Pila voltaica.* Aislados, y puestos en contacto dos metales, que no tengan mas que su fluido eléctrico natural, v. g. un disco de zinc con uno de cobre, aquel se electrizará tan positivamente como el cobre negativamente. Esto supuesto, si se representa la electricidad del zinc por $+\frac{1}{2}$, la del cobre

deberá serlo por $-\frac{1}{2}$; y conviene esponer los fenómenos que en esta hipótesis presentan estas electricidades.

Sobrepuestos los discos uno encima de otro, y representadas sus electricidades por $+\frac{1}{2}$ y $-\frac{1}{2}$, si se establece la comunicacion entre la tierra y uno de los discos, su estado eléctrico será *cero*, y él del otro disco será $+1$, ó -1: $+1$ si el disco es él de zinc, -1 si es él de cobre, asi que la tierra suministrará toda la cantidad de fluido necesario para esta variacion. Si en vez de comunicar con la tierra se mantienen aislados los discos, y se pone el disco zinc, en contacto con el fluido positivo hasta que su estado eléctrico sea $+3$, el del cobre será $+2$. Si se repite la esperiencia con el fluido negativo ó con el positivo haciendo que el estado eléctrico del disco zinc, sea sucesivamente igual á $+3+2+1$, ó $-1-2$, etc., el estado eléctrico del disco de cobre será $+2+1$, ó $-1-2-3$; por último séau cuales fueren las variaciones, su estado eléctrico se diferenciará siempre de una unidad mientras esten sobre puestas y se toquen.

Supóngase que habiendo colocado en un aislador I, lám. XIX, fig. 1ª, el disco de cobre C, y el de zinc Z cuyas electricidades son por hipótesis $-\frac{1}{2}$ y $+\frac{1}{2}$, se pone sobre este último un carton Π empapado de agua, para que sirva de conductor, y sobre este el disco de cobre C'. El de zinc Z en este caso cederá la mitad de su fluido al disco de cobre C' por el intermedio del carton; pero como el disco Z contiene $+\frac{1}{2}$ de fluido, parece á primera vista que no debe ceder al de cobre C mas que $\frac{1}{4}$; pero si asi fuera, sería de $-\frac{1}{2}$ el estado eléctrico del disco de cobre C, en vez que el del disco de zinc Z, sería $+\frac{1}{4}$. Siendo pues la diferencia entre estos dos estados de electricidad igual á la unidad, y la suma de la de los tres discos igual á o, se sigue que la electricidad del disco C será $-\frac{2}{3}$ la del de $Z+\frac{1}{3}$, y la del de $C'+\frac{1}{3}$: si en seguida se coloca el disco Z' sobre el de C', se verificará una nueva distribucion de fluido eléctrico, tal que el nuevo disco contendrá una

unidad mas que el de C'; este tanto como el de Z, y en fin este último una unidad mas que el disco C; de lo que se sigue que el estado eléctrico de C será -1, el de Z cero, el de C' cero, y el de $Z'+1$. De la misma manera se conocerá fácilmente el estado eléctrico de los diferentes discos que se sobrepongan, atendiendo á que habrá una unidad de diferencia, entre el estado eléctrico de dos discos contiguos de cobre y de zinc; y aun quizá entre dos separados por un carton mojado, y que en todo caso será igual á 0, la suma de la electricidad de los diferentes discos. Si el número de estos es par, se tendrá el estado eléctrico del de C, dividiendo dicho número por 4, y poniendo al cuociente el signo $-$. Sean por ejemplo 16 los discos; el estado eléctrico del de C será -4, y por consiguiente el de los otros será sucesivamente $-3, -3, -2, -2, -1, -1, 0, 0, +1, +1, +2, +2, +3 +3, +4$. En este caso habrá igual número de discos superiores positivos que inferiores negativos: y tomando dos cualesquiera, el uno en la mitad superior, y el otro en la inferior á igual distancia de las estremidades, estarán igualmente electrizados, pero en sentido inverso, escepto los de la parte media que estarán á 0, y tanto mas electrizados, cuanto mas se aproximen á las estremidades, y que su número sea mas considerable. Si este es impar, el estado eléctrico del disco C, será la mitad aumentada con la unidad, y la mitad del número disminuida de la unidad, multiplicadas estas dos unidades una por otra, dividiendo el producto por el número de discos y poniendo al cuociente el signo $-$. Sean por ejemplo 5 discos; el estado eléctrico del de C, será 3 multiplicado por 2 y dividido por $5 = \frac{6}{5}$; y por consiguiente el estado eléctrico de los otros cuatro será $-\frac{1}{5}, -\frac{1}{5}, +\frac{4}{5}, +\frac{4}{5}$. Los discos estarán en el estado eléctrico de que se acaba de hablar mientras permanezcan aislados; pero este cambiará en el momento que no lo estén. En efecto, es evidente segun se acaba de decir: 1° que si se pone al disco C en comunicacion con el receptáculo comun, su estado eléctrico será cero

y el de los otros será $+1, +1, +2, +2$, etc.; 2° Si se pone por el contrario el disco Z^{XI} en comunicacion con el *receptáculo comun*, este disco estará á cero, como el de cobre, C, pero los discos inferiores estarán á $-1, -1, -2, -2, -3, -3$, etc. Del mismo modo el estado eléctrico de cada par de discos será absolutamente el mismo no interponiendo un conductor húmedo; como estando aislados cada disco de cobre será $-\frac{1}{2}$, y el de zinc $+\frac{1}{2}$; y que al contrario, los de cobre serán cero, y los de zinc $+1$, ó los de este cero y los de cobre -1, segun que se hayan comunicado con el suelo el cobre ó el zinc.

66 En la primera pila que hizo Volta sobrepuso discos de zinc, de cobre, y de carton mojado; pero este aparato se ha perfeccionado despues, dándole dos polos, uno positivo, situado en la estremidad superior *zinc*, y el otro negativo en la inferior *cobre*.

67 En virtud de las esperiencias hechas se ha observado: 1° que el zinc y el cobre son los dos metales mejores para la formacion de esta pila, porque se obtienen fácilmente, y con su contacto desarrollan mas electricidad que los mas de los otros; 2° que hay gran ventaja en soldar las dos piezas de zinc y cobre, que forman lo que se llama *un par*, y que se denominará en adelante *elemento de la pila*; por cuyo medio se obtiene un contacto perfecto, y se evita la oxigenacion de las partes contiguas. 3° El agua pura no es tan buen conductor como la salada, y sobre todo la ácida: y de los ácidos, el nítrico mezclado con algo del sulfúrico es el de mas efecto, ó que trasmite con mas celeridad la electricidad de un elemento á otro. 4° Está probado que se pueden usar del mismo modo planchas cuadradas ó de otras formas que circulares. 5° Los efectos químicos de una pila dependen principalmente de su tension, y esta es en razon directa del número de elementos, cualquiera que sea su dimension, por lo que es mejor valerse de una pila de planchas pequeñas que de otra de grandes,

siempre que sea igual la suma de las superficies. 6° Las pilas de discos anchos no convienen sino en algunas circunstancias, y particularmente en las que se quieren quemar hilos metálicos; en cuyo caso es necesaria gran cantidad de fluido, la que parece proporcional á la superficie de las planchas. 7° Si se coloca la pila verticalmente, y se conserva húmedo el conductor con cartón, papel ó paño, solo ha de haber una corta porcion de líquido entre cada elemento, porque la presion le hace correr á lo largo de la pila, y establece una comunicacion mas ó menos perfecta entre todas sus partes; cuya circunstancia hará necesariamente que se disminuya el efecto. 8° Puede remediarse este inconveniente poniendo de canto los elementos de la pila á cierta distancia unos de otros sobre cuerpos no conductores, y cerrando el espacio que los separe inferior y lateralmente, á fin de formar canales que contengan el líquido conductor, por cuyo medio se formará una pila horizontal. 9° Se consigue este mismo objeto con planchas rectangulares reunidas solo por sus estremos, formando en arco los elementos, y sumergiéndolos en vasos llenos del líquido propio para facilitar la accion de la pila, y de modo que en cada uno entren la plancha cobre de un elemento, y la de zinc del elemento inmediato, sin que por esto se toquen una á otra.

Muchas pilas se han hecho conforme á estos principios; pero solo se describirán las dos que se citarán en lo sucesivo.

68 *Modo de hacer una pila con planchitas sobrepuestas y soldadas.* Se hacen para esto unas cajitas de roble algo mas hondas y anchas que las planchas metálicas á cuyo fondo se da una capa de betun de 1 á $2^{\text{lin.}}$ y $\frac{1}{2}$ de espesor, compuesto de 4 partes de ladrillo molido, 3 de resina y 1 de cera amarilla. Por medio de una porcion de este betun se pega la primera plancha contra la pared interior de la estremidad $C\,C'$ de la caja (lám. XIX fig. 2), y en seguida se mete en un baño de betun el tubo encorvado de vidrio (lám. XIX fig. 3), colocándole á lo largo de los bordes inferiores y laterales de la plancha de la

caja (*Véase* el tubo sobre la lámina XIX fig. 4). Puesta de este modo la primera plancha, y barnizados los bordes laterales é inferiores de otra, se aplica contra el tubo de manera que esté perfectamente en frente de la primera, y que la superficie *cobre* de la una, corresponda á la de *zinc* de la otra. Sobre la segunda plancha se pone un segundo tubo y así sucesivamente, de manera que todos los tubos y todas las planchas esten paralelas entre sí, y á igual distancia de los bordes de la caja. De este modo habrá entre las paredes de la caja y las partes laterales de cada elemento, dos espacios que se embetunarán á fin de consolidar todo el aparato. El grueso de las planchas de zinc, debe ser tres ó cuatro veces mayor que el de las de cobre, y todas han de tener por lo menos 5 pulgadas de altura y 2 $\frac{1}{2}$ de ancho. Para facilitar el manejo del aparato y poder maniobrar con facilidad, basta que cada caja contenga 120 á 125 planchas (lám. XIX fig. 2.).

CC' C''C''', caja de madera.

DD', plancha de zinc.

EE', plancha de cobre soldada á la *DD'* de zinc.

II', tubo de vidrio embetunado á fin de separar el primer elemento del segundo, y formar la canal *OO'*.

TT'T''T''', betun colado entre las paredes de la caja y las planchas.

68 — 2° *Modo de hacer una pila de planchas rectangulares arqueadas, y en contacto por sus estremos.* (La lámina VII dará idea de la hechura de esta pila que es fácil, y la esplicacion está detallada en el artículo pila, y en la general de los vasos y utensilios al fin del último tomo por orden alfabético). Una pila de esta clase tiene la ventaja de presentar mayor superficie al líquido, y de producir en circunstancias iguales, efectos de fusion y combustion mas considerables que la otra; aunque en este punto ninguna iguala á la pila *helise*.

68 — 3° *Construccion de una pila de grande superficie en helise.* Esta pila es mas sencilla que la precedente (Véase la descricion de las láminas artículo *pila*).

69 Habiendo espuesto el modo de montar una pila, se comprenderá fácilmente el de probar su accion en los cuerpos que se quieren esperimentar con ella, si se pone por ejemplo, por el polo cobre en contacto con la tierra, todos los demas elementos estarán al estado positivo segun se ha dicho. Si entonces el polo zinc, cuya tension es grande, y el polo cobre en que es nula, se comunican por medio de un conductor perfecto tal como un hilo metálico, el polo zinc ó positivo, cederá una porcion de su fluido al polo cobre; el cual se amparará de una parte perteneciente al elemento que esté inmediamente debajo, y este adquirirá la facultad de hacerlo con el que le sigue, y asi sucesivamente hasta el polo cobre; de suerte que el fluido circulará sin cesar del polo positivo al negativo por el hilo metálico, y del polo negativo al positivo por los elementos y el líquido conductor que los separa. Como se trasmitirá con mas rapidez del polo zinc, al polo cobre, por el hilo metálico, que de un elemento á otro por el líquido que los separe, resulta que los polos tendrán el mismo grado de tension, y los elementos de la pila se aproximarán mas ó menos, segun que el líquido interpuesto sea mas ó menos buen conductor. Pero si en vez de comunicar los dos polos por un hilo metálico, comunican por un cuerpo que no trasmita tan bien el fluido eléctrico, como el líquido interpuesto entre los elementos, el fluido pasará con mucha menos rapidez del polo zinc al de cobre, que de este al otro, en cuyo caso estará la pila casi en el mismo estado que sino hubiera conductor. Es claro, que estos diferentes fenómenos se reproducirán si comunican los polos entre sí, y solo el de zinc con la tierra, con la única diferencia de que entonces el fluido pasará al polo positivo por los conductores del negativo, y por el interior de la pila del positivo al negativo, es decir, que la circulacion será enteramente inversa de la anterior. Por último, si se supone que la pila está aislada, habrá dos corrientes, la una de fluido positivo, que se dirigirá del polo zinc al polo cobre, y la otra

de fluido negativo, cuya direccion será del polo cobre al de zinc.

70 *Modo de esperimentar los cuerpos con la pila.* Para esto se adaptan dos hilos gruesos, ó conductores metálicos de laton ó de platino, uno al polo positivo, y otro al negativo; se llenan casi enteramente las canales de la pila de ácido nítrico del comercio, aguado con catorce ó quince partes de su peso, y el cuerpo de la esperiencia se pone en contacto con las estremidades de los polos positivo y negativo; de tal manera, que no se toquen los hilos, y disten uno de otro algunas líneas. La accion será tanto mayor en circunstancias iguales, cuanto menor sea la distancia entre los hilos, y sea mejor la comunicacion metálica. Los hilos pueden acercarse como se quiera sin estraviar el fluido, y sin que cause conmocion, asiéndolos con los dedos bien secos, ó haciéndolos atravesar por dos tubitos de vidrio de un diámetro pequeño.

La comunicacion no se establece bien sino se sueldan los hilos á los polos zinc y cobre, ó á pequeñas planchas de laton que entren en las últimas canales de la pila (lám. XIX fig. 2). *PP'* pila; *FF'* hilos dentro del agua de la tazita *M*, y de las canales estremas de la pila por medio de planchas de laton á las cuales estan soldados. En la figura 5 se ve uno de estos hilos soldado á una plancha.

71 Sucede á veces que una sola pila no basta para producir el efecto deseado; en cuyo caso se reunen varias, formando lo que se llama *batería*. Esta se hace por medio de un hilo de laton soldado en sus estremos á dos planchas del mismo metal, introduciendo la una en la canal positiva de la primera pila, y la otra en la negativa de la segunda; en cuyo caso es evidente que las diferentes pilas solo forman una, porque no son sino la continuacion una de otra. De esta manera pueden reunirse tres, cuatro, cinco ó mas, y se opera como se ha dicho; advirtiendo que uno de los hilos, que han de trasmitir el fluido al cuerpo, deberá proceder del polo negativo de la primera, y el otro del polo positivo de la última. (*Véanse*

en la lámina XIX, figura 6, tres pilas reunidas entre sí).

CC', conductores que comunican, el primero con la pila *AA'* y la *BB'*, y el segundo con la pila *BB'* y la *DD'*.

HH', otros conductores que salen de los polos de la batería para hacerla obrar en los cuerpos.

M fig. 7, conductor cuya plancha *P*, vista de frente entra en la canal estrema de la pila *AA'*, y *P'* en la de *BB'*.

La accion de la pila disminuye á medida que el ácido obra en el cobre y zinc; por lo cual es necesario renovarle de cuando en cuando. Para esto, si las pilas son semejantes á las descritas (68), deben vaciarse poniéndolas boca á bajo, y colocándolas despues como antes, se llenan de ácido, y concluida la esperiencia, se limpian de nuevo, lavándolas con varias aguas, y poniéndolas boca á bajo para que escurran, y no se corroan las planchas. Pero si son de la forma última, es mejor añadir de cuando en cuando algo de ácido condensado, á los vasos en que se meten las planchas para mantener la accion, y sacándolas cuando se termina la esperiencia, ponerlas en agua por algun tiempo, y despues al aire para que se sequen.

72 *Accion de la pila en los cuerpos.* Esta no produce efecto en los que no son conductores del fluido eléctrico, tales como los gases, el azufre sólido, los aceites, las grasas, el vidrio, la piel bien seca; ó á lo menos solo obra en el caso de estar los hilos tan inmediatos, que el fluido pase de uno á otro en forma de chispa. Por el contrario, su accion es mas ó menos considerable si los cuerpos son conductores de este fluido; y entonces calientan, funden, y aun trasforman en gases los cuerpos simples, y disgregan los elementos de los compuestos.

1° Si se ata un hilo de hierro muy fino á la estremidad de uno de los de laton, ó platino adaptados á los polos de una fuerte batería compuesta de planchas anchas, por ejemplo al polo zinc, llenando de ácido las canales de la pila, y poniendo el hilo de hierro en contacto con el de laton del polo cobre, se verá instantáneamente, segun lo han observado Thenard y Hachette (*Anal. de*

quím.), que el hilo de hierro solo se enrojece dentro de una atmósfera de gas azoe, y arde y se quema rápidamente si está en contacto con el aire, ó el gas oxígeno. Será tanto mayor este efecto, cuanto lo sean los elementos de la pila, y mas pequeño el diámetro del hilo de hierro: por consiguiente, si el hilo fuere algo grueso apenas se calentará, porque todo el fluido podrá correrse por la superficie de aquel, al paso que si esta es muy pequeña, y no basta para la trasmision del fluido, penetrará este la parte interior del hilo, y emitirá, á lo que se cree, su calórico (*). La batería voltáica obra pues, del mismo modo que una ordinaria de botellas de Leyden, por lo que una pila puede considerarse semejante á una de ellas, si tuviese la propiedad de cargarse por sí de fluido apenas se la descargase.

2º Sustituyendo el carbon al hierro, y colocándole en el vacío encandecerá y lucirá mucho tiempo, si la pila es muy fuerte, y está aislada. Sir Humphry Davy, que fue el primero que hizo esta esperiencia que solo se diferencia de la anterior en la duracion, concluyó que el calórico podria muy bien no ser sino un compuesto de fluido positivo y negativo.

3º La piel bien seca conduce mal el fluido eléctrico, y por esta razon si se ponen en comunicacion con los dedos secos los polos de la pila, y solo se la descarga en parte, se esperimenta una conmocion pequeña; pero si se mojan los dedos con un líquido buen conductor, como con una disolucion ácida, y se toman los dos hilos metálicos para la comunicacion, la pila se descarga instantáneamente, y produce una conmocion aguda continua, y que se estiende mas ó menos á los órganos, en razon de que el fluido eléctrico circula incesantemente de un polo á otro por el intermedio de' brazo.

73 La pila aumenta la temperatura de los cuerpos compuestos del mismo modo que la de los simples; y se espondrán las in-

(*) Children, obtuvo los mayores efectos de fusion, vaporizacion, y combustion; y sus esperiencias se han publicado en los *Anales de química*, tom. XCVI, pág. 120. Se recordarán al tratar de los metales (130—2º).

vestigaciones de Grotthuss acerca del modo con que los descompone (*Anales de química*, tom. LVIII, pág. 54).

Si se adaptan á los polos de la pila en accion, dos hilos de platino poniendo sus puntas en contacto con un cuerpo que pueda descomponerse, las moléculas constitutivas de las partículas colocadas entre el polo positivo y el negativo, se polarizan inmediatamente, es decir, que su fluido eléctrico natural, se descompone de manera que unas serán positivas, y se coordinarán en frente del polo negativo, mientras que otras serán negativas y se pondrán frente del polo positivo. Supóngase que solo haya entre los dos polos, cinco partículas compuesta cada una de dos moléculas, y represéntese por A la molécula positiva, y por B la negativa de la primera partícula; por A' la positiva, y por B' la negativa de la segunda partícula etc., resultará la coordinacion que se observa en la fig. 8 de la lám. XIX, en la que el polo positivo se representa por la letra P, y el negativo por N. Atrayendo pues el hilo negativo, todas las moléculas A, y rechazando todas las B, como al mismo tiempo el hilo positivo atrae todas las moléculas B, y rechaza todas las de A, se verifica que estas se dirijen sucesivamente al estremo del hilo negativo, mientras las otras al del hilo positivo, pero en el tránsito, una molécula cualquiera negativa, no quedará libre sino habiendo combinado antes momentánea y sucesivamente con todas las positivas que toque, y recíprocamente, una positiva se combinará con todas las electrizadas negativamente. La molécula B, v. g. al abandonar la de A, se combinará con la de A', y en seguida se separará de esta para combinarse con la de A'', de la que se separará tambien para unirse con la molécula A''', y de este modo llegará la molécula B al cabo del hilo positivo, en donde libre de toda combinacion aparecerá con todas sus propiedades características. Lo mismo sucederá con otra molécula cualquiera, y asi la molécula A^{IV} al abandonar la molécula B^{IV} que la sigue, se combinará con la B''' etc., etc.; de lo que se infiere que las mo-

léculas A^{iv} y B, impelidas por fuerzas iguales en sentido opuesto, se combinarán á igual distancia de los dos polos.

Supóngase ahora que en vez de colocar cinco partículas entre los dos polos, haya una infinidad de ellas, es evidente que conforme se descompongan las que toque la corriente eléctrica serán reemplazadas por otras, y así se podrá descomponer cierta cantidad de un cuerpo con tal que la pila esté siempre en actividad.

Todos estos fenómenos se producirán igualmente cuando uno de los polos de la pila esté en comunicacion con la tierra. En este caso, no habrá á la verdad mas que un polo atractivo y repulsivo; pero su fuerza será doble de lo que sería si la pila estuviera aislada. En efecto, considérese una pila aislada y compuesta de seis elementos ó doce planchas; el polo cobre será -3 y el polo zinc $+3(65)$: y si se comunica uno de estos polos con la tierra, llegará á estar á 0, y el otro á $+6$ ó -6, segun que se establezca la comunicacion por el polo cobre ó por el de zinc.

74 Para aclarar mas esta teoría apliquése á lo que se observa en la descomposicion del agua, que es un compuesto de dos gases que aislados se llaman *oxígeno* é *hidrógeno*— Sometiendo este líquido á la accion de la pila, el oxígeno pasará al cabo del hilo positivo y el hidrógeno al del hilo negativo. Por consiguiente, las partículas de agua se polarizarán de manera que sus moléculas de oxígeno serán negativas, y las de hidrógeno positivas; las primeras serán, pues, representadas por A, y las segundas por B (lám. xix fig. 8); y puesto que el hidrógeno no se combina con la mayor parte de los metales, mientras que el oxígeno se combina con todos, escepto el oro, el platino y algunos otros, formando con ellos compuestos sólidos, el hidrógeno se eshalará casi siempre en gas á la punta del hilo negativo, y no se verificará lo mismo con el oxígeno por la del hilo positivo, sino en el caso de haberse servido de hilos de oro, platino, etc. Se puede hacer fácilmente esta esperiencia y recoger

los gases procedentes de la descomposicion, encorchando el cuello de un embudo de vidrio, y atravesando por el corcho los cabos de los dos hilos de oro de los dos polos negativo y positivo, y despues de haber embetunado el corcho con lacre por dentro y fuera del embudo se le media de agua, poniendo encima de las puntas de los hilos dos campanitas llenas de agua (lám. XIX, fig. 9.)

Si la pila es fuerte, y si el agua contiene algo de sal ó mas bien de ácido, lo que aumenta mucho su conductibilidad, se observará una efervescencia viva en el estremo de cada hilo. Los gases oxígeno é hidrógeno, que originan esta efervescencia se reunirán en lo alto de la campana desalojando poco á poco el agua que contiene, y reemplazándola.

75 De lo que precede debe deducirse, que la descomposicion de un cuerpo por la pila, consiste en la relacion que hay entre la afinidad recíproca de sus principios y la propiedad de poder adquirir estados opuestos y mas ó menos eficaces de electricidad; por lo que habrá cuerpos de gran afinidad que se disgregarán por la pila, mientras otros de menor afinidad entre sus principios, no podrán serlo: y el agua es un ejemplo del primer caso. Esto daria á conocer lo importante que seria saber la propiedad que tienen los cuerpos de ser mas ó menos positivos ó negativos unos respecto de otros, pero por desgracia no hay en este punto las observaciones que serian de desear. El orden que segun Berzelius siguen con corta diferencia los cuerpos simples colocados de modo que uno de ellos sea positivo respecto de los que le preceden, y negativo respecto de los que le siguen es el siguiente.

1. Oxígeno.
2. Azufre.
3. Azoe.
4. Radical del ácido fluórico.
5. Fósforo.
6. Selenio.
7. Arsénico.
8. Molibdeno.
9. Cromo.
10. Túngsteno.
11. Boro.
12. Carbóno.
13. Antimonio.
14. Teluro.
15. Tántalo.
16. Titano.
17. Silicio.
18. Osmio.
19. Hidrógeno.

—

20. Oro.
21. Iridio.
22. Rodio.
23. Platino.
24. Paladio.
25. Mercurio.
26. Plata.
27. Cobre.
28. Niquel.
29. Cobalto.
30. Bismuto.
31. Estaño.
32. Zirconio.
33. Plomo.
34. Cerio.
35. Urano.
36. Hierro.
37. Cadmio.
38. Zinc.
39. Manganeso.
40. Aluminio.
41. Itrio.
42. Glucinio.
43. Magnesio.
44. Calcio.
45. Estroncio.
46. Bario.
47. Sodio.
48. Potasio.

Se sabe ademas:

1° que es necesario añadir á esta lista el cloro y el iodo, y colocarlos inmediatamente despues del oxígeno.

2° Se ha de tener presente que falta mucho para que haya la misma diferencia de propiedades electro-químicas, entre dos cuerpos colocados uno despues de otro en la serie: y asi la diferencia, que es muy grande en algunos casos entre dos cuerpos es apenas perceptible entre otros dos. El azufre v. g. es

mucho mas positivo relativamente al oxígeno, que no lo es el cobre respecto de la plata.

3º Un ácido es siempre negativo respecto de una base salificable, de tal suerte, que si despues de haberlos combinado se somete el compuesto á la accion de la pila, la base pasará al polo negativo, y el ácido al positivo, á no ser que la base ó el ácido puedan descomponerse por la corriente eléctrica. El sulfato de protóxido de potasio está en el primer caso, y el sulfato de óxido de plata en el segundo, y asi el ácido con el oxígeno del óxido de plata pasan al polo positivo, y la plata se reune en el negativo; mientras que con el ácido y el óxido del sulfato de protóxido de potasio que no se descomponen, sucede lo que se ha dicho.

4º No solo los cuerpos simples comprendidos en la primera parte de la serie son negativos respecto de los de la segunda que comienza por el oro, sino que sucede lo mismo con los compuestos oxígenados entre sí, que pueden formar estas dos clases de cuerpos; y sin duda á esto se ha de atribuir el que los óxidos de la primera obran como ácidos cuando se combinan con los de la segunda.

5º Por último, parece que cuando los cuerpos pueden combinarse, y se ponen convenientemente en la corriente del fluido de la pila, uno de ellos puede ser siempre positivo, y el otro negativo; y que la diferencia de su estado eléctrico es muy grande, si tienen mucha afinidad recíproca. Puesto que dos cuerpos electrizados de diferente modo se atraen, pudiera creerse segun lo ha observado Davy, que la afinidad química no depende sino de la fuerza eléctrica.

Berzelius ha hecho valer varias consideraciones importantes en favor de esta opinion; pero se presentan dos objecciones muy fuertes que no se le han ocultado á este célebre químico sueco: la primera es, que si la afinidad química no dependiera sino de la fuerza eléctrica, resultaria que el oxígeno, por ejemplo, deberia tener tanta mas afinidad con un cuerpo combustible, cuanto mas

se aproximase este al último en la serie; y no obstante parece que no sucede así en muchos casos: la segunda es, que admitiendo esta hipótesis, sería difícil concebir la adherecia íntima y duradera que contraen las moléculas, y es producida por la combinacion, porque es de creer que al verificarse esta, los fluidos se neutralizan; en cuyo caso bastarian los medios mecánicos para separar las moléculas, y esto no sucede así. Por lo que admitiendo las fuerzas eléctricas se continuará considerando en esta obra la afinidad propiamente tal, segun se ha definido anteriormente. (*Véase* la obra de Berzelius titulada *Ensayo sobre la teoría de las operaciones químicas*, pág. 56).

S. H. Davy guiado por estas observaciones ha hecho una aplicacion útil de los conocimientos científicos, al modo de conservar los buques aforrados en cobre, para lo que basta poner cobre en contacto con pedazos de hierro, hierro colado ó zinc, de distancia en distancia. De este modo el cobre no se altera, porque el oxígeno del aire que le habria de corroer disolviéndose en el agua, se combina solo con el hierro, el hierro colado, ó el zinc, que estan siempre electrizados positivamente respecto al cobre. Si como es de creer los viajes marítimos confirman este resultado, Davy habrá hecho otro gran servicio que probará la útilidad de las ciencias, cuando se saben aplicar á los usos del hombre y adelantamientos de la sociedad (*).

(*) *Anales de química* tomo XXVI, pág. 84 y XXIX, pág. 187. La electricidad desenvuelta con el contacto de los cuerpos no metálicos, siempre aparece solo con tensiones muy débiles, y así las observaciones que se hacen entonces, son tan delicadas é inciertas, cuanto que se hacen con metales que han de reunir las pequeñas cantidades de electricidad, y que causas imprevistas trastornan á menudo el orden de los fenómenos. *Anales de química* tomos XXV y XXVI.

Se tendrá sin embargo presente, que juntando una disolucion ácida, con un metal que no tiene accion química, este adquiere ó manifiesta la electricidad positiva y el ácido la negativa.

Lo contrario se verifica si la disolucion es alcalina, ó no ácida.

El agua pura, el zinc, el hierro, el plomo, y el cobre, puestos en con-

75 — 2° Se han hecho muchas investigaciones acerca del modo de obrar el líquido que se pone en las pilas, lo que se comprenderá fácilmente, observando la diferente accion que produce en los metales de ellas. Depende esto de la calidad del líquido, y si es agua sola, se observa que se descompone lentamente, y que sus dos principios constitutivos se disgregan, combinándose su oxígeno con el zinc, y exhalándose su hidrógeno en gas. Si es agua salada, ó que contenga ácido sulfúrico ó hidro-clórico, se descompone tambien, como en el caso anterior, resultando un óxido de zinc, y el gas hidrógeno; pero su descomposicion es rápida con el ácido súlfurico disolviéndose parte del óxido en la sal y totalmente en el ácido. Por último, si es agua nítrica corroe y disuelve los dos metales, y aunque este efecto es grande en el zinc, no lo es tanto en el cobre, de lo que resulta mucho nitrato de zinc y algo de nitrato de cobre, los dos solubles en el líquido, y se exhala gas óxido de azoe. La pila suministra mayor cantidad de electricidad en un tiempo dado si la accion química es fuerte, que cuando es débil; y se acaba de manifestar, segun se repetirá adelante, que si los ácidos se combinan con las bases, ó disuelven los metales, se producen cantidades de electricidad muy perceptibles en el multiplicador de Schweigger (76—3°). Parece pues demostrado que la electricidad procede en parte de la accion química, aunque muchos físicos creen todavia que esta es mas enérgica que la causada por el contacto de los dos metales que forman cada elemento.

---

tacto, manifiestan la electricidad negativa al mismo tiempo que el agua la positiva, y en esta se desenvuelve la negativa si se junta ó toca con la plata, el oro y el platino, que manifiestan en tal caso, la electricidad positiva.

El agua del mar es positiva tocando al cobre.

El platino es mas positivo con el ácido sulfúrico aguado, que negativo con la plata, el oro, el hierro, etc.

Las acciones ó tensiones electro-motrices de los líquidos con los metales, aumentan las tensiones eléctricas de los elementos de la pila.

Se han espuesto las nociones mas precisas acerca de los fenómenos químicos observados en la pila, aunque son incompletas sin duda; pero se estenderán de un modo conveniente en la historia de las diferentes especies, ó mas bien de los diversos géneros de cuerpos; teniendo presente para ello las escelentes memorias de Hisinger, Berzelius y Davy. (*Anales de química*, tomo LI, pág. 167; tomo LXIII, págs. 172 y 225, y tomo LXXXVI, págs. 146 y 225.)

DEL FLUIDO MAGNÉTICO.

76 Se da este nombre á la propiedad que tienen el imán natural ó artificial de dirigirse por un lado hácia el polo norte, y por el otro hacia el polo sur, y de inclinarse hácia el primero en el hemisferio boréal, y hácia el segundo en el austral, como la de no inclinarse á lado alguno en ciertos lugares que forman lo que se llama *ecuador magnético*, y la de atraer vuelta hácia el norte la parte de otro imán vuelta hácia el sur, rechazando por el contrario la parte norte de este imán etc. El estudio de propiedades tan estraordinarias es muy interesante; pero correspondiendo á la física, solo se mencionará para señalar el lugar que toca en la clasificacion química al fluido magnético. Se observará, sin embargo, que solo tres cuerpos simples pueden ser atraidos por el imán, á saber: el hierro, el niquel y el cobalto; que el primero posee esta propiedad en mas alto grado que los otros; que es modificada y á veces destruida en ellos por sus combinaciones con otros muchos cuerpos, y particularmente con el azufre, el arsénico y el oxígeno; y que el imán natural es una vena de óxido de hierro, siendo los imánes artificiales de acero que es un compuesto de hierro y carbon, los que sirven para separar el hierro puro ó poco óxidado de los otros cuerpos, con que pueda estar mezclado.

Si es cierto que el fluido magnético solo se desenvuelve de un modo eficaz en los tres cuerpos mencionados, parece sin

embargo que los otros no carecen absolutamente de él, porque Coulomb probó que poniendo agujas, entre dos imánes muy eficaces, y aislándolas de todo cuerpo sólido, aun de los del reino inorgánico, toman una direccion determinada, y oscílan.

El Sr. Arago acaba de descubrir que los efectos y fenómenos magnéticos se patentizan de otro modo, y el hecho principal en que se funda es el siguiente. Se hace girar sobre sí mismo un disco de cobre, madera, vidrio, ó cualquiera otra materia de 6 á 10 pulgadas de diámetro y de algunas líneas de grueso, imprimiéndole el movimiento de rotacion por medio de una máquina como la de un relox ú otra que produzca el mismo efecto, pero en que no entre materia magnética. A cierta distancia del disco, y poniendo entre ella y este un papel ó pergamino, para que no se puedan tocar ó comunicar y paralelamente á él, se coloca una aguja de imán, que esté en un ambiente tranquilo y donde nada la mueva, y apenas el disco empieza á girar, la aguja se desvia de su direccion, parece que es arrastrada en la direccion del disco, de modo que si este se mueve con velocidad, gira con él como con un movimiento continuo. La esperiencia se puede hacer en sentido inverso, es decir, suspendiendo el disco y haciendo girar el imán; de lo que se deduce, que un cuerpo cualquiera puede por la rotacion obrar en una aguja imán, cesando la accion con el movimiento. Se ignora si estos fenómenos se han de atribuir al fluido magnético, ó á una accion desconocida, que se desenvolverá por el movimiento.

Del electro magnétismo.

76—2° La electricidad, que puesta en movimiento por la pila de Volta, disgrega los elementos de los cuerpos; manifiesta tambien otra accion cuyo conocimiento ha aclarado muchas leyes de la física y de la química. Este importante descubrimiento se debe al sabio profesor OErsted. Comunicando

los dos polos de una pila por un hilo metálico, y establecida perfectamente la circulacion de la electricidad, resulta lo que se llama corriente eléctrica. Son estas semejantes, aunque instantáneas, si se trasmite por un cuerpo conductor la descarga de una batería, ó de una botella de Leyden, ó solo con comunicar por medio de aquel el suelo y el cuerpo electrizado. Si á una de estas corrientes, y principalmente á la de la pila, que es la mas enérgica se presenta paralelamente un imán, como una aguja de marear, esta se vuelve, se agita, y esperimenta una accion muy señalada de parte del hilo metálico. La electricidad en movimiento obra por consiguiente á distancia en los cuerpos magnéticos; lo que es tanto mas de admirar en estos dos fluidos imponderables, cuanto que en reposo nunca obra uno en otro. La direccion de las fuerzas que producen este fenómeno se reconoce neutralizando con imánes colocados convenientemente la accion de la tierra en la aguja; por cuyo medio se advierte que siempre se dirige perpendicularmente á la corriente; pero formando cruz con ella, la mitad boreal á la derecha, y la mitad austral á la izquierda (*).

La verdadera direccion, pues, de la fuerza es perpendicular á la corriente y á la menor distancia que hay entre esta y el polo, asi como pasando por este si es austral, se encamina hácia la izquierda de la corriente, y á su derecha si es boreal. Es tambien muy notable, que si la corriente solo obra en un polo que se mueva libremente, este gira al rededor de ella con un movimiento contínuo; que es lo que se verifica mediante un aparato hecho con estas condiciones. Las proposiciones inversas son igualmente verdaderas, á saber, que el polo de un imán dispuesto convenientemente dirige una corriente movible, ó la

(*) Suponiendo á un hombre tendido sobre la corriente, los pies hácia el zinc de la pila, la cabeza hácia el lado cobre, y la cara vuelta hácia la parte medida de la aguja, su derecha y su izquierda serán la derecha y la iquierda de la corriente.

hace dar vueltas al rededor de él con un movimiento contínuo.

Como la tierra respecto á su accion magnética puede asimilarse á un imán, debe producir y produce en efecto los mismos fenómenos, es decir, que dirige las corrientes eléctricas, ó las hace dar vueltas del mismo modo que lo hace el imán. Ampere ha hecho otro descubrimiento fundamental que tiene conexion con los anteriores, é ilustra las relaciones que hay entre la electricidad y el magnetismo; y es que las corrientes eléctricas ejercen entre sí una accion recíproca, y se atraen cuando van en una misma direccion, y se repelen cuando es contraria. Tambien pueden dirijirse la una á la otra, ó hacerse andar al rededor con un movimiento contínuo si se las dispone convenientemente; por último, reproducen en virtud de su accion todos los fenómenos de los imánes unos sobre otros ó sometidos á la de las corrientes.

De la observacion de estos fenómenos ha nacido el instrumento llamado electroscopio, y el mejor y mas propio para descubrir la presencia de las mas pequeñas corrientes eléctricas, sea que procedan de la accion electro-motriz, que se ejerce por el contacto de los metales, ó de las acciones químicas de los cuerpos entre sí, y es el que se va á describir. Parece que Schweigger es el primero que ha usado este instrumento designado con el nombre de *multiplicador*.

Se compone, 1° de un hilo metálico de 47 á 60 varas de largo, siendo su diámetro de uno á dos décimos de línea y cubierto á lo largo con un hilo de seda arrollado esactamente en él; 2° de un pequeño marco de madera de 40 á 46 líneas de largo, y 25 á 30 de alto. En medio del rectángulo que forma el marco, se suspende una aguja de marear con hilos de seda, y sobre su contorno esterior se rodea el hilo de metal, de suerte que dé 40, 50, ó 100 vueltas segun sea su longitud (*).

(*) Véase este instrumento lám. XIV; y su descricion en el artículo M le la descricion de las láminas; y sus por menores en los *Anales de química y de física*, tomo XXII gág. 358.

Si se comunican los cabos del hilo con los dos polos de una pila muy débil, se establecerá la corriente y atravesará toda la longitud del hilo, puesto que la seda impide que haya comunicacion entre otros puntos cualesquiera. Es claro que los cuatro lados del rectángulo que forma cada vuelta del hilo, obran en el mismo sentido sobre la aguja de marear, de que resulta que la accion será cuádrupla de la que ejercia una corriente sola; y pues que por hipótesis, hay cien vueltas de hilo, se ve que la accion del multiplicador será cuatrocientas veces mayor que la de la simple corriente de la pila. En vez de suponer una pila, cuyos polos esten unidos á los cabos de los hilos, supóngase entre estos un origen eléctrico cualquiera, positivo en el uno y negativo en el otro, y se producirá el mismo efecto. Se formará la corriente en el hilo del multiplicador como lo anunciarán los movimientos de la aguja, y su direccion indicará la de la corriente, y por consiguiente la especie de fluido que se desarrolla en cada cabo del hilo. Este aparato produce tales efectos que si el hilo es de cobre, y se toca con uno de sus estremos una hoja de zinc, y con el otro una de papel de filtro húmeda, y estendida sobre el zinc, la aguja de marear se pone inmediatamente perpendicular á la corriente á pesar de la accion de la tierra, y aun cuando fuera diametralmente opuesta.

Este aparato puede servir para observar los fenómenos *termo-eléctricos* descubiertos recientemente por el doctor Seebeck, y el principal de ellos que comunicó á la Academia de ciencias OErsted en diciembre de 1822, es el siguiente. En un cerco metálico esactamente cerrado, pero compuesto de dos metales, v. g. de bismuto y cobre, cuyas dos soldaduras *A* y *B* esten á la misma temperatura, ó muy elevada ó muy baja, no se manifiesta fenómeno alguno eléctrico; pero si se calienta ó se enfria una de las soldaduras, al instante se forma en el cerco metálico una corriente continua perceptible en una aguja de marear suspendida á corta distancia; y este efecto dura tanto

como la diferencia de temperatura. El mismo fenómeno se observa en dos metales cualesquiera probados del mismo modo, aunque en muchos casos es preciso aumentar su eficacia con el multiplicador para que sea mas perceptible, lo que es fácil de conseguir. Si el hilo del multiplicador es de cobre, y se le quiere ensayar con la plata, se toma una hoja ó hilo de plata de algunas líneas, se suelda una punta á uno de los hilos del aparato, y al otro hilo la otra y se eleva la temperatura de una de las soldaduras; en cuyo caso la aguja de imán toma direccion inmediatamente, y las mas veces basta el calor de la mano para producir el efecto. Si el hilo del multiplicador es de cobre, y se quieren ensayar los efectos termo-eléctricos de otros dos metales entre sí, por ejemplo, del zinc y del antimonio, se puede soldar una hoja de zinc al cabo de cada hilo del aparato, y hacer que las dos soldaduras esten esactamente á la misma temperatura: entonces los fenómenos son los mismos que si todo el hilo fuera de zinc; y será necesario soldar el antimonio entre las dos hojas del zinc. Por este medio se obtiene el resultado general, que la fuerza electro-motriz que desarrolla el contacto de los metales, segun la ley de Volta, no es constante, sino variable segun la temperatura.

OErsted y Fourier han acumulado la electricidad que se desarrolla por este medio, y han construido una verdadera pila metálica, observando que las cantidades de electricidad de un elemento, se reunen á las del inmediato; que la aguja esperimenta desvios crecientes con el número de elementos, aunque la tension de estas pilas termo-eléctricas es tan débil, que no pueden producir descomposiciones químicas, y á veces un hilo algo largo de platino no es tan buen conductor como se necesita para trasmitir las corrientes que ocasionan. (*Anales de química y de física* tomo XXII pág. 375).

Las esperiencias de Becquerel han dado á conocer, que dos piezas de un mismo metal á temperaturas diferentes se constituyen en estado opuesto de electricidad; lo que manifiesta el

multiplicador; y que en este caso aun hay desarrollo de electricidad; de suerte que en rigor se puede formar una pila por medio de un solo metal, con tal que esté á diferentes temperaturas en varios puntos.

Hace tiempo que se ha creido que la electricidad es la causa primitiva de los fenómenos químicos; pero las esperiencias intentadas para recogerla al tiempo de verificarse las combinaciones, no han dado resultados concluyentes; porque aunque en algunos casos raros, se han percibido rastros de electricidad, no se han podido graduar. Sin embargo los medios y datos suministrados por el electro-magnetismo, inducen á creer que aun cuando falte mucho para poder esplicar el modo de obrar las fuerzas eléctricas en las combinaciones, es cierto que en ellas se desarrollan con una accion mas ó menos enérgica. Avogrado parece haber sido quien ha hecho las primeras esperiencias para manifestar esta clase de fenómenos, probando por medio del multiplicador, que los metales en contacto con el ácido nítrico, originan un desarrollo de electricidad, y que la direccion de la corriente, que se forma en este caso, depende del grado de concentracion del ácido, y del tiempo que dura su accion. En virtud de estos datos OErsted ha repetido las esperiencias y obtenido los siguientes resultados (*An. de quím. y de física* tomo xxii pág. 358).

1° Si se introducen los dos cabos del hilo del multiplicador en una disolucion ácida ó álcalina que pueda corroerle, se observa siempre accion en la aguja, y por consiguiente una corriente que atraviesa por toda la longitud del hilo. 2° La direccion de esta corriente es muy variable, pues que unas veces es como si la electricidad positiva partiera de uno de los estremos del hilo, y otras del otro; y este cambio de la corriente se verifica varias veces en una misma esperiencia. 3° Hay dos medios de fijar la direccion de la corriente sin que pueda retroceder en sentido contrario: el primero consiste en mantener uno de los hilos á una temperatura mas elevada que el otro; y el segundo en que uno esté inmóvil, y el otro en agitacion contínua. Este segundo

medio es tan eficaz, que basta parar el hilo que se mueve, y agitar algo el otro, para que la corriente mude de direccion instantáneamente.

Si se quiere esperimentar un metal diferente del hilo del multiplicador, basta soldar á cada estremo de este una hoja ó hilo del metal que se trate de ensayar, manteniendo las soldaduras á una misma temperatura; en cuyo caso se obra sobre las dos puntas libres de las hojas soldadas, como sobre los dos cabos del hilo del multiplicador.

Becquerel repitió tambien estas esperiencias con un multiplicador compuesto de un hilo de platino, terminando uno de los cabos en unas tenacitas, y el otro en una cuchara del mismo metal; y poniendo en esta un poco de ácido, y en las tenacitas el metal ú óxido que trataba de ensayar, envolviéndole en una tira de papel mojado á fin de evitar el contacto con el platino de las tenacitas. (*Anales de química y de física* tomo xxiii, páginas 135 y 244.

Si un ácido se combina con un álcali, se forma una corriente eléctrica durante la combinacion, y el ácido produce la electricidad positiva, asi como el álcali la negativa. Si el ácido nítrico contiene algunas gotas de hidro-clórico, y se pone á obrar en el oro manifiesta la electricidad positiva, y el metal la negativa. Si el ácido nítrico concentrado obra en el cobre, el ácido manifiesta la electricidad negativa, y el metal la positiva, siendo inversos estos efectos si el ácido está debilitado con la mitad de su peso de agua.

En general, un ácido adquiere la electricidad negativa ó positiva, segun que está concentrado ó aguado durante su accion en un metal. Si el hierro presenta un resultado distinto con un ácido concentrado, sin duda es por la capa de óxido adherente á su superficie que complica los fenómenos. Si el ácido nítrico aguado contiene algo de nitrato, tiende á adquirir la electricidad positiva como el ácido concentrado; lo que probablemente procede de su conductibilidad, que se aumenta.

La mezcla de una disolucion ácida, pero condensada con otra ácida, que lo está menos, promueve efectos eléctricos, por los que la primera manifiesta la electricidad positiva, y la segunda la negativa; pero si la disolucion es alcalina los efectos son inversos.

Disolviendo hierro en ácido nítrico, y filtrando el líquido, si se meten dentro de él dos planchitas de platino que cada una comunique con uno de los cabos del hilo del multiplicador, dejando una en la disolucion, y sacando la otra para volverla á meter de nuevo, se formará una corriente eléctrica, y la plancha sácada, y vuelta á meter, adquirirá siempre la electricidad positiva.

Los nitratos de cobre y plomo, dan un resultado semejante, aunque no manifiestan esta propiedad indefinidamente; porque la pierden poco á poco, y al cabo de algunas horas deja de ser perceptible. El nitrato de zinc recien hecho, no produce, sin embargo, el mismo efecto, y estos fenómenos proceden de la accion del aire, porque no se verifican en una atmósfera de hidrógeno.

El multiplicador puede tambien servir para probar la tendencia eléctrica de los diferentes cuerpos, distinguir los mas positivos de los mas negativos, y por último establecer la serie galvánica; pero sobre todo importa mucho distinguir la electricidad que se desarrolla por el contacto de los metales entre sí, de la que es originada por la accion química del conductor húmedo. La tabla siguiente contiene los resultados de un trabajo hecho por Pouillet, que no ha publicado aun.

Tabla de las tendencias eléctricas de diferentes cuerpos que son positivos con todos los que les siguen, y negativos con todos los que les preceden (*).

Zinc. . . . . } V.
Mercurio. . . }
Zinc. . . . . }
Estaño. . . . . } V.
Mercurio. . . }
Zinc.
Plomo. . . . 1 }
Mercurio. . 4 } A
Aleacion de d'Arcet.
Acero.
Antimonio. . 1 }
Hierro. . . . 2 } A.
Bismuto. . . 1 }
Mercurio. . . 4 } A.
Antimonio.
Bismuto puro.
Laton.
Cobre.
Bronce.
Sulfuro de antimonio.
Metal de campanas.
Arsénico.
Antimonio. . 1 }
Cobre. . . . 2 } A.

Soldadura.
Plomo.
Estaño. . . 1 }
Mercurio. . 10 } A.
Bismuto. . . 1 }
Estaño. . . 20 } A.
Estaño.
Carácteres de imprenta.
Hierro.
Estaño. . . . 1 }
Antimonio. . 1 } A.
Mercurio.
Sulfato de bismuto.
Fosfuro de cobre.
Antimonio.
Plombagina.
Sulfuro de cobre.
Sulfuro de plomo.
Fosfuro de hierro.
Plata.
Oro.
Teluro.
Paladio.
Platino.

La tension eléctrica causada por la accion química de un conductor húmedo en metal, á veces es mas fuerte que la resultante

(*) *V*, indica que las proporciones de la aleacion pueden ser variables. *A*, anuncia que el compuesto es una aleacion en las proporciones que indican los números.

del contacto del metal con otro diferente. Los ácidos sulfúrico y nítrico corroyendo el zinc, ocasionan mas tension que poniendo este metal en contacto con el plomo, la plata, y otros varios conductores. El ácido nítrico y el estaño, dan tambien mas tension que este metal con el plomo; los álcalis dan mas con el antimonio que este metal con otros muchos cuerpos etc.

El orden que se indica precedentemente, varía segun la naturaleza del conductor húmedo; porque con uno, la electricidad originada del contacto de los metales, es mayor y determina la direccion de la corriente; y con otro lo es la electricidad procedente de su accion en uno de los metales, y cambia la direccion primitiva. Asi que, el estaño parece que precede al plomo cuando el conductor húmedo es ácido sulfúrico, ácido hidro-clórico, ó potasa. El antimonio precede al acero si el conductor húmedo es un álcali, y otros cuerpos de la serie esperimentan variaciones mas ó menos considerables, segun la naturaleza del conductor que se ha usado. Pero si mediante esperiencias delicadas como estas, se determina la relacion de tension entre las electricidades procedentes de las acciones químicas, y las de las fuerzas electro-motrices ordinarias, se adquiere bastante certeza de que la electricidad desarrollada por el contacto de los metales, es la que predomina, y obra en la aguja, de modo que en la serie de la tabla precedente no hay grandes errores.

Ademas, la composicion poco diferente de los cuerpos, puede producir un efecto perceptible respecto del lugar que les corresponde, por ejemplo, el antimonio puro no se diferencia de el del comercio, sino en que este contiene una pequeña cantidad de azufre, y sin embargo se ve en la tabla que estos dos cuerpos estan distantes.

Prevost y Dumas acaban de hacer otra clase de esperiencias interesantísimas mediante el multiplicador, para averiguar si en las contracciones musculares hay vestigios perceptibles de electricidad. Era probable que produciendo la accion de los ácidos y álcalis en los metales, y otros conductores inorgánicos una

corriente eléctrica, se verificaria lo mismo con las sustancias animales, y es lo que se observa poniendo en contacto un pedazo de carne muscular de cerebro ó de nervio, con las disoluciones ácidas ú álcalinas caústicas, y con los cloruros metálicos. Por medio de éstos agentes, y un metal encandecido, Haller y sus discipulos escitaban las contracciones. Prevost y Dumas se han asegurado que al instante en que el metal toca el cuerpo, se manifiesta un desarrollo considerable de electricidad. Por último, la presion ó el pellizco de un nervio, escita contracciones en el músculo á que está ligado, y segun estos fisiólogos es probable que estas circunstancias causan un movimiento eléctrico. Todavia no han resuelto la cuestion respecto de las contracciones manifestadas por la influencia de la voluntad; pero es de esperar que se verifique.

Tiempo ha que se sabe que un músculo al fuego se contrae mucho; pero los fisiólogos citados han demostrado que este efecto proviene de la inflexion de la fibra muscular, la cual se repliega en forma sinuosa cuando se contrae. Han visto ademas, que los filamentos nerviosos se distribuyen perpendicularmente á la direccion de las fibras musculares, y pasan precisamente por el vértice de los ángulos de inflexion; pero estos filamentos no se terminan en el músculo, sino que vuelven sobre sí mismos en forma de asa y van á reunirse al tronco de que proceden. Este tronco encierra por consiguiente conductores descendentes y ascendentes, lo que esplica, porque es casi siempre nula su accion en la aguja de imán. Por medio de estas nociones se puede concebir muy bien que en el instante en que la electricidad atraviesa el nervio, la accion de sus corrientes reune sus conductores, que son los filamentos paralelos, y se determina la inflexion de las fibras musculares en que estan fijados, y por consiguiente la contraccion del músculo.

LIBRO CUARTO.

De las leyes que rigen en la combinacion de los cuerpos, de los números proporcionales que de estas se deducen, y de la teoría atomística.

76 3º Conviene antes de todo advertir, que los compuestos inorgánicos conocidos resultan siempre:

1º De la combinacion del oxígeno con cada uno de los otros cuerpos simples, lo que produce los óxidos y los ácidos.

2º De la de dos simples combustibles y rara vez de tres.

3º De la de un ácido binario con una base salina binaria, que esceptuando el amoniaco, es siempre un óxido, y es como se forman las mas de las sales que tienen ó carecen de agua combinada.

4º De la de dos óxidos ó dos ácidos, siendo muy pocas las de estos últimos.

5º De la de una sal con otra.

6º A veces de la de otras sustancias distintas de las anteriores, como por ejemplo, de dos sulfuros metálicos; de uno, ó de un cloruro metálico con el óxido del mismo metal, y del cloro con los óxidos.

Hasta ahora no se han observado compuestos mas complicados.

Las proporciones en que se combinan los cuerpos son pocas, pero de ellas nacen nuevos cuerpos compuestos segun leyes notables por su generalidad, y en especial por la sencillez de proporciones entre las cantidades respectivas de sus principios constitutivos. Nada prueba esto mejor que los fenómenos de las sustancias gaseosas, que segun lo ha demostrado Gay-Lussac, se combinan en proporciones simples de volúmen, de modo que su contraccion aparente está tambien en razon simple de su volúmen primitivo, segun manifiestan los ejemplos de la tabla siguiente:

	Se combinan con	y forman.
200 de gas hidrógeno..	100 de oxígeno.....	agua.
300 id.....	100 de azoe.....	200 de gas amoniaco.
100 id.....	100 de cloro.....	200 de gas hidro-clórico.
100 de gas azoe.....	50 de gas oxigeno...	100 de protóxid. de azoe.
100 id.....	100 id.....	200 de deutóxd. de azoe.
100 id.....	150 id.....	ácido hipo-nitroso.
100 id.....	200 id.....	ácido nitroso.
100 id.....	250 id.....	ácido nítrico.
100 de gas hidro-clóric.	100 de gas amoniaco..	una sal sólida.
100 de gas amoniaco..	50 de gas carbonico..	una sal sólida.
100 de gas amoniaco .	100 de id.....	una sal sólida.

En vista de esto y suponiendo que dos gases se combinan en distintas proporciones, si la cantidad del uno es constante, las del otro serán tales que la mas pequeña que se considera como la primera, estará contenida en volúmen ó en peso un número entero y determinado de veces en las siguientes. Las combinaciones del azoe con el oxígeno, que son cinco pueden servir de ejemplo tomando por constante la cantidad de azoe que contienen que es cien partes; y asi la primera combinacion consta de 50 de oxígeno; la segunda de 100; la tercera 150; la cuarta 200; la quinta 250, de modo que la cantidad de oxígeno de la primera es la mitad del de la segunda, el tercio del de la tercera, el cuarto del de la cuarta, etc., sea en volúmen ó en peso.

En virtud pues de que se pueden trasformar en gases varios líquidos y sólidos, como se trasformarian todos mediante un calor bastante fuerte, es natural creer que estas leyes de composicion se aplican tambien á estas clases de cuerpos que es lo que prueban al parecer muchas esperiencias, y por esto si dos cuerpos A y B forman combinándose los de C y D, se verifica generalmente que la cantidad A siendo la misma en C y D, la de B en C es á la de B en D como 1 á 2, ó á 3, ó á 4.

Es cierto que la razon suele ser de 1 á $1\frac{1}{2}$ ó de 2 á 3, y aveces mas complicada, pero estos casos son raros, y acaso proceden de que no se conocen todos los compuestos que pueden formar los

cuerpos que se consideran. Esto se podria apoyar en una multitud de resultados; pero bastará mencionar algunos.

	Cuerpo combustible		Oxígeno.
Protóxido de estaño . .	= 100	+	13,6
Deutóxido.	= 100	+	27,2
Protóxido de cobre . . .	= 100	+	12,638
Deutóxido	= 100	+	25,276
Protóxido de mercurio .	= 100	+	3,95
Deutóxido.	= 100	+	7,90
Protóxido de hidrógeno.	= 12,435	+	100
Deutóxido.	= 12,435	+	200
Oxido de carbóno. . . .	= 76,52	+	100
Acido carbónico.	= 76,52	+	200

	Base		Acido.
Sulfato de potasa . . .	= 117,98	+	100
Sulfato ácido de potasa .	= 117,98	+	200

La citada ley se aplica á las combinaciones de los átomos elementales, igualmente que á las de los átomos compuestos; aunque estos presentan entre algunos de sus principios relaciones notables descubiertas por Berzelius.

Dos átomos binarios en que es comun el elemento electronegativo, se combinan siempre en tales proporciones, que el número de átomos de este elemento en uno es múltiplo de un entero del mismo número en el otro. De este modo en las combinaciones de los cuerpos oxigenados, por ejemplo, el número de átomos de oxígeno en uno de estos cuerpos es múltiplo de un entero del número de átomos de oxígeno del otro, como en la combinacion de dos sulfuros el número de átomos de azufre, es múltiplo de un entero del número de átomos de azufre del otro. De esta regla solo se esceptuan las sales de los ácidos que tienen por radical el fósforo, el arsénico, ó el azoe, las que estan sujetas en su composicion á otra ley (771).

Si es cierto que se conocen muy pocos compuestos mas complicados que los que constan de dos átomos binarios, que hasta ahora no se han observado sino en las sales, tambien parece que su composicion guarda una proporcion simple entre algunos de sus principios. Asi pues, si dos sales del mismo ácido y de distintas bases se combinan, el *número de átomos de oxígeno de una de las bases será múltiplo de un entero del mismo número en la otra, y por consiguiente el ácido de una de las sales, será múltiplo de un entero del ácido de la otra.* El alumbre, por ejemplo, es un sulfato de óxido de aluminio y protóxido de potasio, en que el número de átomos de oxígeno del óxido de aluminio es triple del de los átomos de oxígeno del protóxido de potasio, y la cantidad de ácido sulfúrico combinada con el óxido de aluminio es tambien triple de la combinada con el protóxido de potasio.

Si las dos sales tuviesen la misma base y distinto ácido, parece que el *número de átomos de oxígeno del ácido añadido al de la base, será en una de las sales múltiplo de un entero del número de átomos de oxígeno en la otra*, por que á lo menos esto es lo que presenta el corto número de combinaciones que se han observado de esta especie, como por ejemplo, la *datolita* que es un compuesto de borato y silicato de cal, y el *topacio* que lo es de sub-fluato de alúmina y silicato de la misma base.

En todos estos compuestos que se denominarán *sales dobles* el oxígeno de uno de los óxidos es sub-múltiplo de un entero del oxígeno de cada uno de los otros cuerpos oxidados ú acidificados.

Se ha dicho anteriormente que los cuerpos no se combinaban sino en un corto número de proporciones, aunque el agua desde el punto en que empieza á disolver un cuerpo se combina en todas con los que puede disolver. Los metales producen al parecer una multitud de combinaciones binarias entre sí, y todos los cuerpos que tienen una afinidad recíproca poco eficaz,

parece que estan en este caso, con tal que causas preponderantes tales como la de la cristalizacion, no determinen su combinacion en proporciones fijas. ¿ Se admitirá, pues, que la combinacion se efectua al principio en proporciones definidas y que el nuevo compuesto es el que se combina en seguida en proporciones indefinidas ? Puede ser que esto sea asi, porque se asemeja á lo que se verifica entre una base y un ácido, que forman una sal insoluble ó poco soluble en el agua y mucho mas soluble en un sobrante de ácido, como se observa con el sulfato de plomo y el de cal, pero esto en verdad no es mas que huir de la dificultad. ¿ Se atribuirá la causa de tales efectos á una fuerza distinta de la de la afinidad? No es fácil responder á esto, y como quiera que sea, preciso es reconocer las leyes espuestas como lo son por todos los químicos y en que se fundan las bases de la teoría de los números proporcionales y estequiométricos.

De los números proporcionales.

Se ha comprobado que en virtud de las leyes citadas y que rigen en las combinaciones de los cuerpos, se pueden espresar las relaciones de los principios constitutivos de los compuestos, por medio de números llamados *proporcionales ó equivalentes químicos*.

Estos números tienen ademas la ventaja de ser fáciles de recordar, porque para formarlos se toma del cuerpo simple un peso tal que exige cien partes de oxígeno para adquirir el primer grado de oxidacion segun se señala en las tablas puestas al fin de la obra. (*) Bastará echar una ojeada en ellas para concevir su formacion, y notar que la suma de dos números pro-

(*) No se comprenden en esta regla el boro, iodo, fosforo, selenio, arsénico, cromo, colombio, titano, y túngsteno; porque para cada uno de estos cuerpos, el número que le representa se ha deducido de un peso de su ácido oxigenado capaz de neutralizar una cantidad dada de base que contenga ciento de oxígeno, y de este modo la tabla es mas corta y fácil. Véase el tomo 5.

porcionales cualesquiera que sean, es igual á los proporcionales de sus compuestos, de lo que se sigue que conocidos los proporcionales de los cuerpos simples, se conocerán fácilmente los de los compuestos, con tal que se tenga presente el número de combinaciones que pueden formar los cuerpos que se consideran y sus leyes de composicion. Citemos para mayor claridad algunos ejemplos.

Números proporcionales de		corresponden á	Números proporcionales.
Oxígeno....	100.		
Hidrógen...	12,435	+100 de oxíg. = 112,435	= agua ó protóx. de hid.
		+200 id. = 212,435	= deutóx. de hidrógeno.
Carbóno....	76,52	+100 id. = 176,52	= óxido de carbóno.
		+200 id. = 276,52	= ácido carbónico.
Azoe.....	177,02	+100 id. = 277,02	= protóxido de azoe.
		+200 id. = 377,02	= deutóxido de azoe.
		+300. = 477,02	= ácido hipo-nitroso.
		+400 id. = 577,02	= ácido nitroso.
		+500 id. = 677,02	= ácido nítrico.
		+el duplo del número proporcional del carbóno. = 330,06	= cianógeno ó azoe carbonado.
		+el triple del número proporcional del hidrógeno = 214,325	= amoniaco ó hidrógeno azoado.
Plomo.....	1294,5	+100 de óxig. = 1394.5	= protóxido de plomo.
		+150 de id. = 1444,5	= deutóxido de plomo.
		+200 de id. = 1494,5	= tritóxido de plomo.
Sodio.....	290,92	+100 id. = 390,92	= protóxido de sodio.
Acido nítri..	677,02	+390,92 número proporcional del protóxido de sodio = 1067,94 núm. proporc. del nitrato de peróx. de sodio.	
Ac. hip. nit..	477,02	+390,92 número proporcional del protóxido de sodio = 867,94 número proporcional del hipo-nítrico de protóxido de sodio.	

Estos ejemplos manifiestan claramente el modo de formar y espresar los *números proporcionales* ó lo que es lo mismo las *proporciones químicas*. Manifiestan que el agua consta de 1 proporcion de hidrógeno y 1 proporcion de oxígeno.

El deutóxido de hidrógeno de 1 proporcion de hidrógeno y 2 proporciones de oxígeno.

Los cinco óxidos ó ácidos de azoe de 1 proporcion de azoe combinado con 1, 2, 3, 4, ó 5 proporciones de oxígeno.

El azoe carbonado ó cianógeno de 1 proporcion de azoe y 2 de carbóno.

El protóxido de plomo de 1 proporcion de plomo y 1 de oxígeno.

El deutóxido de plomo de 1 de plomo y 1 $\frac{1}{2}$ proporcion de oxígeno.

El tritóxido de plomo de 1 de plomo y 2 proporciones de oxígeno.

Se apreciará mas adelante la utilidad de estos números, y los que quieran conocerla desde luego podrán consultar las aclaraciones que se hacen á la citada tabla.

De la Teoría atómica.

La esperiencia demuestra que dos cuerpos se combinan solo en tres ó cuatro cantidades diferentes á lo mas; que estan en razon simple y que la combinacion se efectua entre los átomos ó moléculas, siendo las compuestas tan imperceptibles mediante el microscopio como los átomos elementales.

Se deduce de esto que solo un número limitado de átomos elementales es el que constituye la combinacion de los átomos compuestos ó moléculas; porque de otro modo se verian, y como no es asi, y por otra parte los cuerpos solo se combinan en tres ó cuatro cantidades diferentes, es muy probable que el número de átomos que constituye la combinacion de las moléculas es el mas simple y el mas pequeño posible. Por esta razon, si se intentase aplicar la regla al protóxido y deutóxido

de mercurio que respecto á la misma cantidad de metal, el oxígeno de que constan está en la razon de 1 á 2, no se supondrá que en cada partícula de protóxido hay 100 átomos de mercurio y 100 de oxígeno, como en cada una del deutóxido 200 de oxígeno; porque esta suposicion, como otras muchas que se pudieran hacer, es muy complicada. Hay otra mas simple, y por esto mismo mas verosimil que es la de admitir, en cada partícula de protóxido, un átomo ó molécula de mercurio y uno de oxígeno; y en cada partícula de deutóxido uno de mercurio y dos de oxígeno. Este caso es, sin embargo, uno de los mas fáciles, y para proceder en combinaciones mas complicadas conviene atender á las leyes de composicion de los cuerpos, esponiendo generalmente el modo de determinar el número probable de átomos de las partículas conforme á la opinion de Dalton. Este autor fue el primero que publicó en su filosofía química, un sistema, que á la verdad indicó Higgins en el año de 1789. Dalton asienta el principio de que si dos átomos *A* y *B* pueden combinarse en varias proporciones su combinacion se efectuará de atomo á átomo del modo siguiente:

1 átomo de *A* y 1 átomo de *B* son iguales á 1 átomo binario *c*.
1 átomo de *A* y 2 átomos de *B* son iguales á 1 átomo ternario *d*.
átomos de *A* y 1 átomo de *B* son iguales á 1 átomo ternario *e*.
1 átomo de *A* y 3 átomos de *B* son iguales á 1 átomo cuaternario *f*.
3 átomos de *A* y 1 átomo de *B* son iguales á 1 átomo cuaternario *g*.

En virtud de esto admite el autor: 1° que en el caso que dos cuerpos formen una sola combinacion, sus átomos son todos binarios; 2° que cuando puedan formar dos, los átomos de una serán binarios, y los de la otra ternarios; 3° que cuando sean tres, una de ellas resultará de átomos binarios, y las otras dos de cuaternarios; 4° que si son cuatro las combinaciones, una será de átomos binarios, dos de ternarios, la última de cuaternarios: que la teoría atomística, no solamente abraza las combinaciones de los cuerpos simples, sino tambien las que puede haber entre estos y los compuestos, ó las de los compuestos entre

sí; que si por ejemplo, una sal neutra resulta de la combinacion de un átomo de base, y de uno de ácido, la misma sal con esceso de ácido resultará de un átomo de la misma base, y de dos de ácido.

Este modo de determinar el número de los átomos es hipotético; porque aun cuando dos cuerpos no hayan podido combinarse hasta ahora mas que en una sola proporcion, no se debe concluir, que no puedan combinarse en lo sucesivo en otras nuevas; y por otra parte, aun cuando estos dos cuerpos no puedan formar mas que una combinacion, no es fácil demostrar que esta se verifica entre un átomo del uno y uno del otro: pues pudiera suceder que se efectuase entre un átomo del uno, y dos, tres, ó mas del otro.

Penetrados los químicos de la duda á que inducen estas razones, han modificado la doctrina del sabio ingles, y aunque es cierto que no han hecho mas que sustituir unas especies á otras, se ha de confesar, sin embargo, que la de estos es mas probable respecto á los compuestos que constan, de elementos gaseosos. Para esto admite que á volúmen igual con la misma presion, y temperatura, todos los gases elementales contienen el mismo número de átomos, y probándose por la esperiencia que las sustancias gaseosas se combinan en volúmen, en razones simples, pueden deducir de esto fácilmente el número de átomos entre los que se efectua la combinacion, que será el de un átomo de uno y uno del otro, si los gases se combinan en volúmenes iguales, y de un átomo del uno y dos del otro, si los volúmenes unidos son entre sí como 1 á 2.

Pero cuando no pueden recurrir á esta hipotésis, se aproximan á la de Dalton, y procuran hallar la verdad, comparando diferentes cuerpos, que contengan átomos de la misma naturaleza, adoptando los números mas sencillos y concordantes para representar su composicion como va á verse. Los óxidos de plomo son tres, y las cantidades de oxígeno que contienen, siendo constante la del metal, son entre sí, como los números

2, 3, y 4: lo que hace creer que resultan de un átomo de plomo y de 2, 3, y 4 átomos de oxígeno. Los óxidos de cobre son tambien tres, y las cantidades de oxígeno que contienen, son como los números 1, 2, y 4; puede pues, admitirse que se componen de un átomo de cobre, y de 1, 2, y 4 de oxígeno: pero es mucho mas sencillo considerarlos como si estuviesen formados, á saber, el deutóxido de 1 átomo de metal y 1 de oxígeno; el protóxido de 2 átomos de cobre, y 1 de oxígeno; y el tritóxido de 2 átomos de oxígeno, y 1 de cobre. Sin duda que una de estas suposiciones es cierta, pero solo nos decidimos por la primera, porque Berzelius se sirvió de ella en las tablas que se mencionarán á menudo, y se presentarán varios ejemplos en el tomo V, donde se volverá á tratar de la teoría atómica.

De todos modos se ve, que no es posible determinar por estos medios, el número real de átomos de cada especie que hay en una combinacion, y que esta determinacion es arbitraria. Sin duda que parece demostrado, que todas las combinaciones se hacen de átomos á átomos, y que estas no se verifican sino entre un corto número de ellos; ¿pero entre cuántos? Esto es lo que no puede asegurarse.

Se podrán evitar, á lo menos en parte, la duda, y el yerro en que se puede incurrir si se comprobasen enteramente las dos leyes anunciadas por los Sres. Petit y Dulong, y por Mitscherlich. Segun los dos primeros el calor específico de los átomos elementales será igual (60); y segun el último los cuerpos que al combinarse con otro producen compuestos de *forma semejante*, contienen el mismo número de átomos elementales; de modo que en el alumbre, que es una sal doble de sulfato de alúmina y potasa, el peróxido de hierro, el deutóxido de manganeso, y el óxido de cromo, pueden sustituirse en lugar de la alúmina ú óxido de aluminio, sin que por eso cambie la forma de la sal; y así la nueva que resulta cristaliza en octaedros como la primera; de lo que se sigue conforme al principio asentado, que cada partícula de los cuatro óxidos de aluminio,

hierro, manganeso y cromo, contendrá el mismo número de átomos de óxigeno y metal. Mitscherlich llama á esta especie de cuerpos *isomorfos*, es decir, de una misma forma. *Véase* el último tomo de esta obra.

Determinado por otra parte el número de los átomos, es fácil conocer sus pesos relativos ó sus densidades. En efecto, si los cuerpos N y P pueden formar un compuesto que resulte de un átomo del uno con uno del otro, es evidente que habrá la misma relacion entre los pesos de estos dos átomos que entre los de las cantidades de los mismos cuerpos N y P. Luego si se sabe que en el compuesto NP, el cuerpo N, entra por 4 y el cuerpo P por 3, estos números 4 y 3 espresarán necesariamente los pesos relativos de los átomos N y P.

Aplicando, pues, estos principios á la composicion del agua, que consta de dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno; se admitirá por consiguiente que cada átomo integrante ó cada partícula de agua, resulta de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno; pero como por otra parte se ha demostrado que el agua se compone, en peso de 100 de oxígeno y 12,435 de hidrógeno; de modo que representando por 100 el peso de 1 átomo de oxígeno, el de los 2 de hidrógeno, lo será por 12,435, y el de 1 solo por 6,2175.

Para comparar fácilmente los pesos de los diferentes átomos, era necesario tomar el de uno de ellos por unidad, y se toma generalmente á este efecto el del oxígeno. Los otros son representados por números mayores ó menores que la unidad, segun que su peso es superior ó inferior al del oxígeno, como puede verse en los ejemplos siguientes.

1° Es evidente que en virtud de lo dicho acerca de la composicion del agua, si el peso del átomo de oxígeno se representa por 100, el del átomo de hidrógeno será 6,2175.

2° Suponiendo que el protóxido de cobre consta de un átomo de oxígeno, y de uno de cobre constando este óxido de 12,5 de oxígeno y 100 de cobre en peso, resulta que el peso del

átomo de oxígeno es á el del átomo del metal como estos dos números son entre sí, ó como 1 á 8; y asi representando el átomo de oxígeno por 100 el de cobre lo será por 800.

3° Se considera el protóxido de plomo, como compuesto de dos átomos de oxígeno, y uno de plomo, y sabiendo por otra parte que resulta de 100 partes de plomo y 7,725 de oxígeno en peso, el del átomo de oxígeno es al peso del átomo de plomo como la mitad de 7,725 es á 100, ó como 1 es á 25,890, de lo que se deduce que representando el átomo de oxígeno por 100 el de plomo lo será por 2589,00.

La determinacion de los pesos de los otros átomos se ha deducido conforme á estos principios, y se espondrá mas por menor en el tomo V, cuando se hayan dado á conocer ya las propiedades de los cuerpos, y que los que estudien la química no tengan las dificultades que se les ofrecerian si nos estendiésemos mas en este punto.

Coviene hablar en este lugar de los signos con que Berzelius espresa el número, y naturaleza de los átomos de todas las combinaciones químicas, anunciando cada una de estas por medio de una fórmula muy simple, para lo que se empezará manifestando la division que adopta este autor para los átomos compuestos.

» Si se combinan los átomos de dos cuerpos distintos resulta » un átomo compuesto en que se supone que la fuerza que pro- » duce las combinaciones supera infinitamente al efecto de todas » las causas que pueden promover la disgregacion mecánica de » los átomos combinados. Este átomo compuesto se ha de conside- » rar tan indivisible mecanicámente como el átomo elemental.

» Estos átomos compuestos pueden combinarse con otros tam- » bien compuestos, lo que producirá átomos mucho mas com- » puestos, que si se unen con otros originarán átomos de una » composicion mucho mas complicada. Es pues esencial distin- » guir estas diversas especies de átomos dividiéndolos para esto » en átomos del 1° 2° y 3° orden etc. Los del primero se com- » ponen de átomos simples elementales de dos especies orgá-

» nicos é inorgánicos. Estos nunca contienen mas de dos elemen-
» tos, y los orgánicos constan siempre de tres á lo menos. Los
» átomos compuestos del segundo orden nacen de los compuestos
» del primero, y los del tercero de los compuestos del segun-
» do etc.; por ejemplo el ácido sulfúrico, la potasa, la alúmina
» y el agua (*óxidos de potasio de aluminio é hidrógeno*),
» son *átomos compuestos del primer orden* porque solo constan
» de oxígeno, y el radical del óxigeno ó ácido: el sulfato de
» potasa, y el de alúmina son *átomos compuestos del segundo*
» *orden*, y el alumbre seco que es una combinacion de las dos
» últimas sales, presenta el ejemplo de un átomo del tercer orden;
» asi como por último el alumbre cristalizado que consta de varios
» átomos de agua combinados con uno de sulfato doble, puede
» citarse como un ejemplo de *átomos compuestos del cuarto*
» *orden*.

» Se ignora el número á que pueden ascender estos órdenes,
» pero la afinidad descrece entre los átomos compuestos de un
» modo muy rápido, á proporcion que se aumente el número de
» los órdenes, siendo muy débil generalmente la que hay entre
» los átomos del tercer orden, para que se pueda percibir en
» las operaciones prontas, y cortas de los laboratorios. Esta
» afinidad por lo comun solo se manifiesta en los minerales,
» es decir en las combinaciones que se han efectuado mientras
» que el globo ha adquirido lenta y tranquilamente el estado
» sólido, y para conocer bien su naturaleza importaria saber
» hasta que punto se puede efectuar la combinacion de los
» átomos compuestos, y cual es su último orden. Se ignora
» igualmente los distintos ordenes que pueden formar los átomos
» compuestos orgánicos combinándose entre sí, ó con los átomos
» compuestos inorgánicos. »

Berzelius prefiere para sus fórmulas la nomenclatura latina, porque es la lengua mas general: y designa á los cuerpos simples no metálicos escepto el selenio, el cloro, y el azoe con la inicial de sus nombres. Lo mismo hace con los metales, pero si

uno de ellos tiene la misma inicial que otro, ó que un combustible metálico le indica con las dos primeras letras de su nombre, y si estas son comunes á dos metales diferentes, se junta á la inicial la primera consonante distinta de cada nombre.

Los signos adoptados por este autor son los siguientes.

O = oxígeno.	*Sn* = estaño.
H = hidrógeno.	*Cd* = cadmio.
B = boro.	*As* = arsénico.
C = carbóno.	*Mo* = molibdeno.
P = fósforo.	*Chr* = cromo.
S = azufre.	*W* = túngsteno ó volfrau.
Se = selenio.	*Ta* = tántalo ó colombio,
Ch = cloro.	*Sb* = antimonio (*stibium*).
I = iodo.	*Co* = cobalto.
Az = azoe.	*U* = urano.
Si = siliceo.	*Ce* = cerio.
Zr = circonio.	*Ti* = titano.
Y = itrio.	*Bi* = bismuto.
Be = glucinio ó berilo.	*Cu* = cobre.
Al = aluminio.	*Te* = teluro.
Mg = magnesio.	*Ni* = niquel.
Ca = calcio.	*Pl* = plomo.
Sr = estroncio.	*Hg* = mercurio (*hidrargirum*).
Ba = bario.	*Os* = osmio.
L = litio.	*Ag* = plata.
Na = sodio ó natron.	*Pa* = paladio.
K = barrillo ó potasio.	*R* = rodio.
Mn = manganeso.	*Au* = oro
Zn = zinc.	*Pt* = platino.
Fe = hierro.	*Ir* = iridio.

Estos signos por sí solos, ó sin estar juntos á otro ninguno, y como se acaban de espresar nunca indican mas que un átomo, y para indicar muchos se pone una cifra á la izquierda del signo; de modo que $O+Cu$ representa la combinacion de un átomo

DEPARTAMENTO UNIVERSITARIO
BIBLIOTECA

de oxígeno con un atomo de cobre, y 2 $O + Cu$ la combinacion de dos átomos de oxígeno con uno de cobre.

Esta fórmula se abrevia para espresar un atómo compuesto del segundo orden, y siendo el oxígeno principio constitutivo de las mas de las combinaciones, se le designa poniendo encima de la letra que indica el nombre del combustible oxidado, tantos puntos como hay átomos de oxígeno en el ácido ó en el óxido que se forma con él. Los cuerpos combustibles se designan del modo ordinario, con la sola diferencia de que para enunciar el número de sus átomos, en lugar de poner á la izquierda el guarismo que le represente se pone á la derecha en forma de esponente algebráico. Por lo cual segun Berzelius el protóxido de cobre se representa con la fórmula $\dot{Cu}$; el deutoxido de cobre con la de $\ddot{Cu}$; el ácido sulfuroso con la de $\ddot{S}$; el sulfúrico con la de $\dddot{S}$; el sulfato de protóxido de cobre $\dot{Cu}\,\ddot{S}$. el sulfato de deutoxido de cobre $Cu\,\ddot{S}^2$.

La composicion de los átomos del tercer orden se puede espresar igualmente con fórmulas análogas, y asi $\ddot{Ca}\,\ddot{C}^2 + \ddot{M}g\,\dot{C}^2$ será la fórmula de la sal doble fósil llamada *dolomia*, que consta de 1 átomo de carbonato de cal ú óxido de calcio, y de un átomo de carbonato de magnesia ú óxido de magnesio. En estas fórmulas, segun se ve, cada sal solo entra en el compuesto por un átomo, pero si constase alguna de las sales que le constituyesen de dos ó tres átomos, se darian estos á conocer por medio de un guarismo puesto á la izquierda. Por esta razon la fórmula del alumbre anhidro con base de potasa ó barrilla se espresa como sigue $\ddot{K}\,\ddot{S}^2 + 2\ddot{Al}\,\ddot{S}^3$, lo que quiere decir que en el alum hay un átomo de sulfato de potasa, mas dos de sulfato de alúmina.

Por último, los átomos compuestos del cuarto orden se espresan del mismo modo tambien, pero poniendo entre paréntesis los átomos del tercer orden. Por ejemplo, la fórmula del alumbre cristalizado es $(\ddot{K}\,\ddot{S}^2 + 2\ddot{Al}\,\ddot{S}^3) + 48\,H^2\,O$, lo que manifiesta que consta de un átomo del tercer orden con 48 átomos de agua. Berzélius en vez de espresar el agua por medio de la

formula H^2 O, la indica con la Aq; y asi pone la fórmula anterior del modo siguiente ($\dot{K}\ddot{S}^2 + 2\ \ddot{A}l\ddot{S}^3$) + 48 Aq.

Los átomos orgánicos se espresan por medio de las letras H C O, que son las iniciales de los cuerpos de que constan poniendo, á la derecha de ellas el guarismo indicante del número de átomos del cuerpo elemental que constituye el átomo orgánico; por ejemplo H^5 C^4 D^2 es la fórmula de la composicion del ácido tártrico. Los átomos de los ácidos se señalan igualmente con la inicial de sus nombres, poniendo encima de ella una raya, y asi $\dot{T}$ quiere decir ácido tártrico, y si dos ácidos tienen la misma inicial, se ponen las dos primeras letras del nombre, que si fueren tambien iguales como en los metales, se ponen la inicial y la primera consonante. (*Véase* la obra de Berzelius.)

LIBRO QUINTO.

Del oxígeno, de la combustion y de la llama.

77 *Propiedades del oxígeno.* Este es un gas que no tiene color, olor, ni sabor, y cuya gravedad específica comparada con la del aire, tomada esta por unidad (112), es de 1,1026. Comprimiendo rápida y fuertemente, hay desarrollo de calor y da luz; y aunque la propiedad de calentarse de este modo es comun á todos los gases, la de dar luz solo es propia del oxígeno, del cloro y del aire, segun Saissy. El oxígeno la posee en mayor grado que el cloro, y este mas que el aire, de lo que deduce el mismo autor, que el calórico y la luz son dos fluidos diferentes. Lo cierto es que el oxígeno produce por la presion mucha mas luz que el aire, y que aparece muy poca con los gases, ácido carbónico, azoe, é hidrógeno. Estos resultados se prueban fácilmente por medio del aparato que representa la fig. 3, de la lám. XXII. AA' es un cilindro hueco,

de vidrio, muy grueso y cerrado en *A*, que se llena dentro del agua con uno de los gases citados, adaptando el embolo de cuero *B* al estremo *A'* del cilindro. La esperiencia se hace en paraje oscuro, y apoyando el estremo *CC'*, sobre un cuerpo sólido, se comprime fuerte y rápidamente la banda *AA'*, y aparece el fenómeno.

El oxígeno es de todos los gases el que refracta menos la luz (113). Como cuerpo simple no puede ser dilatado sino por el calórico. Todos los demas cuerpos simples pueden combinarse con él, causando esto á veces desarrollo de calórico, y otras de calórico y luz (79). Esta singular propiedad pertenece esclusivamente á este gas, el cual se combina frecuentemente en diversas proporciones con un mismo cuerpo simple ó con dos otros cuerpos simples á un tiempo. Por esto el estudio de los fenómenos que nacen de tales combinaciones, es el de la parte mas principal de la química, y para probar esta importante verdad, basta observar que el óxigeno es uno de los elementos del aire, del agua, de las sustancias vegetales y animales, y de los mas de los compuestos conocidos. El solo puede sostener la vida de los animales, como por él lo hace el aire y sirve para quemar la leña, carbon, y todos los cuerpos combustibles; alterar y orinecer los metales, y por último, en el estudio de las propiedades del oxígeno se funda el de todos los cuerpos simples ó compuestos. Por esta razon, las investigaciones de Lavoisier, dieron nuevo ser á la química, porque antes de él se creia que los cuerpos quemándose emitian un principio llamado *flogístico*, y asi se consideraban como una combinacion de este principio, y de los que se llaman hoy óxidos y ácidos. Cuando el flogístico se exhalaba de un cuerpo habia combustion, y este dejaba de ser combustible, y al contrario si el flogístico era absorvido por un cuerpo incombustible, este adquiria la calidad de combustible. Pero si asi fuera, los cuerpos no aumentarian de peso en la combustion, y se quemarian del mismo modo sin aire que con él, se ha probado que sin él los cuer-

pos no pueden quemarse; por lo que la teoría antigua es errónea. Sin embargo, acredita mucho el mérito de Stahl, autor de ella, y aun se pudiera añadir que este gran error, puede ponerse á la par de los grandes descubrimientos; porque enlazó los hechos que formaban la química de aquel tiempo, y la dió carácter de una verdadera ciencia; al mismo tiempo que si Stahl, en vez de suponer que los cuerpos al quemarse emitian el flogístico, hubiera asentado que era absorvido por ellos, el flogístico no hubiera sido sino el oxígeno.

Estraccion. El oxígeno se estrae del peróxido de manganeso del comercio por el proceder siguiente. Se toma el óxido esento de carbonato (*), y despues de pulverizado en un almirez de hierro ó laton, se llena con él casi enteramente una retorta de arcilla, y adaptándola con un corcho agujereado un tubo de vidrio encorvado *BB'* (lám. III, fig. 1), se pone al fuego en el laboratorio *DD'*, de un horno de reverbero *EE'*. El cabo del tubo de vidrio ha de entrar debajo del embudo de la tabla de una cuba neumática *FF* llena de agua. (*Véase la descricion de las láminas*, y el artículo de *frascos de Woulf*, lo necesario para montar un aparato). Se tendrá la precaucion de calentar poco á poco la retorta poniendo al principio poco carbon encendido, y cuando la temperatura esté á la del color rojo, se exhalará por el tubo *BB'* el aire contenido en la retorta, y encandecido el óxido se obtendrá el oxígeno, que se rocoje en

(*) El óxido no contendrá carbonato, si reducido á polvo y puesto en contacto con ácido nítrico ó hidro-clórico acuoso, no hay efervescencia: tal es ordinariamente el cristalizado en agujas brillantes. Pero si la hay es un indicio cierto del carbonato. Queriendo servirse de un óxido de esta calidad seria necesario agitarle de antemano en un barreño con un esceso de ácido hidro-clórico acuoso del comercio. El carbonato se descompondrá pronto y cesando las burbujas á la superficie del líquido, aun cuando se renueve el ácido, es prueba de que se ha acabado la descomposicion, y que todo el ácido carbónico se ha exhalado. En este caso el óxido no dará gas carbónico á una temperatura elevada, y será propio para la preparacion del oxígeno.

un frasco lleno de agua puesto boca abajo, ó en una campana semejante á *M* sobre la tabla de la cuba, y encima del agujero del embudo en que entra el estremo del tubo *BB'*, y el frasco lleno de gas se reemplaza con otro lleno de agua del mismo modo que el anterior. Es necesario que el fuego sea siempre fuerte, para que el oxígeno se volatilice sin intermision, y por eso es preciso no poner carbon apagado si se ha disminuido la corriente del gas; porque el carbon frio debilita la temperatura y suspende la descomposicion del peróxido, lo que puede ocasionar una absorcion, es decir, la introduccion de la cuba por el tubo de vidrio en la retorta, y por consiguiente la fractura de esta. La operacion estará concluida si se observa que sin haberse disminuido el fuego no se exhala el gas. Entonces se deja enfriar la retorta poco á poco para que no se quiebre, teniendo la precaucion de quitar el tubo para impedir de este modo la absorcion, lo que no será necesario si el tubo es de los de seguridad (111).

El peróxido nunca se reduce en esta operacion, y solo se le convierte en un compuesto de una proporcion de peróxido, y dos proporciones de protóxido (520), y como pierde un tercio de su peso de oxígeno, resulta que de una libra de este óxido puro se podrán estraer hasta 15,$^{dracm.}$ 333 de oxígeno, ó 3,$^{pies\ cub.}$ 878 de este gas á 0° y á la presion de 0,$^{var.}$ 909.

Los fenómenos, pues, que presenta la estraccion del oxígeno, del peróxido de manganeso, son á una temperatura elevada; las moléculas de cada partícula de manganeso se disgregan de las del oxígeno, y llegando algunas de estas á estar fuera de atraccion, y siendo el oxígeno naturalmente gaseoso, deben tomar esta forma y por consiguiente volatilizarse. Si las moléculas de oxígeno del deutóxido no se volatilizan á la temperatura en que se verifica con los del peróxido, consiste en que las primeras no estan bastante disgregadas y desviadas del metal que las retiene.

Puede tambien estraerse fácilmente el gas oxígeno del mismo

peróxido de manganeso, por medio del ácido sulfúrico acuoso, á un calor moderado (685), ó del clorato de potasa calentando sal en una retorta de vidrio (961). En todo caso para que sea puro es necesario que tenga la propiedad de absorver el doble de su volúmen de gas hidrógeno (86 2°).

Usos. Los usos del oxígeno son muchos, segun puede inferirse de lo que se ha dicho anteriormente; pero no se espondrán ahora, en razon de que el oxígeno puro solo sirve en algunas operaciones químicas, y se hará cuando se trate del aire que es el fluido de que procede casi todo el oxígeno que obra en los cuerpos.

Historia. Aunque el gas oxígeno sea un cuerpo generalmente esparcido en la naturaleza, y es en ella tan considerable su accion, no es conocido sino de cuarenta y seis años á esta parte. Priestley fue el primero que le descubrió en 1774, y Lavoisier estudió sus combinaciones con una sagacidad inimitable. Al principio se le dieron varios nombres como el de *aire deflogisticado* ó el de *aire del fuego* que le llamó Schoele, quien le descubrió casi al mismo tiempo que Priestley; y otros le llamaron *aire vital*, *aire puro*, *aire eminentemente respirable*. Todos estos nombres desaparecieron con la reforma de la nomenclatura química, y se le dió el de *oxígeno*, nombre tomado del griego, que significa *yo engendro ácido*, porque se creia que todos los ácidos contenian oxígeno, y no se distinguian unos de otros sino por la naturaleza de los combustibles que los componian, á los cuales se propuso llamar *radicales* de los *ácidos*. Pero aun este nombre es impropio despues de haber demostrado que existen ácidos formados solo de cuerpos combustibles; lo que es una nueva prueba de la ventaja que resultaria de dar á los cuerpos simples nombres insignificantes.

Accion sobre la economía animal. El gas oxígeno es el único que puede mantener la vida de los animales: no obstante, parece que cuando es puro produce en los órganos pulmoniacos una irritacion tan grande, que habria peligro en

respirarle mucho tiempo, así es que el aire atmosférico contiene cerca de las cuatro quintas partes de su volúmen de aire, y la accion de este consite principalmente en moderar la del oxígeno.

DE LA COMBUSTION.

78 Se entiende por combustion el fenómeno que resulta de la combinacion del oxígeno con un cuerpo cualquiera; y como todos los simples pueden combinarse con él, se sigue que pueden producir la combustion, ó que son combustibles. La combustion se verifica siempre con desarrollo de calórico y á veces de luz; pero nunca con el de luz, sin el de calórico. Importa mucho concebir bien la causa de estos fenómenos, tanto mas, cuanto que de este modo será fácil hacer aplicaciones á todos los casos en que haya produccion de calórico y de luz, en el momento de un combinacion cualquiera.

» 79 Se ha manifestado ya que las moléculas de los cuer-
» pos estan á cierta distancia unas de otras por causa del
» calórico, y que cuando se concentran por cualquiera causa, hay
» siempre desarrollo mayor ó menor de calórico. En vista
» de lo cual siempre que un combustible se combina con el
» oxígeno, hay reunion y concentracion entre las moléculas
» de los dos cuerpos, y así debe haber emision de calórico. Pero
» se ha supuesto que la luz no era sino una modificacion del ca-
» lórico, en cuyo caso es muy posible que una porcion del
» emitido se convierta en luz. Por otra parte, la esperiencia
» prueba que esta trasformacion no podrá tener lugar sino á
» la temperatura de 550 ó 600° por lo menos, pues que solo
» á este grado de calor son luminosos los cuerpos; por lo
» que se ve que no existe combustion con luz sin calórico,
» y que siempre debe verificarse, ya sea con desarrollo de
» calórico solamente, ó de calórico y de luz.

» ¿ Pero el calórico procede del conbustible, ó del oxí-

» geno? Necesario es para formar un juicio algo fundado, con-
» siderar el estado del combustible, el del oxígeno, y el del
» cuerpo quemado. Se ha probado que un cuerpo contiene mas
» calórico en estado de gas que en el de líquido, y mas en
» este que cuando es sólido. Por lo que, si el combustible es
» sólido y el oxígeno gaseoso, el calórico emitido en la com-
» bustion procederá probablemente del oxígeno, cualquiera que
» sea el estado del cuerpo quemado; mientras que podrá pro-
» ceder de uno y otro, si el oxígeno y el combustible son
» gaseosos. Pero como todos los combustibles simples son sólidos
» á escepcion del hidrógeno, cloro, azoe y mercurio, y los
» mas de los compuestos son sólidos, resulta que el calóri-
» co de la combustion procede casi siempre del oxígeno.
» Podria provenir sin embargo del sólido, algo del calórico
» emitido, lo que sucederá siendo muy grande la afinidad del
» oxígeno con el cuerpo combustible. Pero en todo caso la
» cantidad de calórico que da un cuerpo en combustion, de-
» penderá del estado del oxígeno, de el del combustible, de
» la afinidad mayor ó menor de este con aquel, del estado
» del cuerpo quemado, de la capacidad de oxígeno de que es
» susceptible el combustible, y de la diferencia de capacidad
» calurosa entre estos dos cuerpos y el quemado. En efecto,
» esta última causa es tan evidente como las anteriores; y se
» puede asegurar que la quinta no lo es menos, pues que
» cuanto mas oxígeno contenga el cuerpo quemado, tanto mas
» calórico emitirá en el momento de su formacion.

« 79 — 2°. En virtud de lo cual, se aplicará esta teoría á
» la combustion de diferentes cuerpos, considerando la com-
» parativa del hierro en el gas oxígeno puro y en el aire, que
» es una mezcla de 0,21 de gas oxígeno y de 0,79 de gas azoe.

» *Combustion del hierro en el gas oxígeno.* Si se arrolla
» en espiral un muelle de relox batiéndole y cortándole en
» punta por los estremos, despues de haberle quitado al fuego
» la elasticidad, y poniendo á la punta un pedacito de yesca

» se le cuelga de un corcho dentro de un frasco lleno de oxígeno, » encendiendo la yesca, el hierro se inflama y oxida con una » combustion de las mas vivas, y tanta luz que deslumbra, » y los glóbulos fundidos de hierro oxidado caen y penetran » el vidrio del frasco en virtud de su elevada temperatura; (*) » de suerte que el muelle se consume en menos de un minuto, » si el frasco contiene suficiente cantidad de oxígeno.

» ¿De donde proviene el calórico emitido en este caso? » Del gas oxígeno, pues que el hierro es sólido y el oxígeno » gaseoso. ¿Por qué la cantidad de calórico emitido es tan consi- » derable? Por qué el oxígeno tiene mucha afinidad con el » hierro; y el óxido de hierro es sólido, y porque este admite » y contiene mucho oxígeno. Finalmente: ¿en qué consiste que » esta combustion despide tanta luz? En que hay mucho oxí- » geno absorvido en poco tiempo; y en que el calórico pro- » ducido, ó la elevacion de temperatura, es muy grande.

» Pero ¿por qué cuando se pone el hierro en contacto con aire » á la temperatura ordinaria se oxida enteramente, y aun » mas que quemándole en el gas oxígeno, sin que su tempera- » tura se aumente de un modo perceptible? Por que la absorcion » del oxígeno es tan lenta que no se puede percibir el calor » producido á cada instante.

» 8o *Combustion del gas hidrógeno.* El gas hidrógeno es de » todos los combustibles el que produce mayor cantidad de » calórico y luz. Si se mezclan dos partes de este gas y una » de oxígeno en un recipiente de cobre, y se comprimen bien » por un medio mecánico cualquiera; adaptando á este reci- » piente un tubo capilar del mismo metal por el que pasen » los gases que se enciendan al salir, se producira una tem-

---

« (*) Estos glóbulos rompen comunmente el frasco, lo que se evita po- » niendo un poco de agua en el fondo; pero es necesario tambien propor- » cionar salida al gas entre el cuello del frasco y el tapon; porque de otro » modo, podria aquel estallar al principio de la esperiencia por un efecto » de la rarefaccion del gas. »

peratura bastante elevada para fundir y descomponer ciertos cuerpos que no podrian fundirse ni descomponerse de otra manera. Las causas de una temperatura tan elevada son evidentes, y proceden de que el hidrógeno es gaseoso, y absorve mas de siete veces su peso de oxígeno; y estos dos gases se liquidan en el acto de su combinacion, en virtud de su gran afinidad recíproca; y finalmente, la combustion es muy rápida y eficaz, y asi el grado de calor que resulta debe ser muy subido (pág. 168).

» Mas si en vez de poner en contacto los gases hidrógeno y oxígeno se presentan uno á otro combinados con otro cuerpo cualquiera, del que se puedan disgregar para combinarse entre sí, podrá suceder que no despidan luz y ni casi calórico al momento de su combinacion: lo que, se verificará siempre que estos dos gases esten muy condensados en los cuerpos de que se han de disgregar. Frecuentemente se observarán mas adelante fenómenos de este género, y sobre todo haciendo obrar el hidrógeno sulfurado en los óxidos metálicos aislados ó combinados con los ácidos (493 y 714).

» 80—2° *Combustion del mercurio.* Si se espone el mercurio á la temperatura próxima á la ebullicion en un matraz destapado, este metal se oxida poco á poco, y pueden obtenerse en algunos dias varios granos de un óxido rojo. Sin embargo esta combustion no despide luz, por que se hace lentamente, y la afinidad del oxígeno con el mercurio es poco eficaz; de suerte que en el óxido de mercurio retiene todavia el oxígeno mucho calórico; asi es que este óxido puede quemar con luz algunos combustibles. La cohesion pues de este óxido es bastante fuerte para que el compuesto sea sólido; pero las moléculas de oxígeno y de mercurio no se atraen lo suficiente para que resulte una gran aproximacion entre ellas; y de consiguiente para que haya emision de calórico. Lo mismo sucede con los óxidos de plata, oro, etc.

» Otros cuerpos y particularmente el ácido carbónico estan

DEPARTAMENTO CONVENCIONAL

» en el caso contrario. La afinidad de las moléculas de este » ácido es muy grande, pues que es muy difícil descomponerle; » pero su cohesion es nula por que es gaseoso (6).

» 81 Habiendo manifestado lo que origina la emision del ca- » lórico que aparece siempre en la combustion, conviene in- » dagar la causa del que emiten dos cuerpos cuando se com- » binan íntimamente. Pero por poco que se reflexione se verá » que en este punto todas las cuestiones son como la que se » acaba de examinar.

82 Los fenómenos de la produccion de calórico y luz observados en el momento de la combustion, y de las combinaciones que pueden formar los diferentes cuerpos entre sí, se han considerado del modo espuesto despues de las esperiencias de Lavoisier; pero esta teoría no puede sostenerse en el dia, respecto de la produccion del calórico, porque para conciliarla con los hechos, sería necesario admitir segun lo advierten Dulong y Petit, la suposicion muy inverosímil de que el calor existe en los cuerpos en dos estados diferentes, y que el que se supone unido á las partículas materiales, es enteramente independiente de los calores específicos, pues que frecuentemente tienen los compuestos tanta capacidad calurosa como sus principios constitutivos, y este efecto se observa aun cuando estos sean gaseosos, y los compuestos sólidos ó líquidos (pág. 99) Sabiéndose que cuando se combina el fluido eléctrico positivo con el negativo resulta gran emision de calórico (72), y que segun parece todos los cuerpos estan en un estado opuesto de electricidad en el momento de su combinacion: ¿no es probable que la mayor parte del calórico que se desarolla en tal caso proceda de esta última causa? Podria pues suceder que la union del fluido de uno con el del otro produjera bastante calórico para poner candente el compuesto, comprendiendo sin embargo el que pudiera provenir, en algunas circustancias, de las causas ya indicadas, es decir, de la condensacion de los elementos etc. (*Véase la memoria de* Dulog y Petit, *Anales*

de química y física, tomo x, pág. 395, y el ensayo á cerca de la teoría de las proporciones químicas de Berzelius página 59).

De la llama.

83 Conviene sin duda manifiestar los resultados principales de las importantes observaciones hechas por Davy acerca de la llama.

1° La llama, dice este célebre químico, es una materia gaseosa caliente hasta el punto de ser luminosa, y cuya temperatura escede á la del calor albado de los cuerpos sólidos, lo que puede demostrarse haciendo ver que el aire comunica este grado de calor sin ser luminoso. Si se toma un hilo fino de platino y se coloca á la distancia de una vigésima parte de pulgada de la llama de una lámpara de alcohol, con la precaucion de ocultar la llama con un cuerpo opaco, el hilo se blanqueará por el calor aun cuando esté en un parage en que no haya luz visible (*Anales de química y física* tomo IV pág. 337).

Esta esperiencia se tuvo al principio por demostrativa, pero no satisface en vista de las observaciones de Dœbereiner acerca de la propiedad del platino para fomentar la combustion de los gases inflamables (131 — 2°). Se puede suponer, sin duda, que estando el hilo metálico en contacto con el gas hidrógeno carbonado, efectua su pronta combinacion con el oxígeno, y que solo en éste caso se enrojece. La opinion de Davy, sin embargo, acerca de la alta temperatura de la llama parece fundada; por que los sólidos en medio de las llamas comunes se ponen albados; y si uno de ellos se trasformase de repente en gas esponiéndolo al color al apuntar el fuego rojo, es claro que entonces tendria tan poca densidad, que no sería luminoso.

2° En vista de que los sólidos se ponen albados en medio de las llamas comunes, deben hacerlas muy brillantes cuando ellos no se trasformen en gases, que es lo que se verifica, aunque la luz de la llama no es intensa, sino en cuanto está en

contacto con uno de ellos. El azufre y los gases hidrógeno y óxido de carbóno etc., encendidos al aire, ó en el gas oxígeno dan muy poca luz; pero si en medio de ella se pone óxido de zinc, amianto, ó una malla metálica, adquiere inmediatamente mucho brillo y viveza. (*Anales de química y física tomo* III pág. 132).

Esto aclara la causa de que la luz procedente de la combustion del zinc y del fósforo en el oxígeno, es tan viva, mientras que la del azufre es tan pequeña, y es porque el óxido de zinc y el ácido fosfórico son sólidos, y el ácido que en este caso se forma con el azufre es volátil.

Igualmente puede esplicarse en que consiste que la llama de una corriente de gas hidrógeno carbonado, que arde en la atmósfera es tan brillante, y por el contrario débil y pálida cuando el gas está mezclado con cierta cantidad de aire. En el primer caso se deposita en el acto de la combustion, en lo interior de la corriente del gas, un poco de carbon, lo que no sucede en el segundo.

3° La llama no puede pasar en la temperatura ordinaria al través de una malla metálica muy tupida, porque esta enfria el gas, de modo que reduce su calor al grado inferior al en que es luminoso, y se opone á la combustion del que no está quemado todavia. Asi es, que si se coloca horizontalmente una malla metálica por encima de la punta de la llama de una vela, y se baja poco á poco sobre la llama, resulta un cono truncado de luz, cuyo eje y partes contiguas son oscuras por que la combustion no se verifica sino al esterior.

La disminucion de temperatura debe ser proporcional á la pequeñez de las aberturas del tejido de la malla y á la masa del metal; y el poder del tejido sobre la llama debe depender del calor necesario para producir la combustion, comparado con el que adquiere el tejido mismo. Por consiguiente la llama de las sustancias mas combustibles y de las que producen mayor cantidad de calórico en la combustion, pasarán al traves de un

tejido metálico que intercepte el paso á la llama de las sustancias menos combustibles; ó á la de los cuerpos que emiten poco calórico cuando arden; ó lo que es igual, siendo el tejido el mismo ó impenetrable á todas las llamas, las de las sustancias mas combustibles; ó de los cuerpos que producen mas calor, pasarán con mas prontitud al través del tejido caliente, y cada llama le atravesará á un grado diferente de temperatura, segun lo demuestran las esperiencias siguientes.

La llama del gas hidrógeno atraviesa por entre una malla de 100 huecos en pulgada cuadrada, hecha con un alambre de una sexagésima parte de pulgada de grueso, á la temperatura ordinaria, y la llama de una lámpara de alcohol no atraviesa la malla sino cuando sus hilos estan ya muy calientes. Una malla calentada hasta el grado del calor rojo que no intercepta el paso á la llama del gas hidrógeno, detiene la del hidrógeno per-carbonado. Una malla encendida que ocasionaria la combustion de una mezcla de gas hidrógeno per-carbonado y de aire, se opondrá á la de una mezcla de aire, y de gas inflamable de las minas de carbon de piedra. Un alambre de $\frac{1}{40}$ de pulgada de grueso calentado hasta el grado del calor rojo guinda, no inflama el gas hidrógeno bi-carbonado, mientras que ocasiona la combustion del gas hidrógeno; y el mismo alambre de $\frac{1}{8}$ de pulgada de grueso, calentado hasta el mismo grado de calor inflama el gas hidrógeno per-carbonado y el gas hidrógeno. Pero para que este pueda ser inflamado por un alambre de $\frac{1}{500}$ de pulgada de grueso, es necesario que este esté albando. En fin un alambre de $\frac{1}{40}$ de pulgada de grueso albado, no podrá inflamar el aire inflamable de las minas.

En virtud de estas observaciones descubrió Davy una lámpara de seguridad para las minas de carbon de piedra. Es muy sabido que en estas se exhala de cuando en cuando cierta cantidad de gas hidrógeno carbonado, que unido con el aire, forma una mezcla que detona con el contacto de los cuerpos inflamados. Estas esplosiones se repiten con mucha frecuencia en el seno de

estas minas, y han sepultado en ellas una infinidad de obreros. Para evitar tales accidentes, basta segun se acaba de esponer, colocar la luz que ha de alumbrar á los mineros, en una pequeña lámpara cuyos claros esten cubiertos con una malla metálica finísima, y el diámetro de la caja de la lámpara, que debe ser cilíndrica, es de dos pulgadas con corta diferencia. El alambre puede ser de hierro y de $\frac{1}{40}$ á $\frac{1}{60}$ de pulgada de diámetro, y la malla metálica, contiene en cada pulgada cuadrada cerca de 750 aberturas (*Anales de química y de física*, tomo I, págs. 136 y 329; tomo IV, pág. 353),

Puede concebirse tambien, en virtud de lo dicho, que aunque la mezcla de hidrógeno y de oxígeno se inflame y detone repentinamente en un vaso abierto por el contacto de un cuerpo encendido, es muy posible quemarla poco á poco y sin esplosion. Para esto bastará comprimir mucho la mezcla en un recipiente de cobre, por medio de una bomba aspirante é impelente dando salida al gas por un tubo de diámetro capilar que sea impenetrable á la llama, y encendiendo el chorro de gas que resulte. El doctor Clarke se ha servido con buen éxito de este aparato, que se asemeja al soplete de Brook, para obtener por la combustion de 2 volúmenes de gas hidrógeno y de 1 de oxígeno, un grado de calor muy superior al que se habia obtenido hasta entonces. Sin embargo, para hacer este instrumento mas seguro y menos espuesto á detonar, le dispuso últimamente de modo que el gas se ve forzado á atravesar una capa de aceite y una malla metálica muy fina, antes de llegar al tubo capilar. Pero aun sería mejor hacerle pasar al través de un cilindro (*Véase la esplicacion de las láminas* en el último tomo, artículo *soplete*), hueco lleno de alambre de hierro apilado, y se ha aconsejado aumentar los hilos de las mallas hasta 100 ó 150.

4º La llama que procede de un chorro de gas inflamado, se apaga siempre en un aire mas ó menos enrarecido por una presion menor que la ordinaria, si se enciende á la punta de

un tubo estrecho de vidrio introducido en el cuello de una pequeña redoma; el hidrógeno que emiten lentamente las sustancias que hay en ella, colocado el aparato dentro del recipiente de la máquina neumática que contenga 200 á 300 pulgadas cúbicas de aire, se verá que la llama cuya altura es de una sesta parte de pulgada, se alarga momentáneamente á medida que se hace el vacío, y en seguida disminuye y por fin desaparece cuando la presion es 7 ú 8 veces mas pepueña, ó que el aire esté 7 ú 8 veces mas enrarecido que lo estaba primitivamente. Este fenómeno nace de que en una atmósfera muy enrarecida no se produce bastante cantidad de calórico para mantener la combustion. Asi es, que un hilo de platino arrollado en espiral á la punta del mismo tubo estrecho de vidrio, y colocado en el cuerpo de la llama, de modo que su punta esté mas alta encendiendo el chorro de gas quede como en la esperiencia anterior, una llama de una sesta parte de pulgada de altura, y haciendo el vacío del recipiente, el hilo de platino se calentará pronto hasta la temperatura del calor albado en el centro de la llama, y aun se podrá fundir su cabo. Este hilo permanecerá albado hasta que la rarefaccion sea sestúpla, y rojo en su parte superior, hasta que la rarefaccion sea diez veces mayor, y durante todo el tiempo que esté rojo oscuro, aunque apagado el gas en la parte inferior, arderá en el parage en que esté en contacto con el hilo; y la combustion no cesará sino cuando la rarefaccion sea trece veces mayor.

La llama del hidrógeno no se apaga en la atmósfera enrarecida, sino cuando es insuficiente para encender de una manera visible el hilo de platino, y como este es el grado de calor necesario á la inflamacion del hidrógeno en el aire á la presion ordinaria, resulta, que su combustibilidad no se aumenta ni disminuye por la rarefaccion, que procede de una presion menor, suponiendo que la temperatura sea siempre la misma (*).

(*) Mas adelante se verá (131) que el hilo de platino tiene la propiedad

Segun esto se sigue que entre los cuerpos combustibles los que exigen menos calor para su combustion deben quemar en un aire mas enrarecido que los que necesitan mas; y que los que producen mucho calor en su combustion, quemarán mejor en este mismo aire que los que producen poco, como lo confirman todas las esperiencias hechas hasta ahora. (*Anales de química y física*, tomo IV, pág. 262).

5° La espansion de los gases mediante el calor, lejos de disminuir su combustibilidad les da al contrario la calidad de detonar, ó inflamarse á una temperatura mas baja; lo que parece consiguiente, puesto que una parte del calor producido por un cuerpo inflamado debe, servir para elevar la temperatura de su al rededor. En este caso, una mezcla de hidrógeno y de oxígeno se inflama dentro de un vaso de vidrio á un grado algo inferior al de la temperatura del calor rojo (*).

6° La inflamacion súbita y la detonacion causada por la chispa eléctrica, ó un cuerpo ardiendo en una mezcla de gases, puede evitarse con cierta cantidad de otro gas, aunque para ello esta ha de ser mayor en las mezclas esplosivas y los cuerpos inflamables que requieren menos calor para quemarse, y *vice versa*. Asi es, que un volúmen de cloro y otro de hidrógeno, se inflaman aun cuando se les mezcle con diez y ocho veces otro igual de oxígeno; mientras que la mezcla de un volúmen de hidrógeno proto-carbonado y de dos de oxígeno, no se inflama si se la han añadido tres volúmenes de oxígeno. La densidad de los gases y su capacidad calurosa influyen mucho sin duda en estos fenómenos; pero es probable que no son estas las únicas causas porque el protóxido de azoe, que es casi una tercera parte mas denso que el oxígeno, y segun La Roche y Berard de mayor capacidad calurosa en la proporcion de 1,3503 á 0,9765

notable de efectuar la combustion del hidrógeno, y sin embargo la consecuencia de Davy parece esacta.

(*) Es probable que el vidrio influya en la combinacion, lo que ignoraba Davy cuando hizo sus observaciones (131 — 2°).

en volúmen, es menos eficaz que el último para impedir la esplosion, al mismo tiempo que el hidrógeno lo es mas aun cuando sea diez y seis veces mas ligero que el oxígeno, y tenga ciertamente menos capacidad calurosa en igual volúmen. (*Anales de química y física* tomo IV, pág. 276).

LIBRO SESTO.

De los combustibles simples.

84 Son estos los que no han podido descomponerse hasta ahora, y tienen la calidad de combinarse con el oxígeno, formando de este modo ácidos ú óxidos. Su número es de cincuenta y uno, comprendiendo el radical del ácido fluórico, y para estudiarlos mejor se dividirán en combustibles simples no metálicos, y en metales. Estos son casi opacos, muy brillantes aun cuando estan en polvo con tal que no sea muy ténue admiten un hermoso pulimento, y un brillo muy vivo, son buenos conductores del calórico, trasmiten la electricidad con mucha rapidez, y pueden combinarse en varias proporciones con el oxígeno, resultando óxidos mates, que los mas pueden formar con los ácidos sales mas ó menos neutras. Los combustibles no metálicos carecen del conjunto de estas propiedades, son malos conductores del calor y casi todos de la electricidad, no tienen brillo, á lo menos en polvo, y ninguno de sus óxidos neutraliza los ácidos ni forma sales.

CAPITULO PRIMERO.

DE LOS COMBUSTIBLES SIMPLES NO METALICOS.

84—2° Estos son nueve, á saber, el hidrógeno, el boro, el carbóno, el fósforo, el azufre, el selenio, el iodo, el cloro y el azoe. Tres de ellos, el hidrógeno, el cloro y el azoe

son gaseosos á todas las temperaturas conocidas, y los otros seis son siempre sólidos á la temperatura ordinaria; siendo fusibles y volátiles el fósforo, el azufre, el selenio y el iodo; mientras que el boro y el carbono son infusibles y fijos. Ninguno obra en el gas oxígeno á la temperatura de la atmósfera, y el cloro, el iodo, y el azoe tampoco á una temperatura elevada; pero el hidrógeno, el boro, el carbono, el fósforo; el azufre y el selenio, pueden por el contrario, absorverle y quemar con emision de calórico y de luz.

Para examinar estos cuerpos se deben ordenar segun su grado de afinidad con el oxígeno, la que parece estar respecto á los seis primeros en el orden con que se han nombrado, colocando no obstante el hidrógeno y el boro en la misma línea. Los tres últimos tienen ciertamente mucha menos afinidad con el oxígeno que los otros, pero se ignora cual de ellos la tiene mayor.

Del hidrógeno.

85 Se descubrió este gas á principios del siglo diez y siete; pero sus propiedades no fueron bien examinadas sino hácia el año de 1777 que lo hizo Cavendish. Llamado al pronto *aire inflamable*, se le dió otro nombre en la nomenclatura nueva que es el que tiene hoy, derivado de dos palabras griegas que significan generador del agua. Este nombre, compuesto de una sola palabra, es sin duda mejor que el primero, tanto mas, cuanto que existen varios fluidos susceptibles de inflamarse, pero tiene algunos inconvenientes, y el principal es el de no distinguir como conviene el ácido que resulta de la union del hidrógeno con el azufre, y el ácido sulfúrico del comercio. Segun las reglas de nomenclatura los dos deberian llamarse *ácido hidro-sulfúrico*, el primero en razon de los nombres de sus principios constitutivos; y el segundo por que está formado de ácido sulfúrico y de agua. Este inconveniente desaparecería, designando el hidrógeno con otro nombre cualquiera.

86 *Propiedades físicas* El hidrógeno puro es siempre gaseoso, insípido y sin color ni olor. Su gravedad específica es mucho menor que la del aire y de todos los otros fluidos elásticos, y es de 0,0688 (112); en lo que se funda la formacion de los globos aereostáticos, y el poder trasfundir el hidrógeno de un vaso á otro lleno de aire como si fuesen dos líquidos. Asi es, que dos campanas de cristal puestas como las que se representan en la figura 13 de la lámina II, llena de aire la mayor, y la mas pequeña de hidrógeno, juntando sus bocas é inclinando la segunda hasta que esté vertical y boca arriba, se verá que el gas pasa de una á otra, de suerte que si se introduce una cerilla encendida en la primera y superior habrá una pequeña detonacion en el momento de contacto con la llama, mientras que arderá tranquilamente en la inferior.

El gas hidrógeno, aunque inflamable, apaga los cuerpos en combustion, pero como este gas es mas lijero que el aire, no es fácil asegurarse de esta propiedad sino teniendo la campanita que le contiene boca abajo, é introduciendo una cerilla encendida, la que por el contacto del aire enciende las primeras capas de gas, pero en las segundas se apaga y no vuelve á arder sino cuando se la saca.

86 — 2º *Propiedades químicas.* El gas hidrógeno es de todos el que mas refracta la luz (113), y como cuerpo simple no puede ser dilatado sino por el calórico. No se combina con el oxígeno á la temperatura ordinaria, y aun parece que en ella estos dos gases pueden permanecer mezclados durante un tiempo indefinido sin obrar uno en otro, á no ser que ciertos cuerpos promuevan su accion; pero se combinan inmediatamente á la temperatura del calor rojo. Esto se verifica siempre en la razon de 2 de hidrógeno y de 1 de oxígeno en volúmen, ó lo que es lo mismo, segun su gravedad específica en la de 11,10 de hidrógeno y de 88,90 de oxígeno

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

en peso. Para que este resultado sea evidente se introducen los dos gases en un instrumento llamado *eudiómetro*, que puede representarse como un tubo de vidrio cerrado por uno de sus estremos, y con dos conductores para la trasmision del fluido eléctrico. Se llena este instrumento de mercurio ó de agua, y se trasfunden á el los gases, uno despues de otro midiéndolos antes con cuidado y esactitud en un tubo graduado; en seguida se trasmite á la mezcla una chispa eléctrica con una botella de Leyden, ó con un electróforo, la cual elevando la temperatura hasta el grado del calor rojo verifica la combinacion. Si la mezcla es de 2 partes de hidrógeno y 1 de oxígeno muy puros, desaparecerá completamemte : si la cantidad de hidrógeno es triple de la de oxígeno, habrá el residuo de una parte de hidrógeno; si las cantidades de hidrógeno y oxígeno son inversas, el residuo será de 2 $\frac{1}{2}$ partes de gas oxígeno: cuyos residuos pueden apreciarse recogiéndolos en un tubo graduado. En todo caso no se formará mas que agua y habrá desarrollo de calórico y luz. (*Véase* el *eudiómetro*, lámina v, fig. 1, y el tubo graduado, lámina xiii fig. 7, y su descricion y modo de servirse de ellos en las letras *E* y *T* de la *esplicacion de las láminas.*)

Si se pone en el eudiómetro mas ó menos hidrógeno que oxígeno, la combustion no es completa; y no se efectua si el hidrógeno está mezclado con 9^{veces}, 5 volúmen de oxígeno, ó con algo menos de la décima parte del volúmen de este gas. Una parte de hidrógeno en el primer caso, y una de oxígeno en el segundo, no se queman, pues aunque la chispa eléctrica inflama las partes que toca la combustion no se propaga. (*Véase* la memoria de Humbold, y Gay-Lussac, sobre los medios eudiométricos, en el *Diario de fís.* 1805).

Otros fenómenos pueden producirse libremente, como por ejemplo, si se cierra esactamente el eudiómetro, la mezcla de hidrógeno y oxígeno se inflamará por la chispa eléctrica sin sacudimiento, formándose un vacío que se llenará, apenas

se abra el instrumento, y pueda entrar el líquido en que se opera. Pero si se deja abierto el eudiómetro en el momento que se combinen los gases, habrá una fuerte sacudida causada por el agua que se forma. En efecto, esta permanecerá al pronto en vapor á causa del calórico desarrollado, y como en este estado ocupa, á virtud de la temperatura, mayor volúmen que el de sus elementos al estado de gas, la columna del líquido que llena en parte el instrumento, es repelida, pero vuelve á subir repentinamente; porque el vapor se liquida de golpe con el contacto de los cuerpos frios: de lo que nace un movimiento precipitado con una especie de detonacion. Es pues evidente, que no podrá inflamarse en un eudiómetro una cantidad considerable de gas á la vez, sino en el caso que el instrumento sea grueso y esté bien cerrado; de otro modo podria estallar y perderse el gas. Para evitar todo peligro en la inflamacion de una mezcla considerable de gas oxígeno, y de hidrógeno, de un cuartillo v. g., es necesario hacer la esperiencia en un frasco cerrado herméticamente, y envuelto en una servilleta ó lienzo. Habiendo llenado este frasco en el agua con dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, se tapa para que no entre aire, y se cubre toda su superficie con una servilleta hasta cerca de la boca, se quita el tapon y se aproxima esta á la llama de una vela y hay una detonacion fuerte; de suerte que aunque las moléculas del aire vibran por la espansion del vapor formado, y por la liquefaccion de este, parece que se confunden los dos efectos, y asi es que no se oye mas que un solo golpe, porque al momento de cesar la accion de una de estas causas principia la de la otra.

Puede hacerse esta esperiencia, y aun con mayor cantidad de gas, en un mortero ó almirez de cobre ó hierro con una disolucion acuosa de javon. Introducida alli la mezcla por medio de una campana de tornillo con una vegiga de llave, para lo cual se adapta á esta por medio de un tapon de corcho un tubo de vidrio afilado á la lámpara, cuyo estremo se

sumerge en la disolucion; y abriendo la llave de la vegiga y comprimiéndola, se llenará de burbujas la disolucion del almirez, que se encienden acercándolas una cerilla encendida puesta á la punta de una vara larga.

Es evidente que una mezcla de hidrógeno y oxígeno puede inflamarse por la chispa eléctrica, y la llama de una vela; pero puede tambien efectuarse la inflamacion mediante una presion fuerte y repentina: lo que consiste en que la temperatura de los gases se eleva en este caso hasta el grado del calor rojo, (77). Sería peligroso hacer esta esperiencia con cantidades de alguna consideracion; porque la espansion del vapor producido podria hacer pedazos los aparatos. (Biot).

La combinacion del gas hidrógeno y del oxígeno no se verifica siempre con esplosion. En efecto, si se calienta hasta cerca del calor rojo un alambre de platino de $\frac{1}{60}$ de pulgada de diámetro y se introduce en una mezcla de 2 volúmenes de hidrógeno y de 1 volúmen de oxígeno, los gases se combinarán poco á poco al rededor del alambre, se encandecerá este, y se convertirán en agua (83).

Aunque el hidrógeno es un gas muy combustible, parece que no se puede inflamar al través de una malla metálica muy fina, aun cuando esté mezclado con el oxígeno. Llenése de hidrógeno una campanita, y póngase el orificio encima de la llama de una vela, y al instante arderá, y aun se notará una pequeña detonacion; pero si el orificio está cubierto con una malla metálica, la combustion no se verificará (76—3°).

Se ha dicho, que á la temperatura de la atmósfera, y mediante el influjo físico de ciertos cuerpos, el hidrógeno se combina con el oxígeno, hecho estraordinario que acaba de descubrir Dœbereiner. Asi es, que si al aire se dirije una corriente de hidrógeno sobre un trozo de platino esponjoso, que se obtiene reduciendo el hidro-clorato amonical de platino (1214), se formará agua, y al momento enrojece el metal ardiendo el gas. Lo mismo sucede con el paladio, el rodio, el iridio, y otros

varios cuerpos, sin que se sepa la causa de este fenómeno, que conviene dar á conocer esponiendo los principales resultados de los esperimentos hechos sobre esto (131 — 2°).

86 — 3° El oxígeno no es el único cuerpo con que puede combinarse el hidrógeno, pues tambien lo hace con el carbóno, fósforo, azufre, selenio, cloro, iodo, azoe, y con tres metales, que son el potasio, el arsénico y el teluro; pero no se hablará de estas combinaciones hasta que se trate de los compuestos combustibles (169 y 189).

El hidrógeno es, de todos los combustibles, el que cuando arde produce mayor calor, y tal que casi todos los cuerpos puestos en el foco del soplete de este gas y de este oxígeno, se funden en algunos minutos; de suerte que este soplete, fundado en la propiedad que tienen los tubos muy angostos de no dejar pasar llama, es un instrumento químico de los mas preciosos, (pág. 168).

87 *Estado natural.* El hidrógeno solo se ha encontrado con otros cuerpos y en particular con el oxígeno, el carbóno y el azoe. Combinado con el oxígeno forma el agua, y con el oxígeno y el carbóno constituye las mas de las sustancias vegetales; asi como con el oxígeno, el carbóno y el azoe, casi todas las materias animales. Pero comunmente se estrae este gas del agua, por que es mas fácil disgregarle de este compuesto que de cualquiera otro.

88 *Preparacion.* El hidrógeno se estrae del agua por medio del ácido sulfúrico, y la granalla de zinc. Esta operacion se hace en un frasco de vidrio de dos cuellos, y de 2 cuartillos de capacidad, que basta para obtener 40 cuartillos de gas. Se pone á este efecto en un frasco un cuartillo de agua poco mas ó menos, y 4 ó 5 onzas de zinc, y se adapta á uno de los cuellos un tubo de vidrio encorvado, que por entre el agua de una cuveta va á parar debajo de un embudo de los de tableta, ó en un barreño de agua por debajo de un casco de vasija rota, horadado por el centro. El otro cuello recibe un tubo recto de vidrio de 1 $\frac{1}{2}$ líneas de diámetro por lo menos, y de

4 pulgadas $\frac{3}{10}$ de largo á lo mas, por encima del frasco, y este segundo tubo penetra algunas veces en el líquido, teniendo en su parte superior un pequeño embudo (*Véase* este aparato en la lámina XX fig. 1). En seguida se echa poco á poco por este, ácido sulfúrico del comercio, y se exhala al instante el gas hidrógeno, produciendo efervescencia, y si esta es grande, no se añade mas ácido; lo que se hace, cuando va disminuyendo la exhalacion de gas y asi sucesivamente, hasta que todo el zinc esté casi enteramente disuelto. El primer gas es una mezcla de hidrógeno y aire del aparato, y por esto solo se recogerá el que se exhale pasados algunos minutos; lo que se hace colocando una campana ó frasco lleno de agua encima del embudo de la cuba, lám. XX fig. 1. El gas hidrógeno que es insoluble en el agua, y mas ligero que ella, la atraviesa, y sube á la parte superior; echando fuera el agua á medida que el frasco se llena de gas y entonces se remplaza con otro.

A falta de frascos de dos cuellos pueden emplearse en esta operacion los de uno, ó una redoma. Este aparato es preferido en los laboratorios, siempre que se necesita poco gas. Se introducen en el frasco el agua y el zinc, y en seguida el ácido sulfúrico poco á poco, de modo que se escite prontamente por la agitacion una efervescencia viva, despues se adapta el tubo encorvado que se introduce, como en la esperiencia anterior, debajo de vasos llenos de agua.

Se puede reemplazar en las dos esperiencias precedentes la granalla de zinc con alambre, limaduras ó clavos de hierro; pero en este caso es necesario añadir una cantidad mayor de ácido, por que este corroe mas fácilmente el zinc que el hierro. No obstante, como este cuesta menos, se prefiere para los globos aereostáticos.

Pero sea con el zinc destilado ó con el hierro dulce, el gas hidrógeno contiene siempre una materia estraña oleosa que

le comunica un olor particular (*), aunque por fortura en tan corta cantidad, que apenas es perceptible con los reactivos, y el mejor medio de separarla consiste segun Berzelius y Dulong, en pasar el gas por una disolucion de potasa caústica. Por consiguiente, siempre que se quiera obtener el didrógeno perfectamente puro, será necesario hacerle pasar al través de esta disolucion antes de recogerle en los vasos de agua. Purificado de este modo es de menor densidad, y en vez de ser de 0,07321, se reduce á 0,0688 (Berzelius y Dulong. *Anales de química y física* tomo xv pág. 386).

Es fácil recoger el aceite volátil que origina el olor del gas hidrógeno comun, introduciendo una corriente de este gas en el alcohol puro, y echando despues agua en este; con lo que al pronto se enturbiará y volverá lechoso, pero al cabo de algunos dias el aceite se aclarará y se separará (Berzelius, *Anales de química y física*, tomo xxvii pág. 221).

89 Examinada la naturaleza de los diversos productos obtenidos, y comparada con la del zinc, del agua, y del ácido sulfúrico de que proceden, será fácil establecer la teoría de esta operacion.

Estos productos son tres: el uno es el hidrógeno de que ya se ha hablado, el segundo es un compuesto triple de ácido sulfúrico, oxígeno, y zinc que está disuelto en el agua, y constituye el líquido del frasco; pudiendo obtenerse en un polvo blanco cristalino, si se evapora este líquido hasta sequedad en una tazita de vidrio ó de porcelana; y el tercer producto es una cantidad de calórico muy sensible.

El zinc es un elemento ó cuerpo simple, el agua está formada de hidrógeno y oxígeno, y el ácido sulfúrico es un compuesto de azufre y oxígeno.

Es pues evidente, que el gas hidrógeno no puede proceder

(*) Donovan supone que es gas hidrógeno sulfurado y gas ácido carbónico. Segun este químico el agua que se forma, combinando el hidrógeno con el oxígeno, es siempre ácida y debe su acidez al ácido sulfúrico. (*Ana. de qui. y fis.*, t. ii pág. 375.) Pero Tenard no es de la misma opinion, porque habiendo examinado esta agua, solo contenia ácido nítrico.

del zinc ni del ácido sulfúrico, porque no le tienen, y que proviene efectivamente del agua; luego esta debe ser descompuesta. ¿Pero si el hidrógeno se exhala del agua descompuesta, que se hace del oxígeno? Este se combina con el zinc y el ácido sulfúrico, y forma el compuesto triple disuelto en el agua. Pudiera decirse á la verdad, que el oxígeno de este compuesto triple procede en parte del ácido sulfúrico, pero su cantidad es proporcionada en aquel á la que está combinada en el agua con el hidrógeno exhalado de la que se ha descompuesto, y por otra parte se encuentra en el líquido todo el ácido como se probará en lo sucesivo, de lo que se debe inferir que la accion simultánea del zinc y del ácido en el oxígeno del agua, es mayor que la del hidrógeno.

El zinc ó el ácido solos no descompondrian el agua, el ácido solo originaria emision de calor, y el zinc no produciria efecto alguno á la temperatura ordinaria.

Esto manifiesta el origen de los dos primeros productos de la operacion, y solo restaria aclarar lo que ocasiona el calórico emitido en ella y que no parece necesario, en vista de lo espuesto ya acerca de esto de una manera general (82).

Proporciones de sustancias.		Proporciones producidas.		
1 de agua.	112,43	1 de hidrógeno . . .		12,43
1 de zinc.	403,23	1 sulfat =	1 de óxido.	503,23
1 de ácido	501,16		1 de ácido.	501,16
	1016,82			1016,82

Fórmula atómica.

$$2HH\,(*) + Zn + 2\ddot{S} = 4H + \ddot{Z}n\ddot{S}^2.$$

Usos. El hidrógeno debe ser un agente muy principal en la naturaleza y causa de efectos numerosos é importantes, puesto que constituye el agua y todas las materias vegetales y animales; no obstante sus usos en las artes y en los laboratorios, son muy pocos pues solo sirve para hacer el analísis del aire, obtener una temperatura elevada, y llenar los globos aereostáticos.

(*) $2HH$, significa 2 átomos de agua.

90 Este cuerpo descubierto en 1809 por Gay-Lussac y Thénard, (*Inv. físico-quím, tom. 1 pág.* 276), no se ha estudiado bien todavía; de suerte que su historia no es cual se podria desear.

Propiedades. El boro es sólido, insípido, sin olor, de un colòr pardo verdoso, y pulverulento. Su gravedad específica es desconocida, y solo se sabe que es mayor que la del agua.

El fuego de la forja no le altera, de que se infiere que es infusible; su accion en el gas oxígeno, á la temperatura ordinaria es nula; pero á la del fuego rojo se combina prontamente con él. Esta esperiencia puede hacerse con facilidad en una campanita de vidrio encorvada á su estremo superior (lámina xx fig. 3). Llena esta de mercurio y mediante un embudito, se trasvasa á ella gas oxígeno hasta las dos terceras partes, y se introduce el boro por entre el mercurio con unas tenacitas corvas, y terminadas por dos cucharas aplicadas la una contra la otra que se abren y cierran libremente (lámina xii fig. 6). Situado el boro de este modo en la parte corva de la campana, basta calentarle con la lámpara de alcohol, para que se inflame y absorva rápidamente el gas oxígeno; de cuya accion resulta ácido bórico. No obstante, como este ácido se vitrifica con facilidad cubre el interior del boro, lo que estorba que se queme del todo, y la combustiou es siempre imcompleta.

El oxígeno, el hierro y el platino son los únicos cuerpos con que se ha combinado el boro.

Estado natural. No se encuentra puro en la naturaleza; siempre está combinado, y los compuestos naturales en que se halla son comunmente el ácido bórico, el sub-borato de sosa, y sub-borato de magnesia.

Preparacion. Se estrae del ácido bórico por medio del potasio y del sodio (330). Como estos metales san raros y caros, se sigue que el boro deberá serlo tambien, y por consiguiente no tiene aplicaciones.

Dœbereiner ha publicado un proceder con que asegura que el boro se puede estraer del borrax (sub-borato de sosa, ó protóxido de sodio), mezclando esta sal con carbon, y poniendo la mezcla en un tubo de hierro á una temperatura elevada. Pero aun cuando la descomposicion del ácido se verificase segun lo anuncia este químico, no se lograría el boro puro, pues que segun él mismo, el boro preparado de este modo, está siempre mezclado con carbon (738).

Del Carbóno.

91 *Historia.* El carbon usado comunmente en la economía doméstica contiene siempre hidrógeno y ceniza, por cuya razon ha sido necesario dar un nombre particular al carbon puro; y los químicos han adoptado el de *carbóno.*

Lavoisier es de todos el que mas ha dado á conocer la historia de este cuerpo, mostrando en 1781 la presencia del hidrógeno en el carbon ordinario, probando que este se trasformaba en ácido carbónico cuando se quemaba; y en fin, fue el primero que sospechó la existencia del carbóno en el diamante; guiado por las esperiencias de Newton y de los académicos de Florencia.

En efecto, habiendo observado Newton, que los cuerpos refractaban tanto mas la luz cuanto eran mas combustibles, y que el diamante tenia gran fuerza refringente, sospechó su combustibilidad. Los académicos de Florencia hicieron en 1694 esta conjetura muy verosímil, esponiendo los diamantes en el foco de un espejo ústorio á la accion del calórico, y observando que se consumian. Algunos químicos franceses probaron al fin que el diamante no disminuía de peso calcinándole sin contacto del aire, y que al contrario se disipaba con él (*).

Faltaba sin embargo descubrir cual era la naturaleza del combustible del diamante, y es lo que averiguó Lavoisier. Quemó diamantes con lentes fuertes en vasos cerrados, y habiendo re-

(*) Se podrá ver la historia muy circustanciada de las investigacion eshechas hasta 1778 acerca del diamante en el 1er tomo del diccionario de Macquer.

conocido que se formaba ácido carbónico en esta combustion, concluyó que el diamante contenia carbóno, y tenia la mayor analogía con este cuerpo combustible.

Pero estas investigaciones no bastaban para conocer perfectamente la naruraleza del diamante, y saber si constaba ó no de otros elementos, lo que examinaron sucesivamente Smithson-Tennant (*), Guyton-Morveau (**), Allen, Pepis (***), y Davy, quienes probaron que aun que existe gran diferencia entre el diamante y el carbon, estos dos cuerpos son idénticos en su naturaleza, resultado estraordinario, pero que no admite dudas; pues combinadas 72 partes, 62 de oxígeno con 27,38 de diamante ó de carbon puro, se obtendrán siempre 100 partes de gas ácido carbónico (345). Es pues evidente, que el gas ácido carbónico, consta de los mismos elementos en las mismas proporciones; y por consiguiente el diamante no es sino carbon puro, del que solo se diferencia por el enlace y trabazon de sus moléculas.

92 *Propriedades.* El carbóno es siempre sólido, insípido y sin olor; pero las demas de sus propiedades físicas son variables.

Frecuentemente es negro, de forma irregular, fácil de pulverizar, segun se observa en el que contiene la leña: es difícil determinar esactamente su gravedad especifia, porque está lleno de huecos pequeños de que cuesta trabajo estraer el aire.

A veces es compacto, friable, reluciente y parecido á la hulla, pero negro y sin forma regular como el anterior. Los mineralogistas le llaman *antracita*. Este contiene las mas veces alúmina, sílice y óxido de hierro, y otras poco de este, tal es

---

(*) Transaciones filosóficas. 1797.

(**) *Anales de química* tomos XXXI, LXXXIV y LXXXVI. Es cierto que Guyton habia inferido de sus esperiencias que el carbon era un óxido pero habia sido por equivocacion, pues habia obtenido conocidamente las mismas cantidades de gas carbónico con el diamante y el carbon fuertemente calcinado.

(***) Biblioteca británica, diciembre de 1807.

el de Allemond provincia de l'Isere del que se estraen 0,97 de carbóno; y su gravedad específica es de 1,8.

Suele estar cristalizado y ser tan duro, que raya todos los cuerpos sin ser rayad o por ninguno como se verifica con los diamantes. Estos son ordinariamente cristalinos, sin color, ó de un gris moreno, de rosa ó azul claro; y hasta los hay amarillentos, ó de un verde canario. Algunos tienen ocho caras y forman un octaedro regular; otros tienen doce, otros veinte y cuatro; otros cuarenta y ocho: con superficies curvilíneas los mas de ellos. Su gravedad específica varía entre 3,5 y 3,55; por lo que es mayor que la de la antracita, y la de esta mayor que la del carbon de leña. Esta diferencia de densidad permitirá esplicar, porque el gas oxígeno y los otros agentes químicos alteran con mas dificultad el diamante que la antracita, y esta menos que el carbon de leña.

Propiedades químicas. El carbóno espuesto á la mayor temperatura de nuestros hornos, no se ablanda ni disminuye de peso (*), de que nace la imposibilidad de determinar directamente la densidad de su vapor, lo que solo se consigue hasta cierto punto, mediante consideraciones fundadas en la propriedad que

(*) Sin embargo, por una nota inserta en los *Anales de química y física* tomo XXII pág. 316, parece que dos trozos de este cuerpo cortados en conos, y puestos en los hilos conductores de una pila voltáica, y en contacto durante la operacion, encandecen muy vivamente, y si se alejan algo uno de otro advirtiéndose en ellos una especie de fusion. Entonces se vé que el tamaño del carbon del polo positivo aumenta de $\frac{1}{10}$ ó $\frac{1}{4}$ de pulgada, y el del negativo disminuye y se termina en un hueco esferoidal, como si una parte de él hubiese sido trasportada al otro carbon por una corriente del hilo negativo al positivo. Silliman que repitió esta esperiencia anunciada por Hare, dice que mediante un microscopio observó indicios evidentes de fusion, durante la cual, cree que el carbon en vapor, se trasporta de uno á otro polo. William-West afirma que el vapor de carbon pasa del polo negativo al positivo. Algunos químicos creen que el cuerpo fundido es la ceniza del carbon.

tienen los cuerpos de combinarse en volúmen en proporciones simples (pág. 187).

Si no está en diamante aunque sea puro, ó mezclado solamente con algunas materias estrañas, trasmite el calórico de un modo muy notable (Chevreusse), y principalmente la electricidad, por lo que el carbon es bueno para cubrir el pie de los para-rayos y que se trasfunda por estos fácilmente al suelo la electricidad de la nubes (*). Por esta causa, si calcinando y enfriando sin humedad un trozo de carbon, se le pone en comunicacion con un hilo de la pila, y despues se le toca con el otro hilo, algunas partículas del trozo se queman y encienden en el punto de contacto.

Por denso que sea el carbóno tiene simpre la propiedad de arder en el gas oxígeno y gasificarse; pero es necesario que la temperatura sea tanto mayor, cuanto lo es la densidad del cuerpo combustible. Si el carbóno procede de materias vegetales ó animales, su combustion podrá verificarse en el mercurio en una campanita corva del mismo modo que la del boro (90); y entonces se quema á una temperatura inferior á la del calor rojo, ya esté en polvo ó en pequeños trozos. La combustion puede producirse tambien enrojeciéndole á la llama de una vela por algunos de sus puntos, y metiéndole en un frasco lleno de gas oxígeno. Un alambre de hierro clavado por una de sus puntas á un tapon de corcho, y terminado por la otra

---

(*) No obstante, el carbon ordinario no es á propósito para este uso, porque la mayor parte de él, aunque este bien preparado, no conduce el fluido eléctrico, y no adquiere esta propiedad sino despues de haberse calcinado convenientemente: esta calcinacion le despoja sin duda del hidrógeno que contiene.

Chevreusse ha confirmado esta observacion en el año de 1825, y ademas de otras varias que contiene su memoria, manifiesta en ella que comparados los carbones muy calcinados, con los que no lo estan tanto, los primeros son mas densos, mas conductores de la electricidad y del calórico, pero menos combustibles que los segundos, y absorven la humedad menos que estos. (*Anales de quimica*, tom. XXIX pág. 246).

en un círculo sobre el cual se coloca una laminita de hierro en forma de disco, y algo cóncava, es muy cómodo para hacer esta esperiencia. Se pone el carbon ya encendido sobre el disco, y se introduce el alambre en el frasco hasta el tapon, el cual debe ser ancho y el alambre bastante largo para impedir la inflamacion del tapon, dejando una pequeña abertura por donde pueda salir el gas. El carbon se quema produciendo mucho calor y luz, y si es puro y hay sobra de oxígeno, sin dejar residuo alguno ni formar otro producto que gas ácido carbónico. Pero si en vez de operar con carbon de materias vegetales y animales, se hiciese con la antracita ó con diamante la combustion no tiene buen éxito; porque es necesario servirse de un tubo de porcelana colocado horizontalmente al través de un horno de reververo, introducir en él, el combustible, adaptar á sus estremos por medio de dos tubitos de vidrio dos vejigas una vacía y otra llena de gas oxígeno, elevar en seguida la temperatura hasta enrojecer el tubo, abrir las llaves de las dos vejigas, y comprimir poco á poco la que contiene el gas oxígeno. Este gas atravesará el tubo, se combinará en gran parte con el carbon, y pasará á la vejiga vacía: de esta se le hace volver á pasar á la primera y sucesivamente de una á otra; de modo que todo el carbon desaparecerá por último sin producir mas que ácido carbónico; suponiendo que haya esceso de oxígeno y sea puro, como en la esperiencia anterior, lám. XXIII, fig. 3.

El ácido carbónico no es el solo producto que puede resultar de la combustion del carbon, sino que tambien puede formarse óxido de carbóno; pero esto solo se verifica si hay carbon sobrante para absorver el oxígeno y la temperatura es muy elevada. Estos dos productos son naturalmente gaseosos. El ácido contiene un volúmen de oxígeno igual al suyo; y el óxido la mitad de su volúmen solamente (297 y 345).

Mas como se sabe que los cuerpos se combinan en volúmen en proporciones simples, puede suponerse que el gas ácido

carbónico resulta de un volúmen de gas oxígeno y de uno de vapor de carbóno, condensados los dos en uno solo. De lo que ha deducido Gay-Lussac, que la densidad del vapor de carbóno debe ser igual á la del gas ácido carbónico, menos la del gas oxígeno, ó á 1,5245, menos 1,1026, es decir á 0,4219.

Berzelius la supone doble, porque si el gas óxido de carbóno contiene la mitad de su volúmen de gas oxígeno, considera la otra mitad como formada de vapor de carbóno no condensado. Siendo en efecto la densidad del gas óxido de carbóno de 0,973, y la del oxígeno de 1,1026, se seguiria que la densidad de la mitad del vapor de carbóno sería de 0,973, menos $\frac{1,1026}{2} = 0,4219$. Las dos satisfacen á los resultados, pero nos valdremos solo de la primera.

El carbóno se combina con un pequeño número de cuerpos combustibles; y de los no metálicos solo con el hidrógeno, el azufre, el cloro y el azoe; y de los metales con el hierro, ó á lo menos si forma combinaciones con otros cuerpos, no han sido bien estudiadas todavia.

93 *Absorcion de los gases por el carbon y los cuerpos porosos.* De todas las propiedades del carbon la mas notable acaso es la de poder absorver los diferentes gases, la que descubierta primeramente por Fontana, y probada por Morozzo, Rouppe y Noorden, *Diario de física*, tomo XXIII y LVIII. *Anales de química*, tomo XXXII, ha sido examinada con mucho cuidado por Saussure. Este químico vió que no pertenecia esclusivamente al carbon, sino que tambien era comun á todos los cuerpos porosos; y sobre esto hizo un trabajo muy estenso que se indicará.

Todos los cuerpos porosos cualquiera que sea su naturaleza, absorven mas ó menos cantidad de un gas, cualquiera que sea tambien su naturaleza. La absorcion depende:

1° *De la temperatura.* Parece que cuanto mas baja es la temperatura, tanto mas considerable es la absorcion, que nunca se verifica á la temperatura de 100°; asi es, que si un cuerpo está impregnado de un gas, se le espele esponiendo aquel por

algun tiempo al calor de la lámpara de espíritu de vino en una campana corva llena de mercurio.

2° *De la presion.* La absorcion de partes ponderables de gas por los cuerpos porosos, es tanto mayor cuanto lo es la presion; si esta es nula, la absorcion lo es tambien: de suerte que por medio de la máquina neumática podrá espelerse como por el calor, todo el gas que un cuerpo haya absorvido. Puede tambien estraerse una gran parte haciendo pasar el cuerpo al vacío barométrico, y á medida que el cuerpo se eleve despedirá una infinidad de burbujas que bajarán la columna de mercurio del barómetro.

3° *De la naturaleza del gas.* Puestos en contacto muchos gases con los cuerpos porosos, los unos como el amoniaco, hidroclórico y sulfuroso serán absorvidos en gran cantidad, y otros como el hidrógeno y el azoe, lo serán poco.

4° *De la naturaleza del cuerpo absorvente.* La naturaleza de este influye tambien en la absorcion; porque los carbones y la espuma de mar condensan mayor cantidad de gas azoe que de hidrógeno, y por el contrario, la madera condensa mas hidrógeno que gas azoe.

5° *Del número de los poros.* Los cuerpos pulverizados absorven mucho menos que los que no lo estan. Un fragmento de 2 escrúpulos y $\frac{1}{2}$ de carbon de box, ha absorvido 7^{veces}, 25 su volúmen de aire atmosférico; mientras; que la misma cantidad de carbon en polvo, y puesta en las mismas circustancias, solo absorvió 4^{veces}, 25 del volúmen que ocupaba antes de la pulverizacion. Es evidente que este efecto no se puede atribuir, sino á que el número de los poros es menor en el segundo caso que en el primero.

6° *Del diámetro de los poros.* El de estos influye singularmente en la absorcion de los gases. En efecto, el carbon de alcornoque cuya gravedad específica es de 0,1, no absorve sensiblemente el aire atmosférico; el de abeto, que pesa espe-

cíficamente 0,4, absorve cuatro veces y media su volúmen: el de box, que tiene de peso específico 0,6, absorve siete veces y media su volúmen; en fin la hulla de Ratisberg, cuya gravedad específica es de 1,326, absorve diez veces y media su volúmen. Pudiera creerse, segun esto, que cuanto mayor sea la densidad de un carbon, tanto mayor es la porcion de gas que absorve; pero esto no se verifica sino hasta cierto punto. Cuando los carbones son muy densos no pueden los gases penetrar en sus poros: tal es el que se obtiene de los aceites esenciales haciéndolos atravesar por un tubo encandecido.

7° *Finalmente del vacío de los poros.* La absorcion es tanto mayor cuanto mas completo es el vacío; y por esta razon se deben estraer con el calor ó por medio de la máquina neumática el aire y agua que hay entre los poros de los cuerpos.

Estos cuando son porosos, se han de impregnar de gas de dos modos. Si no se descomponen al fuego, se enrojecen, y en este estado se meten dentro del mercurio para que no embeban el agua ó aire de la atmósfera, y en seguida, suponiendo que la esperiencia se hace dentro de una campana de vidrio, se indroduce en ella el gas que se quiere que absorva el cuerpo, y al cabo de 24 ó 30 horas, se mide el gas restante, y se gradua la obsorcion.

Pero si el cuerpo poroso puede ser descompuesto por el calor, es necesario en tal caso purgarle de aire por medio de la máquina neumática. A este efecto se toma una planchita amovible de metal guarnecida de un tubo y una llave de hierro, la cual se asegura al estremo del tubo de la máquina neumática ordinaria; á esta plancha se adapta una campanita que contenga el cuerpo poroso; se hace el vacío lo mas completamente posible; en seguida se cierra la llave del aparato amovible, y se mete en el mercurio la plancha toda entera y las paredes esteriores de la campana; se vuelve á abrir la llave y la campana se llena de mercurio; entonces se quita la plancha y se procede á la esperiencia segun se ha dicho anteriormente.

Los cuerpos porosos puestos hasta ahora en contacto con un cierto número de gases son los siguientes.

Carbon de box.	Yeso solidado por el agua.
Espuma de mar de España.	Leña de avellano.
Esquita de Menil-Montant.	— de moral.
Asbesto liquiforme del Tirol.	— de abeto.
Asbesto alcornoqueño de monte.	Cerro de lino.
Hidrófana de Sajonia.	Lana.
Cuarzo de Vauvent.	Seda cruda.
Carbonato de cal esponjoso, ó agarico mineral.	Polvos metálicos.
	Piróforo.

Entre todos estos cuerpos, el carbon de box es el que posee en mayor grado la propiedad absorvente; y se espondrán solamente los resultados obtenidos por Saussure con esta clase de carbon á la temperatura de 11 á 13° con la presion de 0^{v}, 84. En cuanto á la absorcion de los gases por los otros cuerpos, véase la memoria escrita por este químico, é impresa en los números de la Biblioteca británica por los meses de abril, mayo, y junio de 1812.

Una medida de carbon de box absorve:

90 medidas de gas amoniaco.
85 . . . . . de ácido muriático ó hidro-clórico.
65 . . . . . de ácido sulfuroso.
55 . . . . . de hidróg. sulfurado (ácido hidro-sulfúrico).
40 . . . . . de protóxido de azoe.
35 . . . . . de ácido carbónico.
35 . . . . . de gas oleasinoso, ó hidrógeno bi-carburado.
9,42. . . . . de óxido de carbóno.
9,25. . . . . de oxígeno.
7,5 . . . . . de azoe.
5 . . . . . de hidrógeno óxi-carburado.
1,75. . . . . de hidrógeno.

Todos estos gases son absorvidos con una pequeña emision de calórico; y todos pueden ser espelidos de los cuerpos por un calor de 100 á 150°; dos solamente se alteran notablemente en este caso, que son el gas oxígeno y el protóxido de azoe.

El oxígeno se combina con el carbon y forma gas ácido carbónico, aunque la temperatura sea poco elevada, cuyo efecto se produce segun el mismo Saussure aun á la temperatura ordinaria, pero solamente al cabo de algunos meses. Debe presumirse que la trasformacion en ácido carbónico á esta temperatura, se debe á la influencia de la luz y que acaso no se verificaria en la oscuridad.

El protóxido de azoe se descompone parcialmente habiéndose observado, que 89 partes de gas estraidas del carbon impregnado de protóxido de azoe, se componen de 12 partes de ácido carbónico y de cierta cantidad de protóxido de azoe y de gas azoe (*).

El carbon impregnado de hidrógeno sulfurado es susceptible de otro género de alteracion, cuando se le pone en contacto con el aire ó con el gas oxígeno, y este fenómeno es tanto mas curioso, cuanto que se produce á la temperatura ordinaria. El hidrógeno sulfurado se destruye en este caso en poco tiempo, y resulta agua, y azufre, con emision de calórico bastante grande para que el carbon se ponga muy caliente; lo que es notable porque no se verificaria la combustion del hidrógeno solo, ó sino estuviese combinado con el azufre, y si el carbon está muy saturado de gas hidrógeno sulfurado, y se le intro-

(*) Para estraer fácilmente los gases del carbon por el calor, es necesario promover la absorcion por este cuerpo en una campana corva (lámina xx fig. 3), y atar el carbon al estremo de un alambre; y hecha la absorcion, se llena la campana de mercurio poniéndola boca á bajo en un baño de este metal; en seguida se la vuelve á poner en su primera posicion y se calienta el carbon con una lamparilla de alcohol, manteniéndole siempre en la parte corva de la campana, y retirándole prontamente por medio del alambre cuando se crea que se ha espelido todo el gas.

duce en una campanita llena de gas oxígeno puro sobre la cuva de mercurio, hay á veces detonacion al cabo de algunos minutos. Sin duda que el calor en este caso espele parte del hidrógeno sulfurado, y que despues se aumenta bastante para inflamar la mezcla.

Es probable que el aire que absorve el piróforo como cuerpo poroso, influye mucho en su inflamacion espontánea y á la misma causa, sin duda, se habrá de atribuir la inflamacion de algunas pólvoras metálicas, como la del cobalto procedente del óxido de este metal destruido por el hidrógeno. (Gustavo Magno, *Anales de química* tom. xxx pág. 103).

93 — 2° *Estado.* El carbóno puro es muy raro, y solo se conoce natural en el diamante. Este se halla en la India y el Brasil, en donde se encuentra siempre en una arena ferrugínea compuesta de arcilla, silice y guijarros, debajo de la tierra vegetal, ó por lo menos á poca profundidad. Los de la India conocidos hace tanto tiempo, se hallan en los reinos de Golconda y Visapur. Los del Brasil, descubiertos al principio del siglo 17, pertenen al distrito de Serro-do-Frio. Se llaman en este pais *cascalo*, abundan mucho, y se estraen tambien del oro por medio del lavado.

Pero si el carbóno puro es tan raro, el impuro es muy comun. En efecto, mezclado con algunos centésimos de materias estrañas, el carbóno constituye la antracita, que se encuentra siempre en capas mas ó menos considerables, y á diferentes profundidades, particularmente en aquellos terrenos que los geólogos designan con el nombre de intermedios (*).

(*) La superficie de la tierra se compone de cinco capas ó formaciones distintas por las diferentes clases de terrenos que hay en ellas.

Los primeros que se llaman *primitivos*, son capas muy inclinadas que se componen de las rocas cristalinas, granito, gueis, calcáreo sacarino etc., y no contienen cantos rodados ni otros sedimentos, como ni tampoco despojos de cuerpos organizados.

Impregnado de aceites y de algunas materias térreas ó metálicas, forma el carbon de piedra ó la hulla de que hay muchas minas y muy abundantes.

Unido al oxígeno da origen al ácido carbónico que se encuentra en el aire atmosférico, y en algunas aguas minerales.

Combinado con el mismo gas y las bases, hace parte de todos los carbonatos y por consiguiente del carbonato de cal, que es una de las sales mas esparcidas y comunes en la naturaleza.

En fin, entra en la composicion de todas las sustancias vegetales y animales, pues las primeras no son ordinariamente sino combinaciones de hidrógeno, de oxígeno y de carbóno; y las segundas una combinacion de estos tres principios y azoe; y casi siempre es el carbóno el mas abundante en unas y otras.

94 *Estraccion.* Se estrae el carbóno de la tierra puro ó

Los segundos son los terrenos *intermedios* que se componen de rocas cristalinas semejantes á las anteriores, pero entreveradas de bancos de cantos rodados, sedimentos de materias térreas y areniscas de acarreo, y de rocas con despojos orgánicos correspondientes á especies de moluscos y polipos muy distintos de los que viven hoy, y el asiento de las capas es muy inclinado.

A estos siguen los terrenos *secundarios* compuestos en gran parte de calcáreo compacto, entreverado de capas gruesas casi horizontales, con grandes sedimentos de materias arenáceas que contienen despojos orgánicos y principalmente de moluscos y polipos muy distintos de los anteriores, y tambien de los que viven actualmente.

Sobr los anteriores estan los terrenos *terceros* compuestos principalmente de calcáreos areniscos, de arena y materias arcillosas friables, que contienen muchos despojos orgánicos bastante análogos á los de los animales que viven actualmente, y como los de los moluscos que hay en los mares ó en las aguas dulces; pero lo que en esto distingue principalmente esta formacion, son los esqueletos de mamíferos que no se hallan en las anteriores.

Los terrenos *igneos*, son independientes de los anteriores, y asi no se agrupan con ellos y corresponden á diferentes épocas. Los de la mas antigua, son los trachíticos, y á ellos siguen los basálticos, y despues las lavas que corresponden á volcanes encendidos, ó á los apagados antes de los tiempos históricos.

casi puro por medio de escavaciones; pero el combinado con otros cuerpos, necesita procederes químicos y generalmente con ellos se saca de la resina, la leña y la hulla. Estos procederes son muy complicados para poder describirlos ahora; por lo que se hará cuando se trate de las materias vegetales, añadiendo solo que el carbon procedente de la resina contiene hidrógeno, y no es otra cosa mas que humo de pez; que el que procede de la leña contiene hidrógeno y materias térreas y salinas; tal es el que se usa en la economía doméstica: que el que se estrae de la hulla ó carbon de piedra es el *coack* de Inglaterra, y finalmente que cuando se calientan mucho estas tres clases de carbon en un crisol cubierto, parece que se consigue volatilizar todo el hidrógeno, y que por consiguiente puede obtenerse del humo de pez carbóno puro muy dividido y ténue.

Usos. El carbóno puro, solo se usa como diamante para rayar los demas cuerpos y particularmente para cortar el cristal. La propiedad que tiene en este caso de ser trasparente, de refractar fuertemente la luz, de descomponerla, y brillar con los colores mas vivos; su rareza, consistencia, é inalterabilidad, le hacen uno de los adornos mas preciosos é indestructibles.

Los usos del carbóno impuro ó del carbon propiamente tal, son muy multiplicados. En todas partes se gasta como combustible. En las fundiciones sirve para estraer los metales de sus venas, y obra siempre desoxigenándolos y reduciéndolos al estado metálico; y mezclado con el azufre y el salitre constituye la pólvora. Incorporado en humo de pez con los cuerpos crasos forma la tinta de imprenta, y combinado en pequeña proporcion con el hierro constituye el acero.

El carbon es por su propiedad de absorver los gases, muy útil para impedir la putrefaccion de las aguas y de las carnes, y aun para desinfectar las que comienzan á corromperse; ventaja inapreciable en los viages marítimos y largos. Si se hierve en agua la carne infectada y se añade una pequeña cantidad

de carbon, la carne pierde su mal olor, y puede servir para los usos de la cocina. Si se filtra una agua cenagosa al través de una capa de este cuerpo combustible algo molido, y se pone al aire durante veinte y cuatro horas, el agua se limpia y es buena para beber. Por este medio se clarifican en Paris las aguas del Sena que tienen mucho lodo y cieno, particularmente en invierno; el carbon está interpuesto entre dos capas de arena y estas entre otras dos de cascajo y guijarros. Berthollet ha indicado que el agua se conserva bien en toneles quemados por dentro (*).

Tambien se usa el carbon con mucho éxito, para clarificar y descolorar los líquidos, y particularmente los jarabes, para purificar la miel y quitarle enteramente su color, su olor y gusto acre. Los primeros ensayos de esta especie se deben á Lowitz Figicier, Car. Derosned, Bussy, Payen y Desfosses han añadido muchos, de suerte que en el dia poco queda que desear en este asunto (1608—2°).

Finalmente algunos médicos han administrado el carbon como antipútrido, pero sus efectos son todavia muy dudosos.

Del Fósforo.

95 *Propiedades físicas.* El fósforo es sólido é insípido, muy flexible si es puro, y frágil si está mezclado $\frac{1}{600}$ de azufre. La uña y los instrumentos cortantes le rayan y cortan, y su gravedad específica es de 1,77. Apenas tiene olor, y el que es perceptible se asemeja al del gas hidrógeno comun, ó al del vapor de arsénico. A veces es trasparente y no tiene color; otras es trasparente y de un color amarillento, semi-trasparente y de aspecto de cuerno; y ya negro y opaco, lo que proviene del enlace de sus moléculas.

(*) Estos resultados recuerdan la práctica que tenian los habitantes de las inmediaciones de Sens, en la víspera de San. Juan, echaban tizones encendidos en sus pozos; pretendiendo que el agua que contenian mejoraba de calidad, y perdia el mal olor que solia tener, por las gallinas que caian en ellos, y que secaban corrompidas al cabo de algunos dias.

En sitios oscuros es luminoso con tal que esté al aire, que es por lo que se le ha llamado fósforo, voz compuesta de dos palabras griegas que significan *yo llevo luz.*

96 Brandt, alquimista de Hamburgo, descubrió este cuerpo en 1669, quien, atareado para hallar la piedra filosofal, ó el arte de convertir los metales *viles ó imperfectos* en oro y plata, habia creido conseguirlo fácilmente añadiendo estracto de orina á los metales; pero en vez de encontrar lo que buscaba con tanto ardor, se halló con un cuerpo nuevo, luminoso por si mismo, y que ardia con una energía incomparable, que era el fósforo. Sorprendido por la aparicion de este cuerpo, envió un pedazo á Kunkel, químico aleman, quien se apresuró á enseñársele á su amigo Kraft, de Dresde. Este le encontró tan maravilloso que fue á Hamburgo para comprar el secreto de su preparacion y le logró por la suma de doscientos duros, con la condicion de que no lo revelaria á nadie. Pero Kunkel, que deseaba mucho conocerle, y veia que Kraft, rehusaba decírselo, resolvió descubrirlo, como lo hizo, en 1674 á costa de muchas tentativas infructuosas. Sin embargo, la preparacion del fósforo se ignoró hasta 1737, en cuya época se presentó en Paris un estrangero que la ejecutó en presencia de Hellot, Duffay Geoffroy y Duhamel, comisionados nombrados por la Academia, y entonces se hizo pública. Hellot la describió por menor en las *memorias de la Academia* del mismo año, y Rouelle la repitió en su *curso de química.* Esta preparacion consistia en evaporar la orina corrompida hasta sequedad, y calentar mucho en seguida el residuo en una retorta de barro cuyo cuello se metia debajo de agua por medio de una alargadera.

El fósforo se preparó de este modo durante mucho tiempo, aunque al cabo de algunos años Margraff aconsejó añadir una sal de plomo á la orina espesada al fuego. Apesar de esta útil adicion, este cuerpo era tan raro, que continuaba considerándose como uno de los objetos mas curiosos y preciosos que se pudieran ver, asi es que solo se encontraba en los laboratorios

de los principales químicos, y en los gabinetes de algunas personas ricas amigas de novedades. En fin, Gahn, en 1769 le descubrió en los huesos, y en este tiempo publicó con Schéele, un proceder para obtener cantidades considerables, y el mismo proceder, algo modificado, es el que se sigue en la actualidad (786 — 2°).

Pelletier, examinó mas particularmente este cuerpo, combinándole con el azufre, y casi todos los metales; y Lavoisier dió á conocer sus combinaciones con el oxígeno; así como Dulong y Davy han observado los diversos ácidos que forma; y Berzelius examinado estos, y sus combinaciones con las bases.

97 *Propiedades químicas.* El fósforo se funde á 43°, aunque á veces á una temperatura inferior; pero entonces se consolida repentinamente agitándole. Espuesto á un calor de 60 á 70°, y enfriado de golpe se ennegrece, y si es poco á poco se mantiene diáfano y sin color; y un enfriamiento gradual, le da á veces el aspecto córneo, perdiendo con la fusion el color negro que vuelve á tomar por un enfriamiento repentino. Estos resultados se manifiestan fácilmente mediante un tubo estrecho de vidrio cerrado por uno de sus estremos. Se mete en él un cilindro de fósforo cubriéndole de agua, y fundiéndole, se echa de repente en agua fria, con lo que se verá que el fósforo se consolida y ennegrece. Puede obtenerse el mismo resultado metiendo el tubo en agua y poniéndole prontamente boca á bajo; y aun hay otro modo de hacer la esperiencia que consiste en operar solo con un globulillo de fósforo, y tocarle con una varita de hierro ó cobre al momento mismo en que el glóbulo esté á punto de consolidarse.

Habiendo observado por primera vez estos fenómenos, Thénard se apresuró á comunicarlos creyéndolos comunes á toda especie de fósforo; pero despues vió que no era así, y que el fósforo no es susceptible de estos diversos aspectos sino cuando se ha destilado un cierto número de veces, que frecuentemente son tres ó cuatro, aunque suelen llegar á diez.

Es dudosa la causa que origina la diferencia de propiedades que hay en estas dos especies de fósforo. No puede atribuirse al azufre, porque quemadas las dos con ácido nítrico, resulta un líquido que no se enturvia con el nitrato de barita, y por otra parte son muy dúctiles, y $\frac{1}{600}$ de azufre bastaria para hacerlas quebradizas. Tampoco puede atribuirse al carbon, porque quemadas con el ácido indicado, el agua de cal ó de barita no enturvia el líquido que resulta, lo que prueba que no se ha formado ácido carbónico. En vista, pues, de que el fósforo, cuando se estrae no está en contracto sino con estos cuerpos y el hidrógeno, el oxígeno, la cal, y las paredes de la retorta, y que es probable que semejante efecto provenga de uno de estos tres últimos cuerpos, podria creerse que es el del hidrógeno. ¿En esta hipótesis, cual de los dos fósforos sería el hidrogenado, el negro, ó el otro? Acaso se averiguaria esperimentándolos comparativamente por medio de la pila, y es de creer que el trasparente es el que contiene hidrógeno, porque segun Davy, si se atraviesa una corriente voltáica por el fósforo comun fundido, se forma hidrógeno fosforado.

La destilacion del fósforo debe hacerse con precaucion y con cantidades pequeñas; porque de otro modo podria ser peligrosa en virtud de la rapidez y actividad con que arde este cuerpo. Para ello es necesario poner el fósforo dentro de una retortita de cristal, y esta en un horno de reververo inclinando lo posible su cuello; y teniéndole caliente, sumergir su estremo en agua casi hirviendo; calcular poco á poco el fósforo hasta la ebullicion con carbones encendidos; y mantenerle asi para destilarle completamente, lo que se conoce que se ha verificado, siguiendo atentamente la operacion, y en las frecuentes y precipitadas osciliaciones del agua; y en seguida se retira de este líquido el cuello de la retorta y se tapa bien con un corcho. Si por casualidad el agua entra demasiado en el cuello de la retorta, será necesario sacarla algo, y poco á poco del

agua para que entren algunas burbujas de aire; y de modo que se evite el inconveniente de una absorcion, ó de la combustion rápida que pudiera ocasionar la entrada de aquel fluido. La destilacion del fósforo se efectua á una temperatura inferior á la del calor rojo, pues parece que apenas llega á 200°. Pero por mas precauciones que se tomen, siempre queda en la retorta una corta cantidad de un polvo rojo muy ténue, que es el *óxido de fósforo*.

El fósforo se pone rojo sin perder su diafanidad cuando se espone á los rayos del sol; y esta variacion de color observada primeramente por Vogel, se verifica tanto en el vacío como en medio del gas hidrógeno, del azoe etc. Tambien se produce si se pone á la luz difusa, pero muy lentamente. Sin duda que esto proviene de que el fósforo contiene algo de humedad, y por la descomposicion del agua, se forma óxido de fóforo, que es rojo.

Este cuerpo presenta con el oxígeno y los demas gases fenómenos muy notables.

1° Llenando de gas oxígeno, en el mercurio ó el agua, una campanita á una temperatura que no esceda de 27° y la presion de $0^{v},909$, é introduciendo en ella un cilindro de fósforo, se observará que no hay absorcion al cabo de veinte y cuatro horas, pero si la temperatura es poco mas ó menos igual, y la presion disminuye hasta ser solo de 25 á $51^{lin.}$ y $\frac{1}{2}$, como si con algunas burbujas de oxígeno se pone fósforo en el vacío de un barómetro, este se rodea de vapores blancos, luce en la oscuridad, y absorve poco á poco todo el gas, formándose ácido fosfático, segun lo observó Bellani de Monza. Es de notar que cuanto mas se disminuya la presion, tanto menos calor será necesario para producir la combustion, aunque esta no podrá verificarse á $+5°$, y por consiguiente, á una temperatura inferior.

2° Si la presion del gas en vez de disminuir aumenta, no

se efectuará la combustion del fósforo sino á una temperatura mayor.

3º La adicion de mayor ó menor cantidad de azoe, hidrógeno, ó ácido carbónico, á un volúmen determinado de oxígeno, produce el mismo efecto que una diminucion de presion relativamente á la combustion del fósforo en este gas, á una temperatura inferior á 27º, y esta es la causa de ser el fósforo luminoso en el aire, y de que arda lentamente en este fluido, absorviendo el oxígeno, y aislando el azoe.

4º El fósforo, en virtud de su fuerza elástica, se trasforma en vapor á la temperatura ordinaria y en casi todos los gases porque no obran en él, y asi teniendo algun tiempo en una campanita de oxígeno, un cilindro de fósforo, si se saca de este y se introduce en ella aire atmosférico, hidrógeno, ó azoe, se forma al instante una nube blanca y luminosa debida á la combustion del fósforo. El mismo fenómeno se verificará, si poniendo el fósforo en contacto con el azoe, el ácido carbónico ó el didrógeno, se saca despues de algun tiempo, y se introduce en la campana aire atmosférico ú oxígeno.

Bellani ha deducido contra la opinion recibida generalmente, que las moléculas de un gas, aun en tal estado, tienen cierta fuerza atractiva que se opone á la combinacion del oxígeno con el fósforo en la temperatura y presion ordinarias; que esta fuerza se debilita enrareciendo los gases por una presion menor, en cuyo caso podrá verificarse la combustion del fósforo; que el hidrógeno, el azoe, el ácido carbónico etc., producen el mismo efecto, ú obran de la misma manera disgregando las moléculas del oxígeno, por cuya razon la accion de estos gases es puramente mecánica. (*Diario de Farmacia* tom. v pág. 489), (*).

(*) Varias veces Thénard hizo la esperiencia núm. 1º y siempre con buen éxito, sin haber repetido la del 2º. La del número 3º hace tiempo que se conoce. En la del núm. 4º observó que el azoe del aire aislado por el fósforo, el hidrógeno y el ácido carbónico, puestos en contacto con un cilindro de fósforo de cinco á seis horas á la temperatura de 17º, adquieren

Parece, no obstante, que si la cohesion de los gases no se destruyese, no deberian estos mezclarse, particularmente cuando su densidad es muy diferente; y que si la accion química no produjera algun efecto en este caso, los gases en que puede el fósforo evaporarse deberian quemarle tambien mezclado con el oxígeno, pero no es asi segun puede verse en la siguiente tabla, cuyas esperiencias se han hecho todas á la temperatura de 17° y á la presion de 0ᵐ,897.

---

constantemente la propiedad de ser luminosos en la oscuridad, cuando se les mezcla con una pequeña cantidad de aire ó de oxígeno; que el hidrógeno bi-carbonado, y el azoe del aire aislado por una mezcla de azufre, de hierro, y de agua, no presentan semejantes fenómenos. El hidrógeno solo ha sido luminoso algunas veces mezclándole de repente con mucho hidrógeno, azoe ó ácido carbónico, y la luz no aparecia en todos los puntos del espacio ocupado por el gas.

DEPARTAMENTO

NOMB. DE LOS GASES.	OXIGENO, 40 Otro gas, 200	OXIGENO, 80 Otro gas, 200	OXIGENO, 120 Otro gas, 200	OXIGENO, 160 Otro gas, 200	OXIGENO, 200 Otro gas, 200
Oxígeno, é hidrógeno.....	Combustion total, luz viva.	Combustion total luz que aumenta poco á poco.	Combustion lenta que acaba á las 24 horas.. ...	.....0.....	.....0.....
Oxígeno, ácido carbónico.....	idem.....	idem.....	.....0.....	.....0.....	.....0.....
Oxígeno, protóxido de azoe.....	idem.....	idem.....	.....0.....	.....0.....	.....0.....
Oxígeno, hidrógeno bi-carbonado.	.....0.....	.....0.....	.....0.....	.....0.....	.....0.....
Oxígeno, azoe estraido del aire por una mezcla de hierro y azufre.....	.....0.....	.....0.....	.....0.....	.....0.....	.....0.....
Oxígeno, óxido de carbóno procedente del mármol calcinado con el carbon.	Combustion total, luz viva.	.....0.....	.....0.....	.....0.....	.....0.....
Oxígeno, y aire en proporciones tales, que el oxígeno y el azoe estan en las indicadas mas arriba...	Combustion total, luz viva.	Combustion total luz viva.....	Combustion total luz que aviva pronto.....	Combustion total luz.....	Combustion total luz.....

El fósforo aun arde en un mezcla de aire y oxígeno, con tal que haya 4 partes de oxígeno y 3 de azoe consumiéndose por último todo el oxígeno; pero si la cantidad de azoe es mayor no hay combustion, ó es casi imperceptible.

Si el fósforo sólido obra lentamente en el oxígeno, lo hace con mucha eficacia si está fundido, porque absorve y solida rápidamente este gas, resultando ácido fosfórico, mucho calor y un desarrollo de luz tal que deslumbra. Si en un tubo de vidrio lleno de mercurio se introducen 40 granos de fósforo desecado con papel de estraza, y cuando haya subido á la parte superior del tubo por ser mas ligero que el mercurio se funde aquel con la lámpara de alcohol ó carbones encendidos, si entonces se pasa poco á poco oxígeno al tubo, cada burbuja del gas desaparecerá apenas toque al fósforo, y aparecerá una luz tan viva como la del relámpago. Tambien pueden ponerse 20 granos de fósforo en una copelita suspendida de un alambre de hierro sujeto por uno de sus estremos á un tapon de corcho, inflamar el fósforo y meter la copela en un gran frasco lleno de oxígeno, y habrá una combustion de las mas vivas.

El fósforo puede formar otros dos ácidos ademas del fosfórico, é hipo-fosfórico, y combinarse en seis proporciones distintas con el oxígeno. Estos diversos compuestos se examinarán cuando se trate de los cuerpos quemados (298 y 347).

Este cuerpo tambien tiene la propiedad de combinarse con muchos combustibles, con el hidrógeno, el azufre, el selenio, el cloro, el iodo y los mas de los metales. Su combinacion con el carbóno y el azoe es problemática; y la del boro no se ha comprobado todavia.

Es necesario conservar el fósforo en vasos que no contengan aire atmosférico, porque obra con mucha eficacia en este fluido, y por esto se le ha de guardar en agua hervida y enfriada sin contacto del aire. Se llena de agua un frasco que cierre herméticamente y se la hierve siete ú ocho minutos, y cuando

el frasco esté frio, se introducen los cilindros de fósforo tapándole despues y colocándole en un parage oscuro.

98 *Estado natural.* El fósforo no debe existir puro en la naturaleza á causa de la facilidad con que arde: asi es que hasta ahora no se ha encontrado sino combinado con otros cuerpos; á saber, con el oxígeno, y los óxidos metálicos en algunos fosfatos, y particularmente en el de cal que es la materia principal de la parte sólida de los huesos animales, y se halla en las carpas en la materia cerebral y en los nervios, cuyas sustancias se componen de hidrógeno, oxígeno, carbóno, azoe y fósforo.

99 *Estraccion.* Se estrae el fósforo de los huesos por un procedimiento que se describirá en la historia de los *fosfatos* (786—2°).

Usos. Son poco numerosos sus usos, y solo sirve para analizar el aire, para obtener algunos productos peculiares de los laboratorios químicos, y para echar lumbre, lo que se consigue llenando de fósforo seco un tubito de plomo, ó un pomo de vidrio largo y angosto que se pone al calor de algunos carbones encendidos, y se calienta de este modo hasta que se manifiesta una pequeña llama al rededor del cuello del pomo, que puesto entre la vista y la luz parezca rojo y trasparente; y entonces se aparta del fuego y se tapa. Para obtener luz, basta introducir una pajuela que por la frotacion arranca una partícula de fósforo, y sacando la pajuela con prontitud, se inflama inmediatamente con el contacto del aire. Sucede que muchas veces no arde la pajuela, y en este caso es necesario frotarla con un tapon de corcho ó cualquiera otro cuerpo que no sea liso como lo es el cristal. Tambien puede inflamarse la pajuela fácilmente mojándose su estremidad con un poco de saliba antes de meterla en el tubito ó pomo.

Accion del fósforo en la economía animal. Este cuerpo es un estimulante violento y general. Sus efectos son prontos aunque de corta duracion, y en pequeñas dósis estimula brevemente

los órganos de la generacion. Las esperiencias de Alfonso Leroy consigo mismo, y las de Chenevix y de Pelletier con patos y gallos débiles é impotentes por la edad, no dejan duda alguna de este hecho. Una dósis considerable ocasiona la muerte determinando una viva inflamacion. Algunos médicos le han administrado disuelto en alcohol, en éter y en los aceites; otros en píldoras con la miga de pan; pero en todo caso no se da mas que un grano por dia.

Del azufre.

100 *Propiedades físicas.* El azufre conocido desde la mas remota antigüedad, es sólido, de un color amarillo de limon, muy friable é insípido. Aunque naturalmente no tiene olor, se percibe uno ténue si se le frota y quiebra con un golpecito. Si se le aprieta con la mano, se calienta algo, cruje y suele romperse. Tiene una fractura lustrosa. Su gravedad especifica es de 1,99

Propiedades químicas. Es mal conductor del fluido eléctrico, y uno de los cuerpos en que se desarrolla por frotacion la electricidad resinosa. Tiene una calidad refringente muy considerable. Se funde de 107, ó 109°. Si cuando está fundido se le deja enfriar, todas las partes esteriores se solidan inmediatamente con una costra que se taladra para separar por decantacion la porcion que está todavia líquida en el interior, y de este modo se cubre el crisol de una capa de agujas cristalinas. Muchas de ellas parecen regulares y son como los cristales naturales bien terminados de formas octaedras, con base romboidal procedentes del prisma de esta especie.

El azufre adquiere nuevas calidades por medio de una fusion prolongada: cambia de aspecto, se vuelve de un color rojo jacinto, se condensa y permanece blando aun despues de haberse vertido en agua fria. Algunos químicos suponen que en este caso se combina con el oxígeno del aire atmosférico; pero esta opinion es tanto menos probable, cuanto que al fin recobra

su color primitivo, fragilidad y propiedades que tenia antes de la operacion.

El calor, no solo funde el azufre, sino que puede tambien trasformarle en gas. Para esto basta llenar de azufre las tres cuartas partes de una retorta de vidrio que se mete en un horno químico adaptándola una alargadera metida por su estremo en un barreño de agua, y calentando poco á poco el azufre, se funde, se vuelve limpio y claro, hierve, y se convierte á una temperatura muy inferior á la del calor rojo, en un gas amarillo que se licua en el cuello de la retorta, y por la alargadera sale al barreño en donde se cuaja y cristaliza confusamente enfriándose.

La accion del azufre en el oxígeno es nula á la temperatura ordinaria; pero á un calor algo mas subido que el de su fusion, como á 150°, se quema en este gas, y arde con una llama blanca-azulada formándose gas ácido sulfuroso, cuyo olor es penetrante é insoportable. Lo mismo se efectua en el aire atmosférico con la sola diferencia de que la accion no es tan viva. Asi es, que poniendo en una copelita ligada á un alambre metido en un tapon, un trozo de azufre encendido que se mete en un frasco lleno de oxígeno, se producirá una combustion mucho mas activa que la anterior. Es cierto que por este medio se pierde gran parte del ácido sulfuroso producido en la combustion; pero si se quiere recojer y determinar su cantidad, se llenan de oxígeno en la cuba de mercurio dos terceras partes de una campanita de cristal corva por su parte superior, en que se mete con un alambre de hierro un fragmento de azufre, y calentándole con la lámpara de alcohol hay una viva combustion. El azufre desaparecerá si hay oxígeno sobrante, y el gas sulfuroso queda en la campana mezclado con el oxígeno escedente. Agitando en seguida la mezcla gaseosa con un poco de agua se disolverá solamente el gas ácido sulfuroso, y de este modo podrá reconocerse la cantidad de ácido que se ha formado, y la de oxígeno absorvido, midiendo con cuidado los diferentes

gases en todas las épocas de la operacion. Sin embargo, no deben quemarse de una vez sino algunos granos de azufre, porque la espansion repentina del gas podria quemar la campana. Un volúmen de oxígeno, no produce enteramente uno de gas sulfuroso.

El azufre, puede formar ácido sulfuroso y sulfúrico, ácido hipo-sulfúrico, é hipo-sulfuroso; pero esto solo mediante un cuerpo con el que sus elementos tengan mucha afinidad, como el agua, ó un óxido metálico.

Tiene este cuerpo la propiedad de combinarse con todos los metales y cuerpos simples no metálicos, escepto el boro y el azoe, y estas combinaciones se examinarán mas adelante

101 *Estado natural.* Generalmente el azufre está esparcido en la naturaleza, ya nativo ó en combinacion.

En estado nativo se encuentra con abundancia en masas trasparentes ú opacas, que forman bancos en diversos terrenos, y tambien en trocitos esparcidos en diferentes piedras; con menos frequencia en cristales amarillo-verdosos, ó pardo-rojizos, casi siempre trasparentes; alguna otra vez en polvo.

El azufre nativo se ha descubierto en algunas rocas cuarzosas de los terrenos primitivos é intermediarios, como en el Brasil y Quito, y en los secundarios de Val di Noto y Mazzara en Sicilia, y de Cesena y Conil, en bancos considerables. Se halla tambien en los volcanes del Vesuvio, el Etna, Vulcano, Tenerife, y en los de la América Meridional; y en las solfataras como las de Puzzol, Guadalupe y de Islandia.

A menudo está junto á la sal comun en los terrenos secundarios, y le hay en los terrenos terceros, formándose diariamente en las letrinas y cloacas.

Las minas mas célebres de azufre nativo, son las de las solfataras cerca de Puzzol, en el territorio de Nápoles, de donde la Europa saca, desde que vivia Plinio, casi todo el azufre que necesita; tambien son abundantes las de Sicilia, las de las inmediaciones de Rávena, Islandia, de la Guadalupe y de Quito.

El azufre combinado es mas comun que el nativo, y es una parte constitutiva de muchos sulfatos y sulfuros metálicos, como son el de hierro, que es uno de los mas abundantes; los de plomo, mercurio, y antimonio de que se estrae toda la cantidad de estos metales, que se consume en las artes; el sulfuro de cobre que se beneficia, y el de zinc conocido vulgarmente con el nombre de *blenda*. Hay capas de gran estension de sulfato de cal, ó de aljez, y de sulfato doble de alúmina y potasa, ó alunita, que forma colinas enteras en las inmediaciones de Roma y Piombino.

Tambien este combustible está combinado con el hidrógeno en las aguas minerales sulfurosas; y algunas plantas tales como las *cruciformes* contienen cantidades bastante sensibles. Existen algunas sustancias animales, y de su presencia en los huevos, procede la causa por la que estos ennegrecen los vasos de plata, y adquieren un olor infecto cuando se pudren.

102 *Estraccion.* El azufre se estrae de la tierra con que está mezclado en las inmediaciones de los volcanes, ó de los compuestos que forma con el hierro y el cobre; en lo que se fundan los dos procederes para estraerle, y el primero se ejecuta en la sulfatara, cerca de Puzzol, del modo siguiente.

Se colocan diez crisoles de barro, cinco de un lado y cinco de otro, de una vara de altura cada uno, y de treinta y nueve cuartillos de capacidad, y ensanchados por la parte media en un horno largo llamado *galera* (*), estos crisoles estan colo-

(*) Se llama *galera* un horno largo de ladrillo que tiene la forma de un prisma rectangular de tres varas y media á cuatro y media de longitud, de treinta y ocho á cincuenta y siete pulgadas de latitud, y de treinta á treinta y nueve pulgadas de altura, terminado en su parte superior por un medio cilindro que se llama cúpula. En una de sus estremidades hay una puerta por la que se introduce el combustible, y en la otra se halla la chimenea mas ó menos elevada. La galera de que se habla tiene 2 $\frac{1}{2}$ varas de largo, 32 pulgadas de alto, y 21 $\frac{1}{2}$ pulgadas de hueco de una pared á otra.

cados de modo que su panza sale por la parte interior y esterior del grueso de las paredes de la galera, y su parte superior, atraviesa la superficie de la cúpula. Llenos de pedazos de vena gruesos como el puño, se tapan con una cobertera de tierra, y se adapta á una abertura hecha en la parte superior y lateral, un tubo de veinte y dos líneas y media de diámetro, que va á pasar á otro crisol cubierto, horadado en su fondo y colocado encima de una cubeta llena de agua. Dispuestas las cosas de este modo se pone fuego en el horno; á poco tiempo el azufrre se funde, se sublima y corre líquido á la cubeta en donde se consolida por el enfriamiento.

Cuando el azufre se ha sulimado enteramente se saca el residuo de los crisoles, se llenan de nuevo de vena, y se procede á una segunda operacion y asi sucesivamente. El azufre obtenido de este modo se llama *azufre bruto, ó en pan*, y en este estado contiene cerca de $\frac{1}{12}$ de materias térreas que ha arrastrado consigo, por cuya razon es indispensable purificarle.

El azufre bruto se purificaba antiguamente fundiéndole en una caldera de hierro colado y manteniéndole líquido hasta que se hubiesen reposado las sustancias que alteraban su pureza, en seguida se sacaba poco á poco con un cazo ó cuchara y se llenaban los moldes; pero este proceder no era suficiente para depurar el azufre, y resultaba una pérdida muy considerable, porque el precipitado contenia todavia gran candidad de esta sustancia,

Actualmente se purifica este cuerpo destilándole en una caldera de hierro colado cubierta con un capitel ó cucurbita de mampostería que comunica por una abertura con un aposento lateral. La caldera se coloca en un horno y puede contener de 43 á 52 arrobas de azufre. Esta caldera no resiste á la accion del

---

Tambien existen galeras que son unicamente hornos de reverbero de gran diámetro. Los vasos que contienen la materia estan puestos al rededor de modo que pueden colocarse ocho ó diez retortas bastante grandes.

azufre mas que cinco ó seis meses aun cuando su espesor sea de 14 líneas. Ademas de la abertura por la que comunica el capitel ó cucurbita con el aposento, hay otra que se cierra libremente por donde se carga la caldera, sacando el residuo al fin de cada destilacion. El aposento es tambien de mampostería y varía de dimensiones; y al nivel de su suelo hay unos conductos que sirven para conducir el azufre líquido á la parte de afuera, y en su bóbeda una bálbula para dar salida al aire enrarecido.

Si se destilan 217 libras de azufre por cada hora en un aposento de 2958 ½ pies cúbicos, se obtendrá azufre en masa; pero si la capacidad del aposento es quíntupla, y si se suspende la operacion durante algunas horas ó por una noche, se obtendrá el azufre en flor. Esto depende de que en el primer caso el vapor se condensa liquidándose, mientras que en el segundo se consolida en un polvo muy ténue. Se saca por una puerta que está cerrada durante la operacion, y si es líquido, corre por los conductos puestos al nivel del suelo y va á parar á unos moldes de pino donde toma la forma de cilindros, que son los que se conocen en el comercio con el nombre de *azufre en cañutos*.

Tambien se estrae el azufre del sulfuro de hierro al *máximum* de sulfuracion. El mejor de los procederes para esto, consiste en calcinar el sulfuro sin contacto del aire, lo que se practica pocas veces, porque es difícil tener vasos que resistan á la accion corrosiva y penetrante del azufre. Dartigues, uno de los fabricantes mas hábiles de Francia; ha sido el primero que resolvió este importante problema en uno de los establecimientos de las inmediaciones de Namur. Se sirve para esto de vasijas cilíndricas de tierra, tan bien hechas que duran bastante tiempo, y pone 24 en un mismo horno en dos filas una encima de otra; su posicion es horizontal, y su longitud igual á la latitud del horno que atraviesan, conteniendo cada una cerca de 54,$^{lib.}$3 de sulfuro. Todas se cargan por uno de sus estremos que se abre y cierra á voluntad, y la destilacion se hace por el opuesto, al que se adapta una alargadera que conduce el azufre á cubas

de madera llenas de agua, y tapadas con una cobertera de plomo. El fuego nunca es tan fuerte que se funda la materia, que solo da de 13 á 14 por 100 de azufre.

El sulfuro se reemplaza con otra nueva cantidad al cabo de seis horas de calcinacion; y privado de este modo de parte de su azufre se convierte fácilmente en sulfato de hierro con el contacto del aire atmosférico, y sucede que á veces se quema espontáneamente segun se verá mas adelante (832).

Usos. El bajo precio del azufre, y su propiedad de arder fácilmente, le hace á propósito para dar luz y por eso se impregnan de él las pajuelas. La seda y la lana blanquean perfectamente con el vapor del gas ácido sulfuroso. Mezclado con nitro y carbon constituye la pólvora. Combinado y sublimado con el mercurio forma el cinabrio (sulfuro de mercurio). Calentado con el cobre en un horno de reverbero resulta una masa que proporciona á las artes parte de un sulfato de cobre que se consume en ellas. Fundido con la potasa en un crisol, se obtiene el hígado de azufre. A veces se usa tambien para trabar el hierro en las piedras; pero principalmente para hacer el ácido sulfúrico del comercio. En fin la medicina le administra esteriormente para las enfermedades cutáneas, é interiormente contra las crónicas del pulmon y de las vísceras abdominales. En el primer caso se aplica mezclado con cuerpos crasos como el cerato y la grasa de puerco, y en el segundo se da mas generalmente en pastillas hasta un dracma de peso por dia en algunas circunstancias.

Del selenio.

102 — 2° El selenio, nombre tomado de *Seléne* (la luna), es un cuerpo descubierto hace poco por Berzelius y hasta ahora muy raro. Aunque este químico le ha considerado como metal, puede ponerse igualmente segun él mismo dice, entre los combustibles no metálicos, que es lo que parece mas conveniente.

Propiedades. Este cuerpo á la temperatura ordinaria, es

sólido, insípido, y sin olor, es quebradizo como el vidrio y fácil de pulverizar. No cristaliza facilmente por lo que Berzelius no pudo determinar la forma de algunos cristales empezados á formar en varias esperiencias. El cuchillo le raya con facilidad: es mal conductor del fluido eléctrico, no se electriza por frotacion como lo hace el azufre, y su grarvedad específica está entre 4,30 4,32. Fundido y enfriado súbitamente se convierte en una masa opaca de superficie lustrosa, de color pardo muy oscuro, y cuya fractura es de color de plomo con aspecto vítreo y metálico. Si fundiéndole se le deja enfriar poco á poco, su superficie es áspera y granosa, conservando siempre el aspecto del plomo, pero sin lustre; y en todo caso, pulverizado tiene un color oscuro, y moliendo el polvo se conglutina y vuelve reluciente y de color gris.

Este cuerpo puesto al fuego se ablanda á poco tiempo, es medio líquido á 100°, y su fusion es completa á una temperatura algo superior á esta. Si entonces se le saca del fuego se pone pastoso y puede amasarse entre los dedos como el lacre, y se reduce á hilos traslucientes y elásticos que parecen rojos si se miran al trasluz, y de un color gris con brillo metálico vistos por reflexion.

El selenio no solo es fácil de fundir, sino que tambien puede hervir fácilmente, pues si se le calienta en una retorta de vidrio, se observa que su ebullicion se efectua á una temperatura inferior á la del fuego rojo, trasformándose en un gas amarillo oscuro, que se condensa en el cuello de la vasija en formas de gotas negras. Si la temperatura se eleva lo bastante para que llegue el gas hasta un recipiente en que pueda condensarse repentinamente, resulta un humo rojo que no tiene olor y que se reune en polvo fino del mismo color y de una tenuidad semejante á la de la flor de azufre. Solo obra en el oxígeno por medio del calor, formándose diferentes productos segun se hace la esperiencia.

Asi es, que metiendo un poco de selenio en un recipiente

lleno de gas oxígeno, que comunique por un tubo con una campana llena tambien de oxígeno, á la presion ordinaria, y calentando poco á poco el recipiente, si este no tiene mas que 14 líneas de diámetro, el selenio se inflamará al momento en que empieza á hervir y arderá con una llama poco intensa, blanca hácia la base y verde, ó verde azulada en la parte superior. En este caso, se formará ácido selénico que se sublima y condensa en polvo blanco, y al fin desaparecerá todo el selenio. Esta esperiencia se hará mucho mejor dirigiendo una corriente de oxígeno sobre el cuerpo fundido ó haciéndola con una campana corva en la cuba de mercurio (422 3°).

Pero si el matraz es de algunos cuartillos, el selenio se combina con el oxígeno y no se inflama; en cuyo caso se forma un óxido de selenio gaseoso, y de olor parecido al que tienen las coles podridas. Berzelius atribuye esta diferencia á que en la vasija grande hay mas espacio para que el selenio se volatilice y desparrame, lo que no sucede en la pequeña. Cuando se trate de los óxidos y ácidos se hablará mas particularmente del de selenio y del ácido selénico que son los únicos cuerpos quemados que puede formar el selenio (298—2° y 422—3°).

Estado natural. El selenio solo se ha encontrado combinado (*):

1° Por Berzelius en el cobre, en la pirita de Fahlun, y en un mineral denominado por este químico *eucarita*, en el que está combinado con el cobre y la plata, en una vena de cobre de Skrickerum, en Smoland.

2° Por Zinken con el cobalto y el plomo, este y el cobre, el plomo y el mercurio en la parte oriental del Hartz, cerca de Zorge y de Tilzerode.

Preparacion. El selenio se ha descubierto por primera vez en el azufre de las piritas que se benefician en Fahlun. Cuando con este azufre se hace ácido sulfúrico en un aposento de plomo

(*) Segun Humboldt, parece que Stromeyer le ha reconocido en el azufre rojizo de Lipari.

se encuentra en sus paredes interiores un sedimento rojo, que se compone de azufre, selenio, mercurio, plomo, estaño, hierro, cobre, zinc, y de arsénico, de los que se disgrega este nuevo cuerpo, mediante las diferentes operaciones descritas en el artículo del seleniato de potasa (876—2°). Se dará entonces á conocer el medio con que Rose estrajo el selenio de los selienuros del Hartz, que probablemente será bueno para estraerle de la encarita, y del selienuro de Fahlun (*véanse* las memorias de Berzelius, *Anales de química* y *física*, tom. IX págs. 160, 225 y 337; y la de Rose *idem*, tom. XXIX, pág. 113).

Del cloro.

103 *Historia.* Schéel, fue quien descubrió el cloro en el año de 1774, dándole el nombre de *ácido marino deflojisticado*, al que se sostituyó en la nomenclatura química el de *ácido muriático oxigenado*, y poco despues Kirwan le llamó gas *oxi-muriático*, porque se le suponia compuesto de oxígeno y del ácido de la sal marina llamado entonces *ácido muriático*.

Las principales investigaciones acerca de este cuerpo se deben á Berthollet (*Memorias de la Academia de ciencias*), á Guyton-Morveau, (*Transaciones filosóficas de* 1802), á Chenevix, á Gay-Lussac y Thenard (*Investigaciones físico-químicas* tom. II pág. 93), y á Davy (*Anales de química* tom. LXXVI y LXXIX).

Berthollet hizo particular estudio de él, y creó un arte practicado generalmente en la actualidad, cual es el de blanquear las telas por medio del cloro. Guyton-Morveau, se sirvió de el para desinfectar el aire. Chenevix fue el primero que determinó la proporcion de sus principios constitutivos; pero Gay-Lussac y Thenard, averiguaron que el ácido muriático oxigenado, considerado hasta entonces como un cuerpo compuesto, podia serlo como simple; y que todos los fenómenos que ofrece este gas, se pueden esplicar muy bien en esta hipótesis. Diez y ocho meses despues de anunciada esta opinion, fue adop-

tada por Davy, y casi todos los químicos la prefieren á la antigua, principalmente despues del descubrimiento del iodo, cuerpo que tiene la mayor analogía con el cloro.

103 — 2º *Propiedades físicas.* El cloro, llamado así á causa de su color, es un gas amarillo-verdoso, de savor y olor desagradables, fuertes, y tan característicos que siempre le dan á conocer con facilidad. Su gravedad específica es de 2,4216 (112). La llama de una vela ó cerilla metida en este gas, se pone primero pálida, enrojece, y desaparece en seguida.

No se ha conseguido liquidar ni consolidar hasta ahora el cloro bien seco por medio de la temperatura mas baja que pueden producir los químicos, resiste á un frio de 50º y es necesario que esté húmedo para conjelarse, lo que se verifica á una temperatura sobre 0º, resultando un hidrato descubierto por Thenard y Gay-Lussac, y que Faraday considera formado de 27,7 de cloro y 72,3 de agua, ó como de 1 proporcion de cloro y 10 proporciones de agua. Conforme á las esperiencias de este químico, secado el hidrato entre hojas de papel fino de estraza y calentándole convenientemente en un tubo cerrado á la lámpara, resultan dos líquidos, uno de color de paja que no es sino agua, y otro amarillo verdoso oscuro, que es el cloro puro; y tambien se liquida el cloro gaseoso y seco comprimiéndole y enfriándole al mismo tiempo (Faraday, *Anales de química y física* tom. XXII pág. 323).

Espuesto á un calor escesivo no se altera, segun se puede demostrar adaptando una retorta de cristal en que se produce este gas, al estremo de un tubo de porcelana, que atraviese un horno de fuego fuerte, y se verá que el gas sale del tubo con las mismas propiedades que tenia.

Disuelto en agua y puesto en la corriente del fluido de la pila voltáica, se reune el polo positivo, con el oxígeno del agua descompuesta, mientras que el hidrógeno de esta pasa solo al polo positivo.

Cuando es gaseoso no obra en el oxígeno á temperatura al-

guna; pero no es lo mismo si uno de ellos se presenta al momento de desprenderse y existen dos oxídos y dos ácidos que tienen al cloro por radical (299 y 423).

104 El cloro en contacto con el hidrógeno produce fenómenos muy notables que deben conocerse.

Primero. Si una mezcla de cloro y gas hidrógeno se pone á la temperatura ordinaria en un sitio oscuro no se altera aun al cabo de muchas dias; pero si se la espone á la luz difusa y á la misma temperatura, se observa que el hidrógeno y el cloro se combinan poco á poco en partes iguales, y se forma un compuesto gaseoso sin color que humea al aire, esparciendo vapores blancos y de un volúmen igual al de los gases que le constituyen. Este compuesto se denomina *gas ácido hidro-clórico* (454). La esperiencia se hace del modo siguiente: se toman un frasco y un matraz de igual capacidad; se adapta con toda la esactitud posible el cuello del matraz al del frasco; se sacan estas dos vasijas y se llenan á saber: el frasco de cloro seco, y el matraz de gas hidrógeno tambien seco. Se llena el frasco de cloro poniendo en un horno químico una retorta de vidrio que contiene las sustancias que deben producirle. (*Véase* el artículo *preparacion*), y adaptando á su cuello mediante un tubito de vidrio, otro de lo mismo de 7 líneas de diámetro y de 21 $\frac{1}{2}$ á 26 pulgadas de largo, que se llena con fracmentos de cloruro de calcio; y al otro estremo de este tubo cuya posicion debe ser horizontal ó poco inclinada, se adapta otro de poco diámetro, doblado en ángulo recto de suerte que pueda penetrar por un estremo hasta el fondo del frasco. (*La figura 2, de la lám.* XXII *representaria perfectamente este aparato si el tubo DD' estuviera cortado en D' y penetrara hasta el fondo del frasco.*) Dispuesto el aparato de esta manera, se calienta poco á poco la retorta, el cloro se exhala, atraviesa el cloruro de calcio, se deseca y llega al fondo del frasco, del que desaloja al aire en cinco ó seis minutos suponiendo que la capacidad del frasco sea de un cartillo á los

mas. En este estado se tapa dicho frasco despues de haber sacado poco á poco el tubo de vidrio.

El matraz se llena de gas hidrógeno por los procederes ordinarios, que consisten en llenarle de mercurio é introducir el gas hidrógeno con la cal hasta que esté lleno.

Introduciendo los gases en los dos vasos, se destapa el frasco, se introduce en su boca el cuello del matraz, y se cubre su juntura con betun fundido á fin de evitar la salida de las gases ó la entrada del aire. El gas hidrógeno y el cloro se mezclan íntimamente á poco tiempo de estar en contacto, aun cuando sea muy diferente su gravedad específica; y cuando la mezcla se descolora, lo que se verifica al cabo de algunos dias, la esperiencia está finalizada. Debe advertirse no obstante, que para descolorar completamente la mezcla, es necesario ponerla á la accion directa de los rayos del sol por espacio de media hora, y al segundo ó tercer dia de contacto.

Segundo. Si se pone una mezcla de cloro é hidrógeno á la accion directa de los rayos solares, se inflama y detona repentinamente; la detonacion es súbita y muy fuerte aun cuando el volúmen de la mezcla no sea sino de un cuartillo. Esta se trasforma completamente en gas ácido hidro-clórico como en la esperiencia anterior, si está formada con partes iguales de los dos gases; y solo en parte, si uno de ellos es mas que el otro. Para hacer esta esperiencia, se adapta, como se ha dicho mas arriba, un recipiente lleno de gas hidrógeno á un frasco tambien lleno de cloro; se colocan en un sitio oscuro durante media hora, y se les da vuelta de cuando en cuando en todas direcciones á fin de facilitar la mezcla. Entonces se pone el frasco que la contiene á la accion directa de los rayos solares, y como la reaccion y detonacion son tan prontas y fuertes, el frasco se rompe instantáneamente y por eso no se le ha de tener en la mano, y es preciso, poniéndose al abrigo de todo peligro, colocar el aparato de manera que reciba una luz difusa ó directa segun se quiera y sin tocarle.

La esperiencia tendrá tambien buen éxito haciendo pasar por agua el hidrógeno y el cloro á un mismo frasco, tapándole con un corcho y poniéndole al sol, que es como se hace comunmente.

Tercera. Poniendo la mezcla á un fuego rojo se inflama y detona con la misma fuerza que en la esperiencia anterior. Esto se prueba llenando una campanita de vidrio de partes iguales de los dos gases en la cuba de agua, é introduciendo dentro de ella una cerilla encendida, con lo que efectuándose al instante la reaccion de los gases, se aparecen vapores blancos en el aire debidos á la formacion de ácido hidro-clórico. La inflamacion aun se verifica á la temperatura de 200° pero no se produce á la de 100°.

Para esplicar estos diferentes fenómenos, es necesario tener presente que el hidrógeno y el cloro no obran recíprocamente uno en otro sino á una temperatura elevada; y como se sabe que la luz al combinarse con las moléculas de los cuerpos, puede obrar en ellos de la misma manera que el fuego rojo, resulta que la mezcla de hidrógeno y cloro, puesta á los rayos del sol, podrá detonar, mientras que no se altera en la oscuridad. La luz difusa produce una accion lenta, porque al principio solo obra sobre la capa esterior ó mas inmediata á las paredes del vaso, es decir, que todos los rayos de luz que pueden producir la accion química, son observados por esta primera capa, de tal modo, que llega muy poco ó nada á la segunda, y con mas razon al centro. Se tendrá presente sin embargo, que esta luz ha inflamado alguna que otra vez la mezcla.

Resulta, pues, de lo espuesto, que el cloro tiene mucha afinidad con el hidrógeno, y es tal, que la arrebata á los otros cuerpos, produciéndose siempre ácido hidro-clórico. Por esta razon el cloro descompone todos los gases hidrogenados, y destruye los colores vegetales y animales, la tinta y los miasmas pútridos que hay á veces en el aire, y fomenta por algun tiempo la combustion de una cerilla encendida. (*Véase* acerca

de la *accion del cloro en las sustancias vegetales y animales*, 1278).

Se combina tambien con el fósforo, el iodo, el azoe y con todos los metales; y de su combinacion con esta última clase de cuerpos, resulta con frecuencia desarrollo de luz. Estos compuestos se examinarán mas adelante (187 y 246).

El agua disuelve vez y media su volúmen de gas cloro á la temperatura de 20°, y bajo la presion de 2 pies 8 pulgadas, 8 líneas y 67 centésimos. (*Vease* mas adelante artic. *preparacion*).

Estado natural. El cloro existe en la naturaleza en gran cantidad y siempre combinado con otros cuerpos. Los compuestos que constituye son los cloruros de sodio, cobre, plata, y los hidro-cloratos de sosa, potasa, cal, magnesia, y el de amoniaco que se exhala de las minas de carbon de piedra encendida, y acaso de los volcanes. Tambien se exhala de estos abundantemente ácido hidro-clórico, y á las orillas del mar.

Preparacion. Se estrae del ácido hidro-clórico. Para esto se toman una parte de peróxido de manganeso bien pulverizado, y cinco ó seis de una disolucioion condensada de ácido hidro-clórico (673); se introduce esta mezcla en un matraz de doble capacidad al volúmen de ella; se adapta á su cuello un tubo encorvado propio para recojer los gases, se coloca el matraz en un horno, y el estremo del tubo debajo del embudo de la tableta de la cuba hidro-neumática. En este estado se ponen algunos carbones encendidos debajo del matraz, y á poco tiempo se exhala el cloro, que se recoje en frascos llenos de agua, luego que haya salido todo el aire contenido en el interior de los vasos, ó cuando el gas que se exhala sea enteramente soluble en la disolucion acuosa de potasa; 33 adarmes y 38 centésimos de peróxido de manganeso, pueden suministrar algunos cuartillos de cloro; la teoría de esta operacion es fácil de comprender: el ácido hidro-clórico se divide en dos partes, el hidrógeno de la una convierte el peróxido de manganeso en protóxido, y la otra se combina con este, de

suerte que ademas del cloro, se obtiene agua y un proto-hidro-clorato de manganeso, y es lo que prueba la esperiencia.

Proporcion de materias que obran.		*Proporciones producidas.*	
1 de per-óxido.....	555,7	1 de cloro.....	440,0
2 de ácido.....	904,8	1 de agua.....	112,4
	1460,5	1 de hidro-clorato = { 1 prot. 455,7 / 1 ácido. 452,4 }	1460,5

Si á las cantidades de ácido hidro-clórico y de óxido que se han señalado para hacer el cloro, se añade otra parte mas de óxido de manganeso y 2 $\frac{1}{2}$ de ácido sulfúrico concentrado, se obtendrá el duplo de cloro porque se formará un sulfato de protóxido de manganeso, en lugar de un hidro-clorato. Las proporciones activas y las producidas serán en tal caso:

Proporciones activas.		*Proporciones producidas.*	
2 de per-óxido.....	1111,4	2 de cloro.....	880,0
2 ác. hidro-clórico..	904,8	2 de agua.....	224,8
2 ác. sulfúrico.....	1002,2	2 sulfato = { 2 protoxido... 911,4 / 2 ácido..... 1002,2 }	3018.4
	3018,4		

Puede tambien obtenerse el cloro mezclando y moliendo junto, una parte de peróxido de manganeso, una y media de sal comun ó proto-cloruro de sodio, y dos de ácido sulfúrico concentrado, al que se añaden dos de agua. Esta mezcla se introduce en un matraz de una capacidad doble del volúmen de ella, ajustándole á un tubo encorvado y dirigiendo la operacion como la anterior, se exhala cloro, y se obtienen los sulfatos de protóxido de sodio, y de protóxido de manganeso que quedan en el matraz. Se puede, pues, suponer que una parte del agua se descompone, que su oxígeno trasustancia el sodio en protóxido, en el que convierte el hidrógeno al peróxido de manganeso. Puede admitirse tambien que descomponiéndose el agua, trasustancia al pronto la sal comun en hidro-clorato de protóxido, el que cede su óxido al ácido sulfúrico, y entonces

el ácido hidro-clórico obra en el peróxido de manganeso, como se ha dicho antes. Sin embargo, la opinion mas probable es la de que el oxígeno del peróxido se combina directamente con el sodio, aunque la segunda suposicion está en igual caso; porque siendo insoluble el óxido de manganeso en el agua, y la sal comun soluble, se sigue que esta no toca por todas partes con el óxido, y como disolviéndose en el agua la descompone para trasustanciarse en hidro-clorato, y el ácido sulfúrico se junta con el protóxido de sodio combinado con el ácido hidro-clórico, al mismo tiempo que este produce con el peróxido agua, cloro, y un hidro-clorato de protóxido, es de creer que se verifica lo que se ha dicho respecto al segundo caso. No debe admitirse al perecer la primera suposicion, pues? por qué el agua se descompondria y se reproduciría, en el mismo punto, ó por qué el hidrógeno se disgregaría del oxígeno de las partículas de agua para combinarse con el contiguo de las partículas del peróxido de manganeso? En todo caso los protóxidos de sodio y manganeso, se combinan con el ácido sulfúrico, de que resultan los dos sulfatos formados en la operacion, como tambien el cloro exhalado, puesto que, separado el sodio, queda aislado, sin ser retenido por cuerpo alguno. Lo que hay de cierto, es que sino se dilata en agua el ácido sulfúrico, el gas se compone casi enteramente de ácido hidro-clórico, cuyo fenómeno no se esplica bien sino en la segunda hipótesis que prueba, no solo que el agua se descompone, sino que es necesaria para retener el ácido hidro-clórico á medida que se forma, y facilitar su accion en el peróxido de manganeso.

Labillardiere aconseja con razon, que se emplee un sobrante de manganeso, en lugar de la cantidad indicada anteriormente, y lavando el residuo vuelve á recojer el óxido no corroido, que mezcla con el nuevo óxido de la operacion siguiente:

Proporciones activas.		*Proporciones producidas.*	
1 peróxido	555,7	1 cloro	440,0
1 cloruro de sodio	730,9	1 sulf. = 1 protóx. de sodio	390,0
1 ácido sulfúrico	1002,2	1 sulf. = 1 de ácido	501,1
	2288,8	1 sulf. = 1 protóx. de mang.	455,7
		1 de ácido	501,1
			2288,8

En esta operacion se supone que el agua no se descompone, porque si fuese lo contrario sería preciso representar en la primera columna una proporcion de agua = 112,4 que trasustanciase el cloruro en hidro-clorato, señalando tambien esta cantidad de agua en la segunda columna y dejando todas las demas cantidades como estan.

Disolucion del cloro en el agua. Esta disolucion se prepara en uno de los tres aparatos figurados en la lám. VI. Se introduce en el recipiente ó en la retorta, una mezcla de 1 $\frac{1}{2}$ partes de sal marina, una de peróxido de manganeso, dos de ácido sulfúrico concentrado y dos de agua; se llenan casi de agua los frascos, y poniendo en el último cierta cantidad de cal apagada ó de potasa, se adaptará á uno de sus cuellos un tubo que salga fuera del laboratorio á fin de no respirar el gas que llegue al estremo del aparato, y se ponen algunas ascuas en el horno para que el gas se exhale lentamente, porque, sino se perderia mucho á causa de ser poco soluble en el agua. Tres onzas y cuarenta y ocho centésimos de onza de sal, bastan para saturar de cloro de veinte á veinte y cuatro cuartillos de agua. La operacion dura varias horas, y se concluirá cuando á pesar de la elevacion de la temperatura del horno, cese de volatilizarse el gas.

En las artes en que se necesita gran cantidad de cloro, no se usan frascos para conservar su disolucion, y se hacen grandes cubas de piedra embetunadas, por cuya parte inferior pasa el cloro gaseoso, mediante una canal en forma de serpentin, que sube hasta la cubierta ó tapa de la cuba. De este modo se

multiplican los puntos de contacto entre el gas y el agua, y se verifica su combinacion con mas facilidad, habiendo á lo sumo cortísima cantidad de gas que puede librarse de la accion disolvente del agua. Sin embargo, como este gas se renueva de continuo y podria incomodar la respiracion, se le recibe en un embudo puesto boca á bajo al estremo superior de la canal, y adaptando á su cuello un tubo largo que le saque fuera del taller. Operando de esta manera, sucede que el líquido inferior se satura de cloro antes que el superior, y por esto se prefiere el del fondo de la cuba, que se estrae por medio de un sifon, remplazándole con igual cantidad de agua. (*Elem. de tintura*, por Berthollet, t. 1, p. 220).

La disolucion del cloro en el agua, tiene el mismo color, olor y sabor que el cloro gaseoso, y obra de la misma manera en la tintura de girasol y los demas colores vegetales y animales. Espuesta á la temperatura de 2 á 3° sobre 0°, se forman cristales de un color amarillo oscuro, y con mas razon á una inferior á 0°, en forma de hojas que contienen menos agua y mas cloro que la disolucion. En esto consiste, que si se introduce gas cloro en agua que esté á esta temperatura, la absorcion es mucho mayor que á la temperatura ordinaria; de tal modo que el líquido se cuaja al fin, y la masa cuajada produce gran efervescencia al liquidarse, originada de que se exhala un esceso de gas que contenía la masa cuajada. La gran afinidad del cloro con el hidrógeno, es causa de que disuelto en agua, descomponga todos los cuerpos hidrogenados, con tanta facilidad como cuando es gaseoso. Descompone tambien el agua por la influencia de los rayos solares, ó por la accion del fuego rojo, y en los dos casos resulta ácido hidro-clórico, y se exhala oxígeno. Por esta razon conviene tener la disolucion de cloro en un parage oscuro, pues la luz difusa opera tambien con el tiempo esta descomposicion (272). En los laboratorios se conserva en frascos grandes cubiertos con

fundas de papel negro, que impiden que la luz penetre á la parte interior.

Usos. El cloro disuelto en agua, sirve para blanquear las telas de algodon, lino y cáñamo, las estampas, la pasta del papel, etc. Se usa igualmente para quitar las manchas de tinta y para desinfectar el aire que tiene en suspension miasmas pútridos de naturaleza vegetal ó animal. (*Véase blanqueo* y *fumigacion*).

Accion del cloro en la economia animal. El gas cloro, aun cuando esté mezclado con mucho aire atmosférico, causa tos y opresion al pecho, produciendo un verdadero reuma de cerebro. Si se hace respirar en gran cantidad, ocasiona esputos de sangre y acaba por hacer perecer al animal con dolores agudísimos. Hay algunas circunstancias en que conviene administrarle, pues que es el único agente que se puede usar con buen éxito contra las asfijias que causa el hidrógeno sulfurado (432). Algunos médicos le han administrado interiormente en estado líquido. Es muy conveniente frotarse con él las manos por mañana y tarde cuando se habitan parages donde se exhalan incesantemente miasmas pútridos de naturaleza vegetal ó animal; porque este gas se pega á sus órganos y los resguarda rodeándolos durante todo el dia en que se está volatilizando la parte que conservan (*Véase fumigacion*).

Del Iodo.

105 Se descubrio este cuerpo por Courtois en 1813, pero se debe el conocimiento de la mayor parte de sus propiedades á Gay-Lussac, que ha sido el primero que ha probado que el iodo tenia la mayor analogía con el cloro, y que podia considerarse como cuerpo simple. (*An. de quím.* t. XCI.)

Propiedades físicas. El iodo es sólido á la temperatura ordinaria; de contestura laminar, tiene brillo metálico, poca tenacidad y un color azulado, lo que le da el aspecto del grafito ó carburo de hierro. Su gravedad específica es de 4,946 á la temperatura de 16°,5. Su olor es análogo al del cloro,

ó mas bien al del cloruro de azufre. Posee en sumo grado las propiedades eléctricas del gas oxígeno; de suerte que si se somete una disolucion de ácido hidro-iódico (hidrógeno-iodado), á la accion de la pila voltáica, el iodo se reune en el polo positivo, y el hidrógeno en el negativo. Aplicado sobre el cutis, le comunica un color amarillo que desaparece á medida que se gasifica.

Propiedades químicas. El iodo comienza á fundirse á 107°, y á hervir á 175°, poco mas ó menos; sin embargo, á causa de su tension se evapora en agua hirviendo. Su vapor, que segun el cálculo, tiene la densidad de 8,695, es siempre de un color violeta hermoso, como se manifiesta calentándole en un globo de vidrio ó echándole sobre unas escuas, por lo que Gay-Lussac le dió el nombre de *violaceus* parecido á la violeta.

Si es gaseoso, no se combina con el oxígeno pero se une muy bien con él al momento en que este se exhala de los cuerpos y forma un ácido llamado *iódico*.

Su afinidad con el hidrógeno es muy grande, pues la arrebata á muchos cuerpos y le absorbe siendo gaseoso, si la temperatura es elevada; de que resulta en todos casos, un nuevo ácido formado solo de hidrógeno y iodo denominado ácido *hidro-iódico*, para distinguirle del precedente que se compone de iodo y oxígeno.

Se combina tambien con el azufre, el fósforo, el cloro, el aire, y con casi todos los metales, lo que se examinará mas adelante, (187 — 2° y 247).

Estado natural. El iodo se encuentra en casi todos los *fucos* que crecen á la orilla del mar, y en las esponjas segun Fife. (*Anales de química y de física*, tom. XII, pág. 405); en el agua salada de Voghera, y el agua de Sales, le contienen segun Angelini, asi como el agua sulfurosa de Castelnovo de Asti. (*Anales de química* tom. XXVIII, pág. 221); varios moluscos marinos, testáceos ó no, los *doris*, la *venus*, las *otras* etc., algunos polípos y vegetales marinos, la *gorgonia*, la *zostera* marina etc., y especialmente las aguas madres de las salinas del Mediterráneo (id. tom. XXVIII, pág. 178);

el agua de las de Antioquía por Boussingault (id. tom. xxx, pág. 91); la sal de Bex (*Boletin* de Ferrussac); y por último se encontró combinado en los minerales que Tabory compró en la América Meridional, y que recojió en Méjico (por Vauquelin, id. tom. xxix, pág. 99). El iodo está en hidriodato en las aguas citadas, y se le descubre por medio del almidon (1451).

Preparacion. El iodo se estrae de las aguas madres, de la sosa de Varech, y parece, (segun Gaultier de Claubry *Anales de química*, tom. xcii, pág. 75), que contienen este nuevo cuerpo combinado con el hidrógeno y la potasa, á un estado de hidro-iodato, que se obtiene quemando las plantas del género *fucus*, abundantes en las costas de Normandía, y concentrando el líquido hasta que rehuse cristalizarse.

Como quiera que sea, el iodo se obtiene echando un esceso de ácido súlfurico condensado en estas aguas, y haciendo hervir el líquido poco á poco en una retorta de cristal adaptada á su recipiente. El ácido sulfúrico se apodera de la base del hidro-iodato y del hidrógeno del ácido hidro-iódico, de suerte que resultan sulfato de potasa, agua, ácido sulfuroso, y iodo, exhalándose este en vapores violáceos hermosos, que pasando al recipiente con cierta cantidad de ácido, se condensan en él en formas de hojas ó escamas cristalinas que tienen el aspecto de carburo de hierro (*). Para purificar el iodo es necesario lavarle, mezclarle con agua que tenga algo da potasa y destilarle de nuevo. Si se quiere obtenerle seco, se le comprime repetidas veces entre dos hojas de papel de filtro, y finalmente se introduce en un tubo de cristal cerrado por un estremo, comprimiéndole algo y se le funde.

(*) En las aguas madres de sosa de Varech, ó Sargazo que se venden en Paris; existen ademas del hidro-iodato de potasa, nitratos é hidro-clorato de potasa y de sosa, cuyas sales ceden tambien sus bases al ácido sulfúrico, quedando aislados sus ácidos. Estos se descomponen recíprocamente y producen agua, cloro, y gas ácido nítroso, que es rojo; por lo que si se hace uso de estas aguas, deberá percibirse luego una efervescencia considerable y vapores rutilantes que es lo que sucede.

Proporciones activas.			*Proporciones producidas.*		
1 hidrodiato	1 ácido. = 1 iodo.	1561,9	1 de iodo		1561,9
	1 hid.	12,4	1 sulfato. 1 de prot.		589,9
	1 protóxido de potas.	589,9	1 de ácido.		501,1
2 de ácido sulfúrico		1002,2	1 de agua		112,4
		3166,4	1 de ácido sulfuroso		401,1
					3166,4

Wollaston ha propuesto añadir cierta cantidad de peróxido de manganeso luego que haya cesado la efervescencia que se manifiesta al principio. Este óxido cede fácilmente una parte de su oxígeno, al hidrógeno del ácido hidro-iódico, y la operacion se concluye en poco tiempo.

Usos. El iodo se usa en los laboratorios para muchas preparaciones, y para reconocer el almidon, que combinándose con él, origina un bello color azul. Coindet le ha probado con buen éxito para curar las paperas, ya sea disuelto en alcohol, ó como hidro-iodato de potasa ó hidriodato de potasa de iodruro. Segun Orfila, ulcera la membrana mucosa, y causa la muerte tomando una ó dos dracmas.

Falsificacion. Chevalier refiere que se falsifica el iodo mezclándole carbon mineral, y que se puede descubrir el fraude por medio del alcohol que disuelve el iodo, lo que se conseguirá tambien destilando la mezcla en una retorta, en la que el iodo se volatilizará con vapores violáceos y el carbon quedará en ella.

Del fluor.

Este cuerpo simple solo existe combinado con otros; no se ha podido obtener puro, y es uno de los dos principios del ácido denominado *ácido fluórico* (424).

Del azoe.

105—2° *Estado natural, y su historia.* Aunque el azoe forma por decirlo asi las $\frac{4}{5}$ partes del volúmen de la atmósfera, y es parte constitutiva de algunas sustancias vegetales y de las mas de las animales, como tambien de los nitratos de potasa,

cal, y magnesia que hay en todos los parages húmedos y habitados, no se ha conocido sin embargo, hasta el año de 1775 que le descubrió Lavoisier, casi al tiempo que Priestley conoció el oxígeno. Analizando el aire, vió que se componia principalmente de oxígeno y azoe, cuyo resultado fue uno de los que pusieron mas en claro la causa, hasta entonces desconocida, de una multitud de fenómenos, y de los que mas han contribuido á los progresos de la química.

Algunos han dado á este cuerpo los nombres de *alcalígeno*, *nitrógeno*, *mofeta atmosférica*, *septono*, *aire viciado* etc.

Propiedades. El azoe puro es siempre gaseoso, insípido, y sin color, ni olor; apaga los cuerpos en combustion, y pesa especificamente 0,9757.

El calor le dilata, y el frio le condensa, pero sin alterarle. Su virtud refringente es débil. No ejerce accion alguna en el gas oxígeno á ninguna temperatura. Sin embargo, se sabe que existen cinco combinaciones de oxígeno y azoe; pero para producirlas es necesario valerse de ciertos medios de que se tratará mas adelante. Estos dos gases se combinan principalmente juntándose al momento en que se exhalan de los cuerpos; asi que no esperimentan condensacion alguna por su contacto, y solo se mezclan, verificándose esto en todas proporciones, y la de 79 partes de azoe, y 21 de oxígeno con algo de vapor acueo y ácido carbónico, constituyen el aire atmosférico.

El azoe se combina tambien con otros seis cuerpos simples, que son el hidrógeno, el carbóno, el cloro, el iodo, el potasio y el sodio; de cuyas combinaciones se tratará mas adelante (188 y 248 — 2°).

Preparacion. Se estrae el azoe del aire atmosférico, para lo cual, poniendo de 40 á 60 granos de fósforo en una salserilla á la superficie del agua, y encendiéndole, se cubre con una gran campana de cristal, y se aviva mucho la combustion exhalándose vapores espesos de ácido fosfórico que se disuelven en el agua, la que asciende á la campana por causa de la absorcion del oxígeno.

El aire que resta del de la campana contiene todavia algo de oxígeno, por lo que es necesario acabar de absorverle colocando dentro de ella algunos cilindros de fósforo puestos al estremo de tubos huecos de cristal, y dejándolos allí por algunas horas hasta que no se formen vapores blancos, ó que no sean luminosos en la oscuridad. Esto no basta, por que si el fósforo absorve el oxígeno del aire, tambien se evapora y disuelve de un modo perceptible en el azoe, y por esto es preciso trasvasar todo el gas á frascos de agua, y cuando estan casi llenos, se introducen en ellos tres ó cuatro burbujas de cloro, y despues un cachito de potasa sólida, se tapan bien los frascos, y se bazucan por algunos minutos. El cloro en tal caso, se combina con el fósforo, y la potasa disuelve el nuevo producto, con el sobrante de cloro que debe haber, y tambien el ácido carbónico correspondiente al aire que pueda estar mezclado con el azoe, de modo que se obtiene por este medio perfectamente puro.

Usos. El azoe no tiene usos en las artes ni en la medicina, y solo sirve en los laboratorios para que los cuerpos puedan obrar sin el contacto del aire unos en otros. Sus funciones en la naturaleza son muy importantes, pues que las materias vegetales y animales, no se distinguen sino en que las segundas contienen azoe y las primeras nó; y por consiguiente, si un animal no recibe azoe, acabará por aniquilarse y perecerá.

Del aire atmosférico.

106 Si no hubiese fuerza atractiva ni repulsiva en la naturaleza, los elementos del globo se juntarian y confundirian unos con otros, sin manifestarse accion ninguna recíproca; pero todo cambiaria si en tal caso se creasen la atraccion y el calórico; repentinamente los diferentes elementos obrarian unos en otros y tratarian de combinarse. Tres clases de cuerpos nacerian entonces; unos sólidos, otros líquidos, y otros gaseosos. Los primeros ocuparian el centro del globo, los segundos su super-

ficie y llenarian sus hendiduras, y los últimos formarian una capa mas ó menos espesa al rededor de los primeros que es la que se llama *atmósfera*, como al fluido que la compone *aire atmosférico*. Es claro, pues, que este contendria todos los cuerpos que tienen la calidad de ser gaseosos á la temperatura ordinaria, como no sean los que pueden convertirse en sólidos ó líquidos, por ser parte de algunas combinaciones.

106 — 2° *Historia*. Los antiguos, y entre ellos Aristóteles, consideraron el aire como un elemento; pero las esperiencias del médico Juan Rey publicadas en 1630, indicaron á los químicos la descomposicion de este fluido; Brun, boticario de Bergerac, observó que el estaño aumentaba de peso calcinándole al aire, y preguntando á Juan Rey la causa de tal fenómeno, repitiendo este y variando las esperiencias, le contestó que el aumento de peso procedia de una absorcion de aire: respuesta tanto mas atrevida cuanto que se creia entonces que el aire no era pesado.

» Respondo y sostengo, dice Rey, que este aumento de » peso, procede del aire que espesándose en el vaso se pega » al metal por la duracion, y vehemencia del calor; del mismo » modo que el agua se pega al arena que se agita con ella. » (*Véase Ensayo* de Juan Rey, con las notas de Gobet pág. 66).

Aunque Juan Rey se esplica de un modo tan positivo, parece que las ideas nuevas y fecundas que encierra su obra estuvieron siglo y medio olvidadas, hasta que Bayen hizo sus interesantísimas esperiencias acerca de la calcinacion del mercurio, las que le indujeron á presumir, sin conocer todavia los escritos de Juan Rey, que los metales aumentaban de peso con la calcinacion, y que este aumento provenia de la absorcion del aire; lo que recordó lo que habia dicho y probado el sabio Rey, siglo y medio antes que Bayen. Faltaba, sin embargo, descubrir si los metales calcinándose absorvian todo el aire, de cuyo descubrimiento dependian otros muchos, y es lo que previó Lavoisier, y desde esta epoca comenzaron sus grandes

trabajos. Este ilustre químico probó por medio de esperiencias multiplicadas y esentas de toda objeccion, que los metales no absorvian sino una parte del aire; que este fluido se componia de otros dos á lo menos, á saber de gas oxígeno y azoe y que, el primero era el absorvido por los combustibles. Examinó en seguida los productos de las combustiones; analizó con estraordinaria sagacidad todos los fenómenos que manifestaba cada una de ellas, y en pocos años fundó una teoría enteramente nueva, teoría que han afirmado todos los descubrimientos ulteriores. Otro químico no menos ilustre se ocupaba al mismo tiempo del analisis del aire, y obtubo por su lado los mismos resultados: este era Scheele, quien hubiera dividido con Lavoisier la gloria de crear la teoría moderna, si una muerte prematura no hubiese pribado á las ciencias de sus trabajos. Lavoisier admitió 27 á 28 partes de oxígeno en el aire. Scheele mas; pero estas dos cantidades son demasiado grandes, pues el aire está formado en todas partes de 21 de oxígeno, de 79 de azoe y de algunos átomos de ácido carbónico y agua, segun lo demuestran las esperiencias de Cavendish y de Davy en Inglaterra, de Berthelet en Francia y en Egipto, de Mart, en España, de Beddoez con aire traido de la costa de Guinea, y principalmente las de Humboldt y Gay-Lussac en Paris, y de este con aire tomado á 8254 varas de la tierra, en una ascencion aereostática que hizo en 1804. Veinte y siete años ha que se hizo el analisis esacta del aire, y la proporcion del oxígeno con el azoe no ha variado, pero muchas causas pueden alterarla, las que principalmente proceden de la respiracion y combustion. Estos dos fenómenos, no pueden verificarse sin que sea absorvida una parte del oxígeno del aire. Es cierto que los vegetales la ceden incesantemente al mismo fluido, durante la vegetacion y por la accion de la luz, de suerte que si este fluido cede parte de su oxígeno á ciertos cuerpos, le recibe tambien de otros; ¿pero hay compensacion? y suponiendo que no la haya, lo que es muy posible, ¿la cantidad de oxígeno se

disminuye ó aumenta? Cuestion es esta que no podrá resolverse sino al cabo de muchos siglos, á causa del enorme volúmen de aire que rodea nuestro planeta.

107 *Propiedades físicas.* El aire atmosférico es trasparente, invisible, insípido, sin olor, pesado, comprimible, y perfectamente elástico. Forma al rededor de la tierra una capa, cuya altura parece ser de 15 á 16 leguas. La trasparencia, la invisibilidad y la propiedad que tiene el aire de ser insípido y no tener olor etc., son conocidas generalmente; pero no sucede lo mismo respecto de su peso y compresibilidad.

108 *Peso del aire.* El sospechado por algunos filósofos antiguos, pero negado generalmente despues, fue descubierto por Galileo en 1640, y demostrado por Torricelli y Pascal. Galileo hizo este importante descubrimiento pesando sucesivamente un vaso lleno de aire sin comprimir y comprimido. El peso del vaso era menor en el primer caso que en el segundo, y concluyó que el aire era pesado. Esta esperiencia hubiera bastado para convencer á los ilustrados, pero no hubiera convencido á la multitud, por lo menos en mucho tiempo. La casualidad proporcionó luego á Torricelli hacer otra esperiencia que repetida y variada por Pascal, no dejó duda en esto. Queriendo los fontaneros de Florencia subir el agua en las bombas á mas de 12,^{varas}43 consultaron á Galileo sobre la imposibilidad que encontraban para conseguir su fin. Entonces se esplicaba la ascension del agua en las bombas diciendo que la naturaleza tenia horror al vacío, y esta esplicacion debia parecer absurda particularmente á Galileo que sabia que el aire era pesado. Algunos pretenden, pero injustamente sin duda, que este gran físico respondió en aquel momento, que el agua no subia á mayor altura porque la naturaleza no tenia horror al vacío sino hasta 12,^{v}43. Como quiera que sea, Torricelli discípulo suyo, reflexionó sobre el fenómeno, y pronto averiguó la causa. Creyó que nacia de la presion del aire que no podia hacer equilibrio sino á una columna de 12,^{v}43 de agua. Para

demostrarlo hizo Torricelli en 1643 la esperiencia siguiente. Tomó un tubo de cristal de mas de 33 pulgadas de largo, le cerró herméticamente por uno de sus estremos, y le llenó de mercurio, y tapando con el dedo el estremo abierto, puso el tubo boca á bajo en un baño de mercurio y retiró el dedo. El mercurio descendió repentinamente hasta cierto punto, volvió á ascender, osciló por algun tiempo, hasta que se fijó en 0,v916 sobre la superficie del baño. Observando entonces que el mercurio ascendia 13,veces568 menos que el agua, pero que este metal era 13,veces568 mas pesado que ella, se convenció de que la causa de la elevacion del agua era la misma que la de la elevacion del mercurio, y que era la gravedad ó peso del aire.

De esto se seguia que el agua y el mercurio debian subir menos de nivel en la cima de las montañas que á su pie, pues que la capa de aire comprimente era menor en el primer caso que en el segundo. Esta consecuencia la advirtió Pascal: asi es que habiendo repetido la esperiencia de Torricelli y con las mismas condiciones que este, rogó á su amigo Perrier que la hiciese sobre el Puy-de-Dome, y tuvo el resultado que se debia esperar; pues la columna de mercurio descendia á medida que se subia la montaña, y se elevaba segun se bajaba de ella. Este resultado destruyó hasta las mas leves objecciones contra la gravedad del aire, y á poco tiempo se hizo del tubo de Torricelli el instrumento conocido con el nombre de *Barómetro* que sirve hoy para medir esta gravedad. (*Véase* en el tomo VI la descricion de las láminas, articulo *barómetro*).

La presion del aire no es siempre igual, y en Paris desciende el barómetro á veces hasta 30 pulgadas y otras se eleva hasta 34. Se ignora cual pueda ser la causa de este singular fenómeno, y lo que se sabe sobre esto es, que sea la que quiera, tiene gran influencia en el bueno ó mal tiempo, y casi siempre llueve cuando el barómetro está muy bajo, y al contrario hace buen tiempo si está alto: asi es que se le consulta á cada paso para preveer el estado de la atmósfera.

109 *Compresibilidad de los gases.* Asentado que la columna de mercurio del barómetro no se sostiene siempre á la misma altura, debe tenerse cuenta de la presion atmosférica indicada por este instrumento en todas las operaciones de analísis que se hagan con los gases; porque estando sus moléculas mas ó menos aproximadas segun que la presion es mayor ó menor, pesarán tambien mas ó menos en un volúmen determinado.

Las esperiencias mas notables hechas acerca de la compresion de los gases se deben á Boyle y Mariotte que prueban que los gases se contraen en razon de los pesos con que les comprimen, ó lo que es lo mismo, que el volumen que ocupan está en razon inversa de la presion que esperimentan.

Tómese un tubo de cristal encorvado ABC, (véase la lámina XX fig. 6), abierto en A, y cerrado con la lámpara en C. Fíjese este tubo sobre una plancha P adaptada á un pie P, y dividida desde el punto B en porciones inguales correspondientes á los brazos AB y BC. Echese primeramente mercurio hasta el cero de la escala, de modo que no esté enteramente interceptada la comunicacion del aire entre los dos brazos BC y AB; echese en seguida sucesivamente hasta diferentes alturas del brazo AB, como hasta $0,^{v}904$, $2,^{v}728$, ó bien solamente hasta $0^{v},454$, 0,227 por encima de su nivel en el brazo BC; y he aquí lo que se observará, suponiendo que la presion atmosférica sea de $0^{v},908$. En el primer caso el aire del brazo BC se reducirá á la mitad de su volúmen; en el segundo á la cuarta parte, en el tercero á las dos terceras partes solamente; y en el cuarto á las cuatro quintas partes. Esto prueba evidentemente la existencia de la ley reconocida par Boyle y Mariotte, á saber, que el aire se condensa en razon del peso que le comprime, ó lo que es lo mismo, que su volúmen está en razon inversa de la presion que esperimenta. En efecto, cuando el aire ocupa enteramente el brazo BC, no es comprimido sino por el peso de la atmósfera igual por hipótesis á $0^{v},908$, pero cuando solo ocupa la mitad de dicho brazo,

está comprimido por un peso doble, es decir, por una columna de mercurio de 0,m908, que se ha introducido en el brazo $A\,B$, mas por el peso de la atmósfera que se apoya sobre esta columna. Todos los demas gases se comprimen de la misma manera.

Por consiguiente dado un volúmen de un gas cualquiera, es fácil saber lo que será este volúmen si varia la presion. Esto se coseguirá buscando el cuarto término de una porporcion inversa en que los tres primeros términos se formarán con los números que representan las dos presiones, y el cuarto representará el volúmen. Supóngase que se tienen 100 cuartillos de aire á una presion barométrica de 0,m9, y que el barómetro baje 0,m8, para saber el volúmen que ocuparán estos 100 cuartillos de aire bajo esta nueva presion, se dirá $8 : 9 :: 100 : x = \frac{900}{8} = 112\frac{1}{2}$ cuartillos.

110 Pues que la atmósfera es pesada, y los gases comprimibles, se ve claramente cual es el grado de presion que esperimenta un gas cuando habiéndole introducido en un tubo, ú otro vaso lleno de un líquido, su nivel interior es igual ó inferior, ó superior al del líquido esterior. Si los niveles son los mismos, es decir, si el líquido contenido en el tubo está á la misma altura, que el en que está sumergido el tubo, el gas estará comprimido por el peso de la atmósfera solamente. Si el nivel interior está mas elevado que el esterior, el gas será comprimido por el peso de la atmósfera, menos la parte de este peso necesaria para elevar el líquido en el tubo. Si al contrario, el nivel interior está mas bajo que el esterior, el gas será comprimido por el peso de la atmósfera, mas por la columna de líquido que hace la diferencia de los dos niveles.

De estas observaciones resulta una consecuencia importante, y es que para medir los gases, es necesario tener cuidado de poner iguales los niveles esterior é interior, ó bien tener cuenta de la diferencia que hay entre uno y otro; la que podrá conocerse atendiendo á la densidad del líquido. Supóngase que la presion atmosférica haga equilibrio á una columna

de mercurio de $0^{v},909$, que el líquido sea mercurio, y que se eleva $0^{v},080$ por encima de su nivel; el gas no estará comprimido en este caso sino por $0^{v},909 - 0^{v},080 = 0^{v},829$; pero si el líquido fuera agua, que es $13^{veces},568$ menos pesada que el mercurio, el gas estaria entonces comprimido por $0^{v},909 - \frac{0^{v},08}{13,568} = 0^{v},903$.

111 *Tubos de seguridad.* En vista de lo que precede será fácil concebir la teoría de los tubos de seguridad. Si una retorta *C* (lám. XXI, fig. 1.) llena de un gas cualquira, á cuyo cuello se adapta un tubo *DD'* que entre en el agua, se pone al fuego, el gas contenido en ella, que comprime mas que el aire atmosférico al líquido *ee'* en el estremo *D'* del tubo *DD'*, se dilatará y exhalará al traves del líquido hasta que las presiones interior y esterior se equilibren. Si en seguida se enfria la retorta, la presion ejercida interiormente por el gas será menor que la del aire, y en este caso el agua ascenderá por el tubo *DD'* á la retorta, que es cuando se dice que hay absorcion, la que no cesará hasta que las presiones interior y esterior se aquilibren de nuevo.

Pero si se supone que, en vez de un tubo ordinario *DD'*, se adapta á la retorta un tubo semejante al que se ve en la lám. XXI, fig. 2, cuya ampolleta *b* esté llena de agua hasta la mitad, es evidente que cuando se condense el gas interior, no podrá elevarse el agua en el brazo *CC'* del tubo *AC* por encima de su nivel *EE'*, sino en una cantidad igual á su altura en el brazo *dd'*, porque el aire en razon de la forma del tubo, hará bajar por su presion al agua del brazo *dd'* otro tanto cuanto se elevará en el brazo *CC'*; de suerte que cuando la columna de agua *dd'* haya sido impelida hasta el punto *d'*, el aire que ha llegado á *d'* pasará en burbujas al través del agua contenida en la ampolleta *b*, en virtud de su ligereza específica; entrará en la retorta por el brazo *bb'*, y se opondrá continuamente á la ascension ulterior del agua en el brazo *CC'*; asi como el agua de este brazo no pasará del punto *e*, que está

á la misma distancia del nivel EE que el punto d' lo está del punto d. Esta especie de tubo impedirá, pues, que se verifique la absorcion, y por esta razon se llama *tubo de seguridad*.

Los tubos de seguridad no tienen siempre la forma del que se acaba de describir, y los hay rectos. Sea, por ejemplo, el aparato que se representa en la figura 3 de la lámina XXI, compuesto de una retorta A llena de aire, de un frasco B de tres cuellos con agua hasta CC, y comunicando por una parte con la retorta mediante el tubo DD', y por la otra con un vaso E lleno de agua por el tubo GG'. Si habiendo calentado la retorta para desalojar cierta cantidad de su aire por la estremidad del tubo GG' se la deja enfriar, es evidente que á medida que el aire enfriándose se condense, el agua del vaso E subirá por el tubo GG' y llegará al frasco B; pero si se adapta al tercer cuello de este (fig. 4) un tubo recto II' que esté algunas líneas dentro del agua no podrá verificarse la absorcion, porque el aire entrará por el tubo II' como si este tubo fuese de ampolleta. Supóngase que el tubo II' entra tres líneas y $\frac{1}{2}$ en el agua del frasco; este líquido no ascenderá mas que esta cantidad por encima de su nivel en el tubo GG'; que el tubo recto II' es verdaderamente de seguridad; pero es de advertir que solo impide la absorcion del agua del frasco siguiente al que está adaptado, y por consiguiente es necesario no meter el primer tubo DD' dentro del agua del frasco B; porque de otro modo no se podria evitar que llegase hasta la retorta, lo que solo se precave con un tubo de ampolleta, ó de *Welter* (*).

Se usan á menudo estas dos clases de tubos de seguridad, y particularmente en el aparato de Woolf. Este aparato por cuyo medio se disuelven fácilmente los gases en el agua, consiste

(*) En lugar de gas es mas conveniente poner en la retorta éter sulfúrico, y hacerle hervir hasta desalojar todo el aire de los vasos; la absorcion es mas pronta y aun el agua pasa de un vaso á otro con tal precipitacion, que la llena en el espacio de algunos segundos.

en una retorta ó recipiente seguido de dos, tres, cuatro ó mas frascos que comunican entre sí por tubos intermedios. (*Vease* en la descricion de los instrumentos el artículo *frasco de Woolf.*)

112 *Peso específico del aire, y de los otros gases.* Se ha manifestado que el aire es pesado; pero no se ha determinado su gravedad específica, es decir, el peso absoluto en un volúmen determinado. Importa mucho conocer esta gravedad, lo que se alcanza por procederes semejantes á los que sirven para determinar la gravedad específica de todos los gases.

Esta no depende solamente de su naturaleza, sino tambien de su temperatura, y de la presion atmosférica, que deben tenerse presentes para la determinacion de la gravedad. La específica de un gas generalmente se averigua pesando un recipiente de capacidad conocida primeramente vacío, y despues lleno de gas seco, y sustrayendo el primer peso del segundo, la diferencia entre los dos pesos será evidentemente el del volúmen del gas contenido en el recipiente á la presion y temperatura en que se hace esta operacion.

La determinacion del peso específico del aire se hace del modo siguiente. Se toma un recipiente de dos cuartillos poco mas ó menos, muy seco y guarnecido de una llave (lám. II, fig. 4). Se adapta á esta el tubo del platillo de una buena máquina neumática; se abre la llave; se pone en movimiento aquella, y se continua hasta que el tubo barométrico de la máquina indique que se ha hecho el vacío hasta $0,^{lin.}26$. En seguida se cierra la llave, se destornilla el recipiente, se pesa, y despues se adapta á la parte superior de la llave por medio de un tapon de corcho agujereado, un tubito encorvado que comunique mediante un tapon de corcho con otro tubo de 5 á 6 líneas de diámetro y de 30 á 35 pulgadas de longitud, lleno de fragmentos de cloruro de calcio (lám. XXII, fig. 1). Dispuesto el aparato de este modo se abre poco á poco la llave del recipiente, de manera que entre á la vez una corta cantidad

de aire atmosférico; este fluido pasa por el tubo del cloruro calizo, y se deseca antes de entrar silvando en el recipiente. Este estará lleno de aire cuando cese el silvido; pero conviene esperar cuatro ó cinco minutos para que la temperatura interior del recipiente sea la misma que la esterior, y observar con el termómetro, y con el barómetro la presion atmosférica; en seguida se cierra otra vez la llave, se quitan los tubos adaptados á ella, y se pesa de nuevo el recipiente. Sustrayendo en este caso el primer peso del segundo, segun se ha dicho antes, y dividiendo la diferencia por el número de cuartillos que contiene el recipiente, se tendrá el peso de un cuartillo de aire, el cual pesa 13^{granos}, 1233 á la temperatura de cero y á la presion de 0^{v},909.

Si se quiere determinar el peso específico de la mayor parte de los otros gases, deberá modificarse este proceder del modo que indica el aparato representado por la lám. XXII, fig. 2. *A*, es una retorta ú otro vaso cualquiera de que se exhala el gas que se quire pesar, que pasa por el tubito *B* al grande *CC'* lleno de cloruro de calcio; al atravesar este pierde su humedad, y llega seco por el tubito encorvado *D* debajo de una campana *E* colocada en la plancha *F* de la cuva de mercurio *GG'*; y finalmente á esta campana, cuya capacidad es de dos cuartillos poco mas ó menos y está guarnecida de una llave de hierro *H*; pasando poco á poco al recipiente *I* vacío, pesado de antemano con mucho cuidado; y cuya llave está abierta. Luego que el recipiente esté lleno de gas, lo que se reconoce como en la esperiencia anterior, y que el mercurio esté al mismo nivel interior y esteriormente, se observan el barómetro y el termómetro; se cierran las llaves del recipiente y de la campana; se destornilla el recipiente, se le pesa de nuevo, y se deduce el peso específico buscado. Pero para que la esperiencia sea esacta en lo posible, es necesario; 1° no recoger el gas en la campana sino despues de haber desalojado todo el aire de los vasos; 2° desechar las primeras porciones

de gas que entren en la campana á fin de no recibir con él al aire adherente á sus paredes; 3° asegurar fuertemente el recipiente á la campana; 4° hacer pasar el gas de esta al recipiente poco á poco y con interrupcion; para lo cual se abre algo la llave *H*, si la campana está llena de gas, y se cierra en seguida luego que el mercurio haya ascendido hasta la parte superior de la misma, para abrirla de nuevo cuando se halle otra vez llena de gas.

Por último, si los gases penetran ó corroen el mercurio ó el betun que junta la llave con la campana, calidad que tienen el cloro y el ácido hidro-iódico, es necesario modificar aun el aparato que precede. En lugar del tubito *D*, se adapta al estremo del *CC'* otro de 3 $\frac{1}{2}$ líneas de diámetro, que entre hasta el fondo de un frasco de 4 á 6 cuartillos de capacidad cerrando su abertura casi enteramente. Por este medio, asi que el frasco esté lleno del gas que se esperimenta, toda la parte escedente saldrá fuera del frasco por el espacio que hay entre sus paredes y los lados del tubo; en este estado se saca el tubo del frasco bajando este poco á poco y cerrándole herméticamente con un tapon, se pesa, y comparando su peso con el del mismo lleno de aire determinado de antemano, se infiere directamente el peso específico del gas, con tal que sea puro. Sino lo fuere, será necesario determinar primeramente la pequeña cantidad de aire que pueda contener, lo que se puede conseguir fácilmente destapando el frasco en una porcion de agua cargada de álcali, y agitándolo en este líquido hasta que no se observe absorcion alguna; el agua disolverá todo el gas y dejará libre al aire mezclado con él. Supóngase que la capacidad del frasco sea de dos cuartillos, que la temperatura esté á cero, y la presion á $0^{v},909$; que el gas contenga $\frac{1}{5}$ de copa, de aire; que el frasco lleno de gas pese 1 libra y $40^{gr},0397$ y lleno de aire 1 libra y $26^{gr},2466$, resultará pues, que 7 $\frac{4}{5}$ copas de gas, pesan $13^{gr},7928$ mas que 7 $\frac{4}{5}$ copas de aire. Y como 7 $\frac{4}{5}$ copas de aire á 0°, y á la presion de $0^{v},909$ pesan $25,^{gr}5908$;

del otro gas pesarán $39^{gr.},3836$; luego si se representa la gravedad específica del aire por la unidad, la gravedad del gas será el cuarto término de esta proporcion:

$$25,5908 : 39,3836 :: 1 : x = \frac{39,3836}{25,5908} = 1,539.$$

La gravedad específica de los gases insolubles ó poco solubles en el agua, puede determinarse tambien recibiéndolos en una campana y trasfundiéndolos á un recipiente vacío segun se ha dicho mas arriba, pero esto exige correcciones, y es necesario valuar la cantidad de vapor acueo que satura el gas á la temperatura en que se hace la esperiencia, y el aumento de volúmen ó la disminucion de tension que esperimenta por este vapor. La disminucion de tension se determina observando que esta, en una mezcla de gas y vapor, es igual á la suma de las tensiones de los dos, si cada uno de ellos ocupase el espacio de la mezcla (Dalton). Por consiguiente si se resta la tension del vapor variable en razon de la temperatura, de la del gas húmedo indicada por el barómetro, la diferencia será la tension del gas seco en el volúmen que ocupa estando húmedo (*Véase* en el número 268, cual es la tension del vapor desde —20° hasta +130°).

El peso del vapor contenido en el gas se puede determinar fácilmente por el cálculo. En efecto, supóngase que el volúmen del gas sea de 1 cuartillo, y que la temperatura esté á 17°; la tension ó la presion del vapor á esta temperatura, será de $7^{lin.},49$. Como lo prueba directamente la esperiencia (267). Y pues que la densidad del aire es 1, la del vapor es de 0,620, y que un cuartillo de aire pesa $13^{gr.},1233$ á la temperatura de cero y con la presion de $0^{m},909$, es claro que á la temperatura de 17°, y la presion de $7^{lin.},49$, solo pesará $0^{gr.},2352$ por que los gases se dilatan $\frac{1}{266,67}$ de su volúmen á 0° por cada grado del termómetro centígrado, y se comprimen en razon del peso. (*Véanse* estas reducciones 39—2° y 109). Luego el peso del vapor contenido en el cuartillo de gas, será 0,620 de $0^{gr.},2352$ ó 1,458. Con lo cual se ten-

drán los datos necesarios para conocer la gravedad específica del gas seco, pues que se conocerá su volúmen, el peso de este, su tension y su temperatura; porque siendo su volúmen el mismo que el del gas húmedo, el peso de este volúmen será el del gas húmedo menos el peso del vapor acueo, su tension ó su presion será igual á la de la atmósfera menos la del vapor, y su temperatura será la misma que la del gas húmedo, es decir, la de la atmósfera. Todo lo que se acaba de decir de los gases respecto al vapor acueo, puede aplicarse á un gas respecto á otro vapor cualquiera, alterable por aquel.

Los físicos han conocido en todo tiempo que no era menos importante determinar la gravedad específica de los vapores que la de los gases; pero hasta ahora solo se habia logrado verificar la del vapor acueo, y no con la esactitud necesaria. Gay-Lussac ha dado á conocer un método por la determinacion de esta clase de gravedades específicas, que nada deja que desear segun se ha descrito en el número (48), y consiste en evaporar en una campana sobre el mercurio á una temperatura y presion determinada un peso fijo de líquido, por ejemplo 20 granos, y medir el volúmen del vapor que resulte. El mismo físico ha determinado por este método la gravedad específica de varios vapores y principalmente del de agua, de alcohol, de éter, y carburo de azufre. Habiendo operado á la temperatura del agua hirviendo y á la presion de $0^{v},909$, y visto que 20 granos de agua producen, $3^{cuart},37$ de vapor; 20 de alcohol $1^{cuart},31$; 20 de éter $0^{cuart},815$; y 20 de carburo de azufre $0^{c},797$; ha concluido que tomada la gravedad específica del aire por unidad, la del vapor del agua será 0,6235(*); la del alcohol 1,613; la del éter sulfúrico 2,586, y la del

(*) Como el vapor acueo resulta de 2 volúmenes de hidrógeno y de 1 de oxígeno condensados en uno solo; y la densidad del oxígeno es de 1,1026, y la del hidrógono de 0,0688, se sigue que la del vapor acueo deberia ser de 0,620, cuyo número apenas se diferencia del que da la esperiencia.

carburo de azufre 2,645. (*Anales de química y física*, tomo II, pág. 135.) La tabla adjunta contiene: 1° la gravedad específica de los gases y de los vapores comparada con la del aire tomada por unidad; 2° su peso absoluto por cuartillo á 0°, y á la presion de (*) 0v,909.

Las densidades de los gases que encierra la cuarta columna han sido calculadas admitiendo que 1 volúmen de ellos está compuesto, á saber (**).

1° *Gas hidro-iódico* de $\frac{1}{2}$ volúmen de hidrógeno, y de $\frac{1}{2}$ de vapor de iodo.

2° *Gas cloroxi-carbónico* de 1 volúmen de cloro (DC), y de 1 de óxido de carbóno (DC).

3° *Oxido de cloro* de 1 volúmen de oxígeno, y de $\frac{1}{2}$ de cló-ro (DC).

4° *Cianógeno* de 2 volúmenes de vapor de carbóno, y de 1 de azoe.

5° *Protóxido de azoe* de 1 volúmen de azoe, y de $\frac{1}{2}$ de oxígeno.

6° *Deutóxido de azoe* de $\frac{1}{2}$ volúmen de oxígeno, y de $\frac{1}{2}$ de azoe.

(*) Cuando se quiera tener con gran precision la gravedad específica de los gases, es necesario tomar todas las precauciones indicadas, y además tener presentes la dilatacion del mercurio y del cristal. Segun las esperiencias de Petit y Dulong, el mercurio se dilata $\frac{1}{5550}$ de su volúmen por cada grado del termómetro entre 0, y 100°. Si el barómetro señala 0,v909, y la temperatura está á 20°, será necesario disminuir $\frac{20}{5550+20}$ de 0,v909 para obtener su altura á cero. La dilatacion del cristal, segun estos mismos físicos, es igual á $\frac{1}{116100}$ por cada grado del termómetro en sentido de una dimension sola, y por consiguiente de tres veces este número ó de $\frac{1}{38700}$ en el de las tres dimensiones, de que se sigue, que si la capacidad de un recipiente es de 1 cuartillo á 10°, no será á cero sino de 1 cuartillo menos $\frac{1}{38700}$ 10 multiplicado por 10, es de 1 cuartillo menos $\frac{10}{38700+10}$ de cuartillo. Todas estas observaciones se hacen ordinariamente á cero, y á la presion de 0,v909.

(**) *D. C.* indica que la densidad del gas, que precede á este signo, se ha determinado por el cálculo.

7° *Hidrógeno bi-carbonado* de 2 volúmenes de hidrógeno, y de 2 de vapor de carbóno.

8° *Oxído de carbóno* de 1 volúmen de vapor de carbóno, y de $\frac{1}{2}$ de oxígeno.

9° *Gas amoniaco* de 1 $\frac{1}{2}$ volúmen de hidrógeno, y de $\frac{1}{2}$ de azoe.

10° *Hidrógeno proto-carburado* de 2 volúmenes de hidrógeno, y de 1 de vapor de carbóno.

11° *Vapor de esencia de trementina* de 2 volúmenes de vapor de carbóno, y de 4 de hidrógeno bi-carbonado (DC).

12° *Vapor de hidro-bi-carburo de cloro* de 1 volúmen de hidrógeno bi-carbonado (DC), y de 1 de cloro (DC).

13° *Vapor nitroso* de 2 volúmenes de deutóxido de azoe, y de 1 de oxígeno.

14° *Vapor de éter sulfúrico* de 2 volúmenes de hidrógeno bi-carbonado (DC), y de 1 de vapor de agua (DC).

15° *Vapor de éter hidro-clórico* de 1 volúmen de gas hidro-clórico, y de 1 de hidrógeno bi-carbonado (DC);

16° *Vapor de ácido cloro-cianico* de $\frac{1}{2}$ volúmen de cianógeno, (DC) y de $\frac{1}{2}$ de cloro (DC).

17° *Vapor de alcohol puro* de 1 volúmen de hidrógeno bi-carbonado (DC), y de 1 volúmen de vapor de agua (DC). En efecto estos dos gases representan la composicion del alcohol en estas proporciones.

18° *Vapor de ácido hidro-ciánico* de 1 volúmen de vapor de carbóno, de $\frac{1}{2}$ de hidrógeno y de $\frac{1}{2}$ de azoe.

19° *Vapor de agua* de 1 volúmen de hidrógeno, y de $\frac{1}{2}$ de oxígeno.

20° Las densidades del cloro y del vapor de carbóno se han obtenido, la primera, considerando que 1 volúmen de gas hidro-clórico resulta evidentemente de $\frac{1}{2}$ volúmen de hidrógeno y de $\frac{1}{2}$ de cloro, y restando de la densidad doble del ácido hidro-clórico la del hidrógeno; y la segunda considerando que el gas carbónico contiene 1 volúmen de oxígeno igual al suyo, suponiendo que dicho gas resulta de este volú-

NOMBRES de los FLUIDOS ELASTICOS.	DENSID. segun la esperiencia.	NOMBRES de los OBSERVADORES(*)	DENSID. calculad.(**)	PESO de un cuartillo de gas á 0° y 0m.,909 de presion segun la esperiencia.	PESO deun cuartillo de gas á 0° y 0m.,909 de presion segun elcálculo.
				granos.	granos.
Aire	1,0000.			13,1232.	
Gas hidro-iódico	4,4430.	G.	4,3399.	58,3064.	
— fluórico silíceo	3,5735.	J.-D.		46,8954.	
— cloro-bórico	3,42.	D'.			
— Cloroxi-carbónico			3,3990.		44,6054.
Cloro	2,470.	G y T.	2,4260.	32,4146.	31,8367.
Deutóxido de cloro			2,3156.		30,3870.
Gas fluo-bórico	2,3709.	J.-D.		31,1135.	
— sulfuroso	2,1930.	H.-D		28,7789.	
— sulfuroso	2,234	T.			
Cianógeno	1,8064.	G	1,8195.	23,7058.	23,8806.
Protóxido de azoe	1,5204.	C.	1,5269.	19,9530.	20,0379.
Acido carbónico	1,5196.	B y A		19,9419.	
Idem	1,5245.	B'. y D		20,0066.	
Gas hidro-clórico	1,2474.	B y A	1,2474.	16,3699.	16,3699.
— hidro-sulfúrico	1,1912.	G y T		15,6325.	
— oxígeno	1,1036.	B y A.		14,4829.	
Idem	1,1026.	B' y D.		14,4688.	
Deutóxido de azoe	1,0388.	B''	1,0391.	13,6323.	13,6354.
Hidrógeno bi-carburado	0,9852.	T. S.	0,9814.		12,8818.
Gas azoe	0,9691.	B y A.		12,7181.	
Idem	0,9757.	B' y D.		12,8040.	
— oxido de carbóno	0,9569.	C'	0,9732.	12,5576.	12,7717.
Hidrógeno per-fosforado	1,761	D'		23,1125.	
Hidrógeno proto-fosforado	1,214	D'		15,9402.	
Gas amoniacal	0,5967.	B y A.	0,5910.	7,8309.	7,7561.
Hidrógeno proto-carburado			0,5596.		7,3440.
Hidrógeno arseniado	2,695	D'.			
Gas hidrógeno	0,0687.	B' y D.	0,0688.	0,903.	
Vapor de iodo		G	8,6110.		
— de éter hidro-iódico	5,4540.	G		71,2954.	
— de esencia de trementina	5,0130.	G	4,7702.	65,2870.	54,8347.
— de hidro-bi-carburo de cloro	3,4434.	C y R	3,4076.	45,1082.	45,1881.
— nitroso			3,1805.		41,7385.
— de sulfuro de carbóno	2,6445.			34,7067.	
— de éter sulfúrico	2,5860.	G	2,5832.	33,9369.	33,8995.
— de éter hidro-clórico	2,219	T	2,2290.	29,1204.	29,2517.
— de ácido cloro-cianico			2,1228		27,8577.
— de alcohol puro	1,613.	G	1,6010.	21,1713.	21,0177.
— de ácido hidro-cianico	0,947.	G	0,942.	12,4353.	12,3908.
— de agua	0,625.	G	0,6201.	8,1824.	8,1360.
— de carbóno			0,4219.		5,5378.

(*) B y A, significan Biot y Arago; B' y D, Berzelius y Dulong; B', Berard; C, Colin; C y R, Colin y Robiquet; C', Cruikshancks; G, Gay-Lussac; G y T, Gay-Lussac y Thenard; H D, Humphry Davy; J-D, John Davy; T, Thenard; T', Thomson; T'', Trommsdorff; D', Dumas; T-S, Teodoro de Saussure.

(**) En todos los cálculos en que ha sido necesario hacer uso de las densidades del oxígeno y el azoe, se han tomado las determinadas por Berzelius y Dulong.

men de oxígeno unido á 1 volúmen de vapor de carbóno, y restando la densidad del oxígeno de la del gas ácido carbónico.

113 Como el oxígeno es casi siempre el único principio activo del aire, hay mucha analogía entre la historia química de estos dos fluidos. El áire atmosférico refracta la luz en razon de su densidad y su naturaleza (*). Todos los otros cuerpos estan en el mismo caso segun las interesantes observaciones de Newton. Parece que, á densidad igual, el oxígeno este dotado de menor calidad refringente: que la de un cuerpo combustible es mayor que la del mismo quemado; y que cuanto mas combustible es el cuerpo tanto mayor es su calidad refringente, que la de un compuesto no es proporcional á la de sus principios, y solo la de las mezclas está en este caso; y asi el poder refringente del ácido carbónico es muy diferente de el del oxígeno y carbóno que constituyen este ácido, mientras que el del aire en nada se diferencia del de los gases que le constituyen. Todo esto puede verse en la tabla siguiente estractada de la memoria de Biot y Arago acerca de la calidad refringente de los gases, en la que pueden verse los medios esactos de que se han valido estos físicos para determinarlo.

(*) Siempre que se trasmite oblicuamente un rayo de luz del vacio al través de un cuerpo trasparente, este rayo toma una nueva direccion, y en este caso se dice que se refracta la luz. Esta direccion forma con la primitiva un ánguio por medio del cual se deduce la mediada de lo que se llame el *el poder refringente del cuerpo*. La refraccion es un efecto de la atraccion, á distancia, de la luz por los cuerpos. Si se imagina un rayo que llegue mas ó menos oblicuamente á una de las superficies de un prisma de cristal, y se supone que la atraccion del rayo luminoso por la sustancia vítrea pueda verificarse á la distancia de linea y media; es evidente que el punto vítreo sobre que le conduzca su direccion, no le atraerá cuando principie á serlo por otros puntos de que necesariamente se hallará mas inmediato en razon de su inclinacion. Luego si el rayo fuera perpendicular á la superficie, no se refractaria; en virtud de que las fuerzas impulsiva y atractiva obrarian en un mismo sentido. (Véanse las obras de física).

Poder refringente de los gases con igual densidad, comparados con el del aire tomado por unidad, á la temperatura de cero y la precion de 2pi. 8pul. 8li., 67072.

Aire atmosférico	1,00000
Oxígeno	0,86161
Azoe	1,03408
Hidrógeno	6,64361
Amoniaco	2,16851
Acido carbónico	1,00476
Hidrógeno proto-carbonado	2,09270
Hidrógeno bi-carbonado	1,81860
Gas hidro-clórico	1,19625
Gas éter hidro-clórico. (Biot)	1,71344

Segun Arago y Petit el poder refringente de los vapores es sensiblemente menor que el de los líquidos que los producen. El del carburo de azufre líquido, comparado con el aire, es algo mayor que 3, mientras que el poder refringente de su vapor no pasa de 2 (*Anal. de quím.* tom. 1° pág. 1). En el tratado de física de Biot se detenermina el poder refringente de otras veinte y una sustancias, estractado de la óptica de Newton.

113—2° *Propiedades químicas.* El aire es mal conductor del fluido eléctrico; asi es que cuando este fluido se separa de la superficie de un cuerpo en que está acumulado para trasmitirse á otro al través del aire, aparece siempre en chispas.

Siendo el aire necesario é indispensable para la vida de los animales, cuando se mete uno de estos en el recipiente de una máquina neumática, haciendo el vacío perece en pocos instantes, y aun á veces salta su sangre por los poros del pellejo, á causa de la supresion originada del peso de la atmósfera; porque la absorcion del oxígeno abrasa los pulmones.

Cuando se somete el aire á la accion del calor mas subido

ó del mayor frio, no se altera, ni aun por el oxígeno, puesto que no hace mas que mezclarse con este gas. Entre los cincuenta combustibles simples, solo hay nueve que no pueden alterarle á una temperatura variable respecto de cada uno de ellos. Estos nueve cuerpos son el cloro, el iodo, el azoe, la plata, el oro, el platino, el rodio, el paladio y el iridio. Todos los demas obsorven el oxígeno de este fluido y aislan su azoe; de suerte que esperimentados con el aire ó el oxígeno, estos diferentes cuerpos, se obtienen los mismos productos, con sola la diferencia de que la combustion no es tan viva (*). En todo caso, es tanto menos rápida, cuanto el aire está mas enrarecido, y de aqui procede el que la llama de una vela encendida pierda su intensidad y se apaga por último en un recipiente neumático, haciendo el vacío poco á poco.

114 El hidrógeno no descompone rápidamente el aire sino al grado del fuego candente, á no ser que sea por la influencia del platino etc., (pág. 176). En esta descomposicion hay absorcion de oxígeno, formacion de agua, desarrollo de calórico y luz, y el azoe se aisla en estado de gas. Basta para probar estos resultados, hacer detonar en el eudiómetro de agua ó de mercurio una mezcla de aire y gas hidrógeno, del mismo modo que se hace con la mezcla de hidrógeno y oxígeno (86—42°). Si la mezcla contiene 100 partes de aire y 100 de hidrógeno, el residuo será de 137 despues de la combustion, luego la absorcion será de 63. Estas 63 partes procederán de la combinacion de las 21 partes de oxígeno contenidas en las 100 de aire con 42 de hidrógeno, porque en efecto, se ha visto (86—2°), que el gas oxígeno se combina siempre con 1 volúmen

(*) Sin embargo, el fósforo y carbóno se esceptuan hasta cierto punto. El carbóno puede absorver el aire á la temperatura ordinaria (93); y el fósforo puede absorver su oxígeno á esta misma temperatura, mientras que no tiene accion sobre este gas puro sino mediante el calor, bajo la presion ordinaria (pág. 199).

doble de hidrógeno, y que resulta agua de esta combinacion. Es muy fácil convencerse de que las 137 partes de residuo, estan formadas de 79 de azoe y de 58 de gas hidrógeno, pues que si se trasvasa dicho residuo á un eudiómetro, y se añade la cantidad de oxígeno necesaria para absorver el gas hidrógeno que pueda tener, es decir 29 partes de oxígeno, no se obtendrán despues de la inflamacion mas que 79 partes poco mas ó menos de un gas que tiene todas las propiedades del azoe.

115 El boro obra tambien en el aire mediante el calor. Haciendo la esperiencia en una campanita corva sobre el mercurio (90), apenas hay desarrollo de luz; pero si se hace en un crisol descubierto y casi candante, la combustion es bastante viva. En todo caso el oxígeno es absorvido por este combustible, el azoe se aisla y se obtiene ácido bórico, sólido, fijo y vítreo que encubre las partes interiores del boro, y se opone á su combustion completa, por cuya razon tiene el producto un color negruzco.

116 El carbóno obra en el aire atmosférico á la temperatura ordinaria, pues que absorve varias veces su volúmen de este fluido á la presion de 2 ·8$^{pul.}$ 8$^{li.}$,67072 (93), y aun parece que se produce ácido carbónico mediante la influencia de luz (93); pero esta produccion es tan corta y tan lenta, que no es perceptible sino al cabo de muchos dias de contacto. Cuando la temperatura es muy subida el carbon se quema, se consume prontamente, desaparece, y no deja sino una corta porcion de ceniza. En esta combustion se forma gas ácido carbónico, ó gas óxido de carbóno, y el azoe queda aislado, gas ácido carbónico cuando hay un sobrante de aire, y óxido de carbóno en el caso contrario, con tal que el calor sea fuerte.

117 Aunque el gas oxígeno no obra en el fósforo á una temperatura mas baja que la de 20, ó 25°, el aire atmosférico altera este combustible á una inferior á cero. Cuando se pone fósforo en contacto con el aire á la temperatura ordinaria todo el gas oxígeno de este fluido es absorvido poco

á poco, y de á qui resulta: 1º ácido hipo-fosfórico que se disuelve en el agua del aire, y luego se exhala y precipita en humo; 2º desarrollo de calórico y luz, pero tan débil que apenas asciende algunos grados el termómetro, ni se advierte la luz sino en la oscuridad; 3º gas azoe mezclado con una corta porcion de vapor de fósforo, que ocupa el mismo volúmen que el azoe puro. Para probar estos resultados basta llenar de mercurio una campanita y pasar á ella una cantidad determinada de aire v. g. 200 partes á una temperatura y presion conocidas, introducir en seguida un cilindro de fósforo y 20 á 40 granos de agua, los cuales subirán á la superficie del mercurio en virtud de tener menos gravedad específica que este metal (*), y se percibirán todos los fenómenos indicados. Cuando al cabo de dos ó tres horas se observe que no se forman vapores en el aparato, ó que llevándole sobre una salserilla á un parage obscuro el fósforo no es luminoso, la operacion está concluida, aunque conviene aguardar todavia algunos minutos para cerciorarse de que ha sido absorvido todo el oxígeno. Midiendo entonces el residuo, y teniendo presentes las variaciones de temperatura y presion de la atmósfera (32 y 109) se verá que este residuo será de 155 á 158 partes, y que está enteramente compuesto de gas azoe, ó que contendrá acaso una pequeña cantidad de vapor de fósforo, el cual se separará inmediatamente agitándole en el mercurio, ó en una disolucion de potasa.

118 Para esplicar lo que se acaba de esponer, es necesario admitir que el azoe favorece la combustion, aislando las moléculas del oxígeno, ó bien uniéndose al fósforo y disolviéndo-

(*) Es necesario poner un poco de agua en contacto con el fósforo, á fin de evitar que se detenga la combustion (119). La esperiencia debe hacerse sobre el mercurio, porque si se hiciera sobre el agua sería posible que se exhalase de este líquido una porcion del azoe que tiene en disolucion.

dole (97). En todo caso resulta, que como la cantidad de fósforo que se disuelve es muy pequeña, el desarrollo de calórico y de luz lo es tambien (79); y que como el ácido hipo-fosfórico formado, tiene mucha afinidad con el agua, se apodera de la que contiene el aire y resulta un líquido muy ácido.

119 Ademas de estas observaciones acerca de la combustion del fósforo en el aire, hay todavia otra digna de toda atencion y es que el fósforo no descompone completamente el aire, sino cuando está húmedo ó en contacto con el agua. Si en una campana bien seca y llena de mercurio se introduce aire seco y un cilindro de fósforo desecado perfectamente con papel de filtro, aparecerán al principio vapores blancos, y el fósforo arderá en la campana con una luz muy perceptible en la oscuridad; pero disminuirán estos efectos poco á poco hasta que cese la combustion, conteniendo todavia el aire mucho oxígeno, y si entonces se mete en la campana una corta porcion de agua, aparecerán de nuevo los vapores blancos; el fósforo volverá á lucir en la oscuridad y por último absorverá todo el oxigeno restante. Debe suponerse, pues, que la union del fósforo con el oxígeno se opera mediante el agua, y que el ácido fosfático es una combinacion de agua, fósforo, y oxígeno; pero el líquido no obra realmente sino disolviendo el ácido hipo-fosfórico formado incesantemente á la superficie del fósforo, que quedaria adherido á ella como una costra, si el aire no estuviese húmedo, y asi el agua disuelve el ácido á medida que se forma, y facilita un contacto contínuo entre el fósforo y el aire de la campana, lo que demuestra la esperiencia siguiente. Secando bien dos campanas por medio del viento de un fuelle y con el calor, se llenan de mercurio bien seco; y á una se trasvasan 300, ó 400 partes de gas azoe tambien seco, y se introduce en ella un cilindro de fósforo enjuto y puesto en un tubo hueco y ensanchado por su cabo superior en forma de embudo, y 3 á 4 dracmas de cloruro de calcio recientemente fundido por el fuego; y en la otra media de

gas oxígeno se ponen tambien 3 ó 4 dracmas de cloruro de calcio como en la anterior. Trasvasando al cabo de dos dias de contacto una parte del oxígeno á la campana del gas azoe y fósforo, este empieza á lucir al instante, y continua ardiendo aunque lentamente por mas de una hora. No puede atribuirse esto á que los gases no esten secos, porque aun cuando estuvieran húmedos los secaria el cloruro de calcio. Lo mismo sucederia con el fósforo, porque el aire le secaria y á este el cloruro. Habiéndose repetido y variado esta esperiencia, produjo siempre el mismo resultado. Asi es, que poniendo cal en lugar de cloruro de calcio, porque es tambien de gran calidad secativa, y valiéndose de gas hidrógeno en vez de azoe y de aire por oxígéno, en todos casos se ha verificado la combustion del fósforo; por consiguiente este seco, puede arder en el aire que lo esté tambien, y el agua solo obra disolviendo el ácido hipo-fosfórico á medida que se forma.

120 Aunque el fósforo á la temperatura ordinaria se combina lentamente con el oxígeno del aire con un desarrollo de luz tan débil que apenas es perceptible sino en la oscuridad, le absorve sin embargo repentinamente á 35 ó 40°, originándose una combustion muy activa. En este caso no se forma ácido hipo-fosfórico, y sí fosfórico sólido, aislándose el azoe mezclado con algo de fósforo en vapor; por cuyo medio puede tenerse fácilmente el azoe puro, y tambien se consigue determinar las cantidades que hay de este y oxígeno en el aire atmosférico. Por consiguiente, llenando de mercurio y agua una campanita corva de cristal y trasvasando á ella 100 partes de aire, si se introducen en seguida 2 ó 4 granos de fósforo en la parte corva de la campana inflamándolos con la llama de la lámpara de alcohol, baja una aureola luminosa sobre la superficie del líquido al cabo de algunos segundos, y enfriándose el aparato se mide el residuo que serán 79 partes, que se purgarán del fósforo sin variar de volúmen agitándolas en mercurio ó agua. El aire se compone de esta cantidad de azoe y 21 de oxígeno, esceptuando á lo sumoun milésimo de gas carbónico, y una cortísima can-

tidad de vapor acueo.

121 El aire no obra en el azufre sino á un temperatura mas subida que la necesaria á este combustible para empezar á fundirse. Los productos que se forman en esta combustion son una luz azulada y gas ácido sulfuroso, cuyo olor es muy picante é impide la respiracion, de suerte que el azufre se combina con el oxígeno del aire, se gasifica y queda mezclado con el azoe. Estos resultados se prueban fácilmente en una campanita corva de cristal llenándola de mercurio y trasvasando á ella 100 partes de aire, se introduce un fragmento de azufre que se calienta con la llama de la lámpara de alcohol hasta reducirle á vapores: luego que empieza á fundir arde con una llama azulada y se apaga en seguida. Enfriándose el aparato, se mide el gas restante que son 99 partes, compuestas de 20 de ácido sulfuroso y 79 de azoe, que podrán separarse por medio del agua, que disolverá del todo el gas ácido y quedará el azoe.

121 — 2° El selenio no altera el aire á la temperatura ordinaria; ni absorve su oxígeno sino mediante un calor bastante fuerte. Si se calienta en una salserilla ó retorta, cuyo cuello no está tapado, se evaporará sin oxidarse, y se condensará en humo rojo y sin olor, segun se ha dicho anteriormente (102—2°). Pero si se inflama el vapor, en este caso comunica un color azul á los bordes de la llama, y esparce un olor fuerte de coles podridas, cuyo indicio es una prueba de que se forma una cantidad mas ó menos considerable de gas óxido de selenio. Este se combina tambien con el oxígeno del aire, calentándole en una redoma que esté tapada hasta que se haya evaporado gran parte del combustible, y en este caso se forma gas óxido de selenio y algo de ácido selénico; de suerte que el agua con que se lava la redoma, adquiere el olor de coles podridas, y enrojece la tintura de girasol (Berzelius).

122 El iodo y el azoe no alteran el aire, ni tampoco el cloro, si el aire es puro; pero si no le es, ó si contiene materias vegetales ó animales en suspension, el cloro obra inmediatamente sobre ellas y las destruye. En esta propiedad del

loro se fundan las fumigaciones que se hacen frecuentemente on este agente tan eficaz.

123 *Estraccion.* Hay casos á menudo en que conviene pro-urarse aire de algunos parages para examinar sus propiedades hacer su analisis, para lo cual basta vaciar un frasco lleno le agua, y taparle, si es posible penetrar en el mismo sitio; pero ino lo es, ó por lo menos muy dificil, se ha de emplear otro medio. ii se trata v. g. de tener aire de un pozo, de una gruta ó averna profunda, es menester bajar un frasco lleno de agua, or medio de cuerdas, de manera que su cuello se meta n un bocal lleno tambien de agua, y asi que el aparato lle-ue al fondo, se tira de una de las cuerdas para vaciar el rasco y llenarle de aire, aflojándola en seguida para que se umerja de nuevo el cuello del frasco en el agua del bocal, etirando el aparato con todo el cuidado posible del mismo modo ue se haya introducido.

124 *Composicion.* Preciso es probar la composicion del ire de que ya se ha hablado, por ser tan fecunda en resul-ados importantes.

El aire es una mezcla de 21 partes de gas oxígeno, de 79 le azoe, de una pequeñísima cantidad de vapor acueo variable en razon de la temperatura, y de los parajes mas ó menos húme-dos. Procedamos desde luego á reconocer estos diversos cuerpos.

Hay muchos modos de probar que el aire contiene oxígeno y azoe; pero el mas sencillo y directo de todos, consiste en calentar este fluido en contacto con mercurio, en un aparato á propósito para recojer todos los productos: tal es el que repre-senta la lámina XXIII fig. 1ª, que se compone de un matraz, de una campana, de un horno, y de una cuva ó baño de mer-curio. El matraz se coloca en el horno con $3^{onzas},473$ de mer-curio, el resto de su capacidad, que puede ser de cuartillo y medio, está lleno de aire, y su cuello encorvado entra por debajo de la campana hasta su parte superior. Esta cam-pana que está sumergida por su parte inferior en el baño

mercurial, no tiene mas que la mitad de la capacidad del matraz, y el mercurio se eleva en ella hasta las dos terceras partes de su altura. Dispuesto de este modo el aparato, se ponen algunas ascuas debajo del matraz, y se sostiene la temperatura á un grado de calor inmediato al de la ebullicion del mercurio por espacio de cinco dias. El aire se dilata desde luego y pasa en parte á la campana, y poco despues empieza la absorcion de oxígeno que es bastante perceptible al segundo dia, y al quinto se acaba, y equivale poco mas ó menos á la sesta parte del aire de la esperiencia. Entonces aparecen en el matraz muchas películas rojas, que proceden de la combinacion del metal con el oxígeno absorvido del aire. En efecto, si se las espone á la accion del fuego candente en una pequeña retorta de cristal, cuyo cuello comunique con una campana llena de agua por medio de un tubo (lám. XXIII, fig. 2), se trasforman en mercurio que se evapora y condensa en el cuello de la retorta, y en gas exígeno que pasa á la campana, y cuyo volúmen es igual al gas consumido en la operacion. Pues que una parte del aire puede unirse con el mercurio, y que la otra no posee esta propiedad, resulta que hay gran diferencia entre las dos; lo que se demuestra por medio de una cerilla encendida, que metida en la campana del gas absorvido por el mercurio y estraido despues, se ve que su llama se aumenta considerablemente, y que arde con mas viveza, asi como se apagará en el residuo del aire de la esperiencia. El primero será gas oxígeno mezclado con algo del aire de los vasos, y el segundo gas azoe mezclado con algo de oxígeno y ácido carbónico que no absorvió el mercurio, y mezclando los dos gases tan distintos en sus efectos sobre la llama, se restaura el aire atmosférico.

Nadie puede dudar de la existencia del agua en el aire, porque se la ve evaporarse y precipitarse casi continuamente. Este líquido cae de las nubes, penetra la superficie de la tierra, y se reune en las cavidades subterráneas de donde sale para

formar los arroyos, los rios, y los mares de los que se evapora otra vez para precipitarse de nuevo, se aumenta la temperatura, la atmósfera puede recibir nueva cantidad de vapor, y al contrario, si se enfria repentinamente se desgaja el cielo y llueve: así es que basta mezclar dos libras y $\frac{1}{2}$ de hielo y una de sal bien molida en un vaso, para que la superficie por el frio de la mezcla se cubra en pocos minutos de cristalitos de agua. El aire húmedo es siempre mas ligero que el séco, porque su densidad es á la del vapor acuoso como 1 es á 0,620.

Es fácil reconocer el ácido carbónico que hay en el aire atmosférico por ser producto de la respiracion, de la descomposicion pútrida de las sustancias orgánicas y de la combustion de la leña, el carbon etc. Poniendo al aire libre 15 ó 20 cuartillos de agua de cal en un barreño, y agitando de cuando en cuando la disolucion para deshacer las películas formadas á la superficie, se obtendrá en veinte y cuatro horas un sedimento de carbonato de cal, bastante considerable para poder estraer de él cierta cantidad de gas ácido carbónico, y como este no puede proceder del barreño ni del agua de cal, porque no le contienen, nace sin duda del aire atmosférico, lo que evita toda duda y asienta la esperiencia en un resultado positivo y necesario en las de la química.

124—2° Probada la naturaleza de los principios constitutivos del aire, es necesario determinar su proporcion, lo que respecto del oxígeno y azoe se verifica con todos los cuerpos que pueden absorver el primero, y trasformarle en líquido ó sólido, y que no obren sobre el azoe; pero los mas á propósito son el fósforo y principalmente el hidrógeno. En el número (114) se ha descrito el análisis del aire por el último de estos dos cuerpos, introduciendo una cantidad determinada con un esceso de gas hidrógeno en un endiómetro de agua ó mercurio, se hace atravesar la chispa eléctrica por la mezcla, se mide el residuo y sustrayéndole del volúmen de la mezcla, se deduce la absorcion, la que dividida por 3, dará por cuo-

ciente la cantidad de oxígeno, y restada del volúmen de aire empleado, dará la de azoe.

Debe igualmente servirse del fósforo segun se ha espuesto al tratar de su accion en el aire atmosférico, poniéndole en contacto con una cantidad fija de aire y al calor (120) ó sin él (117), y operando en el primer caso sobre el agua ó el mercurio, y con este en el segundo, porque como la esperiencia dura algunos dias puede el agua comunicar algo de azoe que suele tener. Todos estos medios de análisis han probado hasta ahora, que tanto en la superficie de la tierra como en las regiones mas elevadas, el volúmen del oxígeno es al del gas azoe, como 21 á 79.

Aunque á cada instante se esparce por la atmósfera mucho gas carbónico procedente de la respiracion de los animales ó de la combustion de las sustancias vegetales, apenas hay en el aire atmosférico una milésima parte de este gas, lo que depende de que los vegetales tienen la propiedad de descomponerle, de apropiarse su carbóno y aislar el oxígeno que contiene, segun se verá mas adelante. Este notable fenómeno anuncia, por qué no varía la proporcion de los elementos de la atmósfera. Para poder apreciar la cantidad de gas carbónico que hay en ella operando con un volúmen considerable de aire, se introduce una disolucion acuosa de barita (protóxido de bario) en un recipiente de llave y cuya capacidad sea conocida, se cierra la llave y meneándole cinco ó seis minutos, se hace el vacío en el recipiente con toda la esactitud posible, mediante un tubo de cuero con llave en uno de sus estremos, y en el otro una campanita (*Véase* composicion del agua 286); hecho el vacío, se llena de aire el recipiente poniéndole en contacto con la atmósfera abriendo la llave que se cierra cuando esté lleno: se agita de nuevo la disolucion para facilitar la absorcion del ácido, y asi sucesivamente hasta veinte y cinco ó treinta veces. A cada vez la barita se combina con el ácido carbónico del aire del recipiente, y forma sub-carbonato de barita

insoluble, de modo que el carbonato de barita formado, constando segun se sabe de 22,41 de ácido carbónico, y 77,59 de barita, representa el ácido carbónico de todo el volúmen de aire examinado (*).

Esta esperiencia se hizo en un hermoso dia de diciembre de 1812 en un recipiente de $19^{cuar.}$,19 con aire tomado en lo alto de una montañita lejos de todo lugar habitado por animales. Se echaron en el recipiente $10^{onz.}$,89 de disolucion de barita, se renovó treinta veces el aire, y hechas todas las reducirenes se vió haber operado sobre $571^{cuart.}$,562 de aire á la temperatura de 12°,5, y á la presion de 0^{v},909 sobre $12^{onz.}$,433. De que resultaron $19^{gr.}$,35 de carbonato ó $4^{gr.}$,066 de ácido carbónico; y se sigue que el aire contenia $\frac{1}{1761}$ de su peso de ácido carbónico (**).

(*) Una parte del carbonato de barita queda en suspension en el líquido, y la otra adhierre á las paredes del recipiente. Para obtener la primera, se echa el liquido en un frasco con el agua de lavar el recipiente y se tapa el frasco. El carbonato se va enteramente al fondo en algunos dias: entonces se decanta el líquido que está muy claro: se echa agua sobre el sedimento: se decanta como el primero cuando esté muy claro; se hace secar el carbonato en una cápsula y se pesa.

Para obtener la 2ª, es necesario echar una corta cantidad de ácido hidroclórico débil en el recipiente, y esparcirla por sus paredes interiores á fin de disolver todo el carbonato. Hecho esto se vacía el liquido en un vaso, se lava el recipiente, y reunidas las aguas de locion á la disolucion, se añade en seguida otra disolucion de carbonato de potasa puro. Por este medio se vuelve á formar todo el carbonato de barita descompuesto por el ácido hidro clórico, el cual se precipita, se le lava por decantacion, se deseca y se pesa como el anterior.

(**) Al describir esta esperiencia en la primera edicion se dijo que esta cantidad habia parecido tan pequeña que se temió no se hubiese agitado bastante la disolucion de barita con el aire, y que hubiese quedado en este alguna porcion de ácido carbónico; por lo que se creia necesario repetir la esperiencia.

Efectivamente se ha repetido por Teodoro Saussure variando el proceder. El aire se ha recogido á medio dia á la altura de cuatro

Si aparecen siempre las mismas cantidades de oxígeno y azoe, por lo menos en el aire que está en movimiento, hay por el contrario cantidades muy variables de vapores, segun los parages mas ó menos húmedos que recorre, y su temperatura mas ó menos elevada. Por consiguiente el aire rara vez está saturado de agua, y solo sucede en tiempo de lluvia ó de niebla, asi es que casi siempre admite mayor cantidad, y principalmente en verano. El higrómetro, acerca del cual han hecho tantas investigaciones los célebres Saussure y Deluc, indica con esactitud los puntos estremos de sequedad y humedad del aire, y manifiesta si el de un parage es mas húmedo que el de otro, pero no indica las cantidades de vapor, porque todavia no se conoce bien la proporcion que hay entre ellas, la mutabilidad del higrómetro y la del termómetro. Es

---

pies sobre un prado seco y ventilado á una legua de Ginebra cerca de las orillas del lago. He aqui los resultados obtenidos por este químico admitiendo 22 por 100 de ácido carbónico en el carbonato de barita. En invierno han dado 10000 partes de aire en volúmen:

El 31 de enero. 1809 á la temp. de	— 5°,0.	4,57	Partes de gas ácido carbónico.
El 2 de id. 1811	— 6°,0.	4,66	
El 7 de id. 1812	+ 1°,2.	5,14	

ó por un término medio, 10000 partes en volúmen de aire atmosférico contienen 4,79 de gas ácido carbónico.

10000 partes en peso del mismo aire contienen 7,28 de este ácido. En verano 10000 partes de aire en volúmen han dado:

El 20 de agosto 1810, á la temp. de	22°..	7,79	Partes de gas ácido carbónico.
El 27 de julio 1811	22°..	6,47	
El 15 de 1815	29°..	7,13	

ó por término medio 10000 partes en volúmen de aire atmosférico contienen 7,13 partes de ácido carbónico 10000 partes en peso del mismo aire, contienen 10,83 de ácido carbónico Estos resultados demuestran, segun Saussure, que la cantidad de ácido carbónico contenido en la atmósfera, es mucho mayor en verano que en invierno (*An. de quim. y fis.* II 119, y III 170).

verdad que Gay-Lussac ha principiado un trabajo que tiene por objeto esta determinacion esacta, pero aun no ha publicado mas que los resultados obtenidos á la temperatura de 10° centesimales. Estos resultados estan en una tábla del 1er tomo del tratado de física de Biot págs. 532 y 533. Se ha de tener, presente por otra parte, que siempre que el aire está saturado de vapor es fácil determinar su peso por el cálculo (pág. 241), lo que se verificará enfriándole de modo que se le pueda saturar, y atendiendo con cuidado al grado termométrico en que se efectua la saturacion, como se consigue aproximadamente metiendo la ampolla de un termómetro muy variable dentro de una vasija cilíndrica pequeña de cobre, pulimentada esteriormente y llena de éter. Hecho esto, se observará con atencion, y se verá que el éter se evapora y enfria como el vaso, y que la superficie pulimentada de este, se empaña algo cuando el agua de la atmósfera empieza á precipitarse, y entonces se señalará con cuidado el grado que indique el termómetro; porque es el punto en que el aire está saturado de vapor acuo.

125 *Usos.* No hay cuerpo, cuyos usos sean mas importantes y multiplicados que los del aire. Los mas principales son estraer de él por medio de la combustion de la leña, el carbon, aceites y la cera, y de las grasas todo el calor y la luz artificiales que se necesitan. Con él se calcinan los metales, se tuestan las venas, y se estraen de ellas el azufre y el arsénico, el primero en forma de gas ácido sulfuroso, y el segundo de dentóxido de arsénico. Todo el oxígeno del ácido sulfúrico procede del aire. Este es un agente necesario para la fabricacion de varios colores, y principalmente del añil y de la grana que por su medio se avivan y adquieren brillo. La seda, las telas etc., se blanquean al aire. Todos los animales le respiran, y sin él, ninguno podria existir. No es menos necesario para los vegetales que descomponen su ácido carbónico, se apropian el carbóno y aislan el oxígeno. Como el aire nunca está saturado

de agua, sirve con frecuencia para desecar una multitud de cuerpos, y aun para condensar algunos líquidos; asi que, cuando se espone en los saladares el agua del mar al contacto del aire se consigue condensarla hasta el punto de que se separe espontáneamente la sal comun que tiene en disolucion. Por último, el aire sirve tambien como fuerza motriz; pero esto objeto no pertenece á la química.

CAPITULO SEGUNDO.

APÉNDICE A LOS COMBUSTIBLES SIMPLES NO METALICOS, SILICEO Y ZIRCONIO.

126 El silicio y zirconio se habian considerado como metales hasta que se han obtenido puros y que las últimas investigaciones de Berzelius han inducido á dudarlo, principalmente respecto al silicio, y por esta razon, mientras la duda se resuelve se colocan estos dos cuerpos en seccion aparte y entre los simples, no metálicos, y los metales propiamente tales. A caso se deberia haber juntado á ellos en esta seccion el colombio ó tántalo, y el titano, que tienen mucha relacion con el silicio, el túngsteno, de propiedades metálicas no muy demostradas, y aun el arsénico que tiene mucha analogía con el fósforo.

Del siliceo.

Estado natural. El silicio solo se ha encontrado combinado con el oxígeno, y de este modo es una de las materias mas abundantes del reino mineral, conocida con el nombre de *sílice ó tierra silícea*, que es el que se le dará; ó el de *óxido de silicio y ácido silícico;* porque hace veces de ácido y de base. Aunque se habia sospechado en 1807 la naturaleza de esta materia, y se demostró por decirlo asi, su calidad algunos años despues, Berzelius fue, sin embargo, el primero que la comprobó aislando el silicio por un medio que indicaron Gay-

Lussac y Thenard en las *Invest. físico-químicas*. Es cierto que cuando publicaron el resultado de sus primeros trabajos supusieron que en la operacion se descomponia el ácido fluórico, y mas adelante conocieron que los fenómenos observados se podian esplicar muy bien admitiendo la descomposicion ó reducion del óxido de silicio, en el caso que la materia de color de chocolate no fuese, como no es, mas que silicio; pero lo cierto es que nada decidieron á cerca de su naturaleza, y por consiguiente el descubrimiento corresponde á Berzelius.

Preparacion. Se deseca el fluato de sílice y potasa, ó el de sílice y sosa, que contiene mas sílice, bien pulverizado, á un fuego fuerte, pero que no le descomponga, y luego se le pone por capas, con el potasio, en un tubo de vidrio cerrado por un estremo, colocándole al fuego de modo que se caliente toda la mezcla á un tiempo. Si el fluato está bien seco, la reducion se efectua antes del fuego rojo, con un pequeño silvido, algun aumento de calor, y sin exhalacion de gas. Examinando con atencion el producto, se conoce que es una mezcla de siliciuro de potasio, fluato de potasa, y fluato de sílice y potasa. Es preciso, pues, que parte del potasio haya descompuesto la sílice combinándose con su oxígeno, y el ácido combinado con ella; y que otra parte se haya combinado al mismo tiempo con el silicio reducido. Dejando enfriar el tubo, y quebrándole despues para sacar la materia, que se echa en agua fria, el potasio la descompone, exhalándose de repente mucho hidrógeno, se disuelve en ella mucho fluato de potasa con sobrante de álcali, y se precipita un polvo pardo. Decantando entonces el líquido, y echando agua sobre el residuo, cuando ya no se exhala gas, se hierve y se vuelve ácida y se carga de fluato de sílice y potasa. Se decanta de nuevo, y se lava el residuo con agua caliente, hasta que esta no rojee el tornasol, ó no deje materia alguna evaporándola. El residuo, lavado de este modo, es mas pardo que al principio, y aunque

contiene algo de sílice se le purga de ella por medio del ácido flórico líquido; pero Berzelius no por eso le considera aun como silicio puro, y si como un *silicio hidrurado* que tiene propiedades muy notables, de que se hablará mas adelante se le calienta en un crisol de platino hasta que apunta el fuego rojo para purgarle del hidrógeno, y en este punto se tapa el crisol y se le caldea hasta el grado de fuego albado, y en tonces se echa en la materia ácido fluórico líquido, que disuelve algo de sílice formada al tiempo que se quema el hidrógeno, y lavando y secando el residuo, este es el *silicio*. Preciso es admitir en vista de esto, que el agua echada en la mezcla de siliciuro de potasio, fluato de potasa y fluato de sílice y potasa, se descompone, y su oxigeno quemando el potasio, alcaliza el líquido, al mismo tiempo que parte de su hidrógeno se exhala, y otra parte se combina con el silicio. A esto se agrega que el fluato de potasa, con el sobrante de álcali se disuelve en frio, y el fluato de siliceo y potasa, que es insoluble en el agua fria, se disuelve en la caliente, poniéndose esta ácida, porque se disgrega de la sal algo de sílice que se separa del silicio con el ácido fluórico líquido.

Propiedades. El silicio puro es de color de avellana oscuro y sin brillo metálico, de modo que no adquiere ni lustre en punto alguno, aun cuando se le frote, y opone al cuerpo con que se frota la resistencia de un materia térrea. Mancha las vasijas de vidrio en que se guarda, adhiriendo mucho á ellas aun cuando esté seco. No tiene olor ni sabor, no obra en la tintura de girasol, ni en el jarabe de violeta, y se ignora su densidad.

No se ablanda al fuego de una temperatura subida, y es mal conductor de la electricidad y del calor.

Del silicio esperimentado con el oxígeno y los cuerpos oxígenados. El aire y el oxigeno no le alteran al fuego, y el silicio es tan incombustible en este caso, que se pueden recoger hasta sus rastros mas pequeños quemando en un crisol

de platino los filtros en que se le eche, y lavando las cenizas con ácido fluórico que disuelve las materias térreas. En vano se le enrojece y se echa en el clorato de potasa; porque este no le corroe, y si lo hace el nitrato de potasa á una temperatura subida, es por que entonces el ácido nítrico se descompone, y empieza á obrar la afinidad del álcali; y asi es que al fuego albado la accion es muy viva, y se produce un silicato de potasa.

Si el silicio no se altera esperimentado con el gas oxígeno, el clorato de potasa, y hasta cierto punto ni con el nitrato de esta, es corroido fuertemente por los carbonatos de potasa y sosa, de modo que esperimentado al fuego con estas sales, se enciende, se exhala gas óxido de carbóno, y la masa adquiere un color negruzco, por que se aisla algo de carbon. El encendimiento del silicio es tanto mas vivo, cuanto menor es la cantidad de carbonatos de potasa ó de sosa que se emplean, y asi en razon de ella, la temperatura á que se esperimente la mezcla, será mas ó menos subida. De este modo con un volúmen de carbonato igual á la mitad de el del silicio, la masa se enciende á un calor inferior al del fuego rojo; y con mayores cantidades de carbonato la masa se alhueca; se enciende y arde con una llama azul, que proviene del gas óxido de carbóno que se exhala. Si hubiese un sobrante mayor de carbóno, no se percibirán indicios de combustion, la masa se ennegrecerá, y sólo se exhalará gas óxido de carbóno. Es evidente que en estos casos el silicio se quema combinándose con el oxígeno del ácido carbónico, y el óxido de silicio formado, se combina con el álcali, ó se produce como con el nitro, un silicato alcalino.

La accion muy viva que produce el carbonato alcalino en el silicio, origina un fenómeno muy notable, y es el de que caldeando este cuerpo hasta el fuego rojo bien graduado con nitrato de potasa, en una hoja ó en un crisolito de platino, ningun efecto se verifica, pero si se agrega un poco de carbonato

de sosa seco, de modo que este toque con el silicio, se descompondrá al instante, y el óxido de carbóno que se exhale producirá una detonacion. La masa se ennegrecerá y conservará este color mientras no se funda, y que el oxígeno del ácido nítrico no queme el carbon.

Berzelius atribuye la causa de este fenómeno á que la afinidad del álcali con el óxido de silicio, es necesaria para determinar la combustion de este cuerpo, la que no puede efectuarse con el nitro, sino siendo suficiente la temperatura para descomponer el ácido nítrico. Se objetará á esto, sin embargo, que el calor solo, no descompone los carbonatos de potasa y sosa; y sí el nitrato de potasa, siendo mas fácil disgregar el oxígeno del ácido nítrico que del carbónico, y asi conviniendo en que la afinidad del álcali con el ácido silícico concurrirá eficazmente á la combustion del silicio, no por eso se esplica porque este se combina mas fácilmente con el oxígeno del ácido del carbonato, que con el del ácido nítrico del nitrato. Parece que deberia verificarse lo contrario, y es lo que todos los químicos habrian opinado, si hubiesen tenido que resolver la cuestion *à priori*.

El silicio corroe los hidratos de potasa, sosa y barita, con mas eficacia que los carbonatos de estas bases; y asi, mezclado con ellos en proporciones convenientes detona á un calor inferior al del fuego rojo, se exhala hidrógeno, y se forma un silicato, pero la accion será nula si el álcali esta disuelto en el agua. El silicio detona tambien con el fluato ácido de potasa á un calor inferior al del fuego rojo; ó por mejor decir al punto de fundirse la sal, y no se altera en medio de borax fundido.

Ningun ácido corroe al sílicio, y solo una mezcla de ácido fluórico y nítrico pueden disolverle, lo que se verifica, aun en frio, exhalándose deutóxido de azoe, y produciéndose fluato ácido de sílice.

Parece que si está combinado con los metales y se esperi-

menta el siliciuro con un ácido que puede disolver el metal, se disuelve tambien el silicio, propiedad notable que le es comun con el rodio y el titano que se asemejan mucho á él. El agua regia no corroe al rodio, pero le disuelve si está aleado con otros metales de los que pueden ser corroidos por esta agua, asi como el titano metálico solo, no se disuelve sino en una mezcla de ácido fluórico y nítrico, y aleado con otros metales se oxida y disuelve en los ácidos que los corroen.

Accion de los combustibles. Hay un siliciuro de hidrógeno segun Berzelius, que solo se obtiene esperimentado con el potasio el fluato de sílice y potasa, ó el gas fluórico siliciado. (*Véase*, en lo que precede, la *preparacion del silicio*). El siliciuro de hidrógeno es de color de castaña algo mas claro que el del silicio, y mucho menos compacto.

Calentando este compuesto al aire ó en el oxígeno, se enciende con viveza, se quema todo el hidrógeno, y el silicio solo en parte. Tambien se enciende, aunque no tanto, calentándole hasta el fuego rojo en el vapor de azufre, en cuyo caso se azufra ó sulfura incompletamente. Este sulfuro descompone de repente el agua exhalándose gas hidrógeno sulfurado, y desprendiéndose la sílice tan disgregada en sus partículas que se disuelve en el agua, y esta puede disolver tanta de este modo, que se cuaja evaporándola algo, lo que sin duda es muy notable. Este sulfuro se conserva en el aire seco, pero se altera poco á poco en el húmedo, como en el agua, despidiendo un olor fétido al mismo tiempo; y si se le tuesta lentamente, se trasustancia en gas sulfuroso y sílice.

El siliciuro de hidrógeno obra en el cloro como el silicio, con solo la diferencia de que se produce mas ácido hidro-clórico.

El siliciuro de hidrógeno se disuelve lentamente en el ácido fluórico exhalándose hidrógeno, y tambien se disuelve en una disolucion de potasa caústica.

Lo espuesto anuncia que este compuesto se quema y corroe mas fácilmente por los otros cuerpos que el silicio puro. ¿Pero

es cierto, segun lo afirma Berzelius, que este compuesto está bien hidrogenado? Lo que se puede asegurar, es que poniendo esta sustancia bien seca en un tubo de vidrio, llenándole de gas oxígeno seco, y elevando la temperatura, habrá combustion, absorcion de mucho oxígeno y se producirá poca agua.

El silicio no se combina con el fósforo. Reduciendo la sílice con el potasio, procedente del carbonato de potasa, que descompone el carbon en vasijas de hierro, se obtiene un carburo de silicio (1027); porque el potasio en este caso está carburado; y segun toda apariencia, la materia parda que resulta de esta operacion, es un cuadri-carburo de silicio.

El azufre solo se combina con el silicio, si este está al estado de hidruro.

No sucede esto con el cloro; por que calentando el silicio puro ó hidrurado entre una corriente de este gas, se inflama aquel, y produce un líquido amarillo, si contiene un sobrante de cloro; ó uno sin color, sino contiene sobrante de este gas. Este líquido tiene un olor muy penetrante, rojea el papel de girasol, es mas ligero que el agua, se evapora casi instantáneamente al aire despidiendo vapores blancos, y dejando un residuo de sílice. El agua del aire se descompone sin duda en este caso, formándose ácido hídro-clórico y precipitándose la sílice, porque si se juntan una gota de agua y otra de cloruro de silicio, aparece en efecto la sílice en una masa afollada, y semi-trasparente. Si la cantidad de agua uese bastante grande, se disolverá en ella el cloruro que sobrenada por algun tiempo en el líquido; y apenas se precipita sílice.

El silicio puro se combina con dificultad con los metales, y se puede decir que Berzelius solo le ha combinado con el potasio, con quien forma dos combinaciones distintas. Por esta razon se puede calentar el silicio en un crisol de platino, sin riesgo de que este se altere, aunque es corroido si se reduce en él la sílice con el potasio, produciéndose entonces un verdadero siliciuro de platino (*An. de quí. y fís.* tomo XXVII pág. 337).

De su estado natural. Este cuerpo solo se ha encontrado como el silicio en óxido, constituyendo la materia llamada *zircona ó tierra de zircona*, que existe en el *zirzon*. Se habia conjeturado en 1807 la naturaleza de este mineral; pero el zirconio de que consta no se habia estraido de él, hasta ahora que lo acaba de hacer Berzelius por la primera vez (*Anales de química y física*, tomo xxix pág. 337.)

Preparacion. Este químico ha reducido la zircona y logrado el zirconio puro, esperimentando el fluato doble de zircona y potasa, como el de sílice y sosa con el potasio; para lo cual se mezcla con este fundido el fluato muy seco y pulverizado, dentro de un tubito de hierro tapado por un estremo; porque uno de vidrio podria dar algo de sílice que se reduciria. El tubo tapado con una cobertera de hierro se calienta dentro de un crisol de platino, y si la sal no contiene agua, la reducion se efectua con el fuego rojo, sin encenderse la materia, sin efervescencia ni ruido. De esta operacion se obtiene un producto compuesto de zirconio, fluato de potasa, fluato de zircona y potasa no descompuesto, y algo de potasio aislado, cuyo producto se mete con el tubo en el agua, que descomponiéndose por el potasio, se exhala gas hidrógeno y se produce potasa. Esta combinándose con el ácido del fluato de zircona, aisla cierta cantidad de zircona en estado de hidrato, que se reposa con el zirconio que está en polvo negro, y el fluato de potasa se disuelve. Secando la mezcla de zirconio é hidrato de zircona, y calentándola en vasijas llenas de hidrógeno, se encenderá; propiedad que tiene el hidrato de zircona á una temperatura poco subida, y que puede tambien proceder de que el zirconio se oxide con el agua que se evapore. Por esto, lavando la mezcla con cuidado se digiere á una temperatura de cerca de 50°, con partes iguales, en volúmen, de ácido hidroclórico concentrado y agua; por cuyo medio se disuelve la zircona y un poco de zirconio, y despues se filtra el líquido y se lava bien el filtro. Mientras que las aguas del filtro son

DEPARTAMENTO UNIVERSITARIO

ácidas, el líquido que pasa es claro, y se enturvia luego que no lo son; porque arrastran algo de zirconio, lo que se evita añadiendo un poco de sal amoniaco, de que se purga al residuo lavándole con alcohol. El zirconio obtenido de este modo es puro y solo se necesita secarle.

Propiedades. El zirconio, en tal caso, está en pedazos pequeños de granos coherentes y negros como el carbon. Bruñéndole, adquiere brillo de un gris oscuro; no tiene olor, es insípido, mas denso que el agua, no altera la tintura de girasol, y es mal conductor de la electricidad.

Calentándole al aire se enciende sin caldearse despidiendo una luz viva, y se trasustancia en zircona, ú óxido de zirconio blanco.

Si se calienta el zirconio hasta el fuego rojo en el vacío, y dejándole despues enfriar se introduce aire en el aparato, este cuerpo se recalienta, y sacándole entonces, se enciende y se oxida; pero si despues de haber introducido el aire se le deja algun tiempo en el aparato, cuando se saca de este despues, no se enciende. Esta curiosa propiedad es análoga á la que tiene el carbon condensando los gases, y acaso procede mas bien del estado pulverulento del zirconio, que de su naturaleza.

Este se combina con el azufre y especialmente con el cloro lanzando luz, para lo cual se calienta el zirconio entre el cloro gaseoso ó el vapor de azufre, y asi se producen el cloruro y ó el sulfuro de zirconio. Este está carburado si se le reduce con potasio que contenga carbon.

Los ácidos hidro-clórico y sulfúrico concentrados y el agua regia, corroen el zirconio mediante el calor, pero dificilmente el primero, ni aun con el calor de ebullicion, exhalándose en tal caso gas hidrógeno, y los segundos poco. El verdadero disolvente del zirconio es el ácido fluórico, y la disolucion se efectua en frio y con exhalacion de hidrógeno.

La disolucion de potasa caústica no obra en el zirconio.

Si se amartilla fuertemente una mezcla íntima de zirconio y clorato de potasa, hay combustion, y sin embargo puesta esta mezcla al fuego en un crisol, el nitrato y clorato de potasa, apenas corroen el zirconio. Sucede lo contrario, y este es corroido por el carbonato de potasa, combinándose con parte del oxígeno de su ácido carbónico, y encendiéndose en el momento de la combinacion. El borax cristalizado le corroe tambien mediante el calor, y parece que en este caso el zirconio se oxida combinándose con el oxígeno del agua.

CAPITULO TERCERO.

DE LOS METALES.

127 Los metales son cuerpos simples casi opacos, brillantísimos en masa, brillantes cuando estan en polvo si este no es muy ténue, pueden pulimentarse, por cuyo medio adquieren un grado mayor de brillantez: son buenos conductores del calórico, trasmiten el fluido eléctrico con una rapidez estraordinaria, pueden combinarse con el oxígeno en diferentes proporciones y producir óxidos que no tienen brillo, de los que los mas pueden formar sales mas ó menos neutras con los ácidos.

Historia. Los metales han sido objeto de muchas investigaciones. No hay químico que no las haya hecho, y principalmente los alquimistas quienes creian que existian metales perfectos como el oro y la plata, é imperfectos, como el mercurio, el plomo, que podian transformarse por medios ocultos en plata ú oro, al cual llamaban *el rey, y el mas perfecto de los metales.* Guiados por una teoría falsa; dotados de una paciencia infatigable y animados de un zelo ciego solo aspiraban á operar un dia esta trasmutacion que era para ellos la *grande obra, la piedra filosofal, el mas noble objeto que se podian proponer*; desvelos, fortuna, todo lo sacrificaban á tan quiméricas investigaciones. Creyéndose siempre á punto de conseguir su empresa, principiaban con nuevo ardor sus largas tentativas, para

las cuales inventaron hornos en que conservaban fuego años enteros. Algunos de ellos llenos de un orgullo loco se lisongearon poder sustraerse á la muerte descubriendo un remedio universal y no se desengañaron, sino cuando vieron que su gefe Paracelso, que se habia vanagloriado de haber encontrado este remedio sobrenatural, murió á la edad de 48 años agoviado de enfermedades fruto de sus escesos, y asegurando que su *panacea*, que llevaba ordinariamente en el puño de su espada, era un testimonio seguro de inmortalidad.

Tantos esfuerzos y tantos trabajos debian necesariamente producir algunos resultados felices; de suerte que se puede decir que la parte de la química que trata de los metales, debe á los alquimistas muchos descubrimientos. Pero estan muy lejos de igualar á los hechos de cincuenta años á esta parte, desde cuya época se han encontrado casi todos los matales, pues que solo se conocian siete antes del siglo 15, á saber, el oro, la plata, el hierro, el cobre, el plomo, el estaño y el mercurio; y actualmente se conocen cuarenta y uno que han sido nombrados al hablar de los cuerpos simples (18).

TABLA *del descubrimiento de los metales.*

NOMBRES. de los METALES.	NOMBRES de los QUE LOS DESCUBRIERON.	ÉPOCAS de su DESCUBRIMI.
Oro, Plata, Hierro, Cobre, Mercurio, Plomo, Estaño	Conocidos desde la mas remota antigüedad.	
Zinc	Indicado por Paracelso muerto en.	1541.
Bismuto	Descrito en el tratado de Agrícola en	1520.
Antimonio	Basilio Valentin descubrió su estraccion en el	siglo 15°.
Arsénico, Cobalto	Brandt	1733.
Platino	Wood, ensayador de Jamáica	1741.
Niquel	Cronstedt	1751.
Manganeso	Gahn y Schéele, hácia	1774.
Tunsteno	Delhuyart, hácia	1781.
Teluro	Muller de Reichenstein	1782.
Molibdeno	Schéele y Bergmann, y obtenido por Hielm	1782.
Titano	Gregor	1781.
Urano	Klaproth	1789.
Cromo	Vauquelin	1797.
Colombio	Hatchett	1802.
Paladio, Rodio	Wollaston	1803.
Iridio	Descotils, y obtenidos por Fourcroy, Vauquelin y Smithson-Tennant	1803.
Osmio	Tennant	1803.
Cerio	Hisinger y Berzelius	1804.
Potasio, Sodio	Descubiertos por Davy en	1807.
Bario, Estroncio, Calcio	Indicados por Davy en	
Cadmio	Hermann, ó Stromeyer	1818.
Litio	Arfwedson	1818.

128 Los metales no deben estudiarse de un modo arbitrario porque sería difícil, y por esta razon se dividirán en seis secciones fundadas en la afinidad que tienen estos cuerpos con el oxígeno.

En la primera seccion estarán los que todavia no se han podido reducir al estado metálico y que no se consideran como metales sino por analogía, y porque las materias de que se estraen tienen gran relacion con los óxidos metálicos. Estos metales son cuatro, el *magnesio*, *el glucino*, *el itrio* y *el aluminio*.

Se comprenderán en la segunda seccion los que tienen la calidad de absorver el gas oxígeno á la temperatura mas elevada, y de descomponer rápidamente el agua á la temperatura ordinaria, apoderándose de su oxígeno y exhalándose su hidrógeno con viva efervescencia, como son el *calcio*, *el estroncio*, *el bario*, *el litio*, *el sodio* y *el potasio*.

La tercera seccion se compone de los metales que absorven el oxígeno á la temperatura mas elevada, como los de las dos primeras secciones, pero que no descomponen el agua sino á la temperatura del calor rojo. Esta seccion comprende cinco metales que son, el *manganeso*, *el zinc*, *el hierro*, *el estaño*, y *el cadmio*. Es muy posible que este último no se coloque en lo sucesivo en esta seccion, y si se coloca en ella, no es por haber hecho la esperiencia directa y por consiguiente demostrativa, sino porque es soluble como el manganeso, el zinc, y el hierro, en el ácido hidro-clórico líquido, en el ácido sulfúrico débil, y aun en el ácido acético con emision de gas hidrógeno, fenómeno que prueba su gran afinidad con el oxígeno, y que segun toda apariencia, pertenece á los metales que pueden descomponer el agua.

La cuarta seccion se formará de los metales que pueden, como los que preceden, absorver al gas oxígeno á la temperatura mas elevada; pero que no descomponen el agua ni al calor, ni sin él. Esta seccion es la mas numerosa, pues que com-

prende quince metales; á saber, *el arsenico, el molibdeno, el cromo, el tungsteno, el colombio, el antimonio, el urano, el cerio, el cobalto, el titano, el bismuto, el cobre, el teluro, el niquel y el plomo*: pero se puede dividir en dos partes, de las cuales la primera, contiene los cinco primeros metales que son acidulables, y la segunda los diez restantes que solo son oxidables; aunque se podrian juntar el antimonio y el titano á los de la primera.

La quinta seccion comprenderá los metales que no pueden absorver el gas oxigeno sino á un cierto grado de calor, ni descomponer el agua. Sus óxidos se reducen necesariamente á una temperatura elevada: el *mercurio* y el *osmio* son los que componen esta seccion.

La sesta y última es la de los metales que no pueden absorver el gas oxigeno, ni descomponer el agua á ninguna temperatura, y cuyos óxidos se reducen á una inferior á la del calor rojo. El número de estos metales es de seis que son la *plata, el paladio, el rodio, el platino, el oro y el iridio.*

Habiendo procurado clasificar los metales por el orden de su mayor afinidad con el oxígeno, no solo en las secciones respecto unas de otras, sino tambien en cada seccion en particular, lo que será ventajoso en lo sucesivo, se principiará su historia, general examinando sus propiedades físicas. (*)

129 *Propiedades físicas. Estado.* Todos los metales son sólidos á la temperatura ordinaria, escepto el mercurio: este no se consolida sino á un frio de —39 á — 40°.

Color. Los metales tienen colores diversos: el oro es amarillo; el cobre y el titano son rojos; casi todos los otros son mas ó menos blancos.

(*) Esta clasificacion se modificará sin duda en lo sucesivo relativamente al lugar que ocupan entre si los metales de cada seccion, porque no se conoce todavia bien el grado de atraccion de estos cuerpos respecto del oxigeno. Es probable que se hagan pasar algunos metales de una seccion á otra; el paladio por ejemplo, deberá colocarse en la quinta.

TABLA *del color de los metales.*

Plata. . . .	Blanco resplandeciente.
Estaño. . . .	Blanco que tira al color de la plata.
Platino. . . .	
Paladio. . . .	
Niquel. . . .	
Mercurio. . .	
Iridio.	
Teluro.	
Antimonio. . .	Blanco argentino que tira á azulado.
Cadmio. . . .	Idem.
Cobalto. . . .	Gris blanco de estaño.
Potasio. . . .	Blanco pardusco.
Sodio.	
Manganeso. .	
Arsénico. . .	
Cerio.	
Rodio.	
Plomo. . . .	Blanco gris que tira á azul.
Zinc.	
Bismuto. . . .	Blanco amarillento.
Hierro. . . .	Gris azulado.
Molíbdeno. .	Gris oscuro.
Urano. . . .	
Osmio. . . .	Polvo negro ó azulado.
Oro.	Amarillo hermoso.
Cobre. . . .	Amarillo rojizo.
Titano. . . .	Rojo oscuro.

Brillo. Se llama *brillo metálico* el lustre vivo que tienen los metales aun cuando esten en polvo. Su esplendor depende de la calidad de estos cuerpos para reflejar gran cantidad de luz. Los mas brillantes son el oro, la plata, el platino, el hierro en estado de acero, el cobre etc.

Opacidad. Los metales son casi opacos : se les ha considerado por mucho tiempo como absolutamente tales ; pero no hay duda que una hoja de oro muy delgada es trasparente como se verá colocándola entre la vista y la luz del sol ó de una vela ; y como el oro es el mas denso de todos los metales despues del platino, puede creerse que ningun metal es perfectamente opaco (*).

Densidad. Se creia en otro tiempo que los metales eran esencialmente mas densos que los demas cuerpos ; pero se ha renunciado á esta opinion desde el descubrimiento del potasio y del sodio. La densidad de los metales es muy variable : el platino que es el mas denso, pesa cuando está forjado veinte y dos veces mas que el agua destilada ; mientras que el potasio, que es el mas ligero, tiene una gravedad específica menor que ella. La tabla siguiente presenta los metales por el orden de su mayor peso específico, comparado con el del agua tomada por unidad.

(*) Se podria en rigor decir, que si pasa luz al través de las hojas de oro, es por abujeritos imperceptibles que se hacen en ellas al batirlas.

TABLA *del peso especifico de los metales por el orden de su mayor densidad á la temperatura ordinaria.*

Platino	20,98	Brisson.
Oro	19,257	Brisson.
Iridio (á lo menos)	18,68.	Children
Tungsteno	17,6 á 17° 5.	Delhuyart.
Mercurio	13,568	Brisson.
Paladio... (segun que esté batido ó reducido á planchas.)	11,3 á 11,8.	Wollaston.
Plomo	11,352	
Plata	10,4743	Brisson.
Bismuto	9,822	
Cobalto	8,5384	Haüy.
Urano	9,	Bucholz.
Cobre	8,895	Hatchett.
Cadmio	8,6040	Stromeyer.
Niquel	8,279	Richter,
Hierro	7,788	Brisson.
Molibdeno	7,400	Hielm.
Estaño	7,291	Brisson.
Zinc	6,861 á 7,1	Brisson.
Manganeso	6,850	Bergmann.
Antimonio	6,7021	Brisson.
Teluro	6,115	Klaproth.
Arsénico	5,959	Guibourt.
Titano	5,3	Wollaston.
Sodio	0,97223 (á 15°.)	Gay Lussac y
Potasio	0,86507 (á 15°.)	Thenard.

Ductilidad. La ductilidad es la propiedad que tienen ciertos cuerpos de reducirse á hilos al pasar por la hilera (*), y en planchas al golpe de martillo ó la presion del castillejo ó cilin-

(*) La hilera es una plancha rectangular de acero llena de agugeros de diferentes diámetros al través de los cuales se hacen pasar los metales para reducirlos á hilos. Para esto es necesario forjar el metal en forma de barra ó de cilindro y adelgazar una de sus estremidades, é introducirla en uno de los agugeros de la hilera dispuesta verticalmente y muy sujeta. En este caso se afianza la estremidad adelgazada del metal con una tenaza que la apriete mucho, y con palancas se le obliga á pasar al través de la hilera por agugeros cada vez mas pequeños, procurando recocerle de cuando en cuando para evitar que se hienda. Esta maniobra debe continuarse hasta que el alambre tenga el grueso que se desea.

dros (*). No obstante, á esta última propiedad se la da particularmente el nombre de *maleabilidad*. Parece que hay una diferencia notable entre la ductilidad y la maleabilidad, porque los metales que pasan mejor por la hilera no son siempre los que lo verifican asi por el castillejo; puede citarse como ejemplo de este hecho el hierro con el cual se hacen alambres muy finos, mientras que no se le puede reducir á hojas muy delgadas. Entre los metales que tienen estas propiedades hay 16 que son dúctiles, y 14 que son quebradizos. Por dúctil que sea un metal no es posible martillarle ó reducirle á alambre sino hasta cierto punto sin calentarle.

(*) Un castillejo se compone de dos cilindros de acero colocados horizontalmente uno sobre otro que dan vueltas en el mismo sentido, y que pueden aproximarse á voluntad. El metal que se trate de hacer pasar por los cilindros debe estar adelgazado por uno de sus estremos y pasar entre dichos cilindros en el sentido de su direccion. La distancia de los cilindros debe ser menor que el grueso del metal que se ha de reducir á hojas. En vez de situar horizontalmente los cilindros pudieran colocarse verticalmente, pero la posicion vertical no es tan cómoda como la horizontal. En todo caso es necesario recocer de tiempo en tiempo las piezas que pasan por los cilindros haciéndolas enrojecer y dejándolas enfriar poco á poco para evitar que se hiendan ó se rompan. Los metales menos dúctiles son los que exigen un recocimiento mas frecuente.

DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN

Tabla *de la Ductilidad y de la Maleabilidad.*

METALES DUCTILES Y MALEABLES colocados por orden alfabetico.	METALES QUEBRADIZOS. colocados por orden alfabetico	METALES Colocados por el orden de la mayor facilidad que tienen de pasar por la hilera.	METALES Colocados por orden segun la mayor facilidad que tienen de pasar por los cilindros.
Plata.	Antimonio.	Oro.	Oro.
Cadmio.	Arsénico.	Plata.	Plata.
Cobre.	Bismuto.	Platino.	Cobre.
Estaño.	Cerio.	Hierro.	Estaño.
Hierro.	Cromo.	Cobre.	Platino.
Iridio.	Cobalto.	Zinc.	Plomo.
Mercurio.	Colombio.	Estaño.	Zinc.
Niquel.	Manganeso.	Plomo.	Hierro.
Oro.	Molibdeno.	Niquel.	Niquel.
Osmio.	Rodio.	Paladio ?	Paladio?
Paladio.	Teluro.	Cadmio?(***)	Cadmio ?
Platino.	Titano.		
Plomo.	Túnsgteno.		
Potasio.	Urano. (**)		
Sodio.			
Zinc (*).			

(*) El iridio y el osmio no se han podido fundir todavia, y se ignora si son realmente dúctiles, no se les considera como tales sino por que forman ligas que tienen ductilidad.

(**) El colombio, y el cerio, no se han podido fundir hasta ahora; no se puede decir si son quebradizos, y si se consideran como tales, es porque sus aleaciones lo son.

(***) El paladio y el cadmio tienen interrogacion para indicar que no se sabe el lugar que deben ocupar.

Tenacidad. Se entiende por tenacidad la propiedad que tienen los metales dúctiles reducidos á alambres de pequeño diámetro, de sostener cierto peso sin romperse, la cual es tanto mayor cuanto mas considerable sea este peso.

Los metales siguientes reducidos á alambres de 1,$^{lin.}$0336 de diámetro han sostenido, á saber:

	libras.	
Hierro	542,626	Sickingen.
Cobre	288,632	
Platino	269,510	Guyton-Morveau.
Plata	184,880	Sickingen.
Oro	148,265	
Estaño	52,598	Muschenbroeck.
Zinc	27,646	

Dureza. Los metales varian mucho en su dureza, hay algunos que rayan casi todos los cuerpos; tal es el hierro etc., y al contrario hay otros que son rayados por todos; tal es el plomo que puede rayarse con la uña, y el potasio y el sodio que tienen la consistencia de la cera.

Elasticidad, y sonoridad Los metales son en general tanto mas elásticos y sonoros, cuanto mayor es su dureza: asi que, puede aumentarse la sonoridad y elasticidad de estos cuerpos combinándolos con otros que los hacen mas duros sin destruir su carácter metálico. Pueden servir de ejemplo el acero templado, ó la combinacion de hierro y carbon, el metal de campanas, ó la aleacion de cobre y estaño. Los mas de los metales poseen estas dos propiedades en mayor grado que los cuerpos no metálicos.

Dilatabilidad. Los metales esperimentados hasta el dia son mas dilatables que casi todos los otros sólidos. Cada uno se dilata sensiblemente de un modo uniforme desde cero hasta 100°; pero á una temperatura superior no se mantiene la uniformidad de dilatacion (41).

Olor y sabor. Se observa que muchos metales tienen un olor y sabor desagradables que se desarrolla particularmente

por la frotacion; tales son el hierro, el plomo, el cobre y el estaño. El oro, la plata y el platino no tienen esta calidad, de que se puede inferir que solo los metales oxidables al aire son susceptibles de ella ó la manifiestan.

Contestura. La contestura de un metal es la trabazon de sus partes interiores que unas veces es laminar, como en el antimonio, el bismuto y el zinc; y otras es fibrosa como en el hierro.

Formas cristalinas. Las formas de los metales cristalizados son el octaedro regular, el cubo y todas las que derivan de estas dos. Algunos se encuentran cristalizados naturalmente, tales son el oro, la plata y el cobre. Los que se pueden cristalizar fácilmente por el proceder indicado (9) son el bismuto, el antimonio, el zinc, el estaño, el plomo, el arsénico y generalmente todos los que no exigen una temperatura elevada para fundirse.

Examinadas las propiedades físicas de los metales, se considerarán las químicas, y se manifiestará primeramente cual es su grado de fusibilidad.

130 *Propiedades químicas. Accion del fuego en estos cuerpos.* La fusibilidad de los metales varia mucho. Unos funden á una temperatura inferior á la del calor rojo: otros á una algo superior; algunos empiezan á fundir á una temperatura muy elevada, y los hay casi infusibles. El fuego de un horno ordinario basta para fundir los primeros; los segundos exigen un fuego de reverbero; los terceros uno de forja, y los últimos solo ceden á la temperatura que producen el oxígeno puro y carbon, ó el hidrógeno y el oxígeno. Esta operacion se hace comunmente en un crisol; pero si el metal es muy fusible y oxidable, como el potasio y el sodio, conviene hacerla en una campanita de vidrio llena de aceite.

Cuando los metales estan fundidos, y se les deja enfriar poco á poco, pueden obtenerse cristalizados, taladrando la costra que se haya formado en la superficie y decantando las partes interiores líquidas (9). El que cristaliza mejor es el bismuto bien

puro y sobre todo purgado de arsénico : sus cristales son cúbicos, y se dispone de modo que forman pirámides cuadrangulares huecas

Si en vez de esponer los metales á una temperatura suficiente para fundirlos se ponen á una superior, varios de ellos se volatilizan (*), ó á lo menos seis estan en este caso, que son el mercurio, el arsénico, el cadmio, el potasio, el teluro y el zinc; para lo cual el mercurio, el teluro y el cadmio se ponen al fuego en una retorta de vidrio adaptando á esta un recipiente para recoger el metal, y el potasio se pone en una campanita de vidrio llena de gas azoe y mercurio, como el zinc en una retorta de arcilla (**).

(*) Chaudet cree que el bismuto es volátil (*Anales de química y de física*, tomo IX, página 397). Este metal no se sublima en realidad sino en las mismas circunstancias que el antimonio (*Véase* la nota siguiente.)

(**) El atimonio espuesto en una retorta de arcilla á una temperatutura muy elevada, no se volatiliza aun que se sublima en gran parte á medida que se reduce calcinando el óxido de antimonio con el carbon. Gay-Lussac esplica estos resultados, que se contradicen en apariencia, del modo siguiente. Todos los liquidos tienen cierta tendencia á evaporarse y en su virtud colocados en un espacio vacío ó lleno de gas, se evaporan en cantidad tanto mayor cuanto mas considerable es el espacio etc. (5o). En el primer caso el antimonio se halla colocado en un espacio muy pequeño cual es el volúmen de la retorta, en vez que en el segundo se halla colocado como si estuviera en un espacio considerable, puesto que se forma mucho gas ácido carbónico, el cual debe cargarse de vapores antimoniales en vapor del volúmen que ocupa. Por otra parte es fácil de comprender la razon por que se condensa el antimonio casi completamente en el cuello de la retorta, que es por el enfriamiento que esperimenta.

En igual caso que el antimonio estan otros metales y todos los cuerpos en general. Todos se evaporan mas ó menos cuando se les funde y se les espone á corrientes de gases. Los unos, tales como el antimonio, el sodio etc. poseen esta propiedad de un modo notable. Los otros, tales como el oro apenas la tienen, lo que depende de las causas que se han espuesto (5o).

Tabla de los metales por el orden de su mayor fusibilidad.

Termómetro, centígrado.

Fusibles á una temperatura inferior á la del calor rojo.	Mercurio	— 39°	Varios químicos.
	Potasio	+ 58	Gay-Lussac y Thenard.
	Sodio	+ 90	
	Estaño	+ 210	Newton.
	Bismuto	+ 256	
	Plomo	+ 260	Biot.
	Teluro algo menos fusible que el plomo.		Klaproth.
	Arsénico no se ha determinado.		
	Zinc	+ 370	Bronguiart.
	Antimonio á una temperatura inferior á la del calor rojo.		Stromeyer.
	Cadmio		

Pirómetro de Wedgwood.

Infusibles á una temperatura inferior al calor rojo.	Plata	20°	Kennedy segun Thomson.
	Cobre	27	Wedgwood.
	Oro	32	
	Cobalto, un poco menos difícil de fundir que el hierro.		
	Hierro	130	Wedgwood.
		158	Makensie.
	Manganeso	160	Guyton.
	Niquel como el manganeso.		Richter.
	Paladio.		
	Molibdeno, Urano, Tungsteno, Cromo — Casi infusibles y no se pueden obtener enbotonados á la temperatura de la forja.		Fusibles al soplete de oxígeno é hidrógeno.
	Titano, Cerio, Osmio, Iridio, Rodio, Platino, Colombio		Infusibles al fuego de forja. Fusibles al soplete de oxígeno é hidrógeno.

130 — 2° *Accion del fluido eléctrico.* Los metales son escelentes conductores de la electricidad. Mientras su superficie es suficiente para la trasmision del fluido eléctrico estos cuerpos no esperimentan alteracion alguna; pero sino lo es, este

fluido penetra hasta lo interior de los metales, los calienta, y llega tambien á fundirlos y volatilizarlos. Tal es el efecto que causa en hilos ó planchas metálicas delgadas la descarga de una fuerte batería compuesta de pilas de pares anchos ó de botellas de Leyden; y se observa ademas que si se hace la esperiencia al aire resulta una combustion mas ó menos viva con llama de diversos colores. El hierro v. g. arde con llaman blanca muy viva; el zinc con azulada y roja; el estaño con blanca azulada: el oro y el cobre lo mismo, y resultan óxidos pardos; la llama del plomo es azulada y particularmente purpúrea; y por último la de la plata es verde.

A estos resultados se han de añadir los obtenidos por Children porque son muy notables. (*Anales de química*, tomo xcvi pág. 130). La pila de que se valió para ello era la indicada (68—2°), y estaba formada de los mayores pares de que se ha hecho uso hasta ahora. En efecto, cada plancha de zinc tenia seis pies y medio de longitud y dos pies once pulgadas de ancho; y cada plancha de cobre tenia una superficie doble, su número era tal que resultaban veinte y un compatimientos de la capacidad de 7093 cuartillos. (En esta reduccion se ha supuesto que el galon de que habla Thenard, es el de vinos y líquidos, que equivale á 7,50589 cuartillos). En cada polo de la pila habia soldado un tubo de plomo que entraba por sus estremos libres en unos barreños separados y llenos de mercurio.

El mismo químico ha procurado conocer la facilidad de quemar varios metales puestos en el circuito voltáico, para lo cual puso dos hilos metálicos diferentes de $8\frac{75}{100}$ de largo y $\frac{36}{1000}$ de pulgada de diámetro en contacto con el mercurio de los barreños, y encorvados de manera que podian engancharse recíprocamente, despues de echar en los espacios de la batería una parte de ácido estendido en 40 partes de agua á fin de producir una escitacion moderada. He aqui los resultados obtenidos con los hilos siguientes.

Hilos de platino y de oro. . . Ignicion del platino.
Hilos de oro y de plata. . . . Ignicion del oro.
Hilos de oro y de cobre. . . . Ignicion de los dos.
Hilos de oro y de hierro. . . Ignicion del hierro.
Hilos de platino y de hierro. Ignicion instantánea del hierro y poco tiempo despues del platino.
Hilos de platino y de zinc. . Ignicion del platino y algunas veces fusion del zinc.
Hilos de zinc y de hierro. . . Ignicion del hierro, el zinc se calentaba sin fundirse.
Hilos de plomo y de platino. Fusion del plomo en el punto de contacto con el platino.
Hilos de estaño y de platino. Fusion del estaño en el punto de contacto.
Hilos de zinc y de plata. . . Ignicion del zinc antes de fundirse.
Tres pares de hilos de platino y de plata. . . . . . Ignicion de los hilos de platino.
Un hilo de hierro entre dos hilos de platino. . . . . . Ignicion de los hilos de platino.

En seguida puso la pila en un alto grado de escitacion, echando en los espacios de ella agua, que contenia una vigésima parte de su peso de una mezcla de ácido nítrico y de ácido sulfúrico, y sometió á su accion hilos de platino de diferentes longitudes y diámetros.

Hilo de platino de 6 *pies de largo y* $\frac{12}{100}$ *de pulgada de diámetro*: estaba rojo en toda su longitud aun en medio del dia.

Hilo de platino de 9 *pies* $3\frac{1}{2}$ *pulgadas de largo y* $\frac{40}{100}$ *de pulgada de diámetro*: se calentó hasta el rojo.

Barra de platino de $\frac{18}{100}$ *de pulgada en cuadro y de* $2\frac{46}{100}$ *pulgadas de largo*: se calentó hasta el rojo y al fin principió á fundirse.

Barra cilíndrica de platino de $2\frac{73}{100}$ *pulgadas de largo y de* $\frac{301912}{400000}$ *de pulgada de diámetro*: se calentó hasta el punto de parecer rojo blanco.

Tambien esperimentó con esta fuerte batería el iridio, y la aleacion de iridio y osmio; para lo cual colocó el metal ó la aleacion en el fondo de un hueco hecho en un pedazo de carbon de leña bien quemado, y que flotaba encima del mercurio en uno de los barreños; y el circuito estaba establecido por un pedazo de carbon comunicando con el otro barreño por medio de un alambre grueso de cobre. El iridio se fundió en un globulito de peso de 7 granos y con algunas pequeñas cavidades. En este estado era blanco, muy brillante y pesaba específicamente 18,68. El compuesto de iridio y osmio se fundió tambien en un globulito. Hizo ademas otros ensayos con óxidos metálicos y fragmentos de piedras duras, y casi siempre hubo reduccion ó fusion (471).

Accion de la luz y del fluido magnético. (*Véase* 62 y 76).

131 *Accion del gas oxígeno.* Los metales en contacto con este gas originan fenómenos muy importantes, cuyas causas independientemente de la afinidad proceden del estado higrométrico de este gas, y de la temperatura, y merecen examinarse con particular atencion.

El potasio á la temperatura ordinaria, y probablemente el bario, el litio, el estroncio, el calcio y los metales de la primera seccion absorven el oxígeno; pero no lo hacen á la misma temperatura el sodio, ni los metales de las cuatro últimas secciones. Se facilita sin embargo esto por medio del calor, y así es que á una temperatura suficientemente elevada, muchos metales absorben el oxígeno con aparicion de luz como los de la segunda seccion; el zinc, el hierro, el estaño y el cadmio de la tercera; el arsénico, el antimonio, el teluro y el bismuto de la cuarta. El estaño, el antimonio y el bismuto son los que producen una combustion menos viva. Acaso parecerá estraordinario ver arder el teluro con luz, mientras que el man-

ganeso, cuya afinidad con el oxígeno es mucho mayor, no tiene esta propiedad; no obstante la razon es muy sencilla, y consiste en que como el teluro es fusible y volátil, forma á la vez mas óxido que el manganeso que es fijo y casi infusible. En efecto, para que un cuerpo arda con llama es necesario que ademas de tener mucha afinidad con el oxígeno, funda con facilidad, que sea volátil, ó que el óxido de que es radical pueda fundirse y evaporarse tambien facilmente, en cuyo caso la combustion será viva, porque el contacto entre el cuerpo que la fomenta y el combustible será íntimo.

Pueden combinarse los metales con el oxígeno llenando con este una campanita corva de vidrio en el mercurio; introduciendo cierta cantidad de metal en la parte corva de la campana mediante un alambre, calentando al metal con la lámpara de alcohol, y agitándole con el alambre, lám. XX, fig. 3. Si fuese necesario elevar mas la temperatura, podrá hacerse esto metiendo el metal en un tubo de porcelana puesto en un horno de reverbero, al que se da el fuego conveniente, y se comunica el tubo con dos vejigas, una vacía, y otra llena de oxígeno por medio de dos tubitos de vidrio que se encajan en los estremos del cañon de porcelena, con dos corchos horadados. Si en este estado se encandece el tubo y comprimiendo la vejiga de oxígeno se le hace pasar poco á poco por el cañon á la vejiga vacía, la absorcion se verificará pronto como en la esperiencia anterior, y será completa si hay un sobrante de metal respecto á la cantidad de oxígeno, lam. XXIII, fig. 3, (*Véase* la historia particular de cada metal).

Accion del gas oxígeno húmedo El oxígeno húmedo orinece no solo los metales de las dos primeras secciones, sino tambien varios de la tercera y cuarta. En el primer caso el metal se oxida á un tiempo por el oxígeno aislado, y por el del agua que se descompone, trasformándose el hidrógeno en gas; y en el segundo no se oxida el metal sino por el oxígeno aislado. En esto se supone que el vapor del agua puede

obrar de dos modos; 1° porque parte se trasforma en líquido por las variaciones de temperatura que pueden ocurrir, y disuelve cierta cantidad de gas oxígeno, por cuyo medio pierde su estado elástico ó gaseoso y se facilita su combinacion con el metal; 2° porque favorece tambien esta accion en virtud de la tendencia que tiene el agua á unirse con el oxígeno metálico, y formar un compuesto que se dará á conocer en lo sucesivo, con el nombre de *hidrato*. En todo caso la oxidacion producida de esta manera, casi siempre es superficial y muy lenta; y las capas interiores del metal á cubierto de ella por la costra esterior, se alteran con mas dificultad. Los metales que se oxidan mejor por este medio son el arsénico, el manganeso, el hierro, el zinc, el plomo, el cobre, etc. (*) Los de la sesta seccion son inalterables. El oxígeno seco ó húmedo aun cuando está junto con el azoe, orinece los metales, como si estuviera aislado, aunque la accion es menos intensa, porque el azoe disminuye mecánicamente los puntos de contacto entre el oxígeno y los metales. Como el aire atmosférico se compone de 21 de gas oxígeno, de 79 de azoe, de algo de vapor de agua, y una corta porcion de ácido carbónico, resulta que este fluido deberá orinecer los metales como el oxígeno, con sola la diferencia de intensidad de la accion, y es lo que se verifica. Si está seco y á la temperatura ordi-

(*) Es posible que algunos metales despues de oxidados tengan aun la propiedad de descomponer el agua, y de continuar oxidándose, y apoderándose de su oxígeno. Este efecto es secundario y procede sin duda de que la porcion de óxido formado privativamente con su contacto con el metal, no oxidado, formará un elemento de la pila, cuya fuerza eléctrica será suficiente para separar el oxígeno del hidrógeno. Los fenómenos que se producen cuando se ponen limaduras de hierro humedecido en un vaso lleno de aire, no pueden esplicarse bien sin admitir esta teoría (274—2°).

Téngase presente que algunos metales como el cobalto, que en masas no se alteran con el oxígeno y el aire á la temperatura ordinaria, se abrasan de un modo semejante al del pirófloro, si sus partes estan muy disgregadas y componen una materia porosa (pág. precedente).

naria, solo orinecerá los metales de las dos secciones primeras; y aun su accion es casi nula en el sodio; pero húmedo, y á la misma temperatura, no solo lo efectua con estos metales, sino con algunos de la tercera y la cuarta seccion; y seco ó húmedo, los orinece todos mediante un calor conveniente, escepto los de la última seccion. El resultado de esta accion es un oxído ó un hidrato. Sin embargo, si la operacion se hace al aire, se forma con frecuencia un carbonato, sobre todo á la temperatura ordinaria (*). En este caso el aire se renueva continuamente y en cada instante cede al óxido alguna parte de ácido carbónico, con tal que los dos cuerpos tengan bastante afinidad recíproca para poderse combinar. Por esto las estátuas de bronce se cubren poco á poco de carbonato de cobre, y lo mismo se verifica en los estanques ó vasos de plomo, por encima de la superficie del agua.

Todos los combustibles no metálicos se combinan con alguno de los metales: el carbon con el hierro, y acaso con el níquel; el boro con el hierro y el platino; el azoe con el potasio y el sodio; el hidrógeno con el potasio; el arsénico y el teluro; el fósforo, el azufre, el selenio, el cloro y el iodo con, todos ellos.

Finalmente, casi todos los metales se combinan entre sí y forman aleaciones de propiedades particulares.

131—2° La mas estraordinaria de todas las propiedades de los metales, es la de que los mas de ellos facilitan la combinacion de los fluidos elásticos, sin combinarse con ellos, ni sus compuestos. En la pág. 176 se anunció el interesante descubrimiento hecho en esto por Dœbereiner, y conviene referir aqui los resultados de sus observaciones, y las de los otros químicos.

(*) No puede formarse carbonato á una temperatura elevada sino con el bario, el potasio y el sodio, y probablemente el litio, en razon de que todos los carbonatos se descomponen á esta temperatura, escepto los de barita, potasa y sosa, y quizá el de litio.

1° Habiendo visto Dœbereiner, que la esponja y polvo de platino precipitado de su muriato del zinc, al mismo tiempo que promovia la combustion de una mezcla de hidrógeno y aire ú oxígeno se encandecian, indagó si semejante propiedad residia en otros metales; y aunque de un modo menos perceptible, la halló en el niquel. No es lo mismo con el platino, porque este efecto se manifiesta con tanta aficacia, que al instante ocasiona la formacion de agua en un aire que tiene algunos rastros de hidrógeno, ó en este con algunos de aire.

2° No sucede así con las mezclas de oxígeno y los compuestos de gas hidrógeno, tales como el amoniaco, el hidrógeno carbonado, ó el gas hidro-clórico, etc.

3° Parece que el *sulfuro oxidado* de platino disgrega el óxido de carbóno, y juntándose con este radical, trasforma un volúmen, en medio de ácido carbónico; advirtiendo que el sulfuro oxidado de que se sirvió en la esperiencia, le obtuvo precipitando la disolucion de platino mediante el hidrógeno sulfurado, secándole y esponiéndole al aire algunos dias.

4° El sub-óxido de platino, y su sulfuro oxidado absorven los gases combustibles, pero no el oxígeno, ni el carbónico; y 100 granos de este compuesto, absorven de 15 á 20 pulgadas de hidrógeno.

Embebiendo los dos cuerpos citados en alcohol, se convierten en vinagre y agua, mediante el oxígeno del aire.

5° Para esplicar estos efectos singulares originados por el platino, supone Dœbereiner que este metal en contacto con el hidrógeno, no obra al estado positivo, y el gas al negativo (*Anales de química y física*, tom. XXIV, pág. 91). Repitiendo con Dulong estas esperiencias para sentar la teoría que esplique sus fenómenos, se descubrieron nuevos hechos que convienen con los citados.

Se ignoraba al principio que el platino tuviese con la mezcla detonante, y á la temperatura atmosférica, una accion tan intensa que encandeciese; pero se ha visto que este metal, así

como el paladio, el rodio y el iridio, producen el mismo efecto; aunque el osmio solo á una temperatura de 40, ó 50°. Lo mismo se verifica con la esponja de niquel, aunque muy lentamente á la temperatura ordinaria; lo que ya habia observado Dobereiner respecto del polvo de este metal.

Si á esta temperatura no se verifican semejantes efectos con los demas metales, se advierten á temperaturas mas subidas, aunque inferiores á la ebullicion del mercurio. En este caso la accion es mas ó menos eficaz, sin que por esto se pueda comparar, porque la estension de superficie, el grueso de los pedazos, y aun la configuracion, modifican su intensidad. Asi es que las de las planchas de oro, solo se efectua á 280°, la de las hojas delgadas de este metal á 260°, y con su polvo fino, se realiza la combinacion á 120°.

Esta misma propiedad se ha notado en otras sustancias, y asi es que á temperaturas inferiores á la de 350°, el carbon, la piedra pomez, el vidrio, la porcelana y el cristal de roca, efectuan la combinacion de la mezcla de gas hidrógeno y oxígeno; pero á esta temperatura el espato fluor, es la única sal que ha manifestado una accion poco perceptible; la que acaso podrá ocasionarse por alguna de las materias que estan siempre mezcladas con él, y de que es difícil purgarle. Estas esperiencias no pasaron de la temperatura citada, á la cual tampoco se manifestó efecto alguno con el mármol blanco.

Se ha anunciado que la configuracion de los cuerpos sólidos modifica mucho su accion en este caso; y en efecto, hay gran diferencia respecto al agua formada en un mismo tiempo por pedazos de vidrio angulares ó redondos, y de superficies casi iguales, pues los primeros han causado un efecto doble del de los segundos. Es cierto que Davy habia manifestado ya que con temperaturas superiores á la de la ebullicion del mercurio, habia combustiones lentas de hidrógeno, y de hidrógeno carbonado; pero la habia atribuido esclusivamente á la accion de la mezcla de los fluidos clásticos, sin considerar la naturaleza

de los vasos que los contenian. Al contrario, las observaciones hechas, prueban que la combinacion se efectua á temperaturas distintas respecto á cada sólido de los que se ponen en contacto con la mezcla combustible. Parece que los líquidos no tienen esta calidad; por lo menos el mercurio hirviendo, ó á punto de hervir, no produce en seis horas efecto alguno apreciable.

En vista de ello, parece que podria creerse que los sólidos metálicos ó no metálicos, simples ó compuestos, tienen esta propiedad comun; pero se ha visto que no es constante en los metales que obran á la temperatura ordinaria, y que se les puede privar de ella como se quiera, mientras que nada ha probado hasta ahora, que esto pueda suceder con los metales en que solo se notan los efectos indicados á las temperaturas superiores.

Debe tenerse presente que las esperiencias con el platino, se han hecho en cinco estados diferentes: en hilos, en hojas delgadas, en esponja, en limaduras, y en polvo impalpable; y que el hilo era de 25 milésimos de línea de grueso, y en madejas de cien vueltas para debilitar el enfriamiento que hubiera sido muy pronto en un solo hilo.

El hilo nuevo de platino, si se espone al aire en una corriente de gas hidrógeno, no se calienta á la temperatura atmosférica y se necesita á lo menos una de 300° para efectuar la combinacion de los dos gases, y que la temperatura se vaya aumentado poco á poco sobre la que habia al principio. Asi es, que si se enrojece el metal varias veces, y se le vuelve á poner á la temperatura ordinaria, no se produce efecto alguno, y solo se empieza á percibir á la de 50, ó 60°, poco mas ó menos.

Si el mismo hilo de platino se mete en ácido nítrico caliente ó frio, lavándole poco despues para quitarle el ácido que se le hubiese pegado, y secándole á un calor de 200°, y en este caso se le calienta con la corriente de gas hidrógeno poniéndole á ella con la temperatura ordinaria; como la corriente del gas sea bastante rápida, el metal encandece. El

mismo efecto se verifica con el ácido muriático, y el ácido sulfúrico condensado; pero es menos eficaz, y principalmente con aquel. Esta propiedad dura solo algunas horas al aire libre, y mas de viente y cuatro horas con tal que se meta el hilo dentro de un vaso cerrado. La calidad del vaso, así como su aislamiento del receptáculo comun de la electricidad, no tienen influjo alguno sobre la duracion de este resultado. Así es, que se acaba en cinco minutos, si se mete el hilo aislado, con una barrita de goma laca, entre un pequeño hueco de mercurio tambien aislado; y en el mismo tiempo se verifica esto con una corriente rápida de aire atmosférico, oxígeno, hidrógeno, y ácido carbónico secos.

La potasa, la sosa, y el amoniaco no privan al hilo de esta propiedad comunicada por el ácido nítrico; antes por el contrario parece que los dos primeros aumentan la del hilo que se ha metido varias veces en el ácido nítrico.

Las limaduras de platino, poco despues de hacerse con una lima de mediano grueso, poseen la misma propiedad que conservan una ó dos horas, con una intensidad que va decreciendo, y cuando la ha perdido enteramente, se le restituye enrojeciéndola y dejándola enfriar. El ácido nítrico ó muriático se la comunican mucho mayor, y dura varios dias en una masa limitada de aire.

Los sostenes, conductores, y aislantes, no varían el resultado, así como el contacto del aire produce el mismo efecto que en el hilo de platino aunque no tan pronto; y las limaduras hechas dentro del agua, no adquieren esta propiedad á la temperatura ordinaria.

La temperatura á que se han hecho todos estos ensayos, ha sido la del punto en que el metal no se podia ya tener entre los dedos. En vista de las esperiencias citadas es evidente que el efecto, que resulta de ellas, procede de la combinacion del oxígeno del aire con el hidrógeno, aunque para no dejar en ella duda alguna, se ha procurado comprobar

directamente la formacion de agua. Si se pone hilo ó limaduras de platino en una mezcla detonante, la absorcion es á veces tan rápida, que habrá esplosion, si se hace la esperiencia en el momento en que la propiedad, de que se va hablando, esté á su máximo de intensidad; pues dirigiendo entonces sobre las limaduras un chorro de gas hidrógeno con un esceso de presion de 4 á 8 pulgadas de agua, el metal encandece é inflama el gas como en la esperiencia de Dœbereiner.

Se ha dicho en la primera nota que las hojas delgadas de platino apelmazadas como borra, obran á la temperatura ordinaria, mientras que no producen efecto alguno si estan sueltas y estendidas. Era bastante natural atribuir esta diferencia de accion á la de la forma, pero se observó que era otra la causa.

Las hojas de platino y las limaduras acabadas de hacer, obran á la temperatura ordinaria en la mezcla de hidrógeno y oxígeno, pero pierden asta propiedad esponiéndolas algunos minutos al aire. Si se enrojecen en un crisol de platino tapado, la adquieren mucho mas eficaz, y la conservan sin diminucion veinte y cuatro horas, con tal que esten dentro de un vaso cerrado. Si al cabo de este tiempo se las mete en una mezcla de dos partes de hidrógeno y una de oxígeno, casi siempre hay detonacion; pero si se esponen al aire mientras se despliegan pierden esta propiedad, porque la hoja desdoblada no solo no produce ya efecto, sino que no lo hace aun cuando se la apelmace de nuevo.

Los mismos resultados se observan con la hoja y limaduras de paladio.

La propiedad que Dœbereiner descubrió en la esponja de platino, procede probablemente del contacto del ácido evaporado en la calcinacion, ó por haberse enrojecido al prepararla. Su superficie se opone por otra parte eficacísimamente al contacto del aire, y por eso pierde con dificultad esta propiedad; y en este caso es puesta al ambiente, la recupera tambien como

en los anteriores, enrojeciéndola ó metiéndola en el ácido nítrico. El aire húmedo ni el seco, no la priban de esta propiedad tan singular, que no se debilita tampoco perceptiblemente aun cuando se la meta en agua ó se la airee con vapor caliente á 100°. En el caso que la recobre mediante el ácido nítrico, el amoniaco ni la potasa, no se la hacen perder.

La pólvora de platino que se hace calcinando el muriato amoniaco de platino, mezclada con sal comun, presenta los mismos fenómenos que la esponja; lo que no es estraño, porque en realidad no se diferencian sino en que las partes de la primera estan mas disgregadas.

El precipitado que se obtiene de una disolucion de platino por medio del zinc, parece que conserva mejor esta propiedad, que el platino en el mismo grado de tensidad, y preparado por otro método. Se ha observado tambien que el oro precipitado por el zinc, y secado á una baja temperatura, determina á la de 120°, la combinacion de los dos gases, y á 55° si se le enrojece. La plata precipitada y enrojecida del mismo modo produce este efecto á 150°.

Las observaciones anteriores manifiestan una especie de accion que no puede enlazarse ó referirse á teoría alguna de las conocidas. Muchas materias sólidas á temperaturas diversas y segun su naturaleza, determinan por su contacto la combinacion de las mezclas de gases, lo que respecto á la intensidad de su accion parece que tiene conexion con el estado de saturacion de los cuerpos sólidos. Algunos de ellos al favor de ciertos agentes adquieren ademas de esta propiedad una potencia análoga, pero mucho mas eficaz, aunque pasagera como las mas de las acciones eléctricas. Desde el principio de estas investigaciones se intentó descubrir si la electricidad influiria en estos fenómenos, pero es preciso confesar que los mas de los efectos observados, no pueden esplicarse suponiéndoles un orí en puramente eléctrico. (*Anales de química y física*, tom. XXIV, pág. 380).

Ademas de estos hechos se han observado otros que son los siguientes. Mediante una esponja de platino y á la temperatura ordinaria, el oxígeno y el óxido de carbóno se combinan, y el hidrógeno descompone al gas nitroso. Las hojas delgadas del mismo metal solo operan la combustion del primero á una temperatura que pasa de 300°; y las hojas de oro la determinan tambien á un grado cercano al de la ebullicion del mercurio.

Por último el gas hidrógeno bi-carburado mezclado con cantidad conveniente de oxígeno se trasustancia en agua y ácido carbónico á una temperatura que pasa de 300°.

Se recordará respecto á las esperiencias anteriores, que hace tiempo que se sabe que el hierro, el cobre, el oro, la plata y el platino, tienen la propiedad de descomponer á cierta temperatura el amoniaco sin absorver ninguno de sus principios, propiedad que poseen en mayor grado el hierro, el cobre, y este mas que la plata, el oro y el platino en igualdad de superficies.

Cinco adarmes y $\frac{56}{100}$ de alambre, bastan para descomponer, con poca diferencia, una corriente bastante rápida é igual de gas amoniaco, por ocho ó diez horas sin que la temperatura esceda el término en que el amoniaco no se altera.

Una cantidad triple de hilo de platino, no produce ni con mucho semejante efecto á la temperatura mas subida, y los resultados mas notables de esta esperiencia, acaso proceden de las mismas causas, por las que el oro y la plata determinan la combinacion del hidrógeno y el oxígeno á 300°, como el platino en masa á 270°, y la esponja de platino á la temperatura ordinaria.

Cuando se observa que el hierro que descompone con tanta facilidad el amoniaco, no opera ó al menos dificilmente la combinacion del hidrógeno con el oxígeno, y que el platino muy eficaz sobre ella no produce sino con dificultad la descomposicion del amoniaco, se puede creer que algunos de los gases tienden á combinarse mediante la accion de los metales, mientras

que otros á disgregarse, segun su distinta naturaleza. Asi es que los metales que produzcan mejor uno de estos efectos, no efectuarán el otro, ó no lo harán sino á una temperatura inferior.

Las esperiencias anteriores aclaran varios de los fenómenos observados por Davy acerca de la llama.

Esto manifesta que es muy probable la esplicacion dada (83) acerca de un hilo delgado de platino que encandece estando cerca de una lámpara de espíritu de vino.

Se aclara igualmente la causa de que el gas hidrógeno se apague en un aire muy ralo, y arda en otro que lo esté mas mediante la influencia del platino (pag. 168), asi como se esplica tambien que un hilo muy caliente de platino ó paladio metido en una mezcla de aire y vapor de éter sulfúrico ó alcohol encandece, y este efecto, ni los dos anteriores no se verifican con hilos de oro, de plata, cobre, ó hierro. El modo de hacer el esperimento es muy sencillo; se pone un poco de éter en una copa, y arrollando en espiral un hilo de platino de $\frac{1}{60}$ ó $\frac{1}{70}$ de pulgada de diámetro, se agarra ó sujeta á un disco de carton, y calentándole á la llama de una lámpara de alcohol, se le mete dentro de la copa, que se tapa con el carton; el hilo resplandecerá con un fuego rojo albado por algunos puntos, lo que durará mientras haya dentro de la copa, cantidad suficiente del vapor y aire. Si el hilo es muy delgado, de modo que solo tenga por ejemplo, un diámetro de $\frac{1}{80}$ de pulgada, se desenvuelve con él tal calor en las mezclas muy combustibles como las de hidrógeno y oxígeno que detonan. (*An. de quím. y fis.* IV, 347).

Esto se puede comprobar poniendo la espiral de platino á la punta de la mecha de una lámpara de alcohol, pasando algo por encima de ella, se enciende y apagándola algunos segundos despues, el hilo se conserva encendido en todos los puntos que no tocan con la mecha, esto dura dias enteros, de suerte que ofrece una buena lamparilla, con tal que no se ponga en una corriente de aire que arrebate la mezcla y el hilo, por que entonces se apaga.

Es evidente que en los casos mencionados el platino facilita la combustion de los gases caldeándose con ella el metal, y no desenvolviéndose suficiente calor pera encender la mezcla, como lo haria la llama de una vela.

131 — 3° *Estado natural.* Los metales raras veces se encuentran puros en la naturaleza, ó lo que es lo mismo casi siempre estan combinados con otros cuerpos; unas veces con el oxígeno, otras con los combustibles, y otras con el oxígeno y un ácido, ó en estado de sal. Existen naturalmente en cuatro estados principales, á saber, algunos en todos los mencionados, otros al contrario en uno solo; pero de ellos en los tres últimos estados, ó en dos solo, los metales de poca afinidad con el oxígeno se hallan nativos al estado metálico, tales son el oro y la plata; pues los de gran afinidad ó que le absorven á lo menos á una temperatura elevada, se encuentran en estado de óxidos; y estos estan con frecuencia combinados con un ácido.

Casi ninguno de los metales que pueden descomponer el agua á la temperatura ordinaria, se encuentra combinado con los combustibles; mientras que todos los otros suelen estarlo con algunos de estos cuerpos y particularmente con el azufre y el arsénico; por cuya razon los mineros los llaman cuerpos *mineralizadores.* Todavia no se conocen hidruros, boruros, fosfuros, ioduros, ni azoturos metálicos naturales; pero hay algunos cloruros, y un solo carburo que es el de hierro, así como un solo ioduro que es el de plata.

Por último, los metales mas frecuentes en las combinaciones naturales salinas, son los que se oxidan con facilidad; y las sales mas comunes son los sulfatos, carbonatos, y fosfatos.

Minerales de los metales. Los metales se presentan en *vetas, montones* ó *capas*, en los terrenos primitivos, intermedios y secundarios, y algunos como el hierro, en estado de deutóxido ó de peróxido formando masas considerables y aun montañas enteras.

En vetas estan siempre acompañados de diversas sustancias cristalizadas, particularmente de cuarzo, de carbonato y fluato

de cal, y de sulfato de barita; y la mas abundante de ellas se denomina venero ó matriz, como á veces se da tambien este nombre á todas juntas, ó á las rocas que contienen los metales.

Los que se benefician mas generalmente estan en los terrenos primitivos é intermedios. Sin embargo, el mercurio no se encuentra sino en la parte inferior de los terrenos secundarios, que tienen tambien sulfuros de cobre y de plomo, carbonato y silicato de zinc. En la parte superior de estos últimos terrenos solo se encuentran minerales de óxido hidratado de hierro en capas y montones de *globulillos testáceos*.

Los metales desaparecen enteramente en los terrenos terceros: el óxido de hierro combinado con agua comunica en algunos puntos á las materias térreas ó siliciosas cierto color, ó las reune unas con otras. No se conoce ninguno en los terrenos ígneos.

Las sustancias metálicas no se descubren en dichos terrenos, sino por las vetas ó capas que aparecen á su superficie, es decir, cuando la masa metálica está descubierta en alguna parte de su estension.

132 *Estraccion*. Como es muy importante conocer la historia de los minerales para entender lo relativo á su estraccion, se tratará de ella (1203).

133 *Usos*. Algunos metales son de un uso universal en la sociedad; pero el hierro, el cobre, el plomo, el estaño, la plata, el oro, el mercurio, el zinc, el platino, son los de mas usos y los mas preferidos por su ductilidad, su estado natural, y su abundancia respectiva; siendo el hierro el de mayor consumo, y por esta razon su abundancia debe considerarse como uno de los dones mas preciosos que ha podido hacer al hombre la naturaleza.

Los metales quebradizos tienen menos uso que los precedentes, por lo difícil que es trabajarlos sin romperse; y asi, solo el antimonio, el bismuto, y el arsénico se usan en medicina, ó en la preparacion de algunas aleaciones.

De los metales de la primera seccion, ó de los térreos.

134 Se comprenden en esta los que en virtud de su gran afinidad con el oxígeno no se han podido reducir al estado metálico, y solo se admite su existencia por analogía. Estos son cuatro, el aluminio, el itrio, el glucinio y el magnesio, los cuales nunca se encuentran sino en óxidos puros, ó combinados con otros, ó con sus ácidos. Sus óxidos toman el nombre genérico de tierras, y se designan asi, llamándolos tambien *metales térreos* en lugar de *metales de la primera seccion.*

No puede hacerse su historia particular por que no se han podido obtener en estado metálico; aunque Davy y Berzelius han anunciado, el primero que se pueden estraer el magnesio y bario del sulfato de magnesia, y del de barita; y el segundo, que el hierro colado contiene silicio unido al hierro. Stromeyer ha anunciado tambien que se obtiene una aleacion de silicio y hierro, calcinando silice ú óxido de silicio con hierro y carbon á un gran fuego. Finalmente, Clarke pretende que se pueden reducir al estado metálico todos los óxidos de la primera seccion, ó lo que es lo mismo, todas las tierras, á la temperatura que produce la combustion del gas hidrógeno por el gas oxígeno. Pero todos estos diferentes resultados, no han adquirido hasta ahora el mayor grado de certidumbre, y el último se considera generalmente como inesacto.

Ademas del aluminio, glucinio, itrio y magnesio, Thenard colocó aqui en la 4ª edicion, el *silicio*, *circoncio* y *torinio*; pero Berzelius ha reconocido que la materia que tomó por una tierra particular lamándola *torino*, era fosfato de itrio; y tambien porque segun las propiedades del silicio y circonio, se ha juzgado conveniente clasificarlos en una seccion aparte entre los cuerpos combustibles simples no metálicos y los metales (126).

De los metales de la segunda seccion, ó de los alcalinos.

135 Estos son los que descomponen repentinamente el agua á la temperatura ordinaria, ó á un fuego pequeño, combinan-

dose con su oxígeno, y formando óxidos reducibles por la electricidad, y ciertos cuerpos muy combustibles al mismo tiempo que son irreducibles por el calor solo. El calcio, el estroncio, el bario, el itrio, el sodio, y el potasio combinados con el oxígeno, forman los óxidos conocidos antes de haberse descompuesto con el nombre de *álcalis*, y por esto se denominarán algunas veces *metales alcalinos*.

Del calcio.

136 *Estado natural.* Este metal no existe nativo, y si en estado de óxido unido casi siempre á otro ó á uno de los seis ácidos minerales siguientes: sulfúrico, carbónico, fosfórico, fluo-nítrico, hidro-clórico, y á veces al ácido túngstico.

Propiedades. Sus propiedades son casi desconocidas; y solo se sabe que el calcio es mas pesado que el agua, y sólido á la temperatura ordinaria; que tiene gran afinidad con el oxígeno, de modo que la disgrega de casi todos los otros cuerpos para combinarse con él, por lo que se oxida prontamente al aire, ó con el agua.

Estraccion. Faltan buenos procederes para obtener este metal, y el único conocido es el de hacer una pasta con sulfato ú otra sal de cal y agua, poniéndola en forma de copela sobre una plancha metálica, é introduciendo en su hueco mercurio al que se aplica el hilo negativo de una pila en actividad, y á la plancha metálica el hilo positivo. El ácido sulfúrico, y el oxígeno del óxido de calcio se dirigen al polo positivo; y el calcio se reune en el polo negativo donde está el mercurio que le disuelve. Es necesario continuar la esperiencia bastante tiempo para obtener una aleacion bien cargada de calcio, la que se pone en una retorta pequeña con aceite de petróleo: y adaptando á su cuello un recipiente pequeño tapado con un corcho horadado, se procede á la destilacion. El aceite se evapora y desaloja el aire, y despues se volatiliza el mercurio en gran parte; de suerte que la corta cantidad de calcio que queda en

el fondo de la retorta retiene muy poco azogue. El aceite de petróleo se opone á la oxidacion del calcio.

Historia. Seebeck es á quien se debe el proceder para obtener la aleacion de calcio y mercurio; pero Davy fue el primero que estrajo el calcio de esta aleacion, y que indicó la existencia de este metal. (*Diario de física*, tomo LXIX).

Del estroncio y del bario.

137 La historia de estos dos metales es semejante á la del calcio, con la diferencia de ser todavia menos abundante, y de encontrarse sus óxidos combinados casi únicamente con los ácidos sulfúrico y carbónico.

Del litio.

137 — 2° El litio es el radical del *lition* ó de la *litina*, óxido alcalino descubierto nuevamente por Arfwedson en algunos minerales de la mina de *Utó* en Suecia, á saber, en la petalita, la trifana, y la turmalina verde (*Anales de química y física*, tomo x, pág. 82). Arfwedson no le ha obtenido metálico; pero es muy probable que se conseguiria en él por el mismo proceder con que se han estraido los tres metales precedentes; y que se puede aplicar al litio lo dicho acerca de las propiedades del calcio, de la misma manera que al estroncio y bario. El nombre de este metal se deriva de la palabra griega *lapideus*.

Del potasio.

138 El potasio es metal que descubrió Davy en 1807, y cuyas propiedades se han estudiado por este químico y por Gay-Lussac y Thenard. (*Diario de física* de 1807 á 1810, *Investigaciones físico-químicas*).

Propiedades físicas. Este metal es sólido á la temperatura ordinaria, y muy brillante. Recien fundido en el aceite de petróleo, y visto en este aceite el trasluz de un vidrio, se parece á la plata mate ó sin bruñir y cuando se saca de este líquido, se empaña luego, pierde su brillo, y toma el aspecto que tiene el plomo espuesto al aire por mucho tiempo. Su corte

es liso y muy brillante. Es tan dúctil y blando como la cera, y puede amasarse como ella entre los dedos (*). Rompiéndole se observa que se compone de una multitud de particulas cristalinas que no están bien determinadas para distinguir su forma. Su peso específico es de 0,865 á la temperatura de 15°, y por consiguiente menor que el del agua, y algo mayor que el del aceite de petróleo puro; y se determina pesando un tubito de vidrio vacío, despues lleno de agua, y por último de potasio introducido por compresion.

Propiedades químicas. El potasio empieza á fundirse á 58°; es el metal mas fusible despues del mercurio, y uno de los que se volatilizan mas fácilmente; y así, llenando de mercurio una campanita corva de vidrio muy seca (lám. XX, fig. 3); y trasfundiendo á ella gas azoe hasta la tercera parte de su capacidad, é introduciendo en la parte corva un fragmento de potasio grueso como una abellana por medio de un alambre; si se calienta con la lámpara de alcohol se fundirá, y á una temperatura próxima á la del calor rojo se volatilizará en vapores verdes.

El potasio absorve el gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria, pero como solo las capas metálicas esteriores estan en contacto con el gas, no se oxida con facilidad mas que ella; de suerte que si se introduce el metal, no en forma esférica, sino plana, la absorcion es mucho mas pronta. En todo caso se forma un óxido blanco sin desarrollo de luz, y aun el calor no es sensible sino al principio de la esperiencia, y deja de serlo á poco rato á causa de la disminucion de la combustion. Sin embargo, el potasio se inflama á veces si la esperiencia se hace en verano, ó no se toman las precauciones convenientes. El mejor modo de hacerla consiste, en meter el metal en aceite de petróleo, colocarle entre dos hojas de

(*) Esta esperiencia no ofrece peligro cuando la superficie del potasio está cubierta de aceite; pero si está seco se inflama y abrasa los dedos.

laton bien pulimentadas, comprimirle é introducirle con un alambre al través del mercurio en una campanita casi llena de oxígeno y enfriada con hielo.

La accion mútua de potasio y oxígeno es mas eficaz con el calor que sin él; y asi es que el metal fundido se inflama inmediatamente, absorve el oxígeno con prontitud, y se trasustancia en peróxido pardo amarillento. Durante la absorcion se desarrolla gran cantidad de calórico y luz; por cuya razon no se puede hacer bien la esperiencia en una campanita de vidrio (131), sino se introduce en ella una salserilla de plata ó platino de figura ovalada para colocar en ella el potasio; por que sin esta precaucion se quiebra la campana casi siempre por el calor súbito que se produce. (*Véase* esta salserilla en la lám. II, fig. 11, y en la lám. XX, fig. 3, el aparato.)

La accion del potasio en el aire atmosférico no es tan viva como en el oxígeno.

Se combina con todos los combustibles no metálicos menos el boro, y con todos los metales haciendo agrios los que son dúctiles. Echado en agua, la descompone instantáneamente y permanece candente á la superficie mientras dura su accion (274).

En virtud de la grande afinidad que tiene con el oxígeno, descompone la mayor parte de los óxidos y sales, todos los ácidos, y las materias animales y vegetales, de suerte que solo ataca con dificultad los cuerpos grasos mas carbonados é hidrogenados. El mejor medio de conservarle consiste en llenar por compresion tubitos de vidrio, y tenerle en frascos de cuello ancho llenos de aceite de petróleo depurado por la destilacion.

Estado natural. El potasio no se ha encontrado aun puro en la naturaleza; siempre está en óxido y en combinacion con los ácidos sulfúrico, carbónico, hidro-clórico, y nítrico, formando sulfatos, carbonatos, hidro-cloratos y nitratos, ó con otros óxidos en muchas piedras.

Estraccion. El potasio se obtiene tratando con el hierro el hidrato de potasa ó de protóxido de potasio, que es una com-

binacion de este con el agua, ó por medio de la pila voltáica. El primer proceder se describirá en lo succesivo (1207), y el segundo se ejecuta del modo siguiente.

Se toma un fragmento de potasa en que se hace un hueco hondo, se colaca esta especie de copela llena de mercurio encima de una planchita de hoja metálica, y se communica el polo positivo de una pila de 200 pares con la plancha, y el polo negativo con el mercurio. A poco tiempo de estar la pila en actividad habrá en el mercurio bastante potasio para consolidarse; y echándole en aceite de petróleo, se llena de nuevo el hueco con mercurio, etc. Por lo demas puede separarse el potasio del mercurio de la manera indicada en la estraccion del calcio. En esta esperiencia el agua y el protóxido de potasio se descomponen; el oxígeno del agua y del óxido se dirigen al polo positivo, y el potasio radical del protóxido y el hidrógeno radical del agua se dirigen al polo negativo; el potasio se une con el mercurio, y el hidrógeno se volatiliza en gas.

Es necesario que el protóxido contenga agua para reducirse, porque en otro caso no circularia por él el fluido eléctrico, pero es igualmente preciso que no sea tanta que esté disuelto en ella, porque entonces se descompondria solo el agua. De todos modos por este proceder se obtiene una corta cantidad de potasio.

Del sodio.

139 *Propiedades físicas.* Descubrió este metal Davy en 1807, y le estudio igualmente que Thenard y Gay-Lussac (*Investigaciones físico-químicas.*) Es sólido á la temperatura ordinaria, sin olor, y casi tan blando y dúctil como la cera; su sabor no es caústico sino por que descompone el agua de la saliva, de que resulta un protóxido de sodio, cuya causticidad es muy grande: su color es muy semejante al del plomo, su corte compacto y brillante, y su peso específico es de 0,972 á la temperatura de 15°, y puede determinarse como el del potasio, no habiendo podido obtenerse aun bien cristalizado para distinguir la forma de sus cristales.

Propiedades químicas. El sodio empieza á fundirse á 90°, y no es volátil sino á una temperatura muy elevada.

A la ordinaria, no obra en el oxígeno ni en el aire muy secos, y lo hace con mucha eficacia, principalmente con el oxígeno mediante el calor. El metal fundido produce una combustion de las mas vivas, con gran desarrollo de calórico y luz, una absorcion considerable de oxígeno, y un óxido amarillo de sodio, que es una mezcla de protóxido y deutóxido.

Su combustion al aire es mucho menos eficaz que con el oxígeno, y aun no es activa sino cuando el aire se renueva, de suerte que se hace muy bien en una cazuelita de barro, y mal en una campana corva. Todos estos resultados se comprueban del modo indicado respecto del potasio.

Su accion en los combustibles, los óxidos, ácidos, y sales, materias vegetales y animales; es semejante á la del potasio; con solo la diferencia de que el sodio no se combina con el hidrógeno, ni se inflama á la superficie del agua, y que generalmente es algo menos alterable que el primero; de modo que se le puede conservar mas fácilmente.

Estado natural. El sodio aun no se ha hallado sino combinado con otros cuerpos, á saber, con el cloro, en la sal comun, y con el oxígeno y los ácidos sulfúrico, hidro-clórico, carbónico, fosfórico, formando hidro-clorato, carbonato, sulfato y fosfato de sosa; y con el oxígeno y algunos otros óxidos en cierta clase de piedras.

Se estrae del mismo modo que el potasio tomando hidrato de sosa, en lugar del de potasa.

De los metales de la tercera seccion.

Son estos los que no descomponen el agua sino al grado del calor rojo; que absorven el gas oxígeno á una temperatura mas ó menos elevada, y cuyos óxidos son reducibles por la electricidad, y diversos combustibles, y reducibles al fuego mas fuerte que se conoce. Estos metales son cinco, el manganeso

el zinc, el hierro, el estaño, y el cadmio. *Véase* la observacion hecha sobre este último metal (128).

Del manganeso

140 *Propiedades.* El manganeso descubierto por Schéele y Galm en 1774, es sólido á la temperatura ordinaria, muy frágil, muy duro, de contestura granosa y de un color gris blanco. Su peso específico es de 6,85, y no se ha obtenido todavia bien cristalizado.

El manganeso no se funde sino en el mayor fuego de las mejores forjas á 160° poco mas ó menos del pirómetro Wedgwood.

A la temperatura ordinaria no esperimenta efecto alguno con el gas oxígeno y el aire secos, y estos gases húmedos le alteran poco (131); pero se oxida pronto y principalmente con el oxígeno á una temperatura subida. Si se llena de gas una campanita corva de vidrio, introduciendo en ella con unas tenacitas de cuchara lám. XII fig. 6, polvo de manganeso, y calentándole con la llama de la lámpara de alcohol, la absorcion se manifestará luego, resultando un óxido pardo. Este metal no ha podido combinarse con el hidrógeno, el boro, carbóno, ni el azoe; y su combinacion con el selenio no se ha examinado; pero se combina fácilmente con los combustibles no metálicos y los mas de los metales.

Aunque se ha dicho que el manganeso no descompone el agua sino al calor rojo; sin embargo, si se mete una corta porcion de este metal en polvo en un frasco de agua recien destilada, acaba por oxidarse exhalando gas hidrógeno; pero este efecto no es instantáneo, sino lento y de mucho tiempo; lo que prueba deberse á la luz ó al fluido eléctrico. (274—2°).

Estado. El manganeso existe en la naturaleza de tres modos: con mucha frecuencia en óxido, rara vez en fosfato, y á veces en sulfuro; y es tan oxigenable que no se halla nativo, aunque se le ha anunciado asi en la mina de Sem (Valle de Vic Dessos en los Pirineos).

Estraccion, usos. El manganeso se estrae del óxido de manganeso calcinado con el carbon (1208). Sus usos son nulos.

Del zinc.

141 *Propiedades físicas.* Este metal no conocido hasta el siglo diez y seis, es sólido, blanco azulado, laminar, y muy dúctil; pero se trabaja mejor con el castillejo, ó los cilindros que á la hilera, y por esto hay planchas de zinc bastante delgadas y no alambres de pequeño diámetro. Como este metal embota la lima, es necesario fundirle y triturarle en el momento que se consolida para pulverizarle. Puesto en contacto con otro metal, forma un elemento de la pila que casi siempre es el positivo. Aun no se ha obtenido bien cristalizado, y es difícil lograrle de otro modo que en láminas ú hojas de forma irregular. Es poco duro, y pesa específicamente 7,1.

Propiedades químicas. El zinc empieza á fundirse á un grado inferior al calor rojo, y se volatiliza á uno superior desconocido. Si se pone zinc en una retorta de arcilla y con su cuello muy inclinado en un horno de reverbero, calentándola poco á poco hasta el grado de calor albado, el zinc se sublimará y condensará en el cuello, de donde se precipitará en parte y se podrá recoger en un vaso de agua puesto debajo del mismo cuello. De este modo es como se purifica el zinc del comercio en los laboratorios, para purgarle del hierro y plomo que contiene comunmente.

Este metal á la temperatura ordinaria, no obra en el oxígeno y aire secos, y lo hace con poca eficacia en estos gases húmedos á la misma temperatura; y muy al contrario á una elevada; pues fundiendo se oxida su superficie cubriéndose de una capa gris; y enrojecido arde con una luz viva é intensa. Si se ponen de 7 á 11 onzas de zinc en un crisol bien tapado á un fuego muy subido que le haga ascua, destapando entonces, y agitando despues de haber separado con un alambre de hierro el óxido superficial, aparece una luz muy intensa que apenas puede

sufrir la vista, é inclinando el crisol para vaciar el metal corre este por el suelo en forma de olas de fuego, y se ven al mismo tiempo por todas partes copos de óxido de zinc muy blancos y ligeros que permanecen algun tiempo suspensos en el aire. Su combustion sería mucho mas viva y eficaz en el gas oxígeno.

El fósforo, el azufre, el selenio, el cloro, y el iodo, son los únicos cuerpos combustibles no metálicos que hasta ahora se han combinado con el zinc. Parece que se le puede alear con todos los metales; pero solo se usa una de estas aleaciones en las artes, que es la del laton ó cobre amarillo.

Se ha dado á conocer ya, la accion que tiene este metal con el agua, el cual no la descompone si no al grado de calor rojo, ó á lo menos si produce la descomposicion de este líquido á la temperatura ordinaria, no es sino al cabo de mucho tiempo y por la influencia de la luz ó del fluido eléctrico (274—2°).

Estado natural. El zinc se halla de tres modos en la naturaleza: en óxido, en sulfuro, y en sal (*sulfato*, *carbonato*). El óxido combinado con la sílice se denomina en mineralogia *calamina*, y el sulfuro *blenda*, (235 y 523).

Estraccion. El zinc se estrae de la calamina ú óxido de zinc, calcinada con el carbon (1221).

Usos. Se hace uso de este metal en muchos casos, y en planchas con el cobre constituye los elementos de la pila voltáica. Combinado con el estaño y mercurio forma una amalgama con que se frotan á veces los cojines de las máquinas eléctricas. Haciéndole arder al aire se obtiene el óxido blanco de zinc, ó las flores de zinc. De su accion en el agua y el ácido sulfúrico resulta el gas hidrógeno. Entra por una cuarta parte en la composicion del laton ó cobre amarillo. Hace parte del sulfato ó vitriolo blanco de zinc; y por último se ha principiado á hacer con él, conductos, canales, y cubiertas para los tejados, estanques, baños, etc.

Tambien se han intentado hacer utensilios de cocina con el zinc, pero la facilidad con que le corroen los ácidos mas dé-

biles, y la virtud emética de sus sales, impiden preparar toda clase de alimentos en vasijas de este metal.

Del hierro.

142. Este es de todos los metales el mas abundante, el mas útil, y por consiguiente el mas precioso. Las mas de las artes estarian aun en la infancia sino fuera por el hierro.

El descubrimiento de este metal trae su origen de los tiempos mas remotos. Todos los pueblos algo industriosos le han conocido, y solo los salvajes no le usan. No obstante, en tiempo de los romanos tenia poco uso, porque sus armas eran de cobre combinado con estaño; y sin duda que no se sabia en aquella época beneficiar fácilmente las minas de hierro, y sobre todo hacer el acero. En el dia se han multiplicado considerablemente sus usos, y puede decirse que cuanto mas prospera un pais mas hierro consume. Como se encuentra por todas partes, y es susceptible de adquirir todas las formas que la industria humana quiera darle, no podia menos de ser el objeto de muchas investigaciones, asi que, no hay químico que no se haya ocupado del hierro, y su historia deja poco que desear.

Propiedades físicas. El hierro, que en otro tiempo se llamó *Marte*, es sólido á la temperatura ordinaria, duro, de una contestura granosa, algo laminar y de un olor perceptible cuando se frota. Es muy dúctil, pero pasa mejor por la hilera que por los cilindros, por que se hacen alambres muy delgados, mientras que las planchas de hierro, no lo son. Su peso específico es de 7,788. Es el mas tenaz de todos los metales, pues un alambre de hierro de una línea de diámetro no se rompe sino por un peso de $510,^{li}b118$.

Propiedades químicas. El hierro no empieza á fundir sino á 130°, poco mas ó menos del pirómetro de Wedgwood, y es necesaria una buena forja para fundirle.

Las barras de hierro coladas en una posicion vertical, ó formando un ángulo de 70°, se magnetizan por la percursion

como tambien por una descarga eléctrica; pero de ningun modo mejor, que frotándole siempre en un mismo sentido con un imán natural ó artificial.

Es uno de los metales que se queman mas fácilmente, y asi es, que poniendo á la punta de un alambre de hierro muy delgado, ó de un resorte de relox en espiral un pedazo de yesca encendida, y colgándole del tapon de un frasco lleno de oxígeno, hay una combustion de las mas vivas; el hierro se oxida luego, y se trasustancia en deutóxido. A cada paso se observa este fenómeno en las fraguas, y siempre que se enrrojece el hierro para trabajarle se levantan, amartillándole, unas hojitas que son un verdadero óxido de hierro; y con el martillazo saltan á veces por todas partes algunas partículas que atraviesan rápidamente el aire y aparecen en chispas ardiendo con luz intensa. Esto se advierte principalmente cuando el hierro funde ó está á punto de fusion; por lo que un obrero de poca habilidad adelgaza mucho las barras que forja, necesitando caldearlas muchas veces para darlas una forma determinada.

No es necesario que el hierro esté espuesto á una temperatura tan elevada para oxidarse, pues calcinándole solamente hasta el calor rojo obscuro, se vuelve negro ó de un pardo violeta, y aumenta mas de dos quintas partes de su peso, con tal que la calcinacion dure lo suficiente. Su oxidacion se verifica tambien á la temperatura ordinaria, pero es necesario que el oxígeno ó el aire con que está en contacto sean húmedos.

Es muy sabido que las armas se cubren pronto de orin en tiempo de lluvia, y que una gota de agua puede hacer una mancha amarilla sobre el acero mas bruñido.

El hidrógeno y el azoe son los dos combustibles no metálicos que aun no se han podido combinar con el hierro. El carbon, el boro, fósforo, azufre, selenio, cloro, y el iodo, forman con él combinaciones mas ó menos íntimas. Lo mismo se verifica al parecer con los mas de los metales, ó á lo menos todo induce ó creerlo asi. No produce efecto alguno en el agua pura sin el calor, pero el fuego rojo las descompone.

Estado natural. Se encuentra este metal de cuatro modos distintos en la naturaleza, nativo, en óxido, formando sulfato, carbonato, fosfato, etc., y combinado con los combustibles principalmente con el azufre.

Hierro nativo. Este se halla en vetas envuelto con óxido de hierro y diversas sales, ó en masas considerables, ó aisladas, situadas á la superficie de la tierra y distantes comunmente de toda especie de mina de hierro.

En veta existe segun Schreiber en la montaña de Oulle, cerca de Grenoble en forma de estaláctitas ramosas, cubierto de óxido de hierro, arcilla y cuarzo (*).

Karsten afirma que tambien se halla en Kamsdorf en Sajonia diseminado en una masa de óxido y carbonato de hierro, y sulfato de barita, pero parece que no está puro. Klaproth que le analizó, le encontró combinado con 0,06 de plomo y 0,015 de cobre, de suerte que es quebradizo.

Bergmann en su *Geografía física* habla de un fragmento de hierro nativo en filamentos maleables, hallado en la matriz ó venero del granate pardo de Steinbach en Sajonia.

Proust dice haberle encontrado tambien en algunas muestras de sulfuro de hierro de América.

Se ve que esta clase de hierro nativo es muy rara, por lo que dudan de su existencia algunos mineralogistas. Puede dudarse de la de la primera especie; pero no de la segunda, es decir del hierro nativo en masas aisladas.

El hierro nativo no solo es digno de notar por su localidad, sino tambien porque está lleno de huecos, con una materia vítrea, y sin que se perciba vestigio alguno de escoria en su superficie, ni en el terreno de al rededor. Se ha encontrado en una llanura de la América Meridional, cerca de Santiago de Tucuman, en el lugar llamado *Olumpa* una masa de este

(*) Las estaláctitas son concreciones formadas ordinariamente en las bóvedas de las grutas ó cuevas subterráneas, y proceden de las aguas que filtran, y al evaporarse; se forman en capas sucesivas las materias que tienen en disolucion.

hierro de 1304 arrobas de peso encajada entre una tierra arcillosa, y este hierro es muy maleable y contiene niquel.

Hay tambien, segun Humboldt, otras semejantes en el Perú y Méjico cerca de Tuluca. En la coleccion de la Academia de ciencias de San Petersburgo, se ve otra masa de hierro nativo que pesa $139^{arrob.},1$ hallada en Siberia, cerca de los Montes-Kemir. Los tártaros creian que habia caido del cielo y la consideraban como sagrado. Su hierro es blanco y muy maleable, y contiene segun Klaproth 0,015 de niquel.

Debajo del empedrado de la villa de Aken cerca de Magdeburg, se ha descubierto una masa de hierro nativo de $695^{arrob.},512$, cuyo hierro tenia las propiedades del acero segun Chladni. Otra se ha encontrado en Bohemia semejante á la de Siberia.

Valerio dice que existe en Africa una de estas masas muy considerable; y se beneficia por los moros, de suerte que basta forjar el hierro para poderle usar.

Por último en los *An. de quím. y fís.*, II, 379, se menciona una masa de hierro nativo muy dulce de 28 pies cúbicos, hallada en el Brasil en 1784. Esta masa, segun Morney se encuentra á diez ó doce pies sobre el terreno granítico de las inmediaciones, á la latitud de 10° 20′ sud, y á 35′ 15″ de longitud al oeste de Bahía.

Por mucho tiempo no se han podido formar conjeturas acerca del origen de estas masas que son numerosas; pero ahora se cree que han caido de la atmósfera. Esta opinion se funda en su localidad; y en la certeza adquirida en estos últimos tiempos de que caen piedras de la atmósfera que parecen ser de la misma naturaleza que las masas ferrugíneas segun las últimas observaciones de Laugier. (*An. de quím. y fís.*, IV, 303).

Caen estas piedras con mas frecuencia de lo que pudiera creerse segun la prueba la siguiente tabla.

Piedras cuya caida se ha observado desde el año de 1785 *hasta el de* 1815.

Piedras caidas en el principiado de Eichstaedt.....	1785

— ; en la provincia de Charkow, en Rusia..... 1787
Lluvias de piedras, 1° en Barbotan cerca de Roquefort; 2° en las inmediaciones de Agen..... } 1790
Pidras caidas, 1° en Castel-Berardenga; 2° en Menabilly.. 1791
Doce piedras caidas en Siena..... 1794
Piedras de 60 lib. 86 caidas en Wold-Cottage, condado de Yorck. } 1795
Piedras caidas en Ceilan..... }
— ; de 10 lib. 87, caida en Portugal..... } 1796
— ; caida cerca de Belaja-Zerowa, en Rusia..... }
— ; de 21 lib. 74, caida en Sales..... }
— ; caida en Bialoczerkew..... } 1798
Lluvia de piedras en Benares..... }
Piedras caidas en la isla de los Toneleros..... 1801
— ; en Escocia..... 1802
Lluvia de piedras en Daigle..... }
Piedras caidas, 1° en Saurette; 2° en Egenfeld..... } 1803
— ; 3° East-Norton; 4° cerca d'Apt..... }
— cerca de Glasgow..... 1804
— ; 1° cerca de Doroniusk; 2° en Constantinopla..... 1805
— ; 1° cerca de Alais; 2° en Hantshire..... 1806
— ; 1° en Jucnow; 2° en Weston en América; 3° cerca de Timochin de en Rusia..... } 1807
—; 1° á Borgo-Sto.-Donino; 2° cerca de Stannern; 3° cerca de Lissa 1808
— ; en algunos parages de los Estados Unidos..... 1809
— ; 1° en Charsonville; 2° en Chaskell, en América; 3° grande } 1810
— ; en Shabad en la India, 4° una Soiédra en Tipporay..... }
— ; 1° cerca de Pultawa; 2° en Berlanquillas; 3° en la Chardier..... } 1811
— ; 1° cerca de Tolosa; 2° en Magdeburgo Chantonay..... 1812
—; 1° en Cutro en Calabria; 2° cerca de Limerich, en Irlanda 1813
— ; cerca de Agen..... 1814
—; cerca de Langres..... 1815

Segun las analisis de Howard, Vauquelin, Klaproth, Laugier, Stromeyer, etc., se componen generalmente de 50 de silice 25 de hierro, casi del todo oxidado, 5 á 6 de magnesia, 4 á 5 de azufre, 2 á 3 de niquel metálico, 1 á 2 de manganeso, probablemente oxidado; 1 á 2 de cromo en el mismo estado, y algunos átomos de cobalto. Hay algunos que no contienen niquel, ni cobalto; pero en todas se ha hallado hasta ahora el

cromo (Lauguier). Una sola contenia 2 á 3 de carbon, ademas de todos estos principios, que es la de Alais. Esta piedra era negra, y del mismo aspecto que el carbon de piedra. Al apuntar el calor rojo se quemaba pronto el carbon que hacia parte de sus principios; por lo que es de creer, que no habia estado espuesta, como las otras, á una temperatura elevada al atravesar el aire lo que confirma esta opinion es, que tratadas todas las otras piedras con los ácidos, su sílice adquiere la forma gelatinosa, prueba de una fuerte calcinacion, mientras que la sílice propia de la piedra de Alais se precipita en polvo. (*Véase* la *Litologia atmosférica* de Izarn; los *An. de quim. y fis.* y el *Catálogo cronológico de la caida de las piedras* por Bigot de Moragues).

Los aeréolitos térreos, escepto el de Alais, es decir, los que no estan en masa metálica, se pueden distinguir por su contestura segun Rose en dos clases; una de los de masa compacta gris, en que no se pueden percibir con la simple vista mas partes distintas que algunos granos diseminados de hierro nativo; y otra, la de los aeréolitos de partes muy distintas que componen una roca granujienta, como el granito, la sienita, y la dolerita. Los aeréolitos de Eurisheim, Maner, Skirchen, Lissa, Barbotan, l'Aigle, Doroninsk, corresponden á la primera clase; los de Stannern, y Jubenas á la segunda. Rose, separando unas de otras las partículas de distintos minerales, que contienen los de la segunda clase, estrajo de ellos cristales de piróxeno de Labrador, y hierro sulfurado magnético. Esta especie de aeréolitos es la que contiene sosa, porque la hay en el Labrador, y hierro. (*An. de qui. y fis.*, XXXI, p. 81).

Estraccion y usos. El hierro se estrae del óxido y del carbonato de hierro calcinando estos dos compuestos ferrugineos por medio del carbon. El proceder de su estraccion se espondrá con algunos pormenores (1223).

Tampoco se hablará de los usos del hierro en las artes por que son muchos y demasiado conocidos para describirlos en esta obra; y solo se dirá, que en medicina se administran las composiciones ferrugíneas como tónicos astringentes, aperitivos, y que las mas usadas son: 1° las limaduras de hierro; 2° el óxido de hierro $\dot{F}e+\ddot{F}e$ (*ferroso-ferricum*) denominado,

etiópo marcial; 3º el peróxido puro ó hidratado denominado *azafran astringente de Marte*; 4º el sulfato neutro y el óxido de hierro disueltos en agua, que son los que comunican sus virtudes medicinales á las aguas minerales. Tambien se administran algunas veces las *flores marciales de sal amoniaco*, es decir, el sublimado que se obtiene sublimando sal amoniaco con el óxido de hierro, y que es esta sal, combinada con algo de cloruro de hierro. Por último, antiguamente se usaba la *tintura alcalina* de Stahl, pero en el dia en ninguna parte.

Del estaño.

143 Se ignora la época del descubrimiento de este metal que los antiguos llamaban *Jupiter*; pero asi como el hierro está esparcido en la naturaleza, el estaño no existe si no en pocos paises. Las minas mas ricas de este metal son las de la India, Inglaterra, Alemania, y España; la Francia ninguna posee hasta ahora bastante abundante para poderse beneficiar(*).

Los estaños del comercio contienen casi siempre algo de cobre y plomo, y el mejor y mas puro viene de Malaca. Margraff dijo en 1745, que el estaño contenia casi siempre gran cantidad de arsénico, por cuya razon era muy peligroso hacer con este metal utensilios de cocina. Esta opinion es infundada segun lo probaron las esperiencias de Bayen y Charlard, quienes fueron comisionados en 1781 por el teniente general de policía para hacer investigaciones sobre este particular, y se aseguraron, que los estaños de Malaca y de Banca no contenian un átomo de arsénico, y los otros, á lo mas, $\frac{1}{600}$ de su peso, y muchas veces menos, cuya cantidad no puede comunicar el estaño calidades venenosas.

(*) Las minas de estaño no se han descubierto en Francia sino de algunos años á esta parte, y debe creerse segun los resultados obtenidos, que si las escavaciones se hubieran hecho con mas actividad, se beneficiaria una mina que produciria escelente estaño.

Propiedades. El estaño es sólido, y tan blanco como la plata; se estiende bien en hojas, pero se tira mal á la hilera. Es mas duro y brillante que el plomo. Doblado en diferentes sentidos se oye un ruido particular, llamado *crujido del estaño.* Su peso específico es de 7,291.

Aunque empieza á fundirse á 210° no es volátil.

El estaño á la temperatura ordinaria no obra en el gas oxígeno y el aire secos, ni tampoco húmedos, ó por lo menos muy poco, por cuya razon conserva casi todo su brillo metálico aun cuando esté al aire. Su accion en estos dos gases es muy diferente á una temperatura elevada. Si se pone una onza ó 1,3 de estaño en una cazuelita de barro á calentar en un horno hasta el grado de calor rojo, separando de cuando en cuando con una espátula el óxido que se va formando, se obtendrá en pocas horas todo el estaño convertido en óxido. Este puro, tendrá un color gris blanco y pesará, poco mas ó menos, una cuarta parte mas que el metal invertido. Calcinando de este modo el estaño en un horno de reververo, y añadiendo un poco de plomo, se hace el esmeril de estaño usado para pulimentar los cristales; y la adicion del plomo abrevia la operacion.

La absorcion del oxígeno con el estaño puede hacerse perceptible en una campanita corva de vidrio segun se ha indicado (131) (*).

Entre los nueve combustibles no metálicos, solo cinco se combinan con el estaño, á saber, el fósforo, el azufre, el selenio, el cloro, y el iodo. Parece que puede formar aleaciones con todos los metales.

El estaño no descompone bien el agua sino á un grado de calor candente.

Estado natural. El estaño se halla de dos modos en la naturaleza, en óxido y sulfuro. Algunos mineralogistas han pre-

(*) El estaño reducido á hojas de las que se usan para azogar los espejos, se queman al aproximarlas á la llama de una vela cubriéndose de una auréola luminosa.

tendido que se encontraba nativo, y han citado en favor de su opinion ciertas masas friables llenas de granos de estaño maleable descubiertas en Cornualles y en Epieux cerca de Cherburgo; pero se ha considerado este estaño como un producto del arte enterrado en la tierra hace tiempo.

Estraccion. Como el sulfuro de estaño es poco comun, y contiene siempre mucho cobre, solo se beneficia el óxido de que hay grandes masas en Inglaterra, en la India, etc. Este beneficio está fundado en la facilidad con que el carbon reduce el óxido de estaño á metal. (*Véase* el proceder 1222).

Usos. Los usos de este son muchos, pues combinado con el cobre en diferentes proporciones forma la aleacion de los cañones y campanas, y combinado con dos veces su peso de plomo compone la soldadura de plomeros. Reducido á hojas delgadas y amalgamado con el mercurio, sirve para azogar los espejos. La hoja de lata no es otra cosa que el palastro ó planchas delgadas de hierro cubiertas con una capa de estaño. Tratado con una mezcla de ácido hidro-clórico, y nítrico se obtiene el hidro-clorato de estaño usado particularmente para dar el color de escarlata. Forma el oro musivo ó bi-sulfuro de estaño. La estañadura ordinaria, es una capa muy delgada de estaño aplicada sobre el cobre. Se ha dicho que el esmeril de estaño se hace calcinándole con el plomo, y que este producto sirve para pulimentar los espejos por la frotacion Tambien sirve el estaño para hacer diferentes vasos é instrumentos. Antiguamente se usaba en medicina haciendo parte del famoso *lilium de Paracelso*, y de la composicion antiética de Poterius ect. Algunos médicos administran todavia sus limaduras finas en dósis de algunas dracmas como vermífugas.

Del cadmio.

143—2° Hermann y Stromeyer parece que descubrieron este metal en 1818.

No se ha encontrado todavia mas que en las minas de zinc, á

saber, en algunas variedades de *calamina* y *blenda* (235, y 523). La calamina le contiene sin duda en óxido, y la blenda en sulfuro, y en uno y otro mineral hay á lo mas algunos centésimos.

Para estraer el cadmio de estos minerales, se principia disolviéndolos en ácido sulfúrico débil, y en seguida se introduce un sobrante de gas hidrógeno sulfurado en la disolucion filtrada y fria. El hidrógeno sulfurado descompone el óxido de cadmio, y se forma agua precipitándose sulfuro de cadmio mezclado ordinariamente con algo de sulfuro de zinc, y á veces de sulfuro de cobre si el mineral contiene este último metal. Recogido y bien lavado el precipitado, se vuelve á disolver al fuego en ácido hidro-clórico líquido, de que resulta por la descomposicion del agua gas hidrógeno sulfurado, que no altera el líquido en razon de la temperatura, é hidrocloratos de cadmio y zinc, que deben evaporarse hasta sequedad para desalojar el ácido escedente, en cuyo caso aguando el residuo, se añade un esceso de carbonato de amoniaco. Esta sal en virtud de su accion, y los hidro-cloratos metálicos, forma un hidro-clorato de amoniaco, y carbonatos de zinc y cadmio; el primero soluble en el carbonato amoniacal, pero no asi el segundo, por lo que filtrando el líquido se obtiene el carbonato de cadmio. Labándole y desecándole se mezcla con algo de aceite y humo de pez, y poniéndole en una retorta de vidrio, al fuego rojo, se reduce al estado metálico, sublimándose al cuello de la retorta de donde se saca para fundirle si se le quiere tener en boton.

Propiedades. El cadmio es tan blanco como el estaño, sin olor, insípido, muy brillante, y susceptible de pulimentarse; mancha los cuerpos por la frotacion; es fácil de mellar con el cuchillo, y de ser limado; y presenta en su superficie una cristalizacion confusa con el aspecto de hojas de helecho cuando se trasforma de líquido en sólido. Sus cristales tienen la forma de octaedros; su contestura es compacta, su ductilidad suficiente para poder reducirle á alambres de pequeño diámetro y obtener

hojas muy delgadas; su densidad es de 8,640 á la temperatura $16^{o}\frac{1}{2}$, y si está batido pesa hasta 8,6944.

Espuesto al calor en una retorta de vidrio se funde antes de enrojecerse, y aun se volatiliza á una temperatura inferior á esta, en un vapor sin olor que se condensa en el cuello del vaso en gotitas brillantes y cristalinas.

Estando frio no esperimenta efecto alguno del gas oxígeno y el aire, secos ó húmedos; pero si se les calienta convenientemente con el contacto de uno de estos gases arde, y produce un óxido que aparece en forma de humo amarillo pardo, siendo el único que puede formar el cadmio.

Hasta ahora no se le ha combinado sino con cuatro combustibles no metálicos que son; el fosfóro, el azufre, el cloro y el iodo; pero se le ha aleado con los mas de los metales.

Es muy probable que descomponga el agua al grado de color candente (128).

Sus usos son nulos por que es muy raro. (*Véase* la memoria de Stromeyer *An. de quím. y fis.*, XI p. 76, y la de Herapath sobre la estraccion del cadmio, *An. de quím. y fis.*, XXI, p. 217).

De los metales de la cuarta seccion.

Son estos los que no descomponen el agua, ni al frio ni al calor; que absorven el gas oxígeno á una temperatura mas ó menos subida, y cuyos óxidos son reducibles por la pila, y diferentes combustibles, y reducibles por el calor. Estos metales se dividen en dos partes: la primera comprende los que pueden formar ácidos, y la segunda los que solo pueden formar óxidos. Los primeros son cinco, el arsénico, el molibdeno, el cromo, el túngsteno, y el colombio. Los segundos son diez, el antimonio, el urano, cerio, cobalto, titano, bismuto, cobre, teluro, niquel, y el plomo. Acaso deberian considerarse varios de estos para formar ácidos, y colocarse por consiguiente, entre los primeros, principalmente el antimonio, el titano, y aun el urano.

Del arsénico.

144 Brandt fue el primero que consideró el arsénico en 1733

como un metal particular. Estudiado despues por Macquer en 1746, Monnet en 1773, Schéele en 1775, Bermann en 1777, y por los químicos modernos, su historia está en el dia completa y deja pocas dudas.

Este metal se conocia en otro tiempo con el nombre de *régulo de arsénico*, y su óxido con el de *arsénico para matar ratones*, y el vulgo distingue aun con estos nombres el *óxido arsenical*.

Propiedades. El arsénico es sólido, de color gris de acero, frágil, brillante, si su fractura es reciente, y empañado si no lo es. Su contestura es granosa y á veces laminar ó escamosa. Frotado entre las manos despide un olor sensible, pero es insípido, y uno de los venenos mas activos. Su peso específico es de 8,308 segun Bermann, y con mas esactitud de 5,959 segun Guibourt (*Diario de medicina*, II, pág. 55).

Esperimentado con un calor de 180°, y á la presion atmosférica se sublima lentamente sin fundirse, y cristaliza en tetaedros. A una temperatura superior á esta, y con la misma presion se sublima tambien sin fundirse, y mas pronto, segun es mayor el grado de calor. Se ve esto llenando de mercurio una campanita corva de vidrio, trasvasando á ella gas azoe, y poniendo algunos fragmentos de arsénico en la parte corva, y al fuego de la lámpara de alcohol (lám. XX fig. 3), el arsénico se volatilizará pronto sin trasmutarse de sólido en líquido, formando una capa metálica muy brillante y con muchos cristalitos; porque el arsénico solo cristaliza con cristales abultados haciendo la esperiencia con 3 ó $3\frac{1}{2}$ onzas en una retorta de arcilla y manejando el fuego con cuidado (9).

El mejor medio de fundir el arsénico parece que es el de calentarle á una presion mayor que la de la atmósfera, y fundido, se le puede colar en barras ú hojas. El grado de su fusion es el mismo que el del teluro, poco mas ó menos.

El arsénico no se combina con el oxígeno y el aire á la tem-

peratura ordinaria, sino cuando estan húmedos (*), y en los dos casos es muy lento su efecto, y produce un protóxido negro. Pero á una temperatura subida la accion mútua de este metal y del oxígeno seco, ó húmedo, es muy fuerte, resultando un deutóxido blanco que se sublima, y desarollo de calórico con aparicion de luz azulada; y el mismo efecto se verifia con el aire, con sola la diferencia de ser menos enérgico, ó por lo menos con muy poca luz; lo que se manifiesta (lám. XX, fig. 3), introduciendo en una campanita corva el gas y el arsénico, y calentándole á la lámpara poco á poco. Por esta razon echando este metal en polvo sobre ascuas se disipa su óxido en forma de vapores blancos y espesos, que es muy peligroso respirar, y despiden un olor de ajo, ó de fósforo, que es lo que da á conocer este metal cuando se tuesta un mineral que le contiene.

El arsénico puede combinarse con el hidrógeno, como el teluro y el potasio, y del mismo modo que las otras sustancias con el fósforo, el azufre, el selenio, el cloro, el iodo, y casi todos los metales.

Pulverizado y puesto en agua, se óxida poco á poco, á causa del oxígeno del aire que hay en ella, la que absorve sucesivamente el óxido, y se disuelve en cantidad suficiente para matar las moscas que la beben.

Estado natural. El arsénico es uno de los metales que se encuentran de cuatro modos en la naturaleza: nativo, en óxido, en combinacion binaria con el azufre y otras varias sustancias metálicas, y en arseniato.

El nativo se asemeja mucho al estraido de las venas arsenicales por sublimacion, con la diferencia de que es menos pesado, pues segun Brisson solo pesa de 5,72 á 5,76. Unas veces se halla en varitas pegadas unas á otras, ó en masas bulbosas

(*) Habiéndose puesto arsénico muy brillante en contacto con gas oxígeno y aire secos, al cabo de 15 dias habia perdido el metal mucho de su brillo, lo que debe atribuirse sin duda á una ligera oxidacion.

de hojas sobrepuestas como las de las conchas, ó en trozos informes de fractura granosa; ordinariamente está en vetas, con las venas de arseniuro, de niquel, de cobalto, de sulfuro de plomo argentífero, y de sulfuro de plata, como se ve particularmente en Francia en Santa Maria de la Minas en forma de conglobaciones gruesas, en Freyberg de Sajonia; en Joachimstal de Bohemia, en Cornualles, en el mineral de plata de Zmeof en Siberia, etc.; pero casi siempre es impuro porque tiene algo de hierro, de antimonio, y á veces plata y oro.

Estraccion. Calcinando el arsénico del comercio se le depura y obtiene en forma de masa cristalina y negruzca. Para lo cual se ponen 7 á 10 onzas de arsénico del comercio en una retorta de arcilla de cuello largo, y fuera del horno de reverbero, y tapándola con un corcho que tenga un agujerito, se la calienta poco á poco hasta el grado de color rojo, y el metal se sublima y condensa amoldándose al cuello de la retorta, mientras que el hierro, y las otras materias que tiene el arsénico quedan en el fondo. Luego que está fria se quiebra el cuello, se recoje el arsénico y se le conserva en frascos de boca ancha llenos de agua purgada de aire y cerrados herméticameute con tapon de cristal, porque si se tapan con corcho el aire penetrará por él, y hará que el arsénico pierda su brillo.

A veces se estrae tambien este metal en los laboratorios del óxido blanco de arsénico, haciendo una parte con este óxido y javon, y calcinándole en el aparato anterior; pero este proceder, de que se hablará mas adelante, es mucho mas largo y menos cómodo que el primero

Usos. Este metal tiene pocos usos, pero aleado con el platino, el estaño, y el cobre sirve para hacer espejos de telescopio; y su polvo puesto en un plato cubierto de agua mata las moscas. Hasta estos últimos tiempos se ha usado para fundir el platino y reducirle á barras, pero parece que no es necesario para este fin. Todo el óxido blanco de arsénico del comercio se obtiene calcinando las venas de cobalto arsenical, en cuyo

caso se quema su arsénico. Por último, tratadas estas venas por el ácido nítrico, se forma el arseniato de cobalto usado á veces en las fábricas de porcelana para hacer un hermoso color azul.

Del molíbdeno.

145 *Propiedades físicas.* No habiéndose logrado hasta ahora sino pequeños granos de este metal aglutinados unos con otros, por ser muy difícil de fundir, no son bien conocidas sus propiedades físicas. Se ignora si tiene gran brillo metálico, cual es á punto fijo su color, y solo se sabe que es sólido, fofo, y quebradizo, ó frágil. Su peso específico segun Hielm es de 7,400, y segun Bucholz de 8,611. (Thomson, tom. 1, pág. 617, traducion francesa).

Historia. Este metal era desconocido antes de 1778, y por consiguiente tambien lo es la composion de la vena de sulfuro de molíbdeno que se llamaba entonces *mineral de plomo.* Cronsted le dió el nombre de molíbdeno con que se le distingue del carbóno de hierro. Qwist fue el primero que trabajó sobre esta especie de mineral (Memorias de Schéele, tom. 1 pág. 240, traduccion francesa), en que descubrió azufre. Schéele lo hizo despues, y dedujo que el molíbdeno se componia de un ácido neutralizado por el azufre (Memorias de Schéele, tomo 1, pág. 236, traduccion *idem*). Bergmann persuadido que este ácido debia ser de naturaleza metálica empeñó á Hielm á que hiciese investigaciones sobre este objeto, quien obtuvo en 1782 el metal supuesto por Bergmann (*Diario de física*, 1789). Pelletier (*idem* 1785), Heyer (*Anales de Crell*, tomo II, 1787), Hatchett (*Transaciones filosóficas* 1796, p. 285), y algunos otros químicos le examinaron de nuevo y estudiaron sus propiedades.

Propiedades químicas. El molíbdeno resiste al fuego de las mejores forjas. Es muy probable que á la temperatura ordinaria no esperimente efecto del gas oxígeno y el aire secos; y se ignora cual puede ser el que producirian estos gases hú-

medos. Enrojeciendo el molibdeno al aire se convierte en un ácido blanco que se sublima; de que se sigue que este metal puede absorver el gas oxígeno, y formarse el ácido á la temperatura del calor rojo.

La esperiencia puede hacerse en un tubo de porcelana por medio de dos vejigas, una de ellas llena de aire ó de gas oxígeno, y otra vacía. Todavia no se ha combinado sino con pocos combustibles, como son el azufre, el fósforo, el cloro y algunos metales.

Estado natural. El molibdeno se encuentra en sulfuro, y combinado con el oxígeno y el plomo el molibdato de plomo. El sulfuro existe en vetas y en montones en los terrenos primitivos, y es bastante comun en los Alpes. El molibdato se ha encontrado particularmente en Bleyberg en la Carintia, y se ha citado en otros varios sitios.

Estraccion y usos. El molibdeno se estrae del sulfuro, porque es un compuesto mas abundante que el molibdato y mas fácil de laborear, por lo cual se hierve con ácido nítrico para trasustanciar el metal en ácido, y se reduce en seguida el ácido molibdico mezclándole con carbon y poniendo la mezcla á un fuego fuerte (1208 y 1209).

Del cromo.

146 Es muy notable este metal por la propiedad que tiene de formar con casi todos los cuerpos combinaciones coloradas de gran uso algunas de ellas en la pintura y la porcelana, que es por lo que se le ha dado el nombre que tiene sacado de una palabra griega que significa *color*.

Historia. Le descubrió Vauquelin en 1793 en el plomo rojo, ó cromato de plomo de Siberia, y él es quien ha dado á conocer lo que se sabe acerca de este metal, Klaproth, Mussin-Puschin (*An. de quím.*, XXXII, XXXIII y XXXIV) Gemelin (*An. de quím.* XXXIV) y Godon (*Anales de química*, LIII) solo repitieron sus esperiencias y añadieron poco ó nada á ellas.

Propiedades. El cromo es sólido, frágil, y de color blanco grísco. Como es muy difícil de fundir no se ha podido obtener sino en una masa porosa, ó pella metálica mal fundida. Se ignora su peso específico. Es tan refractario como el molibdeno, y en virtud de su gran cohesion es probable que á la temperatura ordinaria no le alteren el oxígeno y el aire secos, ni húmedos. Pero al grado de calor rojo absorve el oxígeno y descompone el aire de que resulta un óxido verde, y sin duda con emision de calórico, pero no de luz. La temperatura no permite hacer esta esperiencia en una campana de vidrio, y se hace ordinariamente en un tubo de porcelana por medio de dos vejigas, una llena de oxígeno, y la otra vacía (lám. XXIII, fig. 3), ó una cazuelita de barro espuesta al aire á una temperatura elevada.

El azufre, el fosfóro, y el cloro, son los únicos combustibles que se combinan con el cromo, como un corto número de metales. Los ácidos no le corroen á causa de su mucha cohesion. No obstante, absorve con prontitud el oxígeno si se le calienta en un crisol con potasa ó sosa, en cuyo caso se trasustancia en ácido, resultando un compuesto amarillento que es un verdadero cromato.

Estado natural y estraccion. El cromo solo se encuentra en cromato y óxido, puro á veces ó mezclado con el de hierro que es lo mas comun. Se estrae del óxido de cromo, calcinado con el carbon á una temperatura muy elevada, y es muy difícil trabajar, por lo que no se prepara, sino en cortas cantidades, y no tiene usos (1208).

Del túngsteno.

147 *Historia.* Schéele analizó en 1781 un mineral llamado *túngsteno* ó *piedra pesada*, y de sus investigaciones infirió que se componia de cal y un ácido. Bergmann consideró á este, como de calidad metálica pero aclararon esta opinion los hermanos D'Elhuyart, que descubrieron este metal.

Propiedades. El túngsteno es sólido, muy duro, al que apenas mella la lima, es frágil, brillante, de color blanco grísco

como el hierro, y tan difícil de fundir como el molíbdeno; de suerte que no se ha podido obtener hasta ahora un boton bien fundido. Segun L'Elhuyart el peso específico del túngsteno es de 17,6.

Resiste al fuego de las mejores forjas, y á la temperatura ordinaria no esperimenta efecto del oxígeno y el aire secos, y se ignora cual seria estando húmedos. Si se le calienta al calor rojo y al aire se oxida y se vuelve pardo, de que se infiere que absorve el oxígeno á una temperatura subida. Puede hacerse la esperiencia segun se ha indicado (131). Son pocos los combustibles con que se ha podido combinar.

Estado natural, estraccion y usos. El túngsteno se halla en la naturaleza en túngstato de cal y túngstato de hierro. El de cal es poco comun; el de hierro es mas abundante, y los dos se encuentran ordinariamente con las venas de estaño. Se estrae este metal del túngstato de hierro cuya operacion se hace solamente en los laboratorios para estudiar sus propiedades; y no tiene usos.

Del colombio.

148 *Historia.* El colombio, que recuerda el nombre de Cristobal Colon, se descubrió en 1801 por Hatchett en un mineral de América (*Anales de química*, tomos XLI, XLII y XLIV); pero poco despues Ekeberg le halló en minerales de Suecia, y pareciéndole distinto de los conocidos hasta entonces le dió el nombre de tántalo, (*Anales de química*, XLIII y LVIII), por cuya razon se han considerado por algunos años como dos metales diferentes el colombio y el tántalo, pero Wollaston probó en 1809, que eran idénticos (*Anales de química*, tomo LXXVI). Gahn, Berzelius y Eggertz han examinado particularmente este metal (*Anales de química y física*, tom. III, pág. 140); como últimamente lo ha hecho Berzelius por segunda vez (*idem* XXIX, 303).

Estado natural. El colombio solo se encuentra en ácido combinado con algo de óxido de hierro y de manganeso, ó con el de itrio, ó la itria, minerales que son muy raros (566).

Preparacion. El colombio se obtiene calentando en un tubo, una mezcla de fluo-colombiato de potasa, y potasio, segun se hizo para el silicio, y la mezcla se enciende produciéndose fluato de potasa, y el colombio se reduce. Echando en seguida agua en la mezcla, el fluato se disuelve exhalándose gas hidrógeno originado de un sobrante de potasio y se precipita un polvo negro y pesado que es el colombio. Si se calienta el ácido colómbico con el carbon solo resulta comunmente un protóxido.

El colombio es negro. Secándole y bruñéndole adquiere brillo, y un color gris de hierro: no conduce el fluido eléctrico y esto es acaso porque no es compacto ni muy puro, pues su sulfuro es conductor de este fluido. El fuego mas violento de la forja no le funde: el oxígeno y el aire secos no le alteran á la temperatura ordinaria; pero calentándole al aire se abrasa antes de la temperatura del fuego rojo, se enciende rápidamente, y se trasustancia del todo en ácido colómbico.

Forma con el oxígeno dos combinaciones, una la de este ácido, y otra la de un óxido.

Se combina fácilmente con el azufre y el cloro, calentándole entre el vapor de azufre ó el cloro gaseoso, lo que se efectua con desarrollo de luz y produciéndose un sulfuro ó cloruro.

Parece que se alea fácilmente con varios metales. Los ácidos hidro-fluórico é hidro-fluo-nítrico son los únicos que le corroen y disuelven bien, exhalando el primero hidrógeno, y el segundo deutóxido de azoe; y este segundo es el que mejor le disuelve.

Calcinándole fuertemente con la potasa y la sosa en un crisol destapado, se trasustancia en ácido, produciéndose un colombiato alcalino.

Del antimonio.

149 *Historia.* No está bien averiguada la época del descubrimiento de este metal; pero parece que Basilio Valentin fue el primero que descubrió el modo de obtenerle en una obra publicada en el siglo quinze con el título de *Currus triumphalis, antimonii.* El antimonio es uno de los metales que mas han

ejercitado la infatigable paciencia de los alquimistas; y son pocos los químicos que no se han ocupado de él, lo que ha motivado una multitud de disertaciones y de preparaciones como el emético, y el kérmes, que son dos de los mejores compuestos de la medicina. Antiguamente se conocia el antimonio con el nombre de *régulo* de *antimonio*: *stibium*; y el nombre de *antimonio crudo* se daba á su combinacion con el azufre.

Propiedades. Es sólido blanco azulado muy brillante muy frágil, fácil de pulverizar, y frotado entre los dedos les comunica un olor bien perceptible. Su contestura es laminar, y puede cristalizar en cubos. Su peso específico es de 6,7021. El antimonio empieza á fundirse á un grado inferior al del color rojo; por lo que se le puede fundir en toda clase de crisoles de tierra. Dejándole enfriar poco á poco cuando está fundido se consolida en un boton de superficie cristalizada con unas hojas que los químicos antiguos comparaban á las del helecho, lo que se advierte en todos los panes de antimonio del comercio. Este metal no es volátil ó á lo menos no se volatiliza en una retorta de arcilla, sino con un tubo en su boca, que impide la entrada del aire, se pone en un horno de reververo, cuyo fuego se aumenta con un cañon de hierro de una vara colocado en la parte superior, y á las dos horas de fuego el metal no se ha volatilizado, y á lo mas solo se hallan algunos granos en la comba de la retorta, lo que es fácil de esplicar en virtud de la nota (130).

A la temperatura ordinaria no obra en el oxígeno y aire secos, ni húmedos, aunque es probable que se oxide algo, porque pierde en parte su brillo con el contacto del aire.

A una temperatura subida absorve fácilmente el oxígeno, resultando un óxido muy blanco y desarrollo de calórico y luz. Esta esperiencia puede hacerse en una campanita corva en el mercurio (lám. XX, fig. 3.), pero es necesario calentarla hasta el grado de calor rojo oscuro. Puede tambien por este medio descomponerse el aire con tal que se agite el antimonio con un alambre de hierro, y la combustion se verifica sin apa-

ricion de luz, y no es viva sino cuando el antimonio esté candente, y se renueva el aire de la campana. Esta combustion se hace fácilmente enrojeciendo mucho algunas dracmas de este metal en un crisolito, y variándole desde la altura de 51 á 65 pulgadas sobre un ladrillo ó mesa; en cuyo caso el antimonio se desparrama en una multitud de perdigones de fuego que salen de un centro comun y arden vivamente al atravesar el aire, y esparciendo mucho vapor de óxido de antimonio se consolidan. Es necesario hacer la esperiencia con una ó tres dracmas de antimonio solamente, y colocarse en un parage algo levantado del suelo adonde no alcanzen los perdigones candentes. Se hace el óxido conocido antiguamente con el nombre de *flores de antimonio* (536); calcinando este metal en un crisol que se tapa con otro puesto boca á bajo, y en el cual se recoge el óxido que se forma y volatiliza en vapores.

Cinco de los nueve combustibles no metálicos, á saber, fósforo, azufre, selenio, cloro, y iodo, se combinan con el antimonio, y parece que puede alearse con los mas de los metales.

Estado natural. El antimonio existe de cuatro modos: 1° nativo; 2° en óxido; 3° con mucha frecuencia en sulfuro; 4° muy rara vez en óxido sulfurado.

El nativo se encuentra principalmente en Andréasberg, en Artz; y segun Klaproth contiene 0,01 de plata y algunos átomos de hierro; y se halla generalmente junto con el cuarzo y sub-carbonato de cal. Tambien le hay en Allemont cerca de Grenoble (Shreiber), y en Shalberg en Suecia (*Shwab*).

Estraccion. Se estrae del sulfuro antimonial. Esta estraccion se hace en grande (1231), y el antimonio que procede de ella se vende en el comercio en forma de panes, que presentan de una manera bien marcada en la superficie, las figuras de que se ha hablado anteriormente.

Usos. Se usa este metal en las artes para hacer los caractéres de imprenta, aleándole con cuatro partes de plomo. Sirve en farmacia para preparar; 1° la manteca ó cloruro de anti-

monio; 2° el óxido antimonial conocido antes con el nombre: *flores de antímonio*; 3° al antimonio diaforético ó antimonito de potasa.

Las píldoras perpétuas, usadas antes como purgantes y aun como vomitivo, eran unas bolitas de antimonio que salian del cuerpo como habian entrado; y á veces se tomaba en lugar de ellas, un poco de vino blanco conservado por algun tiempo en tazas ó vasos de antimonio, que agriándose disolvia poco á poco con el contacto del aire, una porcion de óxido de antimonio.

Tambien hace parte el antimonio de la composicion del emético, del Kérmes, del azufre dorado, del fundente de Rotrou, del vidrio de antimonio, del *crocus metallorum*, ó azafran de los metales, del hígado de antimonio, y de otros varios medicamentos, que no tienen uso alguno en la actualidad. (*Véase* la tabla por orden alfabético).

Del urano.

150 *Historia.* El urano, nombre derivado del planeta *Uranus*, fue descubierto por Klaproth en 1789, en un mineral llamado *pech blenda*. Este mineral, que es negruzco, y se encuentra en la mina de Jorje Wagsfort en Johann-Georgen-Stadt en Sajonia, se habia considerado como una vena de zinc, de hierro, ó de túngsteno. Todo lo que se sabe acerca de las propiedades de este metal particular se debe á Klaproth y Bucholz. (*Veánse*, las memorias de Klaproth, tom. II, y los *An. de quím.* tom. LVI).

Estado natural, estraccion, etc. El urano se encuentra en pequeña cantidad en la naturaleza, en protóxido y fosfato de peróxido.

Estos óxidos se reduden, segun se indicó respecto á los de las cuatro últimas secciones, y acaba de efectuar con éxito Arfwedson, purificándolos y calcinándolos mucho con carbon, ó calentándolos en un tubo lleno de gas hidrógeno. La esperiencia se hizo al principio con el protóxido que se descompuso tan rápidamente con el calor de la lámpara de espíritu de vino, que la materia se encendió y resultó un polvo metálico pardo oscuro; y repitiéndola despues con el mismo hidrógeno, y un

cloruro doble de potasio y urano, el gas hidrógeno se combinó con el cloro, y lavando el producto con agua, se obtuvieron cristales pequeños. Estos se examinaron con el microscopio, y eran octaedros casi regulares, con caras de gran brillo metálico; y algunos trasparentes por los cantos, y de color pardo rojizo, que se conserva aun cuando se pulverize.

Si en vez de reducir el urano con el hidrógeno, se le reduce con el carbon, se obtiene un sólido poroso, de color gris oscuro, brillante, quebradizo, que mella fácilmente la lima y cuya densidad es de 8,10, segun Klaproth, ó 9,000 segun Bucholz. No se puede asegurar que en este caso sea pura, asi como es imposible que no lo sea en otro.

El urano apenas se funde al fuego mas fuerte de forja; no obra en el gas oxígeno, ni en el aire seco á la temperatura ordinaria, como tampoco, al parecer, en estos gases húmedos. Si se le calienta al fuego rojo y el aire en una cazuelita se abrasa y trasustancia en un óxido verde.

No se ha combinado hasta ahora con los combustibles, y no tiene usos.

Del cerio.

151 *Historia.* El cerio es uno de los metales descubiertos recientemente, es decir en 1804, y fue el primer fruto de los numerosos trabajos de Berzelius, quien le encontró con Hisinger examinando la cerita (*Anales de química*, tom. L, pág. 145). Las esperiencias de los químicos suecos sobre este metal, se han repetido por Klaproth y Vauquelin, quienes las han variado y aumentado (*An. de hist. nat.* tom. V, pág. 405, y *An. de quim.*, LIV, 28).

Propiedades. Es sólido, muy quebradizo, laminar, y de color blanco grísco. No se conoce su peso específico, sin duda porque es muy difícil obtenerle fundido en boton.

Aunque se le sublima en pequeñas porciones es casi infusible; y es muy probable que á la temperatura ordinaria no esperimente efecto alguno del gas oxígeno y el aire secos, y se ignora

si le tiene con los húmedos. Pero si se le calienta hasta el calor rojo al aire libre, se oxida y se vuelve blanco; de que se infiere que absorve el oxígeno á una temperatura elevada.

Hasta ahora solo se ha combinado con el azufre, el cloro, y algunos metales.

Estado natural. El cerio solo se ha encontrado combinado; 1° con la sílice y el óxido de hierro, en la mina de cobre de Bastnaes, en Riddarytha en Suecia; 2° En estas dos sustancias, la cal y la alúmina, en la Groenlandia; 3° con el ácido fluórico, y con este y la itria en las inmediaciones de Fahlun. El primero de estos compuestos es el que se conoce con el nombre de *cerita.*

Estraccion. El cerio no se estrae sino para estudiar sus propiedades, lo que se hace con su oxído purificado y el carbon, á una temperatura elevada (1208). Este metal no tiene usos.

Del cobalto.

152 *Historia.* Aunque el mineral de este metal servia ya en el siglo quinze para azular el vidrio, parece que no se ha sabido que contenia un metal particular hasta el año de 1773, cuyo descubrimiento se debió á Brandt. Las investigaciones mas notables que se han hecho sobre este metal en diferentes épocas son las de Lehman en 1762, de Bergmann en 1780, de Tassaert en 1798, (*An. de quím.* tom. XXVIII), de Vauquelin en 1800. (*Diario de minas*), y las de Pronst. (*Diario de fís.* tom. LXIV), y de Lauguier. (*An. de quím. y fís.* tom. IX, pág. 267).

Propiedades. El cobalto es sólido, duro y quebradizo; algunos pretenden que es dúctil cuando está caliente; su contestura es granosa, fina y compacta; es menos blanco que el estaño, y pesa específicamente 8,5384. Todavia no se ha obtenido cristalizado por ser muy difícil de fundir; es magnético aunque en menor grado que el hierro.

Funde al mismo grado de fuego que el hierro poco mas ó

menos, ó á 130° del pirométro de Wedgwood. No es vólatil, y á la temperatura ordinaria, no obra en él gas oxígeno ni el aire secos, y se ignora si lo hace en estos gases húmedos. Se combina con el oxígeno, y del mismo modo con el aire á una temperatura elevada, resultando un óxido con desarrollo de calor. La esperiencia se ha de hacer segun se ha dicho (131); pero téngase presente, que si está en masa porosa ó procedente de la reducion del óxido de cobalto, mediante el hidrógeno se abrasa segun Gustavo-Magnus (pág. 192). No se ha combinado este metal hasta ahora, sino con el fósforo, el azufre, el cloro, el selenio, y algunos metales.

Estado natural. Se encuentra de tres modos en la naturaleza, en óxido, en sulfato y arseniato, combinado con otros varios combustibles y particularmente el arsénico y el azufre. Estos últimos se componen, segun Stromeyer, como sigue:

Cobalto gris de Skulternd.

Cuya densidad á 10° = 6,232.

Arsénico	43,47
Cobalto	33,10
Hierro	3,23
Azufre	20,8
	99,88

Cobalto arsenical de Riegelsdorf.

Cuya densidad es á 10° = 6,449

Arsénico	74,22
Cobalto	20,31
Hierro	3,42
Azufre	0,89
Cobre	0,16
	99,00

Ó DE OTRO MODO.

Sulfuro de cobalto	49,39
Per-sulfuro de hierro	7,03
Arsénico	43,46
	99,88

Arsénico de cobalto	51,70
Arsénico de hierro	9,17
Per-sulfuro de hierro	1,55
Sulfuro de cobre	0,20
Arsénico	36,38
	99,00

El de Tunaberg es semejante al de Skutterud, segun este mismo químico (*An. de quím. fís.*, tom. VIII, pág. 80).

Estraccion. Se estrae principalmente este metal de la primera vena por ser la mas rica, la mas pura, y la mas fácil de beneficiar, calcinando su óxido con el carbon, ó reduciéndole

con el gas hidrógeno, ó calentando á un grado elevado de calor el oxálato de cobalto en vasos cerrados (1208).

Usos. No tiene usos; varios de sus compuestos los tienen muy importantes, tales son particularmente el óxido y el arseniato de cobalto, que sirven para azular las porcelanas, y el vidrio, y para preparar el azul, y el azul de cobalto propiamente tal.

Del titano

153 *Historia.* Gregor religioso de Menakan en Cornualles analizó hácia el año de 1781 un fósil arenisco en grano, de un color gris, y de sus esperiencias dedujo, que este fósil que encontró en el valle de la parroquia de Menakan, se componia de hierro y óxido de un metal nuevo, al cual Kirwan dió el nombre de *menakino* (*Memorias de química* de Klaproth, tom. II, pág. 70, trad. francesa. (*Diario de física*, tom. XL, págs. 72 y 152). Aunque las esperiencias de Gregor eran esactas, parece que llamaron poco la atencion hasta el año de 1797 en que las repitió Klaproth, quien confirmó los anteriores resultados, manifestando ademas que el menakino era el mismo metal que habia encontrado en 1795 en el Schorl rojo de Hungria, al que dió el nombre de titano. (*Memorias* de Klaproth, tom. II, trad. francesa). Este es el nombre que ha quedado al metal, y el honor de su descubrimiento al sabio religioso Gregor. A este, Klaproth, Vauquelin, y Hecht. (*Diario de minas*, núm. XV), se debe casi todo lo que se sabe acerca de este metal.

Estado natural. Este metal solo se ha hallado en óxido que rara vez es puro, y casi siempre está combinado con los óxidos de hierro y manganeso, ó con la sílice y la cal. Se hallan venas de titano en muchos parajes; pero en ninguno son bastante ricas (544).

Estraccion. Este metal se obtiene calentando fuertemente con carbon el óxido, y separándole antes de las materias con que suele estar mezclado (1208).

Este óxido se reduce accidentalmente en los hornos altos,

y así Wollaston descubrió el titano metálico en las escorias de las funderías de Merthyr-Tydvill país de Gales. Este metal estaba en cubos pequeños de brillo de cobre oscuro, y era muy duro, de una densidad de 5,3. Los ácidos no le corroen, etc. Parece que veinte años antes se observaron cristales semejantes y estos en una escoria de las funderías de Clyde en Escocia, que se encontraron tambien en las de Low-Moor cerca Bradford en el condado de Iorkshire: en las de Pidding cerca de Alfreton, en el condado de Derbyshire, y en Ponty-Pool en el Monmouthshire pero no se averiguó entonces la naturaleza de estos cristales (*Anales de química y de física*, tomo xxv, pág. 415).

El titano solo se conocia antes de la observacion de Wollaston en forma de películas friables, y de un rojo mas intenso que el del cobre. Es infusible, ó por mejor decir, resiste al fuego de las mejores forjas.

El gas oxígeno y el aire secos no alteran este metal á la temperatura ordinaria, y se ignora si lo hacen estos gases húmedos; pero calentando con el fuego rojo y el aire, se oxida y azulea, lo que prueba que puede absorver el oxígeno á una temperatura subida.

No se ha combinado hasta ahora con los combustibles simples no metálicos, y solo sí con algunos metales. Ningun ácido le corroe, pero calcinándole en un crisol con la potasa y la sosa se oxida fácilmente, formándose entonces un compuesto de óxido de titano y álcali; lo que procede sin duda de que la combinacion de este metal con el oxígeno hace mas bien veces de ácido, que de oxido.

Este metal no tiene usos.

Del bismuto.

154 *Historia.* Se duda quien descubrió el bismuto, y solo se sabe que fue hácia 1520, por que se habla de este metal en un tratado de Agrícola publicado en aquella época. Geoffroy el jóven fue el primero que en 1753 publicó en las memorias de la Academia, un tratado sobre este metal, bastante completo. Las in-

vestigaciones hechas despues solo han tenido por objeto aclarar algunos puntos de su historia. Antiguamente se designaba este metal con el nombre de *estaño de espejos*.

Propiedades. Es sólido, de color blanco amarillento, muy frágil, y por consiguiente fácil de pulverizar, su contestura es laminar y cristaliza con mas facilidad y regularidad que los demas metales, y en forma de cubos colocados ordinariamente de manera que hacen una pirámide cuadrángular vuelta hácia abajo, con lados en forma de *escalera*. Es necesario que sea muy puro, y sobre todo que no contenga arsénico, para lograr esta cristalizacion (*). Su peso específico es de 9,822.

El bismuto se funde fácilmente y parece que es á 256°. Algunos químicos le han tenido por volátil, pero no lo es en realidad, y aunque se le someta á un fuego fuerte en una retorta de arcilla, no se hallan rastros de él en su cuello.

A la temperatura ordinaria no obra en el oxígeno y aire secos, y sí algo en estos gases húmedos, porque pierde su brillo como el antimonio.

Absorve fácilmente el oxígeno á una temperatura elevada, y esto empieza á efectuarse así que empieza á fundir, resultando un óxido gris amarillento muy fusible con emision de calor y algo de luz, si la temperatura se aproxima á la del calor rojo pardo. Se puede hacer la esperiencia, á lo que parece, en una campana corva (lám. XX fig. 3); pero no se ha de operar en el mercurio que se alearia con el bismuto, é impediria que se volatilizase, y sí sobre el agua que se desviaria de la superficie del metal al primer grado de calor.

Este metal esperimenta del aire, á una temperatura elevada, el mismo efecto que del oxígeno, pero no tan fuerte, aun-

(*) El bismuto del comercio contiene á veces arsénico, lo que puede conocerse en que el metal está cristalizado en forma de hojas, y particularmente en que no se disuelve del todo en un sobrante de ácido nítrico; ó bien en que da lugar á un precipitado blanco insoluble, de arseniato de bismuto cuando se trata al calor por este ácido.

que hecha la esperiencia en un crisol puesto á un fuego intenso se verifica la oxidacion con aparicion de algo de luz azulada. En estecaso se forma un óxido amarillo que se volatiliza en vapores muy espesos.

Los mas de los metales pueden alearse con el bismuto y hasta ahora no se ha combinado con mas combustibles simples no metálicos, que con el fósforo, el azufre, el selenio, el cloro, y el iodo.

Estado natural. Se encuentra de tres modos este metal; 1° nativo; 2° en óxido; 3° combinado á un tiempo con el azufre y varios metales.

El bismuto nativo es muy raro, y el que se considera como tal, casi siempre contiene arsénico. Le hay aleado ó puro en Francia en las minas de Bretaña; en el valle d'Ossan en los Pirineos; en Freyberg en Schréeberg de Sajonia; en Toachimsthal de Bohemia; en Wittichen de Suabia, cerca de Loos y de Lofasen, en Suecia, etc.

Usos. Los usos del bismuto son pocos, pues apenas sirve mas que para fabricarel afeite blanco, ó sub-nitrato de bismuto. Las minas de plata y cobalto de que se estrae todo el bismuto del comercio, no suministran mas que 10,867 libras al año.

Del cobre.

155 *Historia y usos.* Este metal, conocido como el hierro desde la mas remota antigüedad, es despues de este, el mas útil por sus usos, pues con él se hacen varios utensilios, calderas, cazerolas, baños, tubos, etc., y laminado sirve para forrar los navios. Aleado con el zinc en la proporcion de 75 á 25 forma el laton ó cobre amarillo, y con el estaño el metal de los cañones y campanas. Calcinándole con el azufre se hace sulfato de cobre del comercio; y es uno de los signos representativos de todos los productos de la industria. La moneda de cobre, es solo de este metal puro, y las otras se componen de plata, oro y cobre. Entra tambien en la composicion

de todos los utensilios, vasos y alhajas de oro y plata, porque estos metales puros son muy blandos y perderian pronto las formas que reciben del arte, y aleados al cobre adquieren dureza y las conservan.

Propiedades. Entre los antiguos químicos se designaba este metal con el nombre de *Venus*, y es sólido, rojo, amarillento, muy brillante; comunica á la llama un color verde, y frotado despide un olor particular: es el mas sonoro de todos los metales y uno de los mas dúctiles, pues se hacen con él, láminas muy delgadas y alambres de un diámetro muy pequeño. Su tenacidad es inferior á la de hierro, y mayor que la del platino, la plata, el oro, etc. El peso específico del cobre fundido es de 8,895, y aun no se le ha cristalizado.

El cobre funde á 27° del pirómetro de Wedgwood, lo que se efectua en un horno ordinario de reververo sobre el que se pone un cañon del hierro de 1 $\frac{1}{2}$ á 2 varas de altura. No es volátil.

A la temperatura ordinaria no obra en el óxigeno y el aire secos, y algo cuando estan húmedos, oxidándose entonces con uno y otro. Con el primero se cubre de una costra de óxido, y con el segundo de carbonato, siempre que el aire se renueve (131); de lo que son buena prueba las estátuas de bronze espuestas al aire.

El calor favorece singularmente su oxidacion, y absorve el oxígeno antes de enrojecer, resultando un óxido pardo, lo que se efectua con el aire aunque no con la misma intensidad. Estas esperiencias pueden hacerse en un tubo de porcelana mediante dos vejigas, aunque la oxidacion al aire es preferible hacerla en una cazuela de barro, con tal que no quiera recogerse el residuo de gas azoe. La llama puesta en contacto con este metal, adquiere un color verde al tiempo que él se trasustancia en óxido.

El cobre puede alearse con los mas de los metales; y de los combustibles no metálicos, solo con el fósforo, el azufre, el selenio, el cloro, y el iodo.

Estado natural. Se encuentra en la naturaleza de cuatro modos, nativo, en óxido, combinado con los combustibles particularmente con el azufre, y en sulfato, carbonato, arseniato, y fosfato.

El nativo se halla raras veces en cristales sueltos, y al contrario, muy á menudo enagrupados confusamente formando masas dendríticas, y tambien en masitas bulbosas ó irregulares encajadas en diferentes veneros, y en láminas delgadas á la superficie de varios minerales.

Este metal es mas ó menos abundante en casi todas las venas de cobre, y se reproduce con frecuencia por la descomposicion natural de algunos minerales. Hay minas de él, en Vaygorry (Pirineos) y en Saint-Bel cerca de Leon de Francia, en Cornualles; en Sajonia, Hungria, Suecia, y particularmente en Siberia, donde es mas abundante y se encuentra en masas mas considerables que en otras partes.

Estraccion. Todo el cobre que necesitan las artes se estrae del sulfuro, del óxido, del carbonato, y del nativo. Este último solo necesita fundirse, y el óxido y el carbonato calcinarse con el carbon. En cuanto al sulfuro es necesario tostarle para quemar el azufre y óxidar el metal, que trasustanciado en óxido, se beneficia como el natural (1235).

Del teluro.

156 *Historia.* Muller de Reichentein fue el primero que creyó reconocer un nuevo metal, analizando los minerales de oro de Transilvania. Sus investigaciones se publicaron en 1782 en las Memorias de física de los amigos reunidos en Viena, pero Born que las dió á luz, temiendo haberse equivocado, rogó á Bergmann repitiese su análisis, lo que hizo este químico de Upsal, con una cantidad tan pequeña de mineral que no pudo asentar su parecer. Entonces Muller recogió nueva porcion que remitió á Klaproth, quien comprobó la esactitud de los resultados de Muller, dando al nuevo metal el nombre

de *teluro*. El descubrimiento se anunció por Muller, y confirmó Klaproth, y los dos son los que nos han dado á conocer sus propiedades. Sus esperiencias se han repetido por diferentes químicos, y en Francia por Vauquelin. (*Memorias* de Klaproth, tomo II pág. 175, trad. francesa).

Propiedades. El teluro es sólido, brillante, muy quebradizo y fácil de pulverizar, su color es un medio entre los del estaño y antimonio; su contestura es láminar, y su peso específico de 6,115.

Es algo menos fusible que el plomo, y se cubre de agujitas al trasformarse de líquido en sólido. Si se le somete á un calor mayor que el necesario para fundirse y hierve, se volatiza y condensa en gotas. Llénese de mercurio una campanita corva de vidrio, introdúzcase en ella gas hidrógeno ó azoe, y en seguida el teluro á través del mercurio, caliéntese el metal con la lámpara de alcohol; y á poco tiempo se observarán todos los fenómenos acabados de anunciar, (lám. XX, fig. 3).

A la temperatura ordinaria no obra en el oxigeno y aire secos, y en contacto con estos gases húmedos á la misma temperatura, probablemente pierde su brillo empañándose y oxidándose algo, al cabo de algunos dias (131).

Mediante el calor se observa que obra con actividad en el oxigeno, para lo que basta poner este gas en la campana corva en lugar del azoe, y se verá que el metal arde vivamente, originándose un óxido blanco volátil. En él mismo, la accion del aire es tambien fuerte, y si se pone el teluro en el hueco de un carbon y á la llama de soplete, resultará una combustion tan viva por la renovacion del aire y la elevacion de temperatura que habrá como una especie de detonacion, y al mismo tiempo aparecerá el óxido en vapores blancos que despedirán un olor semejante al del rábano negro.

El teluro se alea fácilmente con los mas de los metales, asi como se combina con el hidrógeno, el azufre, el selenio, el cloro, el fósforo, y probablemente el iodo; pero hasta ahora

no se conoce ningun compuesto de este metal con el boro, el carbóno y el azoe.

Estado natural. Este metal se ha encontrado hasta aquí combinado ó mezclado con otros; y asi está en seis minerales diferentes que contiene sobre 100 partes; el 1º, 92,55 de teluro, 7,20 ó 25 de oro; el 2º, 60 de teluro, 30 de oro, 10 de plata; el 3º, 44,75 de teluro, 26,75 de oro, 19,50 de plomo, 8,50 de plata, 0,50 de azufre; el 4º, 32,20 de teluro, 54 de plomo, 9 de oro, 1,30 de cobre, 3 de azufre, 0,50 de plata; el 5º, conocido en Alemania con el nombre de plata molibdica solo se compone de teluro y bismuto; el 6º contiene ademas de estos dos metales el selenio, que parece se halla tambien en algunos de los anteriores.

Todos estos compuestos ó mezclas, se distinguen mineralógicamente unos de otros por su brillo, su color, y naturaleza. Todos se encuentran en las vetas de plata auríferas de Transilvania, en Nagyag, Zalathna-Offenbanya. La variedad *bismútica*, proviene de Deuchtpilsen (ó Borsiny) hácia las orillas del Danubio en Hungria; la que contiene el bismuto y el selenio viene de Tellemarken en Noruega: tambien se ha anunciado teluro en el Konnektikut.

Estraccion y usos. El teluro se estrae trasustanciándole en óxido, separando á este de las materias estrañas con que esté mezclado, y calcinándole un poco en un crisol ó una retorta con carbon (1210). Como este metal no tiene uso alguno, y sus venas son raras, nunca le hay en grandes cantidades.

Del niquel.

157 *Historia.* Aunque Cronstedt anunció de 1751 á 1754, la existencia del niquel en el mineral llamado por los mineros *Kupfernikel*, ó *cobre falso*, nombre que tiene aun en el comercio, y que es un arseniuro de niquel mezclado con hierro y cobalto, combinados ordinariamente con el arsénico ó azufre, no se consideró como distinto de los otros metales hasta 1775. Varios químicos afirmaban entonces que era una

aleacion de cobre y hierro, y esta opinion errónea se destruyó por Bergmann en su examen del Kupfernikel. (Bergmann, tomo II, pág. 231), de suerte que este químico contribuyó en parte al descubrimiento de este metal, y sus investigaciones aclararon mucho su historia y prepararon las he has despues con el mismo objeto por Vauquelin, Proust, Bucholz, Richter, Tupputi, Laugier, etc. (*Ana de quím.*, tomo, LIII, pág. 107 y 164; LV, 137; LX, 260; LXXVIII, 183, *Diaro de física*, LVIII, y LXIV; *An. de quím. y fisis*, IX, 267).

Propiedades. El niquel es sólido, un poco menos blanco que la plata, y muy dúctil, de suerte que se le puede laminar y pasar á la hilera (Richter). Su peso específico es de 8,666 cuando está forjado, y de 8,279 cuando no está mas que fundido. Posee la virtud magnética en sumo grado, pero menos que el hierro, y hasta ahora no se ha obtenido cristalizado.

Es tan difícil de fundir como el manganeso, y sin embargo se volatiliza en parte cuando se le reduce á metal y á punto que se pegan á la tapa del crisol algunos granos. A la temperatura ordinaria no esperimenta efecto alguno del oxigéno y aire secos, y es probable que se oxide poco con estos gases húmedos (131).

A una temperatura de calor rojo absorve rápidamente el oxígeno con emision de calor, y resulta un óxido verde, y lo mismo sucede con el aire aun que la accion es menos fuerte.

Estas propiedades se comprueban fácilmente en un tubo de porcelana por medio de dos vejigas, etc. (131).

Las combinaciones del niquel con el fósforo, el azufre, y el cloro se hacen fácilmente; y es muy probable que sea lo mismo con el iodo, y los mas de los metales; parece que se combina tambien con el carbóno; pero se ha intentado en vano combinarle con el hidrógeno, el boro y el azoe.

Estado natural. El niquel solo se ha encontrado en óxido, arseniuro, y arseniato. El arseniuro está mezclado frecuentemente con hierro, cobalto, y cobre, los que lo estan tam-

bien con el arsénico ó el azufre. Los dos primeros son raros y el último mas abundante.

Berthier analizando el niquel arsenical de Allemont ha obtenido 39,94 de niquel; 48,80 de arsénico; 0,16 de cobalto; 8,00 de antimonio; 2,00 de azufre, y vestigios de hierro y de manganeso, de que se infiere, que este mineral puede considerarse como compuesto de 88,55 de arseniuro de niquel, 0,35, de arseniuro de cobalto, y 10,00 de sulfuro de antimonio (*Ana. de minas*, VI, 467; *An. de quím. y de fis.* XIII, 52).

Estraccion y usos. El niquel se estrae de su combinacion con el arsénico etc.; reduciéndole primeramente á óxido, purificando este y tratándole al calor rojo por el gas hidrógeno. Tambien se puede obtener calcinando su oxálato ó su óxido solo con el carbon á una temperatura muy elevada (1209—2°).

Este metal no tiene usos. Acaso se debiera haber colocado en la quinta seccion, porque el óxido es reducible á una temperatura subida. Quizá debe atribuirse esto al gas hidrógeno carbonado que puede penetrar en el crisol. Asi es de creer, y tanto mas cuanto que no se ha podido reducir en un pequeño estuche de porcelana perfectamente cerrado.

Del plomo.

158 *Historia.* El plomo ha sido objeto de muchas investigaciones; se conoce desde la mas remota antigüedad; está generalmente esparcido en la naturaleza; es fácil de estraer de sus venas, y se presta tambien con facilidad á toda suerte de formas, habiéndole probado de mil modos los alquimistas con la esperanza de trasformarle en plata. Los fabricantes y artistas han procurado sacar partido de la grande facilidad con que se trabaja. Casi todos los químicos han estudiado sus propiedades, y en algunas obras antiguas se le designa con el nombre de *Saturno*.

Propiedades. El plomo es sólido, blanco azulado, y brillante. Frotado entre las manos las comunica un olor perceptible. Es uno de los metales mas blandos por lo que no es sonoro, y le rayan todos los demas cuerpos, y aun la uña, y puede servir para escribir en el papel. Es muy maleable, y se lamina mejor que pasa á la hilera. Su tenacidad es poco considerable, y su densidad es de 11,352. Todavia no se ha logrado en cristales regulares.

Despues del mercurio, el potasio, el sodio, el estaño y el bismuto, es el metal mas fusible: se verifica su fusion á 260° de calor, y no es volátil de un modo perceptible.

A la temperatura ordinaria no esperimenta efecto del oxígeno y aire secos, y es muy lento si estan húmedos; pierde su brillo por el contacto con el primero, y su superficie se cubre poco á poco de una costra de óxido; y con el segundo se forma tambien un óxido que se trasustancia insensiblemente en carbonato, si el aire puede renovarse (131). Obra con mucha mas eficacia en estos dos gases mediante el calor, y la oxidacion principia á manifestarse luego que está fundido. Poniendo plomo en una cazuela de barro sobre un cilindro de tierra en un horno, calentando este poco á poco hasta el calor rojo oscuro, y arrimando de cuando en cuando á los bordes el óxido formado á la superficie del baño metálico, se oxidan fácilmente 8^{drac},3 de plomo en pocas horas. El óxido será amarillo, y calcinándole otra vez absorve nueva cantidad de oxígeno, y se vuelve rojo, y asi se prepara todo el minio ú óxido rojo de plomo que se consume en las artes, (553).

Se combina fácilmente con el fósforo; el azufre, el selenio el cloro, el iodo, y los mas de los metales; pero hasta ahora no ha sido posible efectuarlo con el hidrógeno, el boro, el carbóno, y el azoe.

Estado natural. El plomo se encuentra de tres modos en la naturaleza; 1° en óxido, aunque rara vez; 2° combinado con frecuencia con los combustibles, y particularmente

con el azufre; 3° en estado de sal, sulfato, fosfato, carbonato, cromato, molibdato, y arseniato.

Estraccion. Se estrae del sulfuro de plomo, lo que se hace en grande como se dirá (1232).

Usos. Es uno de los metales mas usados en razon de su gran abundancia en la naturaleza, y de la facilidad con que se presta á las diversas formas que se le quieran dar. Sirve para cubrir los edificios; para hacer balas y perdigones; para construir estanques, conductos, arcas de agua, calderas, y los aposentos en que se hace el ácido sulfúrico. Se ha propuesto aplicarle en láminas delgadas sobre las paredes para preservar de humedad las habitaciones. Aleado con la mitad de su peso de estaño, forma la soldadura de plomeros; y con la cuarta parte de antimonio los caractéres de imprenta. La mayor parte del albayalde se obtiene esponiendo el plomo al vapor del vinagre, y en contacto con gas ácido carbónico. Calcinado al aire se forma el minio, el litargirio, el masicot, ó deutóxido, y protóxido de plomo. Por último, sirve para el beneficio de algunas minas de plata. No se usa directamente en medicina; pero entra en la composicion de varios medicamentos, del emplasto diapalma, del acetato de plomo, y por consiguiente del *estracto de saturno*, del *agua blanca*, y *agua de Goulard*.

De los metales de la quinta seccion.

Estos son los que no descomponen el agua con el calor ni sin él; que absorven el gas oxígeno á una temperatura determinada, y cuyos óxidos son reducibles con solo el calor. Estos metales no son mas que dos, el mercurio y el osmio.

Del mercurio.

159 *Historia.* El mercurio es uno de los metales cuyo descubrimiento sube á la mas remota antigüedad, y uno de los que mirabam los alquimistas como la base de la grande obra, considerándole como plata líquida, plata viva, y por una idea

estravagante creyeron que bastaba calentarle mucho tiempo, solo, ó con ciertos cuerpos para condensarle, fijarle, y efectuar su trasustanciacion; por cuya razon le pusieron á hervir por espacio de años enteros. Algunos hubo que se espusieron á graves peligros encerrándole en bolas hasta de hierro muy espeso que enrojecian al fuego, y el vapor mercurial las rompia con una violenta esplosion. De estas tentativas sin éxito alguno en su fin, resultó por lo menos el conocimiento de muchas preparaciones medicinales muy importantes, y principalmente la del *sublimado corrosivo*, que Paracelso usó con tan buen éxito contra las emfermedades sifilíticas, que se reputaban hasta aquella época como incurables. El descubrimiento de este compuesto hace sentir que los alquimistas hayan tenido secretos sus resultados, porque publicados se habria conocido antes sin duda alguna la historia de varios metales, y particularmente la del mercurio. No obstante, esta última deja poco que desear y está casi completa en razon de las investigaciones hechas por los químicos modernos.

Propiedades. Este metal es líquido, muy brillante, y de un color blanco azulado; su densidad es de 13,568, y su dilatacion $\frac{100}{5550}$ de su volúmen, á cero, entre los términos del deshielo y el agua hirviendo; (Petit y Dulong).

Empieza á hervir á 350°, propiedad en que está fundado el arte de purificarle ó purgale de las materias con que puede estar mezclado. La destilacion debe hacerse en una retorta de arcilla, ó hierro colado, y aun pudiera hacerse en una de vidrio. En todo caso es necesario tomar ciertas precauciones, como son moderar el fuego para no perder mercurio y que no cause asfijia si el laboratorio es pequeño, y adaptar al cuello de la retorta una muñeca de lienzo que esté dentro del agua de un recipiente cualquiera.

El mercurio se solida y cristaliza en octaedros mediante un frio de 39 á 40°; lo que solo se puede verificar por consiguiente con facilidad, cuando el termómetro durante el invier-

no está á algunos grados debajo de cero; para lo cual se enfrian entonces separadamente cuatro libras de hidro-clorato de cal en polvo cristalino y dos de nieve, que se tienen tapadas algunas horas dentro de una mezcla de dos partes de nieve y una de sal comun. Luego que estas materias descienden á la temperatura de— 15°, se mezcla con prontitud en un barreño, enfriado tambien, y se mete entre ellas un matraz pequeño afilado á la lámpara que contenga 20 á 30 granos de mercurio, el que se espesa y congela al cabo de algunos minutos, y si cuando está medio helado se decanta la parte esterior aun líquida, la que se consolida está encostrada con cristales octaédricos. El mercurio sólido presenta algunas propiedades notables; se aplasta visiblemente con el golpe de un martillo y puesto en contacto con nuestros órganos esperimentan estos una sensacion semejante á la de la quemadura; el punto tocado por el mercurio blanquea, se congela, y aun se desorganizará enteramente si el contacto dura mucho tiempo.

A la temperatura ordinaria no esperimenta efecto alguno del oxígeno y el aire secos ó húmedos, ó cuando mas su accion es muy lenta; tampoco la hay al grado de calor rojo; pero al del calor inmediato al punto de hervir obra poco á poco sobre estos dos gases, y se trasustancia en deutóxido ú óxido rojo (124).

Este metal no se combina con el hidrógeno, el boro, el carbóno, el azoe, y difícilmente con el fósforo; pero sucede lo contrario con el azufre, el selenio, el cloro, el iodo y muchos metales, particularmente los que son muy fusibles.

Sus aleaciones se denominan *amalgamas*.

Estado natural. El mercurio se encuentra; 1° nativo; 2° combinado con el azufre; 3° con la plata; 4° en estado de cloruro; y de todas estas combinaciones ninguna es mas abundante que la del sulfuro.

El mercurio nativo existe mas ó menos abundante en todas las venas de mercurio sulfurado y fluyendo al través de las

hendiduras de las rocas; se reune en todas las cavidades vacías.

Estraccion. En todas las minas se recoge el mercurio nativo que se encuentra en ellas para purificarle despues destilándole; pero la cantidad de metal que se obtiene por este medio, es muy pequeña, y no basta para el consumo necesario; por cuya razon se estrae principalmente del sulfuro, para lo cual se le calcina con creta, ó carbonato de cal. El ácido carbónico de esta sal se trasforma en gas, la cal se combina con el azufre, y el metal aislado se volatiliza y condensa en los recipientes (1230).

Usos. Los usos del mercurio son muy numerosos; la química se sirve de él para recoger los gases solubles en el agua y trasvasarlos ó hacerlos pasar de un vaso á otro. La propiedad que tiene de dilatarse uniformemente en los tubos de vidrio entre la temperatura del agua hirviendo y la del deshielo; de ser líquido desde — 40° hasta + 350°, y de ser muy dilatable por el calor, le ha hecho preferir en la construccion de los termómetros. Los barómetros ó instrumentos que indican la presion atmosférica se hacen tambien con mercurio. Aleado al estaño se aplica sobre los cristales para azogarlos, y darles la propiedad de reflejar los objetos. Combinado con el azufre constituye el *cinabrio*, que reducido á polvo adquiere un color rojo encendido, y se denomina entonces *vermellon*. Todas las venas de oro y plata de América, y aun algunas de Europa, se benefician por medio del mercurio.

Se hacen con él diferentes preparaciones medicinales, el proto y bi-cloruros de mercurio, ó sublimados *dulce* y *corrosivo*; el sub-sulfato de deutóxido de mercurio, ó *turbit mineral*, el *precipitado rojo* ó deutóxido de mercurio; el *ungüento gris* y el *ungüento napolitano* no son otra cosa sino mercurio muy disgregado en grasa. Calentado con agua la comunica propiedades vermífugas. Por último entra en la composicion del *ungüento citírco* y de otros varios medicamentos. Su efecto es siempre eficaz y parece que es absorvido constantemente,

cuando el medicamento le contiene en estado metálico, como el ungüento gris, etc.

Del osmio.

160 *Propiedades.* El osmio descubierto por Tenant en 1803 (*Trans-filosofic*, 1804, *An. de quím.*, tom. LII, pág. 50), examinado despues por Fourcroy y Vauquelin (*An. de quím.* XLVIII, XLIX, L, LXXXIX) y por Wollaston (*Trans. filosof.* 1805, *An. de quím.*, LXI,) es sólido y de un color gris negro. Como hasta ahora no se ha podido fundir, ni se ha obtenido sino en polvo ó en masas pequeñas muy friables no se conocen las demas de sus propiedades físicas. Se ignora si es dúctil ó quebradizo, cual es su densidad, si es brillante, duro, etc.

Calentado al aire, ó en el gas oxígeno, se oxida y volatiliza en humo blanco muy picante, y es muy probable que á la temperatura ordinaria no le alteren estos gases.

Hasta ahora no se han combinado con él combustibles no metálicos, y solo se han examinado algunas aleaciones de que hace parte. Tiene como el platino la propiedad de determinar por contacto la combinacion del hidrógeno con el oxígeno: pero para esto es necesario calentarle hasta 50°, poco mas ó menos, (131 — 2°).

Estado natural, etc. El osmio no se ha encontrado hasta ahora sino en el platino bruto, combinado con el iridio, en forma de granitos durísimos brillantes, quebradizos, y cuyo peso específico es de 19,5. Es metal muy raro, y no tiene usos.

De los metales de de la sesta seccion.

Estos son los que no pueden descomponer el agua con el calor ni sin él; que á ninguna temperatura absorven el gas oxígeno, y cuyos óxidos se reducen fácilmente con solo el calor; y son los seis que siguen; la plata, el paladio, el rodio, el platino, el oro, y el iridio.

De la plata.

161 Se trata de hacer la historia de uno de los dos meta-

les considerados siempre como los mas preciosos, por lo que se benefician casi todas la venas que le contienen.

Historia. La plata conocida desde la antigüedad mas remota ha llegado á ser uno de los signos representativos de la industria, en razon de su rareza, su inalterabilidad, y la facilidad con que se presta á toda clase de trabajos. Este signo ha perdido mucho su valor desde el descubrimiento del Nuevo Mundo. Allí se han encontrado minas abundantes que beneficiadas por los europeos han producido y producen todavia inmensas riquezas. La América sola suministra en el dia 642,867,676 reales en plata, es decir, doce veces mas que todos los otros continentes juntos (Humboldt). La masa de este metal ha debido aumentarse considerablemente por el comercio de todas las naciones, y el precio ficticio de las mercaderías ha debido subir. Asi es, que en la actualidad se paga el trigo mucho mas caro que en tiempo de Luis XI, y sin duda se pagaria mucho mas todavia, si como antiguamente se convirtiese en moneda toda la plata, y no se destinasen grandes cantidades á utensilios, vasos y alhajas. No se repetirá lo dicho acerca de los varios esfuerzos hechos por los alquimistas para trasustanciar otros metales en plata; pero se observará que sus largas investigaciones aclararon poco el conocimiento de las propiedades de este metal, que no se ha estudiado bien, sino por los químicos modernos.

En varias obras de química se designaba antiguamente con los nombres de *Diana*, y de *Luna* á los cuales se ha sostituido el de *plata*.

Propiedades. La plata es sólida, blanca, muy brillante, y muy dúctil. Se hacen con ella hilos muy finos, y hojas tan delgadas que el menor soplo las levanta en el aire. No tiene mucha dureza, ni adquiere olor por la frotacion. Su tenacidad es muy grande, y su peso específico es de 10,4743. Tillet y Monges la han obtenido cristalizada en octaedros.

Empieza á fundirse á un grado un poco superior al del calor

rojo de guinda; de suerte que se puede fundir fácilmente en un horno de reververo.

A la temperatura atmosférica, no esperimenta efecto alguno del gas oxígeno, ni del aire secos, ó húmedos. Tampoco se altera cuando se pone en un crisol abierto al fuego ordinario, ó al de reververo; por lo menos esta es la opinion seguida hasta ahora, y se verificaria si estuviese oxidado. No obstante, se trasustancia en óxido de color de aceituna por una fuerte descarga eléctrica, y segun Vauquelin se funde en poco tiempo, se evapora y arde amarilleando la llama (*), si se mete en el hueco de un carbon y se encienden las paredes de este, dirigiéndolas una corriente de oxígeno.

No se ha podido combinar hasta ahora este metal con el hidrógeno, el boro, el carbóno, y el azoe; pero se efectua fácilmente con el azufre el fósforo, el selenio, el cloro, y el iodo, y forma aleaciones con los mas de los metales.

Estado natural. La plata existe naturalmente de varios modos; 1° nativa; 2° aleada con el antimonio, el arsénico, ó el mercurio; 3° en sulfuro simple, en doble, y de ioduro; 4° en cloruro; y 5° en fin en carbonato.

La plata nativa contiene siempre algo de hierro, cobre, arsénico, ó de oro. Unas veces está cristalizada regularmente,

(*) Tambien se encuentra en los *Anales de química y física*, tomo XII, pág. 402, el resultado de algunas esperiencias hechas por Samuel Lucas que demuestran la posibilidad de oxidarse la plata cuando se la tiene en fusion con el contacto del aire; pero lo que hay de estraordinario, es que este metal se desoxida completamente en el momento de su consolidacion. Operando sobre una gran cantidad de plata, manteniéndola mucho tiempo en fusion, y dejándola enfriar gradualmente, su superficie se cubre de hendiduras despues de haberse consolidado, y se exhala de lo interior de la masa todavia líquida, gas oxígeno por bastante tiempo; lo que causa una especie de ebullicion. Para recoger el gas basta echar el metal fundido por pequeñas porciones en una cuba de agua, debajo de campanas llenas de este líquido. Chevillot ha repetido esta esperiencia con buen éxito (558).

otras en forma de dentritas, de mallas, ú de filamentos cilíndricos y contorneados. Nunca forma venas por sí sola; pero se encuentra en las vetas del sulfuro de este metal, ó del plomo argentífero, en que está diseminado en partículas, y rara vez en masas voluminosas. Sin embargo, se citan algunas de 23 á 47 libras procedentes de las minas de Santa María en los Vosges; masas mucho mas considerables, en las minas de Kongsberg en Noruega, y Deschneeberg en Sajonia; pero no es seguro que estas masas sean realmente plata pura. Las minas del Perú y de Méjico, son las mas ricas en plata.

Estraccion. Como la plata tiene gran valor, se benefician casi todas las venas que la contienen, aun aquellas en que hay una cantidad muy pequeña de este metal. Las venas que mas se han beneficiado, han sido los sulfuros de plata como son las de Méjico, del Perú, de Kongsberg en Noruega, de Hungria y Transilvania. En otro tiempo habia en Francia minas en Allemont, La Croix y Santa María de las Minas en los Vosges. En el dia solo se benefician las venas de plomo argentífero que se laborean fundiéndolas con el mercurio segun su riqueza ó su naturaleza (1236). La América produjo desde el año 1790 al de 1802, 1729174 libras, y la Europa durante este tiempo anualmente 115194 libras, de las cuales solo 1956 proceden de las minas argentíferas de plomo de Francia.

Los usos de la plata son conocidos por todos: sirve principalmente para fabricar moneda, vasos, utensilios, y alhajas para lo cual se alea con cierta cantidad de cobre que la ley fija, pues de otro modo el metal seria muy blando, y no conservaria mucho tiempo sus hechuras.

En medicina sirve para preparar la piedra infernal (nitrato de plata fundido) con la cual se corroen las carnes fofas, y se reanima las úlceras carnosas.

Del paladio (*).

162 *Propiedades.* El paladio es sólido, blanco, duro, muy maleable. Su fractura es fibrosa. Su peso específico es de 11,3 á 11,8.

Este metal como el platino no puede fundirse sino al soplete de oxígeno (164), y poco despues de principiada la fusion hierve y arde con chispas resplandecientes segun Vauquelin. Sin embargo, no se oxida á la temperatura de un fuego de forja, y por otra parte su óxido se reduce pronto si se le calienta.

Se combina fácilmente con el azufre, el selenio, y varios metales.

Cuando al aire y á la temperatura ordinaria, se emite una corriente de gas hidrógeno sobre el paladio esponjoso procedente de la calcinacion del hidro-clorato amoniacal se forma agua, y el metal se caldea al punto de ascua (131—2°).

El paladio no se encuentra sino en la vena de platino en que existe en corta cantidad (**); de que se infiere que debe ser un metal muy raro; y se le disgrega de las materias con que está por medios muy complicados (1211).

Wollaston le descubrió en 1803, y es quien ha dado á conocer todo lo que se sabe de él (*Trans. filosof.* 1804; *An. de quím.* LII, y LXI). Vauquelin repitió y varió sus esperiencias, y Berzelius analizó el óxido el sulfuro de paladio, ha-

(*) El paladio acaso deviera colocarse en la quinta seccion, porque cuando se le calienta moderadamente parece que se oxida de una manera sensible.

(**) El paladio existe tambien mezclado con los granos de platino; por lo menos asi le ha encontrado Wollaston en las arenas platiníferas del Brasil, acompañadas de oro nativo en granos. Esto esplica en que consiste que Clond, de los Estados Unidos, haya encontrado entre las barras de oro procedentes del Brasil, dos barras de un color particular compuestas de oro y paladio.

De este modo se puede esplicar la existencia de la aleacion de oro y rodio, analizada por D. Andres del Rio. (*An. de quím. y fís.* XXIX137).

biendo observado los dos nuevos hechos de que se hablará mas adelante. (*An. de quím.* LXXXVIII).

Del rodio.

163 *Propiedades.* El rodio es sólido, blanco-gris, quebradizo. Su peso específico parece ser 11,000. No le alteran el oxígeno ni el aire con el calor ni el frio. Solo se le ha combinado con el azufre y algunos metales. Los ácidos no lo corroen, pero calcinado en un crisol con potasa, sosa, ó nitrato de potasa, se oxida y combina con estos álcalis. A la temperatura ordinaria produce el mismo efecto que el platino en una mezcla de hidrógeno y oxígeno. Este metal solo se ha encontrado combinado en el platino en pequeña cantidad en la vena de que se estrae por el procedimiento (1211). Wollaston lo descubrió y dió á conocer todas sus propiedades (*Trans. filosóf.* 1804, y *An. quím.* LII, LIII). Vauquelin y Berzelius son los únicos químicos que se han ocupado despues de él. (*An. de quím.* LXXXVIII).

Del platino.

164 *Historia.* Don Antonio de Ulloa parece que fue el primero que anunció el platino en 1748, en la relacion de un viaje que hizo al Perú hácia 1736, aunque á la verdad Wood le habia descubierto en 1741; pero no publicó sus observaciones hasta 1749 á 1750 (*Trans. filos.*). Entonces principiaron los químicos á examinar sus propiedades, debiendo citarse particularmente á Lewis, Margraff, Macquer, Bergmann, Lavoisier, y despues de estos Proust, Necker-Saussure, Wollaston; Tenann, Descotils, Vauquelin, Fourcroy, Berzelius, y Breant. Casi todos han analizado la vena de platino de diferente modo, y Descotils, descubrió en él, el iridio: Tenann el osmio; Wollaston el rodio, y el paladio. Necker-Saussure, y Breant indagaron al mismo tiempo el modo de estraer este metal por procederes fáciles y seguros, y los demas, se propusieron la estraccion del platino, y el conocimiento analítico de los cuerpos con que está naturalmente combinado.

Propiedades. El platino es sólido, muy brillante, casi tan blanco como la plata, muy dúctil y maleable. Es fácil de cortar con tijeras, y de rayar aun con la uña. La mezcla de otros metales, y particularmente del iridio y del osmio, aunque sea en corta cantidad, le hacen muy duro. Es muy grande su tenacidad; y su peso específico es de 20,98, sino se ha forjado.

Wollaston consiguió reducirle á hilos de $0^{lin}\cdot 00043$ de diámetro. Su proceder consiste en fijar un hilo grueso de platino en el eje de un molde cilíndrico hueco que se llena en seguida con plata fundida, entibiar la barra á la hilera, y en disolver la plata en el ácido nítrico, puro y débil; y el hilo de platino queda en medio del ácido sin alteracion.

Becquerel hizo estos hilos por un proceder semejante y procuró hacerlos tambien de acero; y consiguió enteramente su objeto, sirviéndose del mercurio como disolvente de la plata; por que de otro modo el ácido habria disuelto tambien el acero. (*Anales de química y física* XXII, 113).

El platino resiste al fuego mas violento de las forjas (*), y no se consigue fundirle sino por el que fomenta el gas oxígeno; para lo cual se alnueca un carbon, y se pone en él polvo ó granitos de platino; se le inflama y aumenta la combustion con una vejiga llena de oxígeno guarnecida de una llave y un tubo afilado, la cual se comprime para que salga un chorro continuado de gas.

El oxígeno y el aire no le alterarán á temperatura alguna, ni se oxigena con el último, sino mediante una descarga eléctrica resultando un óxido de color pardo (70).

(*) En estos últimos tiempos ha observado Boussingault, que el platino es infusible al mayor fuego de forja en crisoles no estando carbonados, pero si lo estan se funde constantemente. Habiendo analizado el platino fundido descubrió en él, *silice* ú óxido de silicio, de que ha concluido que la fusion se producia por un poco de silicio procedente de la tierra siliciosa contenida en la materia con que se reviste el crisol (*Anales de química y física* XVI, 51).

Se alea con los mas de los metales, y se combina con el boro, el fósforo, el azufre, el selenio, el cloro y el iodo; pero hasta ahora han sido vanas las tentativas que se han hecho para combinarle con el hidrógeno, el carbon y el azoe.

Este metal siendo esponjoso, tiene como el paladio, la singular propiedad de inflamar una mezcla de gas hidrógeno y oxígeno á la temperatura ordinaria (131 — 2°).

Estado natural. No existe sino combinado con el paladio, el iridio, y probablemente el rodio, y se halla casi siempre en granitos aplastados. Los dos fragmentos mas abultados de *vena* de platino que se conocen, pesan el uno 2 onzas y el otro 1 libra 10 onzas y 11 ½ adarmes. El primero le trajo Humboldt, y el segundo se ha encontrado en 1814 por un esclavo negro en la mina de oro llamada *Condoto*, situada en la provincia de *Novita*, gobierno de *Choco*.

Los mineros del platino son los mismos sedimentos areniscos en que estan el diamante y el oro. La mayor parte del platino procede del *Choco* en la Nueva Granada, aunque le hay tambien en Matogroso del Brasil, en la madre del rio Iaki en Santo Domingo. Vauquelin estrajo de las venas de plata de Guadalcanal en España un décimo de platino; y se acaba de descubrir en Siberia en las arenas auríferas de Kuschwa en las montañas Ourales (*Anales de química* XXIX, 289)

La *vena* de platino del comercio no es pura, y está mezclada: 1° con óxidos de hierro, de titano y cromo combinados; 2° con algunos granos de iridio aleado con osmio; 3° con pajitas de oro aleadas con plata; 4° con rastros de cobre y plomo sulfurado; 5° con algo de arena, mercurio y acaso paladio.

La purificacion del platino se hace ahora con mas facilidad y en menos tiempo que se hacia antes (1214): asi es que pocos años ha, se vendia á 110 reales y 10 maravedis la onza, y hoy solo á 80 reales y 30 maravedis, y es un mineral bastante raro aun en el comercio.

Usos. Este metal sirve para hacer crisoles, tazitas, retortas,

tubos, y otros utensilios propios para las operaciones de química. Tambien sirve para hacer los fogones de los cañones de escopeta, y revestir el fondo de sus cazoletas, y se principian á hacer grandes calderas de platino, para evaporar el aire sulfúrico. Esta clase de vasijas son preciosas, por que ademas de su infusibilidad son incorroibles por los mas de los ácidos, y los otros cuerpos, y aun lo son menos de lo que se creyó, porque los nitratos, y particularmente los de potasa y sosa, asi como estos dos álcalis, las alteran con el calor rojo, y la masa adquiere un color pardo oscuro, con una cantidad perceptible de óxido de platino. Tampoco conviene calentar en ellas sustancias metálicas como plomo, hierro ó materias que tengan fósforo; porque se perforarian inmediatamente.

Del oro.

165 *Propiedades.* El oro cuya historia y usos principales son los mismos que los de la plata, es sólido, amarillo, muy brillante, insípido, y sin olor. Es el mas dúctil y el mas maleable de todos los cuerpos; se hacen con él hilos muy finos de oro, y batiéndole se reduce á láminas de $0^{v},00011$ de espesor. Su tenacidad es muy grande. Tiene poca dureza. Su peso específico es de 19,257. Tillet y Mongez le han cristalizado en octaedros.

El oro es menos fusible que la plata, no empieza á fundir sino á un grado superior al calor rojo, ó 32° del pirómetro de Wegdwood, pero se consigue en el horno de reververo. No es volátil al fuego de forja; y ni el oxígeno ni el aire le alteran con el calor ni el frio. Lo mas que se logra es combinarle con el oxígeno por medio de una fuerte descarga eléctrica ($130-2^{o}$); y se dice lo mas, porque el oro en esta esperiencia pierde su brillo, y se trasforma en un polvo purpúreo que parece ser un óxido, y hay químicos que no le consideran sino como oro muy dividido.

Se alea con casi todos los metales, y se combina con el fós-

foro, azufre, cloro, y el iodo; pero no con el hidrógeno, el boro el carbóno y el azoe.

Estado natural. El oro solo se encuentra nativo, ó combinado con algo de plata, cobre, ó hierro. A veces está cristalizado en cubos, en octaedros, etc., formando pequeños grupos dendríticos, y mas á menudo en hojitas sobre varios minerales, en pajitas sueltas ó en granos llamados *pepitas*, si son gruesos. Nunca forma mineros por sí solo, y está diseminado en vetas ó montones de diferentes materias, unas veces en partículas visibles y otras imperceptibles embutidas en sulfuros de plata, plomo, hierro, etc. Las minas mas famosas son las vetas auríferas de sulfuro de plata, que atraviesan los terrones intermedios y se hallan esactamente por todas partes en la misma posicion, tales son las minas de Méjico, del Perú, las de Hungria y Transilvania. Este metal se encuentra tambien en pepitas en ciertas arenas muy esparcidas á la superficie de la tierra, y que por todas partes parecen ser de formacion moderna. Estas arenas cubren en el Brasil un espacio inmenso, y el oro se encuentra con abundancia en ellas, unido al platino, el diamante, etc. Tambien las hay en Chile, en la Nueva Granada y aun en Méjico, y el Perú. En Europa hay tambien muchos arenales auríferos aunque no tan ricos, de los que arrancan pajitas de oro algunos torrentes, arroyos ó rios. Es muy probable que en Africa se beneficie tambien el oro de arenas; principalmente en el *Kordofan*, entre el Darfour y la Abisinia, en las inmediaciones de Bambouck, y al pie de las montañas en que nacen el Senegal, el Gambia y el Niger.

Estraccion. El oro se beneficia donde se encuentra, las arenas auríferas lavadas dan mas oro que las venas, propiamente tales de este metal. Las venas auríferas á veces se laborean fundiéndolas; pero por lo comun amalgamandolas con mercurio. Las minas de la América Meridional suministran la mayor parte de este metal. Su producto anual se valúa en 37581 libras; toda la Europa reunida, no suministra anualmente mas de 3042,

y 2716 procede de las minas de Hungria y Transilvania.

Usos. Este metal, así como la plata, sirve para hacer vasos, alhajas, utensilios, y moneda. Disuelto en una mezcla de ácido nítrico y de hidro-clórico, y echando en el líquido hidroclorato de protóxido de estaño, se forma la *púrpura de Cassin* (1074). Disuelto igualmente en estos ácidos, y añadiendo á la disolucion sulfato de protóxido de hierro, resulta el oro en polvo para colorar la porcelana. Su óxido y su hidro-clorato se administrarán á veces como antisifilíticos. Parece que Chretien los ha usado con suceso en algunas circunstancias, mezclandolos en dósis de $\frac{1}{12}$ de grano con algunos polvos inherentes y frotando las encias y la lengua con la mezcla

Del iridio.

166 *Propiedades.* El iridio descubierto por Descotils en 1803, y examinado poco despues por Fourcroy, Vauquelin, y Tennant, es sólido, casi tan blanco como el platino, insípido y sin olor. No se sabe si es dúctil ó quebradizo por que no se ha obtenido en boton, y se ignora cual es su peso específico. Resiste al fuego de forja mas violento, y á ninguna temperatura le alteran el gas óxigeno ni el aire. No se ha combinado hasta ahora sino con el azufre y algunos metales, como el plomo, el cobre, el estaño y la plata.

Los ácidos no le corroen, pero se oxida y combina con los álcalis cuando se le calcina en un crisol con potasa, sosa, ó nitrato de potasa (*Anales de química* tom. XLVIII, XLIX, L, LII). Promueve como el platino, el paladio etc, la combinacion del óxigeno y del hidrógeno á la temperatura ordinaria (131—2°).

Estado natural. Este metal solo se halla naturalmente combinado con el osmio, y mezclado con el platino en granitos que se parecen mucho á los de este. Es muy raro, sin usos, y no se obtiene sino por medios muy complicados que se describirán mas adelante (1211).

LIBRO SÉPTIMO.

De las combinaciones de los cuerpos combustibles entre sí.

Se dividirá este libro en tres capítulos : y en el primero se tratará de los compuestos que resultan de la combinacion recíproca de los combustibles no metálicos ; en el segundo de la de estos con los metales ; y en el tercero de la de los metales entre sí, ó de las aleaciones.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS COMBINACIONES RECIPROCAS DE LOS COMBUSTIBLES NO METALICOS.

Se examinarán estas segun el orden seguido en el estudio de los combustibles; y como estos no se combinan todos unos con otros, aquellas no son tan numerosas como pudiera creerse. La mayor parte de ellas, son binarias, y solo se conocen algunas ternarias.

ARTICULO PRIMERO.

De las combinaciones del hidrógeno, con los combustibles simples no metálicos.

167 El hidrógeno puede combinarse : 1° con cada uno de estos cuerpos, escepto el boro ; 2° con el carbóno y el azoe, para formar un ácido particular llamado *ácido hidro-ciánico.*

Ademas de estos compuestos hay otros de que hace parte el hidrógeno ; tales son los hidro-cloratos, hidro-iodatos, hidro-sulfatos, hidro-seleniatos, y el hidro-cianato de amoniaco, ó las combinaciones del hidrógeno clorado, del hidrógeno iodado, del hidrógeno sulfurado, del hidrógeno seleniado, del hidro-azoe-carbonado con el hidrógeno azoado.

De la combinacion del hidrógeno con el carbóno.

168 El hidrógeno se combina con el carbon en una multitud de circunstancias, originándose gas hidrógeno carbonado. Este gas es uno de los productos constantes de la digestion; se halla siempre en el fango de las lagunas y con frecuencia en las minas de carbon de piedra; y se forma siempre que las materias vegetales y animales se pudren por sí solas, y particularmente si siendo crasas, se destilan, como se ve en el gas del alumbrado; y por último no se hace esperiencia alguna con las materias organizadas sin que resulte mas ó menos hidrógeno-carbonado.

Todos los químicos estan acordes en que este gas no es siempre idéntico; pero no lo estan acerca del número de sus variedades. Hay dos á lo menos, y son el hidrógeno proto, y el bi-carbonado.

Observése en todo caso: 1° que el carbon ordinario contiene siempre hidrógeno combinado con él, y al estado sólido; 2° que segun las esperiencias de Teod. Saussure, los aceites de petróleo y el espeso de rosa se componen al parecer de hidrógeno y carbóno; 3° que tal es tambien la composicion del aceite esencial de trementina segun Labillardiere; 4° si ademas se comprime el gas del aceite con una presion de 30 atmósferas para que sea portátil, se estrae de él un líquido, que segun Faraday, contiene con varios compuestos nuevos de carbóno é hidrógeno, lo que prueba que el hidrógeno puede combinarse con el carbóno para producir compuestos sólidos, líquidos y gaseosos. De los primeros, solo se dirá que el carbon hidrogenado ó el ordinario contiene acaso un poco de oxígeno; que debe al hidrógeno la propiedad de arder con llama, y que es mal conductor de la electricidad (pág. 185). Tampoco se tratará en este lugar de los aceites de nafta, rosa y trementina, porque se hará cuando se hable de las sustancias vegetales; y solo se espondrá lo relativo á las diferentes especies de gas hidrógeno carbonado, y los muchos compuestos dados

á conocer por Faraday, empezando por el hidrógeno deuto, ó bi-carbonado que es el que mas ilustrará acerca de las de los otros.

Del hidrógeno deuto, ó bi-carbonado.

169 *Propiedades.* Este es gaseoso, insípido, sin color y apaga los cuerpos en combustion. Su olor es algo empireumático; varios químicos han determinado su densidad, que segun Saussure es de 0,9852; Henry de 0,,967; Thomson de 0,9745; y el cálculo la fija á 0,9816 (112).

El fuego puede descomponer este gas, lo que segun Berthollet origina diferentes fenómenos.

El calor rojo de guinda le descompone, precipitándose una parte del carbóno que contiene, y duplicando su volúmen poco mas ó menos. Con un calor elevado por grados y superior al anterior, se precipitan cantidades de carbon cada vez mayores, y aumenta sucesivamente de volúmen; y por último con el calor mas fuerte de un horno de forja, se desprende la mayor parte de su carbóno, y adquiere un volúmen tres veces mayor que el primitivo, y por consiguiente mitad mayor que el del hidrógeno que entra en su composicion (170); resultados de que deduce este químico que el hidrógeno y el carbóno pueden combinarse en muchas proporciones (*). Este aumento consi-

(*) Para repetir esta esperiencia es menester servirse del mismo aparato de Berthollet, porque con él se puede ensayar el gas en todos los momentos de la operacion (lám. XXVI).

A, *A'*, *B*, *B'*, vasos de madera ó de metal con llaves *V*, *V'*, *K*, *K'*.

S, *S'*, tubitos adaptados á las llaves *V*, *V'*, que llegan al fondo de los vasos *B*, *B'*.

C, *C'*, campanas de llave *T*, *T'*, que entran en los vasos *B*, *B'*.

D, *D'*, sostenes de madera en que se apoyan las campanas *C*, *C'*.

E, *E'*, tubitos de vidrio que juntan las campanas *C*, *C'*, con los tubos.

F, *F'*, que contienen cloruro de calcio muy seco, y destinado, á absorver el agua higrométrica de los gases.

G, *G'*, otros tubos de vidrio, que establecen la comunicacion entre los tubos *F*, *F'*, y el de porcelana *H*, *H'*, que atraviesa un horno.

derable procede sin duda de algo de agua, corcho y betun.

El fluido eléctrico descompone perfectamente el hidrógeno bi-carbonado segun Dalton y Henry; quienes habiendo hecho pasar muchas chispas al través de una pequeña porcion de este gas, observaron que se duplicaba su volúmen; que el nuevo gas no era sino hidrógeno puro, y que todo el carbon se precipitaba en las paredes de los vasos (*Filosofía química* de Dalton, parte II, pág. 451).

El oxígeno y el aire á la temperatura ordinaria no descomponen el gas hidrógeno bi-carbonado, pero sí á una temperatura subida; y la combustion no es completa, si no en tanto que predomina el oxígeno. En todo caso se formará agua y

---

J, tubito encorvado, soldado á *E'*, y que entra con una tazita *Z*.

Dispuesto el aparato de este modo se abren las llaves *T*, *T'*, y se retira la tazita *Z* en que entra el tubo *J*. Se llenan los vasos *B*, *B'* de agua hasta la parte superior de las campanas: por este medio y por el tubo *J*, se desaloja el aire que tienen, y se llenan de agua en poco tiempo. Entonces se cierran las llaves *T*, *T'*, y se introduce el tubo *J*, en la cápsula *Z*; despues se introduce el gas hidrógeno bi-carbonado en la campana *C*. Se hace salir al mismo tiempo parte del agua del vaso *B*, por la llave *K*, de manera que el agua de este vaso y la del interior de la campana *C*, esten siempre al mismo nivel. Cuando la campana *C*, está llena de gas á escepcion de 3 ó 3 $\frac{1}{2}$ pulgadas, se abren las llaves *T*, *T'*, y la llave *V*. El agua suministrada por esta última llave desaloja al gas de la campana *C*, y atravesando toda la campana *C'*. A medida que entran en ella, se abre la llave *K'*, para hacer salir una parte conveniente del agua contenida en el vaso *B'*. Luego que todo el gas sobre que se opera, ha pasado á la campana *C'*, y que la *C* se halla de nuevo llena de agua; se introduce mas gas en la campana *C*, abriendo la llave *V'*, y *K*, y cerrando *V* y *K'*, para llenar á su turno el vaso *B'* y vaciar convenientemente el vaso *B*. De este modo se puede pasar el gas hidrógeno bi-carbonado por el tubo candente tantas veces como se quiera, y obtener gas en las diferentes épocas de la operacion, cerrando la llave de la campana á que va á parar, pues que si se continua desalojándole de la campana opuesta por medio de la presion del agua, saldrá necesariamente por el tubo *J*, y podrá recogerse como á lo ordinario en una campana. (*Mem. d'Arceil*, t. II y III).

gas, ácido carbónico con desarrollo de calórico y luz. Si se introduce una cerilla encendida en una campanita llena de gas hidrógeno carbonado, este se inflamará al instante y arderá con una llama blanca y fuliginosa. Si á la boca de un frasquito lleno de una mezcla de 1 parte de hidrógeno carbonado, y 4 de oxígeno, y envuelto en una servilleta se acerca una cerilla encendida, se producirá instantáneamente una fuerte detonacion. Esta se verificará aun cuando la mezcla contenga mucho menos oxígeno; pero en este caso no se quemará todo el carbóno; y si se quisieren recoger los productos se ha de hacer esta esperiencia en el eudiómetro de mercurio.

Aunque el hidrógeno arde fácilmente es imposible inflamarle con una luz al través de una tela metálica (83).

El agua disuelve una corta porcion de este gas.

Hasta ahora no se ha examinado con atencion la accion del azufre, el cloro, el iodo, con el hidrógeno bi-carbonado. El azufre precipita al carbon á la temperatura de la llama de la lámpara, combinándose con el hidrógeno, y formando gas hidrógeno sulfurado. El iodo produce un compuesto cristalino, que al parecer es un hidro-ioduro de carbóno, y que se dará á conocer al hablar del ácido hidro-iódico (445). Tres son los resultados ó efectos que se observan con el cloro y este gas. Cuando se introduce una cerilla encendida en una mezcla de 2 volúmenes de cloro y 1 de hidrógeno bi-carbonado, ó si se espone esta mezcla á la accion directa de los rayos solares se inflama inmediatamente y detona produciendo vapores picantes de gas ácido hidro-clórico, y un precipitado de carbon. Pero si la mezcla se espone á la luz difusa, ó en la oscuridad, á la temperatura ordinaria, el hidrógeno carbonado se combina con una cantidad determinada de cloro, resultando un líquido pegado á las paredes de los vasos, observado primeramente por los químicos holandeses, y que se conoce con el nombre de *hidro-carburo de cloro* (*) Hay un medio muy sencillo de

(*) Se tiene por mas acertado considerar á este compuesto como un hidro-cloruro, que como un hidro-carburo (450—2°).

patentizar este fenómeno, que consiste en introducir sucesivamente en una campana con agua, cloro é hidrógeno bi-carbonado; á poco rato de contacto entre los dos gases, el agua ascenderá visiblemente, y el hidro-carburo aparecerá en su superficie ó adherirá á la campana gotas aceitosas. El tercer efecto observado se verifica con un esceso de cloro si se espone la mezcla á la influencia solar, y en este caso se forma gas hidro-clórico y cloruro de carbóno (180—2°).

El mejor medio de obtener una cantidad algo considerable de hidro-carburo, es el de trasvasar á un gran matraz una corriente de gas hidrógeno bi-carbonado y otra de cloro. Si el volúmen de este gas es doble del otro, el líquido será ácido, y despedirá vapores blancos, originados por el ácido hidro-clórico formado. El líquido, en el caso contrario, nunca será ácido, pero entonces sobrará una porcion del hidrógeno bi-carbonado. Por último, si se trasvasan los gases al matraz poco á poco, y en volúmenes iguales, se combinarán y convertirán casi enteramente en líquido oleoso, sin formarse otros productos, ni sólidos, ni gaseosos. De todos modos será necesario lavar este líquido con agua para que sea puro, purgándole del ácido sobrante, ó de la materia colorante que pueda tener.

El hidro-carburo de cloro, obtenido asi, no tiene color, es dulce, no alterá la tintura de girasol, y es de un olor agradable, y semejante al del éter. Su peso específico es de 1,22, y el de su vapor es de 3,4484; su fuerza elástica á 9°,3 de 0m,7495, y su grado de ebullicion á 66°,74.

Puesto al fuego en una retortita hierve al pronto, y luego adquiere algo de color. En una cuchara de plata caliente arde tocándole con un cuerpo en combustion y con una llama verde y vapores espesos picantes, ácidos, y cargados de mucho humo de pez, lo que da á entender que el hidrógeno y cloro se combina, y queda aislado el carbon. Estos mismos resultados, aparecen cuando atraviesa por un tubo encandecido, con solo le diferencia de que en este caso se exhala

tambien, cierta cantidad de gas inflamable. El cloro le pone ácido y se forma cloruro de carbóno (180 —2°). La potasa, la sosa, el amoniaco y este cuerpo obran entre sí debilmente á la temperatura ordinaria. Todavia no se ha hecho directamente su analísis; pero si se considera que la densidad de su vapor es igual á la del cloro mas la del hidrógeno bi-carbóno, se verá que es muy probable este compuesto de volúmenes iguales de cloro y de hidrógeno bi-carbonado (Robiquet y Colin, *Anales de química y física* I, y II).

Ademas de la combinacion de que se acaba de hablar entre el cloro y el hidrógeno bi-carbonado, hay otra que contiene dos veces mas hidrógeno que la presente; pero como no se obtiene indirectamente, ni se forma bien sino mediante la accion del cloro y del alcohol, se hablará de ella al tratar de este (1576).

Estado natural y preparacion. El gas hidrógeno bi-carbonado no existe en la naturaleza, y se obtiene sometiendo á la accion de un calor templado, una mezcla de una parte en peso de alcohol y cuatro de ácido sulfúrico concentrado, que calentándola poco á poco en una retorta de vidrio con un tubo que entre en frascos llenos de agua, se descompone el alcohol, y el hidrógeno bi-carbonado que resulta, se exhala en gas. Tambien se aisla y precipita el carbon, y se forman gas sulfuroso y gas ácido carbónico; por lo que es preciso agitar el hidrógeno carbonado en una disolucion débil de potasa ó sosa caústica para depurarle. Obsérvese que pudiendo la composicion del alcohol representarse por los elementos de 100 partes de hidrógeno bi-carbonado y 63,58 de agua en peso, ó lo que es igual, 1 volúmen de vapor alcohólico puede considerarse como compuesto de 1 volúmen de vapor acuoso, y 1 volúmen de hidrógeno bi-carbonado; y por consiguiente es posible, mediante un cuerpo que tenga mucha afinidad con el agua, trasustanciar el alcohol en agua, ó el hidrógeno carbonado. Este es precisamente el modo de verificarse el efecto que esperimentan en esta operacion el alcohol, y el ácido sulfúrico, que es el

que se anuncia. El carbon, el gas sulfuroso, y el gas carbónico, no aparecen sino al cabo de cierto tiempo, los que provienen sin duda de la descomposicion de una parte del ácido sulfúrico, asi como el carbóno del alcohol.

170 *Composicion.* La proporcion de los principios constitutivos del gas hidrógeno bi-carbonado, se determina en el eudiómetro de mercurio con 1 volúmen de hidrógeno carbonado, y 5 de oxígeno, inflamando la mezcla por medio de una chispa eléctrica para trasustanciarla en agua que se condensa, y en gas carbónico que queda mezclado con el sobrante de oxígeno; se mide despues el residuo, que agitado en una disolucion de potása caústica, cede á esta el ácido carbónico y resta el esceso de oxígeno.

Suponiendo que se hace la operacion con 1 volúmen de hidrógeno carbonado, se obtendrán 2 de gas carbónico, y un residuo de 2 volúmenes de oxígeno; de que se deduce que se habrán absorvido 3 de oxígeno. Pero el gas carbónico contiene 1 volúmen de oxígeno igual al suyo; luego en los 3 del oxígeno absorvido, 1 lo habrá sido por el hidrógeno, y 2 por el carbóno. Como 2 volúmenes de gas carbónico contienen 2 de vapor de carbóno, y 1 de oxígeno representa 2 volúmenes de hidrógeno, se sigue que 1 de hidrógeno bi-carbonado debe componerse de 2 volúmenes de gas hidrógeno, y 2 de vapor de carbóno condensados en 1 solo. En efecto, si se añade el duplo de la densidad del gas hidrógeno al duplo de la del vapor de carbóno, es decir, 0,1376 á 0,8438, se obtendrán 0,9814, que espresa la densidad esacta del gas hidrógeno bi-carbonado; y asi su composicion será:

Proporciones. . .	1 carbóno.	76,52	
	1 hidrógeno. . . .	12,435	
En átomos. . . .	1 carbóno.	76,52	$= H^2 C.$
	1 hidrógeno. . . .	12,435	

Historia. Los químicos holandeses fueron los primeros que observaron el gas hidrógeno bi-carbonado, denominándole *gas*

olificante, porque forma con el cloro una materia aceitosa. En su memoria escrita en 1796 (*Diario de fís.* t. XLVI, pág. 178; y *An. de quím.*, XXI) hay muchas esperiencias repetidas despues por diferentes químicos, y particularmente por Henry (*Bibliot. Britan.* XLI, 324; *tratado de quím. y de fís.* XVIII, 72), Dalton (*filos. quím.* II, 473), Berthollet. (*Memorias d'Arcueil*, t I. y II), Thomson (*tratado de quím.*), T. Saussure. (*An. de quím.* LXXXVIII). Robiquet y Colin (*An. de quím. y fís.* t. I y II) y Brandt (*Idem*, XVIII, 66; y XIX, 196).

Usos. En Inglaterra se sirven ventajosamente de los gases que proceden del carbon de piedra destilado, y del aceite descompuesto á una temperatura roja. Proceder que empieza tambien á propagarse en Francia donde le descubrió el ingeniero Levon, hace veinte y cinco años.

Los gases obtenidos de esta manera, son una mezcla en diversas proporciones de hidrógeno mas ó menos carbonado, y de hidrógeno y óxido de carbóno. Los que proceden del carbon de piedra contienen ademas gas azoe, y gases carbónico é hidrógeno sulfurado que se separan con mucho cuidado. Los de aceite contienen, segun Faraday, otros compuestos muy combustibles de que se tratará mas adelante. La densidad de los gases estraidos del carbon de piedra es muy variable, pues recogidos al principio de la destilacion pesan 0,650; y si se recogen al fin, no pesan mas que 0,345; en este caso contiene mucho mas hidrógeno, y menos hidrógeno bi-carbonado; asi que no son tan buenos para alumbrar (Henry, *An. de quím. y fís.* XVIII, 81).

Del hidrógeno proto-carbonado, ó gas inflamable de las lagunas.

170—2° Las aguas de las lagunas, y las estancadas burbujean de cuando en cuando espeliendo un gas que procede sin duda de la descomposicion de las materias orgánicas, y particularmente en verano. Para recogerle se menea el cieno ó fondo de los estanques, y se ponen boca á bajo frascos llenos de agua con embudos anchos.

Este gas analizado se ve que está únicamente formado, por

decirlo así, de hidrógeno carbonado con algo de gas carbónico azoe y á veces de oxígeno. Este último se puede separar fácilmente por el fósforo á la temperatura ordinaria, y el ácido carbónico por la potasa (124 — 2°, 106). Purgado de estos tres gases el hidrógeno carbonado, absorve dos veces su volúmen de oxígeno, y produce uno de ácido carbónico igual al suyo, cuyo resultado demuestra, que la especie de gas hidrógeno carbonado que le constituye, se compone de 2 volúmenes de hidrógeno, y de 1 de vapor de carbóno condensados en 1 solo volúmen, es decir, tanto hidrógeno, y mitad menos de carbóno, que el hidrógeno bi-carbonado; de lo que se deduce para su composicion:

En proporciones. . . . 1 carbóno = 76,52
2 hidrógeno = 24,87

En átomos. . . . . 1 carbóno = 76,52
4 hidrógeno = 24,87 } $= H^4C$

Esta es tambien la naturaleza del gas inflamable de las minas de carbon de piedra, cuyo laboreo era tan peligroso antes del descubrimiento de la lámpara de seguridad de Davy.

Como á una temperatura cercana á la del calor rojo se exhala del gas hidrógeno bi-carbonado, una parte del carbóno, parece que este gas deberia convertirse en hidrógeno proto-carbonado á cierta temperatura; pero sin embargo, no es esto lo que se verifica, y el gas obtenido de este modo, parece que es una mezcla de gas hidrógeno proto-carbonado, é hidrógeno, ó de estos dos gases, y de hidrógeno bi-carbonado no descompuesto. Es muy difícil conseguir la completa precipitacion del carbon.

No pudiendo lograrse el gas hidrógeno bi-carbonado descomponiéndole al fuego, con menos razon se podrá conseguir destilando las materias vegetales, por que en tal caso los gases que resultan son mezclas de hidrógeno, mas ó menos carbonado, de hidrógeno, de gas ácido carbónico, y de óxido de carbóno

segun la naturaleza de estas sustancias y la temperatura á que se descomponen. Asi es, que todos los medios inventados para tenerle puro, han sido inútiles; pero no por eso se han de pasar en silencio sus propiedades, conforme á la calidad del que se estrae; porque la corta porcion de azoe con que está mezclado el gas de los pantanos depurado por el fósforo y la potasa, no varía sensiblemente su accion sobre los cuerpos.

Es insípido, sin olor, ni sabor, insoluble ó apenas soluble en el agua, su densidad debe ser de 0,5595, ó de dos veces la del hidrógeno, mas una vez la del vapor carbóno. Segun se encuentra en las lagunas pesa, 0,584, número que se reduce á 0,556, deduciendo las materias estrañas (Henry).

Este gas mezclado con el oxígeno ó el aire en proporciones convenientes se inflama y detona al instante con la chispa eléctrica. Para un volúmen de gas es necesario poco mas de 1, ó á lo mas 2 $\frac{1}{4}$ de gas oxígeno; porque fuera de estos límites no se efectuará la combustion.

Arrimando una cerilla encendida á un chorro de este gas arde al aire con una llama amarillenta.

El cloro se descompone al grado de calor rojo oscuro, amparándose del hidrógeno y precipitando el carbon. Su accion es muy diferente á la temperatura ordinaria si los gases estan secos; es nula en la oscuridad y aun á la influencia de la luz difusa ó directa; y tambien lo es en aquella si estan húmedos. Pero si en este caso se esponen á la luz directa ó indirecta, se producen fenómenos muy particulares. Si la mezcla se compone de 1 volúmen de hidrógeno proto-carbonado y de algo mas de 4 de cloro, resultará poco á poco gas hidro-clórico y 1 volúmen de gas carbónico. Con la misma cantidad de gas inflamable, y disminuyendo algo la del cloro, el hidrógeno carbonado no se descompondrá del todo, y ademas de ácido hidro-clórico, se formará tambien gas óxido de carbóno. El doctor Henry que hizo estas esperiencias advierte, que para que el cloro produzca estos resultados es evidente que

ha de obrar sobre el hidrógeno del agua, y el del gas carbonado. En efecto, considerando el primer caso en que se forma 1 volúmen de gas carbónico, este solo puede proceder de la combinacion del oxígeno del agua con el carbóno y el hidrógeno proto-carbonado; y puesto que no hay hidrógeno aislado, es necesario que el del agua y del gas combustible se unan con el cloro, de cuya combinacion resulta el ácido hidroclórico. Pero el hidrógeno disgregado del agua es igual á 2 volúmenes, como el hidrógeno carbonado; y asi se formarán 8 volúmenes de gas hidro-clórico, puesto que 4 volúmenes de hidrógeno absorven 4 de cloro. Si la cantidad de este fuese menor habria menos agua descompuesta, y por consiguiente produccion de óxido de carbóno (*Anales de química y física*, XVIII, 75.)

Estado natural. El gas hidrógeno carbonado exhalado diariamente de las lagunas, y de ciertas minas de carbon de piedra causa efectos importantes en la naturaleza: como son los de los fuegos naturales que hay en la colina septentrional de los Apeninos, en *Velleja*, *Pietramala*, *Barigazzo* y en otros muchos parajes. Las últimas capas que atraviesa este gas para salir fuera de tierra, corresponden á una formacion moderna; pero se ignora á que profundidad nace, y en que especie de terreno. Con frecuencia se exhala con gran cantidad de materia cenagosa desleida en agua, é impregnada casi siempre de sal comun, lo que ha dado á estos manantiales, el nombre de *saladares*.

Tambien se conocen con el de *volcanes cenagosos*; y en muchos lugares han llegado estas materias á formar montecillos cónicos, muy considerables, tales por ejemplo, el *saladar* de Macaluba en Sicilia.

Estos fuegos naturales producidos por el hidrógeno carbonado se aprovechan en todas partes para cocer la cal, la alfareria, etc.

De los nuevos compuestos de carbóno é hidrógeno, obtenidos por Faraday.

171 Faraday, comprimiendo con una presion de 30 atmósferas el gas del aceite para hacerle portátil, estrajo del líquido que se reposa, tres compuestos de carbóno é hidrógeno.

Uno de ellos, es un gas que no se liquida, sino á una temperatura muy inferior á la de cero.

El otro es sólido, cristaliza á cero, se funde á 5°,5 y hierve á 85°,5.

El último es líquido, hierve á 85°,5, y resiste á un gran frio; y es el que en la temperatura y presion de la atmósfera, tiene disueltos los otros dos.

Del gas. Este se obtiene, metiendo el líquido resultante del gas comprimido en una redoma guarnecida de un tubo encorvado que se introduce en frascos llenos de mercurio, y calentándola con la mano. El gas se exhala poco á poco, y se conserva el tiempo que se quiere sin alteracion; y si se cree que no es puro, se liquidará, pasándole por un tubo encorvado en forma de U, que se mete entre una mezcla refrigerante para trasformarle de nuevo en gas, recogiendo solo las primeras porciones de él. Este gas se liquida fácilmente con un frio de 18°, y se trasforma en gas bajo cero.

Este gas no tiene color y su densidad es de 27 á 28 veces la del hidrógeno, es decir, de 1,8576 á 1,9264, ó casi dos veces la del hidrógeno bi-carburado. La del líquido en que se trasmutan con el frio es 0,627 á 12°; y es muy combustible y arde con una llama brillante.

El agua disuelve poco este gas; el aceite de olivas 6 veces su volúmen; el ácido sulfúrico concentrado 100; y el alcohol mucho; aunque echando agua en esta disolucion se exhala el gas, produciendo una viva efervescencia. El ácido hidro-clórico, y las disoluciones alcalinas, no obran en él.

Analizándole del mismo modo que el hidrógeno bi-carbonado

se observa que 1 volúmen de gas consume 6 de oxígeno, formándose con 4 de gas carbónico, y con los otros 2 de agua; de que resulta, que correspondiendo 2 volúmenes de oxígeno á 4 de hidrógeno, y 4 de gas carbónico á 4 de vapor de carbóno, 1 volúmen del gas citado consta de 4 volúmenes de hidrógeno y 4 de vapor de carbóno. Asi es, que tomando 4 veces la densidad del hidrógeno, 4 la del vapor del carbóno, y sumando estas dos cantidades, se obtiene, al poco mas ó menos, un número igual al de la densidad del nuevo gas.

Es claro, que admitiendo estos resultados como esactos, la proporcion del hidrógeno con el carbóno en este gas, es igual á la del hidrógeno bi-carbonado, aunque estos dos cuerpos estan en un estado muy diferente de combinacion; porque en el bi-carbonado, cada partícula consta de 1 átomo de carbóno, y 2 de hidrógeno; y en el nuevo gas, segun lo que precede, de 2 átomos de carbóno, y 4 de hidrógeno. Este hecho es sin duda muy notable, y acaso se podria esplicar con él, la causa de que ciertas materias vegetales, como la goma y el azucar, aunque compuestas de las mismas cantidades de carbóno, hidrógeno, y oxígeno, sean tan diferentes entre sí.

Compuesto cristalino. Si despues de haber calentado con la mano el líquido procedente del gas comprimido, se le destila, hierve pronto á una temperatura que no es constante; pero que asciende rápidamente á 80°, y se mantiene por mucho tiempo, entre 80° y 88°. Si el producto que se obtiene entre estos dos términos, se mete en un tubo cerrado por un cabo, poniéndole entre una mezcla refigerante, se precipitará una materia sólida, que es el compuesto cristalino de que se trata. Pero este aun no es puro, y para separarle del líquido que contiene, se aprieta contra el papel sin cola; y despues se saca la materia sólida, que se envuelve con un nuevo papel enfriado á — 18°, y se purifica comprimiéndola en una prensa hidraúlica.

Este compuesto á — 18°, es trasparente, frágil pulverulento, y duro como el azucar de pilon.

Calentado suavemente se funde á $+5°,5$, y produce un líquido sin color, claro, de un olor semejante al de las almendras, que enfriado á cero, cristaliza en hilos delgados, y helándose, esperimenta una contraccion de $\frac{1}{9}$ de su volúmen. Su densidad en el estado sólido es 0,956, mientras que en el estado líquido solo es 0,85; y la de su vapor es de cerca de cuarenta veces mayor que la del hidrógeno, esto es, 2,7620.

Esta sustancia hierve á lo que parece á 85°,5 del termómetro centígrado, y es mala conductora de la electricidad.

Se evapora totalmente al aire y detona en el oxígeno si se la acerca en tal caso una vela encendida. Si se la pasa por un tubo caldeado se precipita de ella mucho carbon y se convierte en gas hidrógeno, mas ó menos carbonado.

Es poco soluble en el agua, mucho en los aceites fijos y volátiles, el éter y el alcohol, aunque de este la separa de repente el agua.

El iodo, el potasio y las disoluciones alcalinas, ó sus carbonatos, no la alteran.

Ni aun el cloro puro obra en ella con eficacia sino á los rayos del sol, formándose entonces humos espesos, sin mucho calor, ácido hidro-clórico, y otras dos sustancias, una sólida y cristalizada, y otra líquida, que Faraday cree que son compuestos triples de cloro, carbóno é hidrógeno.

El ácido nítrico obra en ella lentamente, y el sulfúrico con mas eficacia; pero no se conocen los resultados de esto.

Esta sustancia se analiza fácilmente; y se asegura que su compuesto no contiene oxígeno, sino por su descomposicion, pasando al través de un tubo encandescente. Haciéndole detonar en el eudiómetro se averigua que 1 volúmen de este vapor exige $7,^{vol.}5$ de oxígeno para quemarse completamente, habiéndose consumido 6 para destruir el carbóno, que han producido 6 volúmenes de gas carbónico, compuestos de 6 volúmenes de vapor de carbóno, y 6 de oxígeno (345). A esto se ha de agregar que $1,^{vol.}5$ de oxígeno es necesario para que-

mar el hidrógeno, y que 1,vol.5 de oxígeno, corresponde á 3 volúmenes de hidrógeno; y por consiguiente, 1 volúmen del compuesto mencionado consta de 3 volúmenes de hidrógeno, y 6 volúmenes de vapor de carbon. En vista de lo cual añadiendo el triple de la densidad del hidrógeno al séstuplo de la del valor del carbóno, resulta 2,7378 que dista poco de 2,7520 que es lo que da la esperiencia; de lo que se sigue, que el compuesto mencionado contendrá respecto á la misma cantidad de hidrógeno el duplo de carbóno que contiene el hidrógeno bi-carbonado, y el cuadruplo de el del hidrógeno proto-carbonado; y por consiguiente, será un cuatri-carburo de hidrógeno.

De la composicion del hidrógeno proto-carbonado, y de la del bi-carbonado, se debia esperar que 1 volúmen de vapor de hidrógeno cuatri-carburado, constaria de 2 volúmenes de hidrógeno, y 4 volúmenes de vapor de carbon, segun lo habia anunciado Dalton en sus observaciones acerca del gas del aceite (*An. de quím.* XXIII, 410); pero siendo ciertos los resultados referidos, la composicion de este vapor es distinta.

Compuesto líquido. Este compuesto es el que en el esperimento citado anteriormente, se separa del compuesto cristalino que hierve á 85°,5; resiste á un frio de —18°, y su densidad es 0,86 á 15°,5, siendo la de su vapor de cuarenta y tres á cuarenta y cuatro veces mayor que la del hidrógeno. Faraday considera como nuevo á este compuesto; pero sus esperiencias no son concluyentes; porque su analísis da resultados que no concuerdan con la naturaleza de un cuerpo de proporciones definidas. (*An. de quím. y fís.* XXX, 268).

De la combinacion del gas hidrógeno con el fósforo.

172 Hasta ahora no se conocen sino dos especies de hidrógeno fosforado, denominadas *hidrógeno per-fosforado, y proto-fosforado.*

Del hidrógeno per-fosforado.

173 El hidrógeno per-fosforado descubierto por Gengembre en 1783; se examinó despues por Kirwan en 1786; por Raymond en 1791, y 1800; por Dalton en 1810, y 1818; y sobre todo por Thomson en 1816 (*An. de quím. y fís.* II, 297), y principalmente por Dumas (*Idem*, XXI, 113); á cuyas investigaciones se referirá lo que se va a esponer.

Propiedades. El hidrógeno per-fosforado es gaseoso, y sin color, su olor es muy fuerte y semejante al del ajo ó la cebolla, su sabor es amargo, y su peso específico segun Dumas de 1,761.

Puede alterarse por muchos cuerpos.

Si se espone á una temperatura subida, pierde el tercio de su fósforo y se convierte en hidrógeno proto-fosforado, alterándose del mismo modo al cabo de dos ó tres dias que se abandone á sí mismo.

Si durante algun tiempo se trasmiten chispas eléctricas por este gas, se precipitará tambien fósforo, y si como asegura Thomson su volúmen no varía, se habrá de concluir, que se convierte en hidrógeno proto-fosforado.

Calentándole con el azufre en una campana corva muy seca se producirán sulfuro de fósforo, y gas hidrógeno sulfurado, variando el volúmen de este en razon de la absorcion que efectue el sobrante de azufre.

El cloro obra tambien eficazmente en el hidrógeno per-fosforado; y apenas se tocan dos burbujas de estos gases, se enciende, y producen ácidos hidro-clórico y cloruro de fósforo, si hay sobrante de cloro.

Varios metales, y especialmente el potasio, el sodio, el hierro, y el cobre, descomponen este gas; y asi, introducido en una campana corva por medio del mercurio, metiendo en ella con una varilla de hierro un poco de potasio, y fundiéndole por la parte superior de la campana con la lámpara de espíritu de vino, inmediatamente se aisla el hidrógeno y el fósforo, y combinándose con el metal se forma un fósforo de color

de chocolate. Para hacer el esperimento con el hierro ó el cobre se han de emplear estos metales en alambre, teniendo presente lo que se dirá mas adelante.

El oxígeno y el aire, son de todos los cuerpos los que presentan fenómenos mas notables con el hidrógeno per-fosforado. Si á un tubo muy angosto que tenga hidrógeno fosforado, se trasvasa gas oxígeno, aparecen al instante vapores blancos sin desarrollo de luz; el fósforo se acidula, y se aisla el hidrógeno. Si la mezcla se hace en tubos anchos, resultan tambien vapores blancos, y ademas una viva combustion, formacion de agua y de ácido fosfórico. Esta diferencia de accion, consiste en que en el primer caso, estando las paredes del tubo muy inmediatas, trasmiten el calor á medida que se produce, y este no es entonces bastante fuerte para que el hidrógeno se queme; no sucediendo lo mismo en el segundo caso.

La inflamacion espontánea de este gas en el oxígeno ó el aire, segun se acaba de describir, admira á los que la ven por primera vez, y es mas curiosa y agradable del modo siguiente. Se mete en agua el cuello de un frasco lleno de gas, se destapa y pone boca arriba, y dejando salir poco á poco fuera del agua las burbujas de gas se inflamarán al aire y causarán un vapor formado de agua y ácido, en forma de círculos ó coronas cuya dimension se aumenta á medida que se elevan, con tal que la atmósfera esté tranquila. Es preciso, sin embargo, para que se efectue esto, que el gas no sea muy impuro; porque si contiene 8 ó 10 veces su volúmen de hidrógeno ó de azoe, solo se inflamará mediante un cuerpo encendido.

El agua disuelve $\frac{1}{10}$ de su volúmen de hidrógeno per-fosforado á la temperatura de 10°, segun Henry y Davy; y $\frac{1}{4}$ segun Raymond; cantidades que parecen ser, la primera muy pequeña y la segunda muy grande.

La disolucion es de color amarillo, tiene un sabor amargo, y despide un olor semejante al del gas, que se espele de ella totalmente hirviéndola, y sin que este se altere; aunque segun el

último químico mencionado, si se espone al aire la disolucion, el aire que contiene se trasustancia en óxido rojo de fósforo y en hidrógeno. Raymond ha comprobado por otra parte, que esta disolucion no es ácida ni alcalina, que precipita las de plata, cobre, plomo, mercurio, etc.; y que el hidrógeno fosforado esperimentado con las sales, forma con sus óxidos, agua, y un fosfuro (*An. de quím.* XXXV).

Estado natural. Se cree que el gas hidrógeno per-fosforado, se forma algunas veces en los parages en que se han enterrado materias animales, y que saliendo por las hendiduras, ó huecos del terreno á la atmósfera se inflamará en ella. De este modo se esplica la formacion de los fuegos fátuos observados en los cementerios húmedos; lo que no será estraño, atendiendo á que el fósforo y el hidrógeno son dos principios constitutivos de la materia cerebral (1962), y pueden combinarse al tiempo que esta esperimente la descomposicion pútrida.

174 *Composicion.* Si 100 partes de gas hidrógeno per-fosforado se esperimentan en una campana corva, con alambres muy delgados de hierro, ó cobre caldeado, durante media hora, se forma fosfuro de hierro ó de cobre, quedando un residuo de 150 partes de hidrógeno. El potasio da el mismo resultado, mediante un calor mucho menor.

Si á estos metales se sostituye bi-cloruro de mercurio, el efecto se verifica á la temperatura ordinaria, y llega á ser muy vivo sublimándose esta sal. En este caso se forma un fosfuro anaranjado de mercurio, y gas ácido clórico, produciendo 100 partes de hidrógeno per-fosforado, 300 de gas hidro-clórico puro, que corresponden á 150 de gas hidrógeno (*). El hidrógeno per-fosforado contiene por consiguiente, 1,^{vol}5 de hidrógeno; y co-

(*) En todas estas esperiencias se ha de graduar la cantidad de hidrógeno mezclada con el hidrógeno per-fosforado, bazucando una determinada de este gas en un tubo graduado con una disolucion de nitrato de plata, ó lo que es mejor, de sulfato de cobre, porque estos no absorverán el hidrógeno puro.

nocida la densidad de estos dos últimos gases, es fácil deducir la composion del hidrógeno per-fosforado, que es lo que hizo Dumas, concluyendo, que la densidad del vapor del fósforo es 2,2104; y que el hidrógeno per fosforado, consta de $1,^{vol.}5$ de este vapor; y 3 volúmenes de hidrógeno condensados en 2 vol. conclusiones que concuerdan con la accion del oxígeno en el gas hidrógeno per-fosforado. En vista de lo cual la composicion de este gas es la siguiente:

En proporciones.. 1 hidrógeno.. 12,435 + 1 fósforo.. 196,15
En átomos..... 2 hidrógeno.. 12,435 + 1 fósforo.. 196,15 = $H^2 P$.

Gay-Lussac y Thenard, y despues Labillardiere, vieron que el gas hidrógeno per-fosforado, contenia $1,^{vol.}5$ de hidrógeno. (*Investig. físico-quím. An. de quím. y fís.*); pero otros químicos anunciaron resultados distintos, y el análisis de Dumas ha disipado todas las dudas que habia en este punto.

174 — 2° *Preparacion.* El gas hidrógeno per-fosforado, se produce poniendo al fuego una mezcla de cal, agua y fósforo, aunque siempre se obtiene mezclado con algo de hidrógeno. Para ello se pulveriza la cal humedeciéndola un poco y añadiendo mas agua para hacer con ella unas gachas, se mezcla asi con la décima ó dozava parte de su peso de pedazitos de fósforo, se mete esta mezcla en una redoma que se llena hasta las dos terceras partes con cal apagada, y guarneciéndola con un tubo propio para recoger los gases se la calienta poco á poco con unos carbones que se ponen á su al rededor. El gas hidrógeno per-fosforado se exhala pronto (*), descompone al principio el aire de la redoma produciendo luz, espele despues el gas azoe, llega á la punta del tubo y se enciende; entonces

(*) La cal impide que el fósforo se volatilize y pegue á los lados superiores de la redoma, lo que suele romper el aparato, y con esta precaucion se suele terminar bien la operacion, y ademas el gas es mas seco, por que hay menos aire en la redoma, de modo que no hay inconveniente en llenarla.

se mete este dentro de un frasco de agua ó mas bien de mercurio; porque aquella, con tal que no esté muy hervida contiene siempre aire que descompone cierta cantidad de gas, lám. XX, fig. 3. Solo de tiempo en tiempo, y para saber si el gas que se exhala continua siendo inflamable, como no lo es al fin de la operacion, se saca el tubo del frasco, y cuando se observa que no se enciende se le recoge en otros vasos diferentes; porque solo es una mezcla no inflamable á la temperatura ordinaria de 9 ó 10 volúmenes de hidrógeno, y 1 de hidrógeno per-fosforado. El analisis de este gas en los diferentes periodos de la operacion, segun le ha dado Dumas es el siguiente:

Números de las campanas.	Hidrógeno per-fosforado por 100.	Hidrógeno per-fosforado por 100.
1	66	34
2	73	27
3	61	39
4	56	44
5	50	50
6	40	60
7	14	86
8	11	89
9 y 10	10,4	89,6
11	10	90

La mezcla gaseosa de las cuatro últimas campanas no se encendia espontáneamente, y la de las anteriores sí. La del número 1 no era tan pura como la del 2, porque contenia sin duda algo del aire de la redoma.

Los productos que resultan de esta operacion son gas hidrógeno per-fosforado é hidrógeno, que se exhalan con hipofosfito de cal y un sobrante de esta que quedan en la redoma, y es fácil esplicar la formacion de estas diferentes sustancias; porque el hidrógeno puro y el del gas hidrógeno per-fosforado, solo pueden proceder del agua que es el único cuerpo de la

mezcla que le contiene; y por consiguiente el agua se descompone, y es evidente que mientras su hidrógeno se exhala ó combina con parte del fósforo para formar el hidrógeno per-fosforado, el oxígeno se combina con otra parte de fósforo, y la cal para componer el hipo-fosfito calizo.

El gas hidrógeno per-fosforado se ha obtenido hasta ahora del modo dicho; pero Dumas propone que se haga de otro, introduciendo en una campanita de mercurio 200 á 240 granos de agua destilada, y 20 á 40 granos de fosfuro de cal en polvo envuelto en un papel de filtro. El efecto es muy rápido exhalándose un gas que consta de 87,5 de hidrógeno per-fosforado y 12,5 de hidrógeno puro, resultando hipo-fosfito como en el esperimento anterior. Tengase presente que el fosfuro de barita da un gas mas impuro que el de cal; pero si es cierto que mediante el calor se puede espeler del agua el gas hidrógeno fosforado sin alteracion, parece que se podrá por este medio obtener puro, lo que está por comprobar.

Proporciones activas.		*Proporciones producidas.*		
3 de agua....	3 × 112.435	3 hidro-fosfórico. =	3 de hidró..	37,305
7 de fósforo ..	7 × 196.15		3 de fósforo.	588,45
4 de cal.....	4 × 356,00	4 hipo-fosfórico.. =	4 de ácido..	1084,60
total.....	3134,355		4 de cal....	1424,00
		total.....		3134,355

En este resultado se supone que todo el hidrógeno se combina con el fósforo, y que no hay cantidad de este gas aislado.

Usos. Este gas no tiene ninguno.

Del gas hidrógeno proto-fosforado.

Se considera como tal una especie de hidrógeno que no es inflamable al aire á la temperatura ordinaria. (*Investig. físico-quím.*).

175 *Propiedades.* Este gas no tiene color, y sí un olor fuerte desagradable y semejante al del vapor de óxido arsenical. Su densidad es de 1,214 segun Dumas.

No se descompone este gas en algunos dias á la temperatura ordinaria; es muy probable que á una muy elevada se verifique su descomposicion, y que abandone parte del fosfuro que contiene. Tampoco se inflama espontáneamente al aire, ó con el oxígeno como el hidrógeno per-fosforado, sino con una pequeña presion (Labillardiere); y sí con la ordinaria atmosférica, mediante el calor. Esto se observará fácilmente llenando una campanita con gas, volviéndola boca á bajo, y metiendo en ella una cerilla encendida. La mezcla de 1 volúmen de este gas con 3 á 4 de oxígeno, detona fuertemente á cerca de 150°, y con mas razon aplicándola la llama. Una chispa eléctrica le hace detonar igualmente, y se obtiene por producto de la combustion agua y ácido fosfórico.

Con el cloro, el azufre, el potasio, y otros varios metales, este gas produce los mismos fenómenos que el hidrógeno per-fosforado.

El agua á la temperatura y presion ordinarias, disuelve $\frac{1}{8}$ de su volúmen (Davy).

Estado natural. Es probable que este gas se forme naturalmente en los mismos casos que el hidrógeno per-fosforado, y que siendo mas estable que este, su produccion sea mas comun.

Composicion. Este gas como el per-fosforado, contiene volúmen y medio de hidrógeno, y consta de 3 volúmenes de hidrógeno y 1 de vapor de fósforo condensados en 2; y Dumas logró estos resultados del mismo modo que se ha espuesto, respecto al hidrógeno per-fosforado.

Su composicion es:

Proporciones 1 $\frac{1}{2}$ hidrógeno 18,652 + 1 fósforo 196,15
Atomos..... 3 hidrógeno 18,652 + 1 fósforo 196,15 = H^3P.

Preparacion. Se produce este gas calentando una disolucion muy concentrada de los ácidos fosforoso, fosfático é hipofosforoso; en cuyo caso el agua se descompone y su hidrógeno se combina con parte de fósforo del ácido, y con este

el oxígeno, de modo que estos dos principios concurren á trasustanciar el ácido, en ácido fosfórico. El esperimento se hace en una retortita guarnecida de un tubo para recoger los gases, y con la lámpara de espíritu de vino.

Tambien se puede obtener este gas, como lo ha hecho Dumas, introduciendo en una campana de mercurio 200, ó 240 granos de ácido hidro-clórico puro y humeante, 20 granos de polvo de fosfuro de cal reciente, envuelto en papel de filtro, y apenas el fósforo toca al ácido, se exhala mucho gas que impele rápidamente al mercurio, la temperatura asciende demasiado y se desprende fósforo.

En este caso se forman, ademas del hidrógeno proto-fosforado, hipo-fosfito é hidro-clorato de cal. La formacion de este último producto es evidente, y la de los otros se esplica fácilmente, admitiendo que el agua se descompone, y su hidrógeno se combina con parte del fósforo para formar el hidrógeno proto-fosforado; asi como su oxígeno lo hace con parte del fósforo y la cal, para constituir el hipo-fosfito de esta.

El hidrógeno proto-fosforodo obtenido por este medio es siempre puro é idéntico, y es absorvido totalmente por una disolucion de sulfato de cobre.

Proporciones esperimentadas con el ácido fosforoso.		*Proporciones producidas.*	
Agua..... 1 $\frac{1}{2}$	Hidrógeno fosforado=	1 $\frac{1}{2}$ hidrógeno.	18,652
Acido..... 4		1 fósforo.....	196,150
	Acido fosfórico.....	4	

El fósforo de una de estas cuatro proporciones de ácido fosforoso que es = 196,15, se combina con el hidrógeno de la parte y media de agua = 18,652, mientras que el oxígeno de esta cantidad = 150 + el oxígeno de la parte de ácido fosforoso descompuesto = 150, se combina con las otras tres partes de ácidofosforosoy las trasustancia en cuatro partes de ácido fosfórico.

De la combinacion del hidrógeno con el azufre.

176 Solo hay dos compuestos de hidrógeno y azufre, el

uno es gaseoso, y el otro líquido. El primero se denomina *hidrógeno sulfurado ó ácido hidro-sulfúrico*; y el segundo *azufre hidrogenado de hidruro de azufre, ó de sulfuro hidrogenado.* El azufre hidrogenado contiene mucho menos hidrógeno que el gas hidrógeno sulfurado. (*)

Del azufre hidrogenado.

177 El azufre hidrogenado es un líquido aceitoso por su consistencia; de olor y sabor semejante á los de huevos podridos aunque menos fuertes; se ignora su peso específico, y solo se sabe que es mayor que el del agua.

Este azufre hidrogenado si no esperimenta una presion fuertísima, ó sino está en un ácido, se descompone espontáneamente á la temperatura ordinaria, y con mas razon si es subida, trasformándose en uno y otro caso en hidrógeno sulfurado gaseoso, y en azufre que se desprende en forma de burujos de color gris. Se inflama al aire con un cuerpo encendido. El agua no le disuelve.

No exíse este azufre hidrogenado en la naturaleza, y es siempre un producto del arte, que se hace poniendo el azufre muy dividido, en contacto con el hidrógeno sulfurado al tiempo que este se exhala del cuerpo; para lo cual se vierte poco á poco en el ácido hidro-clórico una disolucion de sulfuro hidrogenado de potasa, es decir, un compuesto de azufre é hidrógeno sulfurado, y protóxido de potasio (1119), y este se combina con el ácido hidro-clórico formando una sal soluble, y el azufre lo hace con el hidrógeno sulfurado, precipitándose poco á poco al fondo de la vasija como si fuese un aceite mas pesado que el agua. El azufre hidrogenado, se conserva mezclándole con un poco de ácido hidro-clórico, y llenando con él, un frasco que cerrado herméticamente se pone boca á bajo en paraje fresco.

El azufre hidrogenado puede considerarse una combinacion de

(*) Debe añadirse, que segun las esperiencias de Berthollet y de Davy, parece cierto que el azufre comun contiene una corta cantidad de hidrógeno.

azufre y de hidrógeno, ó de azufre y de hidrógeno sulfurado; pero sus propiedades, y el proceder con que se obtiene hacen mas probable la última opinion, aunque hasta ahora no se ha determinado la proporcion de sus principios constitutivos.

No tiene usos; fue descubierto por Scheéle, y le examinó despues Berthollet. (*An. de quím.* tomo xxv, pág. 233).

De la combinacion del hidrógeno con los otros cuerpos combustibles no metálicos.

178 Siendo el hidrógeno sulfurado, el seleniado, el hidrógeno-clorado y el iodurado unos verdaderos ácidos, se examinarán cuando se trate de esta clase de cuerpos (432, 444, 445, y 454); asi como en el artículo de las sales se dará á conocer el hidrógeno azoado ó amoniaco, y sus combinaciones con los ácidos, porque es una de las bases salinas mas enérgicas, y debe ser asimilada bajo este punto de vista á los óxidos metálicos (568).

ARTICULO SEGUNDO.

De las combinaciones del carbóno con los combustibles simples no metálicos.

179 El carbóno se combina: 1° con el hidrógeno; 2° con el azufre; 3° con el cloro; 4° con el azoe; 5° con el azoe y el hidrógeno formando el ácido hidro-ciánico; 6° con el cloro y el azoe; de que resulta el ácido llamado *cloro-ciánico*. Es muy posible que haya un seleniuro de carbóno; y asi lo cree Berzelius en razon de la grande analogía que existe entre el selenio y el azufre.

Se ha hablado ya de la combinacion del carbóno con el hidrógeno (168); y se hará de las dos últimas cuando se trate de las sustancias animales (1819 y 1838); por lo que solo se examinarán ahora las del azufre, cloro y azoe.

Del carburo de azufre, ó sulfuro de carbóno.

Historia. El sulfuro de carbóno descubierto y examinado

por Lampadius en 1796, se ha esperimentado nuevamente por Clement y Desormes; (*An. de quím.* tomo XLII), por Berthollet, hijo. (*Memorias d'Arceuil* tomo I), Cluzel (*An. de quím.* tomo LXXXIV), Vauquelin (*An. de quím.* tomo LXXXIII, pág. 268), y por Berzelius y Marcet (*idem* LXXXIX).

Lampadius y Berthollet le consideraron como azufre hidrógenado; Clement y Desormes, Vauquelin, Berzelius y Marcet, como carburo de azufre; Cluzel como una combinacion de hidrógeno, carbóno, azoe y azufre en un estado particular. Todos los químicos estan acordes acerca de la composicion del curburo de azufre, y saben que solo contiene azufre y carbóno en la razon de 85, á 15 con corta diferencia.

180 *Propiedades.* El sulfuro de carbóno á la temperatura ordinaria es un líquido trasparente y sin color; que tiene un olor fétido, penetrante y de sabor acre ardiente. Su peso específico es de 1,263; el de su vapor de 2,670; su tension de 0^{v},389 á 22°,5 y su virtud refringente de 1,645 segun Wolaston.

El sulfuro de carbóno empieza á hervir á 45° con la presion de 0^{v},909, y no se descompone á una temperatura elevada. El calórico latente de su vapor debe ser muy considerable, porque puesto un poco de sulfuro de carbóno en la máquina neumática, haciendo el vacío se produce frio suficiente para congelar el mercurio (61).

Espuesto al aire en una salserilla á la temperatura ordinaria, se vaporiza sin alterarse y sin dejar residuo alguno; arde al instante por el contacto de la llama, resultando gas ácido carbónico y ácido sulfuroso, cuyo olor es muy picante; pero hay algo de azufre que no se quema y queda en la taza. El sulfuro de carbóno es por consiguiente muy combustible, y asi es que una chispa eléctrica inflama luego una mezcla de oxígeno y vapor de carburo; y esta esperiencia se ha de hacer en un eudiómetro muy grueso y con pequeñas porciones de gas, porque la denotacion es fuerte; y se ha de hacer tambien

en el mercurio y no en el agua que disolveria el vapor de carburo, mezclando el oxígeno saturado con un volúmen igual al suyo de vapor á la temperatura y presion ordinarias, pues en otro caso se precipitará azufre, y no se descompondrá todo el vapor. Con estas precauciones la esperiencia no es peligrosa, y despues de la combustion quedan en el eudiómetro gas ácido sulfuroso, ácido carbónico y sobrante de oxígeno.

Varios metales y particularmente el potasio, el cobre y el hierro, pueden descomponer el sulfuro de carbóno á una temperatura elevada; el potasio se inflama aun cuando el sulfuro está entonces en vapores, y en todo caso el azufre se combina con los metales y el carbon se separa y aisla.

El agua no causa efecto ninguno en el sulfuro de carbóno, y si se le agita con ella se precipita en el fondo del vaso en forma de glóbulos aceitosos.

Es soluble en el alcohol, el éter, los aceites fijos, y volátiles, y el agua le precipita al instante de las dos primeras disoluciones. Se combina íntimamente con todos los álcalis formando compuestos que Berzelius denomina *carbo-sulfuros*. Solo un ácido puede descomponerle que es el *agua regia*, ó la mezcla de ácido nítrico y ácido hidro-clórico. Asi es, que el sulfuro de carbóno con el ácido nítrico y el hidro-clórico muy concentrados, á la temperatura ordinaria adquiere poco á poco un color anaranjado, se exhala deutóxido de azoe, y al cabo de tres semanas se trasustancia en un cuerpo blanco cristalizado, que tiene el aspecto de alcanfor, y segun Berzelius, es un compuesto de ácido carbónico sulfuroso, é hidro-clórico (*An. de quím.*, LXXXIX, 82). Zeise profesor de química en la universidad de Copenague acaba de someter el sulfuro de carbóno á un nuevo examen, observando varios fenómenos interesantes. Primeramente reconoció que este sulfuro tiene la propiedad de neutralizar completamente una disolucion alcohólica de potasa, ó protóxido de potasio; y que sometiendo el nuevo líquido á una temperatura próxima á

cero, aparecen de pronto muchos cristales sueltos, que pueden purificarse por la desecacion entre doblezes de papel de filtro. Segun este químico, dichos cristales se componen de potasa saturada por un ácido particular, cuyos principios son, el azufre, el carbóno y el hidrógeno, el cual se forma al momento de tocar el sulfuro la disolucion alcohólica. La potasa promueve su formacion descomponiendo los elementos del alcohol y azufre carburado. El azufre y el carbóno, estan en este compuesto en diferentes proporciones de las del carburo, y son respecto del hidrógeno lo que el cianógeno en el ácido hidro ciánico, es decir, que hacen veces de radical doble; por lo que propone Zeise dar á este radical compuesto, el nombre simple de *santígeno*, (sacado del griego, amarillo y yo engendro), porque forma combinaciones de color amarillo con algunos metales. El ácido toma por consiguiente el nombre de ácido hidro-sántico, y las sales el de hidro-santatos. Para tener ideas esactas sobre los radicales dobles. (*Vease* el artículo *ácido hidro-ciánico* 1819).

Parece demostrado que de la reacion del sulfuro de carbono, y la disolucion alcohólica de potasa, resulta un ácido particular y nuevo; pero no lo está el que sea un compuesto de hidrógeno, azufre y carbóno, pues que el autor no le ha analizado; tampoco está probado que el azufre y el carbóno hagan en él veces de radical doble; de suerte que en esto solo se pueden formar conjeturas.

Como quiera que sea, se conseguirá obtener el nuevo ácido y examinar cuales son sus propiedades principales del modo siguiente. Se mezclan en una campana larga y angosta hidro-santato de potasa, y ácido sulfúrico débil, con cuatro ó cinco veces su volúmen de agua, y meneando la mezcla para favorecer su reacion, toma un color lechoso y se la añade poco á poco agua. El nuevo ácido se reune pronto en el fondo del vaso en una masa líquida de aspecto oleoso; y que basta lavarla con oportunidad para purgarla del ácido sulfúrico.

Este ácido es líquido á la temperatura ordinaria; no tiene

color, y parece un aceite trasparente. Su densidad es mayor que la del agua; tiene un olor peculiar y fuerte; su sabor es ácido astringente, amargo y muy pronunciado, enrojece el papel de girasol; se inflama inmediatamente con un cuerpo ardiendo; y exhala un olor fuerte de ácido sulfuroso.

Si se le espone al fuego en una retorta, se descompone á una temperatura inferior á la del agua hirviendo, y parece que se trasforma en gas hidrógeno y en sulfuro de carbóno.

Espuesto al aire se cubre prontamente de una costra blanca y opaca, no se combina con el agua; pero agitado y dividido en ella se le destruye en poco tiempo.

El iodo le descompone á la temperatura ordinaria mediante el agua, y parece que se produce ácido hidro-iódico que se disuelve depositándose un líquido oleoso de un rojo pardo, que segun el autor debe ser un compuesto de iodo, azufre y carbóno.

El ácido hidro-sántico se combina con los protóxidos de potasio, sodio, bario, calcio, y estroncio, que tienen gran afinidad con el oxígeno; pero Zeise piensa que forma agua y un *santuro* metálico con los óxidos de cobre, plomo, mercurio, y generalmente con todos los de fácil descomposicion; (Estos diferentes compuestos estan bien detallados en los *Anales de química y física* XXI, 160, *véase* ademas el tomo XXVI, pág. 66, accion del amoniaco sobre el sulfuro de carbóno).

Estado y preparacion. El sulfuro de carbóno no existe en la naturaleza, y se prepara poniendo el azufre en contacto con carbon muy calcinado á una temperatura elevada, para lo cual se atraviesa un tubo de porcelana en un horno de reverbero que esté algo inclinado; se adapta á su estremidad inferior una alargadera que entra en un matraz de dos bocas mediado de agua, y en la otra se pone un tubo de vuelta que va á parar á frascos llenos de agua ó mercurio. Introduciendo en el tubo de porcelana por su estremidad superior fragmentos de carbon muy calcinado, se encandece poco á poco, y entonces se in-

troducen sucesivamente algunos fragmentos de azufre, tapando el tubo á cada vez que se haga esto. El azufre se funde pronto y se convierte en vapor, y atravesando necesariamente por el carbon, se combina con este cuerpo y forma sulfuro de carbóno que se condensa en gran parte en el matraz y el frasco, que se han de cubrir de hielo; y al mismo tiempo se forman gases que son una mezcla de hidrógeno carbonado, de óxido de carbóno, de hidrógeno sulfurado, y vapor de sulfuro de carbóno (*); una parte del azufre no se combina y queda casi toda entera en la alargadera.

El sulfuro ocupa el fondo del matraz y del frasco. Para separarle del agua que le cubre se echa con ella en un embudo de cuello largo cuya parte inferior se tapa con un dedo, y cuando está bien trasparente se deja caer en un frasco por medio de otro embudo, tapando el primero antes que pasen las últimas porciones del sulfuro.

En este estado casi siempre tiene un color amarillento, que ocasiona el poco azufre que se halla disuelto en él, el cual se precipita si se espone el líquido al aire, ó si se le calienta con alcohol ó éter; en el primer caso se precipita en cristales, y en el segundo en polvo. Se purifica destilándole á un calor templado en una retortita de vidrio, en la que se introducen algunos fragmentos de cloruro de calcio, y dirigiendo su cuello á un recipiente enfriado por el hielo. El cloruro absorve la poca agua que puede haber en el sulfuro.

Composicion. Segun Vauquelin 100 partes de sulfuro de carbóno se componen de 14 á 15 de carbóno, y de 85 á 86 de azufre, y segun Berzelius y Marcet de 84,84 de azufre y de 15,16 de carbóno, ó 1 proporcion de carbóno, y 2 proporciones azufre, ó 1 átomo del primero, y 2 átomos del segundo, por lo que su fórmula atómica es CS^2. Para analizar esta sus-

(*) El oxígeno procede sin duda alguna de un poco de agua suministrada por los tapones de los vasos. El hidrógeno debe dimanar de esta misma agua del azufre (176), y acaso del carbon.

tancia se pone un tubo de vidrio ó de porcelana al través de un horno; se llena de óxido rojo de hierro la parte del tubo que se ha de calentar, se pone el líquido en una retortita de vidrio, se adapta á una de las estremidades del tubo, y á la otra un tubito de vidrio combado hácia el medio, cubierto con una mezcla de hielo y sal, y dirigido á entrar debajo de frascos ó campanas llenas de mercurio. Luego que el tubo de porcelana esté candente, se calienta poco á poco la retorta, atraviesa el óxido, y de tal manera se descompone, que resulta un sulfuro metálico que queda en el tubo, y gases ácidos sulfuroso y carbónico que pasan á la cámpana. Si la operacion se dirige bien, no se condensará en la comba del tubito de vidrio, lo que prueba que la descomposicion ha sido completa.

Los gases pueden separarse por el borax que absorve el sulfuroso, y aisla el carbónico, pudiendo deducirse del volúmen de los dos, la cantidad de azufre y carbóno que contienen. Estrayendo en seguida la materia que quede en el tubo, se la disuelve en *agua regia*, ó mezcla de ácido nítrico y de hidro-clórico, se echa amoniaco para separar el óxido de hierro, se filtra el líquido, se satura por el ácido hidro-clórico, y se añade hidro-clorato de barita, para precipitar el ácido sulfúrico, formado por el agua regia y el sulfato metálico. Del peso del sulfato de barita lavado, desecado y calcinado, se deduce el del azufre que contiene (810).

De los carburos de cloro, ó cloruros de carbóno.

180 — 2º Estos compuestos observados por Faraday á fines del año de 1820, no se forman combinando directamente el carbon ordinario con el cloro gaseoso, y es preciso que el carbóno esté en un grado estremo de division, lo que se consigue poniendo 8 ó 10 dracmas de hidro-bi-carburo de cloro en una retortita de dos bocas, introduciendo por la superior una corriente de cloro, y esponiendo el aparato á los rayos del sol. La descomposicion del hidro-bi-carburo se produce luego, su hidrógeno y carbóno se combinan con el cloro, formándose

gas ácido hidro-clórico, que puede absorverse por un poco de agua que haya en el vaso, y per-cloruro de carbóno depositado en él, en forma de cristales. Cuando todo el líquido parece cristalizado se purifica el cloruro. Para esto se lava con agua, se recoge en un filtro, se le comprime entre varias hojas de papel de filtro, y se le sublima; lo que ocasiona un pequeño residuo de carbon, á la aparicion de un poco de gas hidro-clórico. El sublimado debe disolverse en alcohol y precipitarse por agua que tenga bastante potasa para neutralizar el ácido hidro-clórico que hay en el cloruro, y entonces se le lava de nuevo, y se le comprime entre hojas de papel secándole por último en el vacio por medio del ácido sulfúrico concentrado. El deuto-cloruro en tal caso es puro.

El proto-cloruro líquido, trasparente, y sin color, se obtiene descomponiendo el per-cloruro al fuego, introduciéndole en una retorta para que por la destilacion pase lentamente por un tubo de porcelana, espuesto á una temperatura elevada, que comunica con otra de vidrio, de dos ó tres combas, sirviendo cada una por su parte inferior de recipiente que ha de estar metido en agua, y es donde se condensa el nuevo producto de un color amarillo, originado de un poco de cloro, y que aun contiene una corta porcion de per-cloruro. El cloro se volatiliza calentando y destilando varias veces las hezes de una comba á la otra. Para purgarlas del per-cloruro, es necesario hervirlas en una retorta cuyo cuello se prolonga con la lámpara, y espeliendo el aire de la garganta de la retorta haciéndola hervir, se cierra su boca, y se enfria el cuello con hielo. La destilacion del proto-cloruro se hace de este modo á una temperatura poco mas subida que la del aire esterior, y pasa enteramente al cuello de la retorta, mientras que el per-cloruro queda en la panza.

Propiedades del per-cloruro. Es un sólido cristalino, muy friable, sin color, trasparente, casi insípido, de un olor aromático, análogo al del alcanfor, mal conductor de la electri-

cidad, cuyo poder refringente es de 1,5767, y su densidad de 2, poco mas ó menos.

Su fusion se verifica á 160°, y su ebullicion á 182° á la presion ordinaria. Calentado en una retorta se sublima en cristales dendríticos, prismáticos, ó laminares, y espuesto al grado de calor rojo, se descompone segun se ha dicho al hablar de la preparacion del proto-cloruro.

En la llama de alcohol arde con una roja, despidiendo mucho humo y vapores ácidos; y apartándole de ella, cesa su combustion, no obstante de que el gas oxígeno le descompone á una temperatura elevada.

No esperimenta efecto alguno mezclándole con el cloro á cualquiera temperatura, y lo mismo sucede con el carbon. El iodo, el azufre, y el fósforo le reducen á proto-cloruro mediante el calor, apoderándose de una parte del cloro. El hidrógeno y los mas de los metales le descomponen completamente al fuego rojo, y precipitan el carbon, formando con él, ácido hidro-clórico ó cloruros metálicos.

El per-cloruro es muy poco soluble en el agua fria ó caliente; se disuelve bien en el alcohol, y mas fácilmente en el éter; y tambien es soluble en los aceites fijos y volátiles. El agua le precipita de su disolucion alcohólica. Los ácidos y los álcalis ejercen poca accion en este compuesto.

Su composicion es fácil de determinar, pues 1 volúmen de hidrógeno bi-carburado, absorve 5 de cloro, y produce ademas del per-cloruro, 4 volúmenes de gas hidro-clórico. Estos se componen de 2 volúmenes de hidrógeno y 2 de cloro, y 1 volúmen de hidrógeno bi-carburo contiene 2 de hidrógeno, y 2 de vapor de carbon; por lo que es evidente que el per-cloruro resulta de 2 volúmenes de vapor de carbóno y de 3 de cloro, ó de 11,59 de carbóno y 100 de cloro en peso, de que se deduce:

Proporciones..... 1 $\frac{1}{2}$ de cloro + 1 de carbóno

En átomos..... 3 de cloro + 1 de carbóno = $Ch^3\ C$.

Propiedades del proto-cloruro. Este compuesto es un líquido claro, sin color, mal conductor de la electricidad, cuya densidad es de 1,5526, y su poder refringente de 1,4875.

Resiste á un frio de 18° sin solidarse; se trasforma en vapor á 74°, y se descompone en corta cantidad cuando se le espone al fuego de un tubo candente.

Es insoluble en el agua y en los ácidos nítrico, sulfúrico é hidro-clórico; y se disuelve fácilmente en el alcohol, el éter y los aceites fijos ó volátiles.

El hidrógeno se descompone á una temperatura elevada, y lo mismo sucede con los mas de los metales, resultado en todos casos, productos análogos á los del per-cloruro.

El iodo se disuelve en él, y le comunica un color rojo; y el cloro le trasustancia en per-carburo á los rayos del sol.

El proto-cloruro se compone de partes iguales en volúmen de cloro y vapor de carbóno, ó en peso de 17,39 de carbóno y de 100 de cloro.

Proporciones..... 1 cloro... 440,04 + 1 carbóno 76,52
En átomos..... 2 cloro... 440,04 + 1 carbóno 76,52 = Ch^2C.

(*Véanse* los por menores en la memoria de Faraday, *Anales de química y física*, XVIII, 48).

Ademas de estos dos cloruros, parece que existe un tercero segun Philips y Faraday, que contiene doble de carbóno del que precede, por la misma cantidad de cloro, y que de consiguiente resulta de 1 volúmen de cloro y 2 de vapor de carbóno; pero no han podido obtenerle directamente ó trasustanciarle en uno de los dos anteriores. El compuesto que esperimentaron, le recogió Julin de Avo en Filandia, y era un producto accidental que se formaba en corta cantidad; y por esto no se describen sus propiedades espuestas en la memoria de los autores (*Anales de química y física*, XVIII, 269).

Del ciánogeno, ó azoe carbonado.

181 El ciánogeno es un cuerpo descubierto por Gay-Lussac

hace algunos años, quien le encontró examinando las propiedades de un compuesto que se conocia y denominaba *prusiato de mercurio*, y que se tratará de él mas adelante con el nombre de *cianuro ó azo-carburo de mercurio* á causa de su composicion.

El ciánogeno es un fluido elástico permanente, inflamable, cuyo olor es vivo y penetrante, y su densidad de 1,8064, enrojece sensiblemente la tintura de girasol, y si se calienta su disolucion, se desprende el gas mezclado con algo de ácido carbónico, y se renueva su color azul.

Enfriado y sometido á una fuerte presion, se convierte en un líquido sin color, que se trasforma en gaseoso, luego que cesa la presion. (Faraday, *Anales de química y física*, XXII, 323). Bussy no solo le ha liquidado mediante el frio solo, sino que le ha solidado (46 — 2°).

Resiste á una temperatura elevada sin descomponerse; pero arrimando la llama de una cerrilla á la campanita que le contiene, arde el gas con una llama de color de violeta; el azoe se aisla, y el carbóno se combina con el oxígeno atmosférico, formándose ácido carbónico. El agua disuelve cuatro veces y media su volúmen á la temperatura de 20°, y bajo la presion ordinaria, adquiriendo un sabor picante. El éter sulfúrico y la esencia de trementina disuelven por lo menos tanto como el agua, y el alcohol cinco veces mas.

No esperimenta efecto alguno con el fósforo, el azufre, el iodo y el hidrógeno, al calor de la lámpara. El cobre, el oro, y el platino no le alteran sensiblemente. El hierro le descompone en parte á la temperatura de un calor rojo albado; se cubre de una costra muy ténue de carbon. Se vuelve quebradizo y aisla una porcion de azoe.

El potasio obra con mucha eficacia en el ciánogeno, y absorve mediante el calor, igual volúmen que exhala de hidrógeno en su contacto con el agua, y en esta absorcion hay desarrollo de luz. Puede hacerse fácilmente la esperiencia en una campa-

nita corva sobre el mercurio. El cianuro de potasio es amarillento; su sabor es muy alcalino, descompone el agua, y de esta descomposicion resulta hidro-cianato de potasa, es decir, un ácido formado de hidrógeno, carbóno y azoe, que se combina con el protóxido de potasio. (*Veanse* las demas propiedades del *cianógeno*, en el artículo de la química animal, 1826).

El cianógeno no existe en la naturaleza, y se obtiene descomponiendo al fuego el cianuro de mercurio para lo cual este ha de ser neutro, cristalizado, y completamente seco. En efecto el cianuro neutro y seco solo da cianógeno, mientras que el húmedo produce ácido carbónico, amoniaco y mucho vapor de ácido hidro-cianico. La esperiencia se hace en una retortita de vidrio perfectamente seca, introduciendo en ella de 5 $\frac{1}{2}$ á 8 $\frac{1}{2}$ dracmas de cianuro mercurial; se adapta á su boca un tubo de vidrio que vá á parar á campanitas llenas de mercurio, y poniendo algunas ascuas debajo de la retorta se efectua prontamente la descomposicion, el gas pasa á la campana, y el mercurio del cianuro se condensa en la garganta de la retorta.

El cianógeno puede analizarse por dos procederes, ó haciendo detonar en el endiómetro del mercurio 1 volúmen de cianógeno, y 2 $\frac{1}{2}$ de oxígeno, ó metiendo en un tubo de vidrio cerrado por un lado una mezcla de 1 parte de cianuro de mercurio, y 10 de deutóxido de cobre, cubriéndola con limaduras de cobre, calentando sucesivamente hasta el calor rojo el óxido y el cianuro, y recogiendo los gases que se exhalan. En todo caso, de 1 volúmen de cianógeno se obtendrán otro de gas azoe, y 2 de ácido carbónico. Pero 2 volúmenes de ácido carbónico representan 2 de vapor de carbon; por lo que el cianógeno se compone de 2 volúmenes de vapor de carbóno y de uno de azoe, condensados en 1 solo, y si añadiendo el doble de la densidad del vapor de carbóno á la del azoe, estos es 0,8438 á 0,9757, se obtiene 1,8195, número que se diferencia muy poco de 1,8064 confirmado por la esperiencia.

Su composicion será por consiguiente :

Proporciones..... 1 de azoe 177,02 + 2 de carbóno 153,04
En átomos..... 1 de azoe 88,51 + 1 de carbóno 76,52 = *AzC.*

ARTICULO TERCERO.

De las combinaciones del fósforo con los cuerpos combustibles simples no metálicos.

El fósforo se combina : 1° con el hidrógeno ; 2° con el azufre ; 3° con el selenio ; 4° con el iodo ; 5° con el cloro. Se han examinado ya sus combinaciones con el hidrógeno (172) ; y solo quedan por estudiar la que forma con el azufre , el selenio , el iodo y el cloro.

Del fósfuro de azufre.

181 — 2° El fósforo y el azufre se combinan en muchas proporciones, de que resulta que deben ser muy variables las propiedades del fosfuro de azufre. Su color es siempre amarillento; pero varian su estado y su peso específico, pues á veces es líquido, y siempre mas pesado que el agua.

Los muchos compuestos que forman estos dos cuerpos pueden considerarse como resultado de la combinacion de uno ó dos fosfuros en proporciones definidas , con mas ó menos azufre ó fósforo.

182 *Estado y preparacion.* El fosfuro de azufre no existe en la naturaleza , y siempre es un producto del arte. Antes de hablar del modo de obtenerle es necesario conocer varios fenómenos propios de su formacion.

Si el azufre y el fósforo se funden dentro del agua , se combinan poco á poco , y resulta gas hidrógeno sulfurado que puede recogerse , y ácido fosfórico ó fosforoso que resta en el líquido. Póngansè en una campanita 40 á 60 granos de azufre , y 30 de fósforo ; llenesela de agua hasta las dos terceras partes, adaptándola un tubo que entre en otra campanita llena de agua , y calentando no tardará en exhalarse el gas con bastante rapidez para causar una violenta detonacion si el líquido adquiere

el grado de calor necesario para hervir, lo que sucedió dos veveces á Thenard. En esta esperiencia se descompone el agua, su hidrógeno se une al azufre, y su óxigeno al fósforo.

Si en vez de combinar el azufre y fósforo dentro del agua se combinan sin contacto de este líquido en cuanto sea posible, hay tambien una fuerte detonacion haciéndolo con algunos escrúpulos de fósforo y azufre, y la gran emision de calor con cierta cantidad de gas hidrógeno sulfurado, son la causa inmediata de este fenómeno. La esperiencia siguiente lo prueba hasta la evidencia. Se ha llenado de mercurio una campanita corba en que se ha introducido un poco de gas azoe, despues 40 granos de fósforo en su parte corva, que se han fundido á la llama de lámpara de la alcohol; y combinándole en este estado con 40 granos de azufre en pequeños fragmentos, introducidos sucesivamente hasta el baño de fósforo, por medio de un alambre, y en el momento de la combinacion se ha producido un pequeño residuo semejante al de un hierro candente que se sumerje en el agua. Verificada la combinacion de los dos cuerpos se mide el gas, y hay 60 partes mas que antes de la esperiencia, que son de hidrógeno sulfurado. El fósforo formado enrojece la tintura de girasol, de modo que se produce un ácido, ¿ cómo se esplicará la formacion del gas hidrógeno sulfurado, y del ácido? Lo mas sencillo es suponer que el fósforo empleado se ha recogido y guardado en el agua y aquel, la que conserva siempre por precauciones que se tomen, y puede haberse descompuesto como en la esperiencia anterior.

De todos modos, estas esperiencias prueban que los diferentes procederes que hay de preparar el fosfuro de azufre son algo peligrosas, y para evitar todo riesgo se debe hacer la preparacion de la manera siguiente.

Si se quiere combinar el fósforo con el azufre sin el intermedio del agua, se funden en un tubo de 3 $\frac{1}{2}$ á 5 pulgadas de largo, y de 5 á 10 líneas de diámetro cerrado por uno

de sus estremos, 40, 60 ó mas granos de fósforo, y fundidos, se les echan sucesivamente algunos pedazitos de azufre á proporcion que cada uno de ellos se va combinando, lo que anuncia un pequeño ruido.

Si se hace esta preparacion dentro del agua, es necesario juntar de una vez la totalidad de las materias que se quieren combinar; elevar la temperatura hasta 60 ó 70° solamente; poner el azufre en flor, y revolver la mezcla con un tubo hasta que la fusion sea perfecta, pero principalmente la flor de azufre para mojarla bien, y evitar que adhiera á la superficie del liquido, en cuyo caso la mezcla se haria con dificultad.

183 El fosfuro de azufre se funde mas fácilmente que el fósforo. Pelletier que hizo muchas esperiencias con este combustible, encontró que cuando se combina con $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, veces su peso de azufre, se forman compuestos que funden, el primero á 12° de Reamur, el segundo, á 8°; el tercero á 4°; el cuarto á 10° y el quinto á 30°, (*Anales de química*, IV, 10; ó bien memorias de Pelletier.) Thenard ha visto que el fosfuro hecho con dos parte de fósforo, y una de azufre es mas fusible que el compuesto de partes iguales de estos combustibles.

Faraday, á quien se deben observaciones nuevas sobre el fosfuro de azufre, ha notado que un compuesto de 5 de azufre y 7 de fósforo es muy fluido á cero, y no se consolida á —6°,7; que este compuesto metido algunas semanas en agua, desprende cristales de azufre puro, y al mismo tiempo pierde la facultad de fundirse con facilidad, convirtiéndose en una masa cristalina que parece que se forma de 2 de fósforo, y 1 de azufre, si permanece algunas horas en una atmósfera de temperatura de 3 á 4°. Esta opinion parece tanto mas probable, que dará para la composicion del fósforo 1 proporcion, ó 1 átomo de azufre = 200, y 2 proporciones, ó 2 átomos de fósforo = 2 + 196,15. Observó ademas, que si se unen directamente el fósforo y el azufre en estas últimas proporciones,

resulta un fosfuro que tiene la propiedad de cristalizar como el anterior; de que se concluye que este último debe ser un compuesto de proporciones definidas. Añade tambien, que si se agita un fósfuro de azufre cualquiera con una disolucion de amoniaco; desaparecen en algunas horas todas las impurezas que pueda tener; que se vuelve trasparente, mas líquido, y por último, que no ejerze accion perceptible en el agua aun al cabo de algunas semanas.

El fosfuro de azufre se volatiliza si se espone á un grado suficiente de calor, lo que puede verificarse fácilmente como en el fósforo en una campanita corva de cristal (97); pero parece que la parte que se volatiliza primero, contiene mas fósforo y principalmente cuando el fósforo en el fosfuro calentado, está en mayor cantidad que el azufre.

El fosfuro de azufre mediante el calor, obra eficazmente en el oxígeno, resultando acido fosfórico sólido, gas ácido sulfuroso, y gran emision de calórico y luz. Arde tambien al aire por poco elevada que sea la temperatura, y probablemente este es el cuerpo que se forma y enciende cuando se frota una pajuela azufrada con el fósforo de los frasquitos, que sirven para encender luz (99). Esta opinion se funda en que si se ponen en una campanita 40 granos de fósforo y 20 de azufre en pequeños fragmentos, acaban los dos cuerpos por combinarse con esplosion, aun cuando no promuevan la combinacion la frotacion, ni el calor esterior. Por lo que, si el fosfuro de azufre puede formarse, en este caso, con mucha mas razon se formará en el que se acaba de citar.

Este fosfuro no se ha esperimentado aun con los combustibles, pero sin duda los mas de los metales le descompondrian, y absorverian los dos principios que le constituyen.

Historia. Le descubrió Margraff, y le estudió Pelletier (*Anales de química*, IV, ó Memorias de Pelletier), Mussin-Puschin (*Anales de química*, XXX) por Thenard (*Anales id.* LXXXII), y Faraday (*idem.* VII, 71).

Del fósforo de selenio.

183 — 2° El fosforo se combina con el selenio como con el azufre en todas proporciones. Las propiedades físicas de este compuesto varían como las del fosfuro de azufre, y asi tiene un color amarillo pardo, y una fractura cristalina. Si el fósforo predomina, es muy fusible, tiene mucho brillo, una fractura vítrea, y un color pardo oscuro, si el fósforo no predomina. Por lo demas descompone el agua poco á poco formándose un ácido de fósforo, y ácido hidro-selénico que se disuelve y comunica al líquido un color hepático (Berzelius, *Anales de química y física* IX, 338)

Del fósforo de iodo.

184 El fósforo y el iodo, se combinan en diferentes proporciones; lo que se verifica siempre con emision de calórico y sin luz, y se hace fácilmente en un tubito de vidrio colocado sobre algunos carbones encendidos, cuidando de que las materias esten muy secas. Gay-Lussac que hizo un estudio particular del fosfuro de iodo (*An. de quím.*, XCI, 9), observó que se obtiene:

185. 1 Con 1 de fósforo y 8 de iodo, un compuesto de color rojo anaranjado pardo, fusible á 100°, volátil á una temperatura mas elevada, y que en contacto con el agua la descompone; y se forma gas hidrógeno fosforado, con copos de fósforo que se precipitan; ácido fosforoso y ácido hidro-iódico que quedan en disolucion.

2° Con 1 de fósforo y 16 de iodo, resulta una materia de un color gris negro, cristalizada, fusible á 29°, que puede descomponer el agua como la anterior y producir ácido fosforoso é hidro-iódico sin color.

3° Con 1 de fósforo y 24 de iodo, se produce una materia negra, fusible en parte á 46°, que descompone el agua con emision de calor, y se trasustancia en este caso en ácido fosforoso, y ácido hidro-iódico iodurado, que tiene siempre un color pardo amarillento.

De los fosfuros de cloro, ó cloruros de fósforo.

186 El fósforo y el cloro esperimentan una accion tal á la temperatura ordinaria, que si se introduce un fragmento de fósforo por medio de una copelita suspendida á la punta de un alambre en un frasco de cloro, los dos cuerpos se combinan inmediatamente con un desarrollo de calórico y rayos de luz. Su combinacion puede verificarse en dos proporciones; pues existen un proto-fosfuro y deuto-fosfuro de cloro, ó lo que es lo mismo, un proto-cloruro y un deuto-cloruro de fósforo.

Estos compuestos designados mas generalmente con estos últimos nombres son dignos de atencion por la propiedad que tienen de descomponer el agua de tal manera, que se trasforman en ácido hidro-clórico y ácido fosforoso, ó ácido fosfórico.

Deuto-cloruro. El deuto-cloruro de fósforo, descubierto por Davy en 1810. (*Elemt. de quí. filosof.* tom. 1 art. *fósforo.*)

Este compuesto es siempre obra del arte, y se obtiene pasando poco á poco gas cloro seco por una retortita que tenga fósforo tambien seco, y cuando hay un esceso de cloro, el fósforo se convierte en una materia sólida y blanca que es el deuto-cloruro en su mayor pureza.

Dulong determinó la proporcion de sus principios, para lo cual puso 20 granos de fósforo en una retorta de cristal sin aire, y en comunicacion con una campana llena de cloro gaseoso, la que pesó despues de la operacion, y comparado su peso con el que tenia cuando estaba llena de cloro, y que habia determinado esactamente en una esperiencia anterior, vió que el deuto-cloruro debe formarse de 100 de fósforo, y de 549,1 de cloro (III, tom. d'Arcueil, pág. 437). Davy no admite estos resultados, y hace subir á 600 la cantidad de cloro absorvido por 100 partes de fósforo (*An. de quí. y fisi.* x, 207). Su verdadera composicion segun el análisis de Dulong:

Proporciones..... 2 $\frac{1}{2}$ cloro + 1 fósforo.
En átomos..... 5 cloro + 1 fósforo = Ch^5 *P.*

El deuto-cloruro de fósforo es sólido, de color blanco de nieve muy volátil, aunque menos que el proto-cloruro. Si se espone un papel teñido con girasol y bien seco á la accion de sus vapores en un recipiente vacío de aire, se enrojece prontamente. Calentado poco á poco y sometido á cierta presion, enfriándose cristaliza en prismas casi enteramente trasparentes. Si con el gas oxígeno atraviesa por un tubo candente, resultan ácido fosfórico y cloro; lo que se efectua tambien si se le pone á la llama de una vela. El hidrógeno y los mas de los metales le descomponen mediante el calor, formando el hidrógeno ácido hidro-clórico, y los metales cloruros y fosfuros metálicos. Su accion en el agua es muy eficaz; y apenas estan estas dos sustancias en contacto, que se descomponen recíprocamente, resultando ácido hidro-clórico y fosfórico. Esta esperiencia presenta fenómenos muy dignos de atencion segun lo ha observado Dulong. Si se echa un pedazo algo considerable de cloruro en el agua, el calor que resulta exhala en vapor la mayor parte del cloruro; pero si este está en polvo y con mucha agua se volatiliza muy poco, y entonces aparecen á la superficie del agua algunas gotas de un líquido aceitoso que se aposan pronto en el fondo del vaso, y desaparecen al cabo de algun tiempo; lo que probablemente es un hidrato de cloruro de fósforo, es decir, un compuesto de cloruro y agua (*Memorias d'Arcueil*, III, 439.)

Por último, el deuto-cloruro de fósforo se combina íntimamente con el amoniaco y el compuesto triple que resulta es blanco, insípido, fijo, insoluble en el agua é indescomponible por los álcalis.

Proto-cloruro. Este cloruro descubierto por Gay-Lussac y Thenard en 1808, es líquido, sin color, trasparante, algo mas pesado que el agua, humea mucho y es muy cáustico; enrojece demasiado la tintura de girasol, pero no la de un papel muy seco teñido con ella. Hierve á una temperatura poco elevada. Puesto al aire, esparce vapores muy picantes, y el agua

se convierte al instante con emision de calor en ácido hidro-clórico y fosforoso. El amoniaco precipita á un tiempo fósforo, y deuto-cloruro de fósforo amoniacal, y con el oxígeno del aire y los metales esperimenta casi los mismos efectos que el deuto-cloruro. Por último, puede disolver cierta cantidad de fósforo, y entonces enciende un papel de filtro embebido en él, y le enturbia el agua, lo que procede sin duda del esceso de fósforo que se precipita.

El proto-cloruro se obtiene como el deuto-cloruro, suspendiendo la corriente de cloro seco, luego que el líquido formado empieze á turbarse y á precipitarse deuto-cloruro, en seguida se calienta moderadamente la retorta, el proto-cloruro se volatiliza, pasa y se condensa solo en un recipiente de una forma á propósito. Tambien se le puede obtener combinando el deuto-cloruro con una cantidad conveniente de fósforo. Davy prefiere este proceder, y prescribe 1 parte de fósforo para 7 de cloruro.

El proto-cloruro de fósforo se compone segun Dulong de 100 de fósforo, y de 327,6 de cloro, y le analizó mezclándole con agua y añadiendo al líquido un esceso de nitrato de plata. El agua en esta operacion trasustancia al cloruro de fósforo en ácido fósforoso é hidro-clórico; la accion de este último en el óxido de sal reproduce agua y forma un cloruro de plata insoluble, de composicion conocida, y cuyo peso indica la cantidad de cloro que se busca (1070), la que restada de la del cloruro, sometido al análisis, su diferencia será la cantidad de fósforo que contiene (*Memorias d'Arcueil*, III, 419). En vez de 327,6 de cloro, Davy admite que 100 de fósforo solo exigen 300 para trasformarse en proto-cloruro, de suerte que en el deuto-cloruro á la misma cantidad de fósforo corresponde el doble de cloro que hay en el proto-cloruro (*Anales de química y física*, x, 207). Los resultados de Dulong parecen preferibles, y la composicion del proto-cloruro es por consiguiente:

Proporciones..... $1\frac{1}{2}$ cloro + 1 fósforo.
En átomos..... 3 cloro + 1 fósforo = $Ch^3 P$.

Los cloruros de fósforo no tienen uso.

Algunos químicos los consideran como ácidos, y proponen llamarlos *cloro-fósforoso* y *cloro-fosfórico*. Esta opinion no puede sostenerse, sino respecto al deuto-cloruro, porque el proto-cloruro no enrojece el papel de girasol, ni se combina con los álcalis.

ARTICULO CUARTO.

De las combinaciones del azufre con los cuerpos combustibles simples no metálicos.

186 — 2° El azufre puede combinarse: 1° con el hidrógeno; 2° con el carbóno; 3° con el fósforo; 4° con el selenio; 5 con el cloro; 6° con el iodo; y su combinacion con el hidrógeno, forma un compuesto que se combina tambien con el azoe hidrogenado ó amoniaco.

Los tres primeros compuestos se han examinado ya (177, 178, 179 y 181 — 2°); y el último lo será cuando se trate de los hidro-sulfuros, ó hidro-sulfatos (1201 — 2°), estudiando solo ahora el sulfuro de selenio, el de cloro y el de iodo.

Del sulfuro de selenio.

El azufre y el selenio se combinan en todas proporciones como sucede con este último y el fósforo. El único medio de obtener un sulfuro en combinacion determinada, es el de descomponer una disolucion de ácido selénico por una corriente de hidrógeno sulfurado, añadiendo algunas gotas de ácido hidro-clórico al líquido del ácido descompuesto totalmente, que toma un color amarillo de limon, y calentándole se separa y reune el sulfuro en forma de una masa coherente, elástica, y de color amarillo oscuro, la cual se hallaba en suspension íntima en el líquido.

El sulfuro obtenido de este modo, contiene en cada 100

partes de selenio, 60,76 de azufre : es muy fusible, se ablanda á la temperatura de 100°, se liquida á una algo mayor, y hierve á otra mas subida ; y la parte destilada enfriada, es trasparente, de un color amarillo rojo, y semejante al oro pimente fundido. Calentado este sulfuro al aire arde, formando gas sulfuroso y óxido de selenio; el azufre es el primero que arde, y así la mezcla de ácido selénico y sulfuro de selenio se trasforma en gas sulfuroso, y en selenio, á una temperatura conveniente. Es muy soluble en las disoluciones de potasa y sosa, y en sus hidro-sulfatos; y el líquido al cargarse de sulfuro, toma un color anaranjado muy oscuro, el cual se desprende de estas disoluciones añadiéndolas un ácido.

El ácido nítrico no tiene accion perceptible en el sulfuro de selenio ; pero el agua regia ó ácido hidro-cloro-nítrico, obra en él con mas eficacia; y en los dos casos tiende á formar ácidos con el selenio y el azufre (*An. de quím. y fís.* IX, 236).

Del sulfuro de cloro, ó cloruro de azufre.

Si con una copelita se mete azufre encendido en un frasco lleno de cloro, continua ardiendo con llama; y si se ponen en contacto estos dos cuerpos á la temperatura ordinaria, solo emiten calórico, aun cuando sea muy rápida la absorcion del gas por el azufre, formándose en los dos casos cloruro de azufre.

Este compuesto descubierto por Thomson, y sometido por Am. Berthollet á nuevas esperiencias (*Memorias d'Arcueil* tom. 1), es líquido, rojo oscuro, muy volátil á la temperatura ordinaria; su olor es vivo, picante, y muy desagradable; su sabor es muy fuerte, enrojece mucho la tintura de girasol, y pesa específicamente 1,7 á 10° (Am. Berthollet) y segun Dumas 1,68.

Calentado en una retorta hierve pronto y no se altera; y puesto al aire humea, con vapores muy espesos; y hay muchos cuerpos que pueden descomponerle.

Mezclando partes iguales de cloruro de azufre y agua, y

meneando la mezcla, resulta una ebullicion muy viva, gran desarrollo de calor; el azufre se precipita y se encuentra en la disolucion ácido hidro-clórico, ácido sulfuroso, y un poco de ácido sulfúrico; lo que manifiesta que el agua se ha descompuesto, y que su hidrógeno se combina con el cloro al tiempo que su oxígeno con la mayor parte de su azufre.

Los mismos fenómenos se observan poniendo éter ó alcohol en contacto con el cloruro de azufre, aunque son mas marcados á causa de la volatilidad de estos dos líquidos. Esta reaccion es tal, que á cada gota de cloruro que cae en el alcohol muy concentrado, se produce una especie de decrepitacion. Si en vez de echar el cloro de azufre en el éter ó el alcohol, se echa en el amoniaco, se presentan nuevos fenómenos: se verifica un viva ebullicion; se precipita azufre que arrastra consigo algo de álcali, siempre que haya esceso de este, y se forma un sulfito, un sulfato y un hidro-clorato de amoniaco; y ademas gran cantidad de vapor de color rojo-violáceo. Las disoluciones de potasa y sosa condensadas, ofrecen los mismos fenómenos al poco mas ó menos.

En, fin si se echa cloruro de azufre en el mercurio, se empaña la surperficie del metal, se manifiesta un color bastante vivo, y en vez de mercurio y cloruro de azufre, se obtiene una masa gris, pulverulenta, que es una mezcla de sulfuro y cloruro de mercurio.

El cloruro de azufre no existe en la naturaleza y se forma pasando cloro seco por entre la flor de azufre puro ó sublimado. A este efecto se prepara este gas segun se ha dicho (pág. 219), y por un tubo se introduce en el fondo de una campanita en que se pone azufre; y efectuando poco á poco la combinacion, la esperiencia se concluirá cuando desaparezca todo el azufre lo que pide bastante tiempo. Am. Berthollet Davy y Dumas, que han analizado este compuesto, han averiguado (Bol. de la socied. filomat. febrero de 1825), que consta de:

	Azufre.	*Cloro.*
Berthollet.	32,8	67,92
Davy.	27,6	72,4
Dumas.	30,72.	69,22

Pero como parece que el cloruro de azufre puede disolver algo de cloro, ó un poco de azufre, constará:

Proporciones. . . . . 1 azufre 200 + 1 cloro 440,04
En átomos. . . . . 1 azufre 200 + 2 cloro 440,04 = $S\,Ch^2$.

Muchos químicos consideran al cloruro de azufre como un ácido, y proponen darle el nombre de *ácido cloro-sulfúrico*, porque enrojece la tintura y el papel de girasol. La opinion contraria parece mas fundada en virtud de que se puede atribuir el cambio del color azul, á la formacion inmediata de cierta porcion de ácido hidro-clórico, ó sulfuroso, y por otra parte el cloruro de azufre que no se combina con las bases salinas.

Sulfuro de iodo.

El azufre se combina fácilmente con el iodo; pero no tan bien como con el fósforo; se necesita un calor templado para que se efectue la combinacion; y el sulfuro que resulta es radiado, y brilla como el de antimonio. Se descompone con facilidad, y si se le espone á una temperatura poco mas elevada que la necesaria para formarle, se disgrega el iodo.

ARTICULO QUINTO.

De las combinaciones del selenio con los combustibles.

186 — 3° El selenio no se ha combinado hasta ahora sino con el hidrógeno, el fósforo y el azufre. El fosfuro y sulfuro de selenio, se han examinado (183 — 2° y 186 — 2°); y el hidrógeno seleniado siendo un ácido, lo será mas adelante (444).

ARTICULO SESTO.

De las combinaciones del cloro con los cuerpos combustibles simples no metálicos.

187 El cloro puede combinarse; 1° con el carbóno; 2° con

el fósforo; 3° con el azufre; 4° con el iodo; 5° con el azoe; 6° con el hidrógeno; 7° con el cianógeno, ó azoe carbonado; 8° combinado con el hidrógeno, es decir, en el estado de ácido hidro-clórico, lo hace tambien con el amoniaco.

De todas estas combinaciones, las tres primeras se han examinado ya (180—2°, 186 y 186—2°); la sesta lo será cuando se trate del *ácido hidro-clórico* (454), la séptima al hacerlo del *ácido cloro-ciánico*, y de las demas *materias animales*; y la última se verá al tratar del *hidro-clórato de amoniaco* (1201—2°); por lo que ahora solo se estudiarán los cloruros de iodo y azoe.

Del cloruro de iodo.

Este cuerpo absorve rápidamente el cloro á la temperatura ordinaria, y produciendo por lo menos 100° de calor forma un compuesto delicuescente, de color amarillo anaranjado en partes, y en otras de color rojo anaranjado. Estas contienen menos cloro y son menos volátiles que las otras. Todas son delicuescentes, y descomponen el agua segun toda apariencia, formándose con las primeras ácido hidro-clórico é iódico, y con las segundas ácido hidro-clórico, é iódico iodurado. Por esta razon se obtienen solamente hidro-cloratos y iodatos con las que son amarillas, echando potasa en el líquido; y con las rojas, ademas de estas dos sales, un precipitado de iodo, con tal que se eche el álcali poco á poco. No obstante, como la disolucion del cloruro en el agua, conserva la propiedad de descolorar el añil disuelto en el ácido sulfúrico, lo que anuncia en el compuesto, cierta cantidad de cloro, parece que este no se trasustancia completamente en ácido hidro-clórico, sino mediante la accion del álcali (*Véanse* los por menores en la memoria de Gay-Lussac *An. de quím.* XCI, 48).

Cloruro de azoe.

El cloruro solo se mezcla con el azoe, pero con este gas, al punto de exhalarse, se forma un compuesto de propiedades

muy notables descubierto por Dulong en 1811, y denominado *cloruro de azoe.*

Este se obtiene disolviendo un esceso de cloro en cualquiera sal amoniacal, por ejemplo, hidro-clorato de amoniaco, disuelto en 20 partes de agua, y dentro de un embudito adelgazado á la lámpara por la punta, y metida esta en una tazita de mercurio. En el embudo casi lleno de sal amoniacal se pone un tubo que ha de bajar hasta la parte mas inmediata á la superficie del mercurio, y se vierte por él una disolucion concentrada de hidro-clorato de sosa que ocupe 20 á 25 líneas de la parte inferior del embudo, donde se ha de reunir el cloruro de azoe, y se ha de resguardar este compuesto del contacto de la disolucion de sal amoniaco que le descompondria en parte. Dispuesto el aparato de este modo se introduce en el embudo un tubo por donde entra el cloro, de manera que no toque á la disolucion de hidro-clorato de sosa, y que el movimiento causado por las burbujas no mezcle las dos disoluciones, que no estan separadas una de otra, sino por la diferencia de su peso específico. El cloro es primeramente absorvido en gran parte por la disolucion de la sal amoniacal; y á poco tiempo esta se enturbia, y se forman por todas partes burbujitas de gas, y apareciendo gotitas de cloruro de azoe que se reunen poco á poco caen al fondo del embudo sobre el mercurio.

Luego que se ha producido una cantidad suficiente de cloruro de azoe, se retira la taza del mercurio, y se recibe el cloruro en otra vacía, ó llena de agua destilada.

Este compuesto es líquido y de aspecto aceitoso, de color leonado, olor muy picante insoportable, y semejante al del gas ácido cloroxi-carbónico. Su sabor es desconocido, pero debe ser muy fuerte. No se ha determinado su peso específico, y solo se sabe que es mayor que el del agua, porque vertiendo en ella cloruro de azoe aunque esté cargada de sal, baja al fondo del vaso.

El cloruro de azoe es muy volátil, y en la temperatura ordinaria se evaporiza al aire con un olor sofocante que casi no

se puede respirar. Espuesto á un calor de 30° detona instantáneamente con violencia, originando gran desarrollo de calórico y la luz que procede sin duda de que los dos elementos que le constituyen al contacto, se ponen en estados opuestos de electricidad, y se unen los dos fluidos de la descomposicion (82). Los productos de esta, no pueden ser otra cosa sino cloro y azoe.

La accion del cloruro de azoe con el fósforo es muy enérgica, pues se verifica una fuerte detonacion apenas estan en contacto estas dos sustancias; para lo que basta una pequeña cantidad de cloruro de azoe; y asi, colocando un fragmento de fósforo en el fondo del embudo en que se prepara este cloruro, con la primera gota de él, por imperceptible que sea, cuando toca al fósforo, estalla el aparato. La detonacion se impide, segun Berzelius y Marcet, añadiendo una corta cantidad de carburo de azufre.

La accion del cloruro de azoe en el azufre, no es tan eficaz como en el fósforo, y si se pone un pedazo de azufre en el embudo en que se prepara el cloruro de azoe, las gotas que se forman de este, se combinan con el azufre, formándose un compuesto triple de color pardo, que se descompone sucesivamente, produciendo una efervescencia contínua, pero tranquila. Parece que el gas que se exhala en este caso es azoe, y que se forman ácidos hidro-clórico, y sulfuroso, como cuando el cloruro de azufre se descompone por el agua.

El cobre, y sin duda otros varios metales, descomponen el cloruro de azoe; para lo cual se mezcla con limaduras de cobre en un frasco lleno de agua destilada, al que se adapta un tubo que entra debajo de una campana llena de mercurio; el cobre se ennegrece luego, y el agua destilada adquiere el color de una disolucion de cloruro de cobre, exhalándose gas azoe puro, que se reune en la campana. Precipitando la disolucion de cloruro de cobre por el nitrato de plata, se determina fácilmente la cantidad de cloro de la disolucion, y se hace por este medio un análisis esacta, aunque hay detonacion;

y Dulong que la intentó, fue herido por segunda vez, y no pudo conocer directamente la proporcion de los elementos de este cloruro; lo que indica las precauciones que es necesario tomar en estas esperiencias. Ha de resultar de 1 proporcion de azoe, y 3 de cloro, que es lo que indica á lo menos su analogía con el ioduro de azoe.

Se ha dicho que á medida que se forma el cloro del azoe en la disolucion de sal amoniaco, aparecen una multitud de burbujitas producidas por un gas particular que parece ser cloruro de azoe en vapor, mezclado con gas azoe. Este gas tiene un olor muy fuerte, se descompone á veces espontáneamente al aire, originando una pequeña detonacion y una luz viva; y se puede recoger sustituyendo al embudo un frasco de Woolf guarnecido de un tubo que entre debajo de una campana llena de agua. Acabado de recoger detona ordinariamente al momento en que se vuelve boca arriba la campana; pero pierde luego esta propiedad estando en contacto con el agua, ó con el mercurio; en cuyo caso se convierte el metal en cloruro, y solo queda en la campana azoe puro. Esta descomposicion se verifica sin que varíe el volúmen del gas; lo que parece probar que el vapor de cloruro de azoe, tiene precisamente el mismo volúmen que el azoe que contiene.

ARTICULO SÉPTIMO.

De las combinaciones del iodo con los cuerpos combustibles simples no metálicos.

187—2° El iodo puede combinarse, 1° con el hidrógeno; 2° con el fósforo; 3° con el azufre; 4° con el cloro; 5° con el azoe. Unido al hidrógeno, es decir, en estado de ácido hidroiódico, se combina ademas con el amoniaco, ó hidrógeno azoado.

La primera de estas combinaciones denominada ácido hidroiódico, se examinará en el artículo de los *hidracidos* (445); la segunda, tercera y cuarta lo han sido anteriormente (184, 186—2° y 187). La última lo será en la historia de las sales

con el nombre de *hidro-iodato de amoniaco* (1201—2°), y ahora se tratará:

Del ioduro de azoe.

El ioduro de azoe consta segun Colin en peso de 5,8544 de azoe, y 156,21 de iodo, ó lo que es lo mismo 1 volúmen de azoe y 3 de iodo (*Anales de química* XCI, 262). Su composicion será por consiguiente:

Proporciones... 1 azoe... 177,02+3 iodo $3\times1561,94$.

En átomos.... 1 azoe... $\frac{177,02}{2}$ +3 iodo $\frac{3\times1561,94}{2}$ = $Az\,I^3$.

La afinidad del iodo con el azoe es muy débil, por lo que solo pueden combinarse estos dos cuerpos al punto de exhalarse el azoe, para lo cual se pone el ido en contacto con un esceso de amoniaco líquido á la temperatura ordinaria, y se descompone inmediatamente una porcion del amoniaco (hidrógeno azoado), de que resulta un ioduro de azoe que se precipita en forma de polvo negro, é hidro-iodato de amoniaco que queda en disolucion, pudiendo separarse el primero no filtrando el líquido despues de un cuarto de hora de reposo, y lavando el ioduro en el filtro. No se ha de lavar mucho, porque se descompondrá en el filtro con ruido.

Proporciones activas. — *Proporciones producidas.*

4 de amon. = { 4 azoe..... / 12 hidrog. } 1 de ioduro = { 1 azoe. / 3 iodo. }

6 iodo — 3 hidriodato = { 3 ácido. { 3 hidrógeno. / 3 iodo. } / mon. }

En átomos.

$$4\,Az\,H^3 + 6\,I = Az\,I^3 + 3\,Az\,H^3\,3\,HI.$$

El ioduro de azoe fulmina fuertemente, y si está seco detona con frecuencia y por sí mismo, lo que no sucede si está húmedo, como no sea por una ligera presion; y en la oscuridad se verifica con desarrollo de luz muy sensible, nacida de que se trasforman en gases el azoe y el iodo que le componen.

Como el ioduro de azoe seco puede descomponerse espon-

táneamente, debe haber muchos cuerpos capazes de efectuar su descomposicion aun cuando esté húmedo, que es lo que sucede. Los álcalis son de este número por la accion que esperimentan con el iodo, y asi mezclando potasa con polvos de ioduro se exhala al instante el azoe en burbujas, en cuyo caso produce el mismo efecto que el iodo puro (483).

ARTICULO OCHO.

De las combinaciones del azoe con los demas cuerpos combustibles no metálicos.

188 Estas son las que resultan de la combinacion de este cuerpo: 1° con el hidrógeno; 2° el carbóno; 3° el cloro; 4° el iodo; 5° el carbóno y el hidrógeno; 6° con el carbóno y el cloro.

La primera de estas combinaciones es el *amoniaco* y se examinará mas adelante (568); la segunda, tercera y cuarta lo han sido ya (181, 187 y 187—2°); de la quinta y sesta se tratará cuando se hable de las materias animales, y de los ácidos *hidro-ciánico* y *cloro-ciánico*.

CAPITULO SEGUNDO.

DE LA COMBINACION DE LOS CUERPOS COMBUSTIBLES NO METALICOS CON LOS METALES.

El azufre, el fósforo, el selenio, el cloro y el iodo, son los únicos de esta clase de cuerpos que pueden combinarse con casi todos los metales. El hidrógeno solo se combina con el potasio, al arsénico y el teluro; el carbóno con el hierro, y acaso con algunos otros; el azoe con el potasio y el sodio; y el boro con el hierro y el platino.

De la combinacion del hidrógeno con el potasio.

El potasio forma con el hidrógeno dos compuestos bien distintos, admitiendo el descrito la primera vez por Sementini: el uno es sólido y debe denominarse *hidruro*; el otro es gaseoso, y se llamará *gas hidrógeno potasiado*. El primero contiene mucho menos hidrógeno que el segundo.

Del hidruro de potasio.

189 *Propiedades.* El hidruro de potasio es sólido, de color gris, y sin aspecto metálico: se ignora su peso específico.

Si se le espone á la llama de la lámpara de alcohol, se descompone fácilmente, y todo el hidrógeno se aisla en gas, y el potasio en forma sólida. En contacto con el mercurio y calentado, esperimenta una descomposicion mas pronta que al calor solo; todo el hidrógeno se aisla como en la esperiencia anterior, y se forma una amalgama de potasio; esta descomposicion puede verificarse tambien por el mercurio y sin el calor, en el espacio de algunos dias.

No se inflama al aire, ni tampoco en el oxígeno, á la temperatura de 8°; arde vivamente en estos gases mediante un calor moderado; produce con el agua poco mas de una vez y un cuarto, mas hidrógeno que el que contiene el potasio; y si está á un tiempo en el agua y al aire, se inflama como el potasio y se descompone.

Estado y *preparacion.* El hidruro de potasio no existe en la naturaleza; y se forma llenando de mercurio una campanita corva de vidrio, pasando á ella gas hidrógeno; introduciendo en su parte corva un pedazito de potasio con un alambre; entonces se calienta poco á poco con la lámpara de alcohol, y se menea el metal con el alambre, elevando la temperatura solo lo necesario para que se verifique la combinacion, lo que no sucederá, con una muy elevada, y se obtiene fácilmente el grado suficiente de calor haciendo de antemano algunos ensayos; y se tendrá presente que la esperiencia se termina cuando el potasio no absorve ya el gas.

El hidruro de potasio no tiene uso alguno, y se ha descubierto por Gay-Lussac y Thenard (*Inv. físico-quím.* 1, 176).

Del gas hidrógeno potasiado.

190 Sémentini profesor de química en Nápoles, cree que el gas hidrógeno potasiado se forma siempre que se trata el hidrato

de protóxido de potasio con el hierro á una temperatura muy elevada (1207). Este gas puede recogerse en el mercurio; y es necesario admitir que en esta operacion se combinan el oxígeno del agua y del prótoxido con el hierro, al mismo tiempo que el hidrógeno con cierta porcion de potasio. El hidrógeno potasiado no tiene color; se inflama con el gas oxígeno ó el aire á la temperatura ordinaria, si se ha preparado recientemente; pero al cabo de algunas horas de preparacion pierde esta propiedad; porque se precipita cierta cantidad de potasio asi como el hidrógeno per-fosforado desprende una porcion del fósforo de su composicion, y en todo caso se inflama mediante el calor formándose agua y protóxido de potasio.

De las combinaciones del hidrógeno con el arsénico.

190 — 2° El hidrógeno forma tambien con el arsénico dos compuestos, uno sólido y otro gaseoso; el primero se llama *hidruro de arsénico*, y el segundo *hidrógeno arseniado.*

Del hidruro de arsénico.

191 *Propiedades.* El hidruro de arsénico es sólido, pardo-rojizo; no tiene brillo, ni olor; es insípido, y se ignora cual es su peso específico.

Este hidruro no se descompone á un calor inmediato al rojo guindá, segun se prueba si se le calcina á la llama de la lámpara de alcohol en una campanita corva de vidrio, llena de mercurio y de gas azoe. Concluida la esperiencia se ve que el hidruro no ha cambiado de color, ni se ha exhalado gas alguno. Es muy probable que se descomponga completamente mediante un calor mas intenso. El hidruro de arsénico no obra en el gas oxígeno á la temperatura ordinaria, pero le absorve á una elevada, de que resulta formacion de agua, deutóxido de arsénico y desarrollo de calórico y luz. Llénese de mercurio una campanita corva; pásese á ella gas oxígeno, introdúzcase en la parte corva cierta porcion de hidruro, con unas tenazas terminadas en forma de cuchara, lám. XII, fig. 6; caliéntese el hidruro á la llama de alcohol, y se inflamará pronto.

El hidruro de arsénico solo se altera al aire por el oxígeno que contiene, de modo que su accion es igual á la del caso anterior, pero menos fuerte, y la de los combustibles no se ha examinado aun.

Estado y preparacion. El hidrógeno de arsénico no existe en la naturaleza; y se produce metiendo en agua los dos hilos positivo y negativo de una pila en accion, y adaptando un fragmento de arsénico al estremo del hilo negativo. Los dos principios constitutivos del agua se disgregan; el oxígeno pasará á la estremidad del polo positivo, y el hidrógeno á la del negativo en que está el arsénico; con el cual se combina formando poco á poco copos de hidruro de este metal.

Tambien se obtiene este hidruro tratando una aleacion de arsénico y potasio con el agua (283), ó conservando hidrógeno arsénico, en frascos cuyo cuello este sumergido en este líquido (192), ó introduciendo poco á poco gas cloro en el hidrógeno arseniado. Este hidruro que no tiene usos, le descubrieron Davy, Gay-Lussac, y Thenard, y no se han determinado las proporciones de sus principios constitutivos (*Inv. físico-quím.* 1, 232).

Del hidrógeno arseniado.

192 *Propiedades.* El hidrógeno arseniado examinado sucesivamente por Schéele, Proust, Trommsdorf, Stromeyer etc. (*Diar. de fís.* LXIX, 147), es un gas sin color, de un olor nauseabundo, su peso específico segun Dumas es 2,695. Su accion en la economía animal es de las mas nocivas, segun lo prueba la muerte de Gehlen, que ocupado con Ruhland en el mes de julio de 1815 en investigar la accion recíproca del arsénico y la potasa, habiendo respirado una corta cantidad de hidrógeno arseniado, le causó al cabo de una hora vómitos continuos acompañados de calofrios y de gran debilidad. Estos síntomas se aumentaron en vez de disminuirse, sin que nada pudiese calmarlos, y el desgraciado Gehlen espiró á los nueve dias en medio de dolores insoportables. (*An. de quím.* XCV. 110).

El hidrógeno arseniado no se descompone á la temperatura ordinaria; pero calentándole con la lámpara de espíritu de vino en una campanita corva dentro del mercurio, se trasforma pronto por la mayor parte, á lo menos, en hidruro de arsénico que se precipita, y en gas hidrógeno. Parece que una série de chispas eléctricas produce el mismo efecto.

Este gas segun Stromeyer, se líquida con un frio de 30° á la presion atmosférica; pero si se aumentase esta, acaso se efectuará mas fácilmente.

El hidrógeno arseniado y el oxígeno muy seco, solo esperimenta efecto entre sí por medio del calor, en cuyo caso se forma agua é hidruro de arsénico, ó agua y óxido de arsénico, segun que la cantidad de oxígeno es mas ó menos considerable, desarrolla en los dos casos calórico y luz. Puede hacerse el esperimento con el eudiómetro del agua ó el mercurio, y con $1\frac{1}{2}$ de oxígeno en volúmen, respecto al del hidrógeno, y la combustion será completa; porque la mitad del oxígeno se combinará con el hidrógeno, y la otra mitad trasustanciará el arsénico en óxido. Introducida en un vaso de un cuartillo de capacidad, é inflamándola con la llama de una cerilla, detona fuertemente, y si la cantidad de oxígeno fuese demasiado considerable, no se verificaria la combustion, especialmente en el eudiómetro de Volta.

El aire atmosférico produce un efecto igual, con la sola diferencia de que la accion no es tan eficaz, y de quedar arsénico combinado con el hidrógeno, en el estado de hidruro. Asi es, que llenando una campana de gas hidrógeno arseniado, y encendiéndole á la llama de una cerilla ardiendo, el gas se quema sucesivamente, y se encostran los lados de la lámpara con una materia de color pardo, que probablemente es hidruro de arsénico.

Este gas arseniado no esperimenta efecto alguno con el agua recien destilada, y sí con la que tiene oxígeno en disolucion, combinándose este poco á poco con parte del hidrógeno del gas, y trasustanciándose la otra en hidruro; de lo que procede la costra de color pardo brillante, que se observa en los frascos

llenos de hidrógeno arseniado, y que se ponen destapados, ó mal cerrados con el cuello dentro del agua. Por esto tambien el gas hidrógeno arseniado enjuto que no le descompone el oxígeno, ni el aire secos, lo es con el tiempo por estos gases húmedos; y precipitándose el vapor en virtud de las variaciones de temperatura que arrastran consigo el oxígeno disuelto por el agua, este descompone luego una pequeña parte del hidrógeno arseniado.

Poniendo azufre con hidrógeno arseniado en una campanita corva sobre el mercurio, y calentando la mezcla á la llama de alcohol, se descompone pronto el hidrógeno arseniado, y resultan sulfuro de arsénico sólido, y gas hidrógeno sulfurado.

El potasio, el sodio, y el estaño, esperimentados y puestos en contacto como el azufre con el hidrógeno arseniado le descomponen tambien, absorviendo el arsénico, y aislándose el hidrógeno, aunque los dos metales primeros retendrán parte del hidrógeno si estan en esceso, y si no se ha elevado bastante la temperatura.

De todos los cuerpos simples no metálicos, el cloro es el que produce un efecto mas marcado con este gas. Cada burbuja de cloro que entra en un tubo mediado de hidrógeno arseniado, causa una inflamacion rapida y se forma ácido hidro-clórico, y un precipitado de hidruro de arsénico que aparece en vapores de color pardo y espesos. Si en lugar de introducir cloro en una campana llena de hidrógeno arseniado, se introduce este en una llena de cloro, cada burbuja del hidrógeno arseniado ocasiona una sacudida fuerte, de modo que es preciso no introducir varias á un tiempo, porque sería muy perjudicial. Si el cloro es escesivo se produce un cloruro, y no un hidruro.

Composicion. 100 partes en volúmen de gas hidrógeno arseniado puro, constan de 150 de hidrógeno; lo que se comprueba calentando aquel con estaño en una campana corva en que se introduzcan 100 partes del gas, y despues un sobrante del metal; y al cabo de media hora de calentar con la lámpara de espíritu de vino hasta el fuego rojo, la parte corva donde está

el metal, se mide el gas restante (Gay-Lussac y Thenard, *Invest. físico-quím.*, Dumas).

Siendo la densidad del hidrógeno arseniado 2,695, se deduce que consta de 2,5918 de arsénico + 0,1034 de hidrógeno, ó de 100 de arsénico, y 3,982 de hidrógeno, ó:

Proporciones.. 1 $\frac{1}{2}$ hidrógeno 18,652 + 1 arsénico 470,12
En átomos..... 3 hidrógeno 18,652 + 1 arsénico 470,12 = $H^3 As$.

Por esto, y en vista de que los gases se combinan en razones simples de volúmen, se puede admitir tambien que el hidrógeno arseniado resulta de 1 volúmen de vapor arsenical, y 3 volúmenes de hidrógeno condensados en 2, y por consiguiente, la densidad del vapor arsenical será 5,1836. Otros dos gases hay que con el hidrógeno proto-fosforado y el amoniaco tienen una composicion análoga

Estado y preparacion. El gas hidrógeno arseniado es un producto del arte que se obtiene echando ácido hidro-clórico líquido, y concentrado en una aleacion de estaño y arsénico hecha en un cristal tapado con 3 partes del primero en granitos, y 2 partes de arsénico en polvo, cuya aleacion se mete en una redoma con 4 ó 5 partes de ácido hidro-clórico, y adaptándola un tubo conductor de gases, se calienta poco á poco, lám. XX, fig. 2. El gas hidrógeno arseniado se exhala luego, y se le recoge en frascos ó campanas en el agua, ó el mercurio, formándose al mismo tiempo hidro-clorato de protóxido de estaño que queda en el líquido; de que se infiere que el agua del ácido hidro-clórico se descompone, combinándose su hidrógeno con el arsénico, y su oxígeno con el estaño y el ácido hidro-clórico.

Siempre hay en esta operacion como en la del hidrógeno per-fosforado cierta cantidad de hidrógeno aislado, que se determina bazucando en un tubo graduado del mercurio, un volúmen de la mezcla gaseosa, con una disolucion de sulfato de cobre. En tal caso, el hidrógeno se combina con el oxígeno del óxido, y se produce agua, y el arsénico, combinándose con el cobre forma un arseniuro, de modo que desaparece todo el hidrógeno,

y solo resta la parte que estaba mezclada con él, que asciende 5 á 10 por ciento. (Dumas).

Proporciones activas. *Proporciones producidas.*

3 agua = { 3 hidróg. / 3 oxíg... Hidróg. arsen. = { 3 hidrógeno. / 2 arsénico...

3 ácido efectivo.
2 arsénico.
3 estaño. Sal..... { 3 ácido. / 3 óxido. = { 3 oxígeno. / 3 estaño.

No se puede combinar directamente el hidrógeno con el arsénico. El hidrógeno arseniado no tiene usos.

Del gas hidrógeno telurado, y del hidruro de teluro.

193 El telurado tiene un olor muy semejante al del hidrógeno sulfurado; no tiene color, ni se conoce su peso específico. Con el oxígeno ó el aire, y arrimándole un cuerpo ardiendo se inflama. Es soluble en el agua, y espuesta su disolucion al aire, cede parte de su hidrógeno al oxígeno de este fluido, y se trasustancia en hidruro, dando al líquido un color purpúreo, y precipitándose por último en un polvo pardo. Es muy probable que se descomponga por sí solo á una temperatura elevada, y que los mas de los metales lo efectuen al fuego rojo.

El cloro, y el azufre deben producir los mismos efectos con este gas, que con el arseniado. Se combina con las bases salificables neutralizándolas hasta cierto punto; de suerte que puede considerarse como un ácido metálico muy flojo, y podria llamársele *ácido hidro-telúrico.*

Estado y preparacion. El gas hidrógeno telurado no existe en la naturaleza, y se obtiene tratando sucesivamente por el agua y el ácido hidro-clórico, una aleacion de potasio y de teluro; formándose primero por la descomposicion del agua una combinacion de hidrógeno telurado, y de protóxido, de potasio que queda disuelta en el líquido, y en seguida combinándose el ácido hidro-clórico con el protóxido, se aisla el hidrógeno telurado, y se exhala con efervescencia. Puede hacerse esta esperiencia en una campanita llena de mercurio. El líquido

tiene por lo comun, un color de púrpura muy oscuro antes de añadir el ácido. Acaso se conseguiria obtener el gas hidrógeno telurado del mismo modo que el arseniado, mediante una liga de teluro y estaño, y ácido hidro-clórico (192) pero no se ha hecho la esperiencia.

Hidruro de teluro.

Si se adapta á la estremidad del hilo negativo de la pila; un fragmento de teluro, que se mete en el agua, como tambien la del hilo positivo; á medida que se descompone el agua, se dirije el hidrógeno al polo negativo, se combina enteramente con el teluro, y produce un polvo negro, que es hidruro de teluro. No se ha determinado aun la proporcion de los principios constitutivos de este hidruro que no tiene usos; y le descubrió Ritter, asi como Davy el hidrógeno telurado. (*Elemt. de quím. filosof.* II, art. *Teluro*).

De los boruros de hierro y platino.

193 — 2° Las propiedades de los boruros no se conocen bien; y solo se sabe por Descostils (*Invest. físico-quím.* I, 306) que son sólidos frágiles, insípidos y sin olor; que se preparan en un crisol rodeado de ascuas (*Véase crisol* en la descricion de aparatos), calcinando una mezcla de carbon, de ácido bórico, y limaduras de hierro, ó platino espesada con un aceite craso. En esta operacion el oxígeno del ácido bórico se combina con el carbon, formándose gas óxido de carbóno que se exhala; y el boro se une con el hierro ó el platino trasustanciándose en un boruro que se funde, y da un boton de aspecto metálico.

De la combustion del carbóno con el hierro.

194 El carbóno se combina con el hierro en diferentes proporciones, de que resultan el acero, grafito ó vena de lápiz; y acaso otros compuestos poco examinados hasta ahora. El acero del comercio contiene de 1,000 á 10,000 partes de su peso de carbon, y el mejor de todos de 5 á 6. El grafito se

compone de 8 partes de hierro, y de 92 de carbon, y los otros compuestos contienen mas carbon que acero, y menos que el grafito. Se espondrán por ahora las propiedades del acero y del grafito; y se tratará del hierro colado cuando se hable de la estracion del hierro (*).

Del acero, ó del proto-carburo de hierro.

195 *Propiedades.* El acero es sólido, muy brillante, susceptible de mucho pulimento, muy dúctil y maleable, insípido y sin olor. Su contestura es granosa, y de granos muy finos y apretados. Su peso específico es algo menos que el del hierro.

Si se espone el acero al calor de un fuego rojo, y se le deja enfriar poco á poco no varia de propiedades físicas; pero si se le enfria repentinamente adquiere nuevas propiedades; se vuelve elástico, mas duro, menos denso, dúctil y maleable que antes: con frecuencia se hace quebradizo; su contestura es mas fina y trabada que anteriormente, y en este estado se dice que el acero está *templado*, porque ha adquirido estas propiedades sumergiéndole ó mojándole en un líquido. La esperiencia prueba que el temple es tanto mayor, cuanto mas considerable y rápida es la variacion de temperatura, con que se ha templado el acero.

Este se puede destemplar con la misma facilidad que se le templa; para lo que basta calentarle hasta enrojecerle y dejarle enfriar lentamente, con lo cual vuelve á adquirir sus propiedades primitivas, y se le puede templar de nuevo, y destemplarle sucesivamente etc. El acero es el único metal que puede templarse ó endurecerse con un enfriamiento repentino, calidad que en ningun estado tienen el cobre, la plata, el oro, ni ninguno de los otros metales, ni aun el mismo hierro, que no la adquiere sino cuando se le combina con una pequeña cantidad de carbóno lo que es estraordinario.

(*) Se habia creido que el hierro colado era hierro carburado, pero se ha demostrado que consta de silicio y calcio.

Para formar juicio de lo que puede causar el temple del acero, se ha de observar que en todo cuerpo que se enfria con lentidud, se colocan las moléculas por todas partes á la misma distancia unas de otras, pero que enfriado repentinamente, puede suceder lo contrario. Tómense, por ejemplo, las *lagrimas batávicas*, que se hacen echando en agua fria gotas de vidrio, ó cristal fundido. La capa esterior se consolida al instante al tiempo que las interiores estan aun encandecidas; por lo cual, despues del enfriamiento ocuparán precisamente el mismo espacio que al grado del fuego rojo, y tienen que mantenerse á la distancia que las separa entonces la capa esterior á que estan adheridas. Esta las pone en un estado de tension semejante al que tienen las fibras de una cuerda tirante, como la de un instrumento músico, y asi cuando se quiebra la punta de la ampolleta, pierden su tension las partes interiores, y se precipitan unas sobre otras, se chocan entre sí, y se reducen á polvo con estrépito. El estado del acero templado puede compararse al de la lágrima batávica, con la sola diferencia del grado de tension en que se hallen respectivamente, porque en el temple del acero, la capa esterior es tambien la que se enfria con mas prontitud, y se opone á la contraccion que esperimentarian las interiores con un enfriamiento lento. Por consiguiente, la dureza, fragilidad, y elasticidad del acero, proceden del estado de tension en que se encuentran sus partículas (*).

Se pudiera preguntar tambien, porque los demas metales no

(*) El grado de tension de las lágrimas batávicas es siempre mayor que el del acero, lo que al parecer procede principalmente de que el vidrio es mal conductor del calórico, y se enfria esteriormente cuando aun no se ha verificado en su parte interior; no sucede lo mismo con el acero aunque llegue á templarse bastante para romperse con chasquido. Esta observacion se ha hecho con algunos cuños de moneda, y sin duda alguna presentarian este fenómeno muchos de estos, si se les calentase fuertemente, y se sumergiesen en un baño de mercurio á la temperatura de — 10° á — 12°.

se endurecen metiéndolos encandecidos en el agua fria, y que ni aun el hierro privado del carbon tenga esta calidad, pero es difícil ó imposible responder, y mucho menos sabiendo ya por las esperiencias, que si se mete en agua fria una aleacion candente de 80 partes de cobre y 20 de estaño, se hace muy dúctil, mientras que enfriada lentamente es quebradiza y frágil.

La tabla siguiente manifiesta los diferentes grados de calor á que se puede templar el acero, los distintos cuerpos en que se puede sumergir, y los grados de temple que resultan.

	Agua.....	Temple muy duro si el agua está fria y el acero está rojo albado.
Rojo pardo.	Mercurio.....	Temple mas duro que por el agua.
— guinda-	Plomo.....	
— vivo.	Estaño.....	
— rosado	Bismuto.....	
— albado.	Casi todos los ácidos.	
	Aceite de lino.....	Temple menos duro que con el agua.
	— de olivas.....	
	Sebo, cera.....	
	Resina.....	

Ordinariamente se usa el agua para templar el acero, á cuyo efecto se mete en ella la pieza de acero agitándola despues de haberle enrojecido al fuego. Algunas veces se le da directamente el grado de temple necesario enfriándole del modo conveniente, pero lo mas comun es darle un temple muy fuerte, y despues el que debe tener *recociéndole*, es decir, calentándole hasta cierto punto, y dejándole enfriar al aire, y cuanto mas se le calienta, tanto mas pierde su dureza.

Si el temple dado al acero fuese muy duro, se le puede reducir al grado de dureza de las navajas de afeitar, de los cortaplumas etc., calentándole sobre carbones encendidos hasta que adquiera un color de paja. Si se le quiere dar la dureza de las tijeras y de los cuchillos, se le calienta hasta que adquiera un color pardo. Para que tenga la dureza de los resortes de relox, basta calentarle hasta el grado suficiente para que

adquiera un color azul. Por último, si se le quisiere dar la dureza de los resortes de coches etc., basta calentarle hasta el grado de calor rojo pardo. Tambien pueden hacerse las tres primeras cochuras, cubriendo el acero con una pequeña capa de sebo, y calentándole en la primera cochura hasta que esparza el sebo un poco de humo; en la segunda hasta que este sea mas abundante y tenga un poco de color; y en la tercera, hasta que el sebo esté á punto de inflamarse.

Algunas veces es necesario evitar la oxidacion de ciertas piezas de acero durante la operacion del temple; entonces se las calienta en un baño de plomo elevado al grado de calor conveniente, y se las introduce en un cuerpo que no pueda oxidarlas. (*)

El acero es casi tan difícil de fundir como el hierro, de suerte que no se puede realizar sino en un escelente crisol metido en una buena forja. Su accion sobre el imán, es la misma que la del hierro: todas las agujas de marear son de acero, porque conservan mucho mas tiempo la virtud magnética que el hierro puro.

El acero esperimenta los mismos efectos que el hierro, con el gas oxigeno y el aire á toda temperatura; con la sola diferencia, de que en la combustion rápida del acero, se puede formar un poco de gas ácido carbónico, ademas de una gran cantidad de óxido de hierro.

Entre el acero y los combustibles, sucede lo mismo, al poco mas ó menos, que con el hierro, y puesto en contacto v. g. con el cloro, y calentado con el fósforo, el azufre, y el iodo, resulta un cloruro, ó un fusfuro, un súlfuro y un ioduro de

(*) La decocion podria hacerse con mucha mas seguridad por medio de una aleacion muy fusible, porque asi se conoceria la temperatura necesaria en esta operacion. La aleacion de 8 partes de bismuto, 5 de plomo y 3 de estaño, que es fusible en el agua hirviendo, llenaria todas las condiciones. Podria evitarse su oxidacion echando de cuando en cuando en el baño algunos fragmentos de resina.

hierro; pero es probable que se forme tambien una corta porcion de per-carburo de este último metal. Este compuesto se produce particularmente con el acero y los ácidos que pueden corroerle; y asi, echando una gota de ácido nítrico sobre el acero, ocasiona en él, una mancha negra, siendo este uno de los medios de distinguir el acero del hierro, aunque el mas seguro es el del temple.

196 *Estado natural y preparacion.* El acero no se ha encontrado todavia, sino en pequeños glóbulos ó riñones entre los productos de las minas de carbon de piedra de Buiche en las fronteras de la Auvérnia y del Borbonés; por consiguiente, es un producto moderno accidental llamado á veces *acero volcánico*. Parece que algunas de las masas de hierro caidas de la atmósfera contienen acero.

Hay cuatro especies principales de acero: 1ª el acero natural de forja ó fundicion, conocido tambien con el nombre de *acero de Alemania*; 2ª el acero de cimiento; 3ª el acero fundido; 4ª el acero adamascado.

Acero natural. Este se hace unas veces con el hierro colado de color gris, comunmente con el colado blanco, y otras con uno y otro.

El proceder para trasustanciar el hierro colado en acero, se parece mucho al que se usa para convertirlo en hierro, y se hace en crisoles de 19 á 22 pulgadas de profundidad, y 25 á 30 de lado, llenándolos con una mezcla de carbon pulverizado, y de una pequeña porcion de arcilla humedecida; se comprime bien esta mezcla, y se hace en la masa coherente ó brasca que resulta, un hueco de 13 á 15 pulgadas, y de 17 á 22 de lado. En este hueco se colocan los pedazos de hierro colado, con la cantidad suficiente de carbon para llenarle, que se enciende reemplazándole á medida que se consume, y dirigiendo sobre la masa el viento de un fuelle, para lo cual la tobera estará horizontal, y el baño del hierro colado siempre cubierto con una capa de escoria de algunas

pulgadas de espesor. Cuando la masa empieza á estar pastosa, lo que se verifica á las 8 horas de fuego, un operario las saca por partes, y la pone á la boca de la tobera, para purgarla del carbon que pudiera contener, y en seguida se forja al momento para acabar de convertirla en acero. Parece que en esta operacion se forma ademas del acero, algo de gas óxido de carbóno que se volatiliza, y un compuesto de silicio, cal y óxido de hierro, que constituyen las escorias que se reunen en la superficie. Estos son sin duda los cuerpos que se forman, en vista de que el hierro colado es un compuesto de hierro combinado con el carbon, el calcio y el silicio (194).

Tambien puede obtenerse el acero natural, tratando directamente el óxido de hierro por el carbóno. Este método se examinará al hablar del beneficio de las minas de hierro.

Acero de cimiento. Este se fabrica en cajas de palastro, de hierro colado, de tierra de crisoles en arcilla ó ladrillo, y las de este último son las mejores y mas económicas.

Estas cajas se ponen en un horno propio para este uso, colocando primero una capa de cimiento de 12 líneas de espesor, y encima barras de hierro á $2^{lin.},6$ de distancia una de otra, y á 8 ó 9 de las paredes de la caja por sus estremidades; despues otra capa de cimiento de 6 líneas á 6 $\frac{1}{2}$ de espesor, y sobre ella otras de barras de hierro, y asi sucesivamente hasta que la caja esté llena del todo (*), y todas estas capas se cubren con algo de arena húmeda; fuera de la caja se dejan

(*) El cimiento mas usado se compone de una mezcla de 0,4 á 0,8 de hollin; 0,4 de carbon de leña; 0,4 á 0,8 de ceniza, y 0,3 de sal comun. El carbon animal parece que es mejor que el vegetal.

Las barras que solo son buenas para fabricar el acero de cimiento son: 1° el hierro dulce y blando, que es el puro; 2° el hierro dulce y duro que contiene ya, algo de carbóno, por cuya razon deberá estar menos tiempo que el primero en contacto con el cimiento. El espesor de las barras de hierro puede ser de 5 á 8 líneas.

algunos pedazos de barras que sirvan de prueba, y que se cubren con arcilla para preservarlas de la accion del aire, cuidando que sean del mismo grueso que la parte interior contenida en la caja. Luego que las cajas estan llenas, se cierra la boca del horno por donde entran los operarios á cargarle, y se enciende el fuego que ha de ser bastante fuerte, para hacer subir la temperatura del interior de las cajas de 80 á 90° del pirómetro, y ha de durar cinco ó seis dias. Cuando se juzga que la operacion toca á su fin, se sacan las muestras para examinarlas; si la combinacion se ha verificado hasta el centro, se deja enfriar el horno, y se sacan las barras que estan por lo comun ampolladas, ó en otro caso se continua el fuego. De todos modos por lo comun se rompen por sus estremos despues de la operacion, separando las que no esten bien aceradas. Este acero se calienta de nuevo, y se forja para venderle.

En esta operacion el carbon se combina con el hierro, pasando de las capas superficiales á las interiores, de modo que las primeras contienen siempre mas carbon que las últimas. (*)

Acero fundido. Se hace este en crisoles de tierra refractaria de 6 $\frac{2}{1}$ á 7 pulgadas de diámetro y de 13 á 15 de altura, poniendo en cada uno 26 ó 28 libras de pedazos de acero natural, ó de cimiento, cubierto con un fundente compuesto de vidrio en polvo de botellas verde aceituna, y mezclado con $\frac{1}{4}$ de cal, ó de polvo de carbon de piedra ó leña (**) Se ponen despues en un buen horno de viento, que se calienta mucho por espacio de 6 á 7 horas, cuyo tiempo es suficiente

(*) Sucede algunas veces tener que acerar piezas gruesas de hierro como cilindros etc. En este caso se calienta del mismo modo que las barritas en medio de un cemiento que contenga carbon. La calda debe ser muy duradera para acerar mas capas. Se aceran ordinariamente hasta 7 ó 7 $\frac{1}{2}$ líneas de espesor, templándolas segun se ha dicho anteriormente, encandeciéndolas, y periéndolas en contacto con el agua.

(**) El fundente sirve para preservar el acero del aire, é impedir que su oxígeno se apodere del carbon combinado con el acero.

para fundir esta cantidad de acero, que ce conoce introduciendo en el crisol una barrita de hierro. Entonces se saca el crisol del horno, se separa el vidrio ó escoria de la superficie del baño de acero, se menea este con un hurgon de hierro para mezclarle, y se cuela con precaucion en una rielera. Este acero es mucho mas homogéneo que los dos primeros.

El acero fundido puede fabricarse tambien, poniendo en un buen crisol á un fuego de forja, una mezcla de tres partes de hierro, una de carbonato de cal, y otra de arcillia cocida. En este proceder que se debe á Clouet, el ácido carbónico, de carbonato de cal, dede descomponerse por lo menos en parte, y combinándose sus elementos con el hierro, resultará el acero que se reune en el fondo del crisol, y el óxido de hierro vitrificado con la cal y la arcilla queda en la superficie del baño (pág. 197 y 198).

Las tres especies de acero de que se acaba de hablar, no tienen las mismas calidades. El fundido es muy homogéneo, adquiere gran dureza por el temple, y es suceptible de un pulimento muy brillante; pero ne se forja ni suelda un pedazo con otro ni con el hierro sino con mucha dificultad (*).

El acero natural se forja y suelda con suma facilidad; pero no es omogéneo en todas sus partes, pues contiene con frecuencia, hierro poco acerado, toma un pulimento menos hermoso, y con el temple se endurece menos que el fundido.

El acero de cemento se forja y suelda menos fácilmente que el natural, y con mas facilidad que el fundido.

Acero adamascado. Es el que se usa en el Oriente para hacer las hojas adamascadas de superficie cristalizada, que tambien se llama *Wootz*, ó acero de la India. En Europa se ha igno-

(*) Molard dice que se obtienen escelentes instrumentos con el acero fundido, templándolos convenientemente, y calcinándolos despues con limaduras de hierro, de manera que puedan ser desacerados un poco en su superficie y de este modo adquieren la propiedad de cortar al mismo hierro sin granearse.

rado por mucho tiempo el arte de prepararlo, y los primeros que lo intentaron fueron Faraday y Stodart, cuyas esperiencias se han repetido y variado en Francia, por Breant escitado por la sociedad de fomento de industria y artes; y se darán á conocer las principales observaciones de estos diversos químicos.

Faraday y Stodart creyendo que el acero adamascado contenia en combinacion algo de aluminio y silicio, consiguieron hacerle del modo siguiente. En primer lugar espusieron por mucho tiempo á un color intenso, acero puro y á veces hierro bueno, en contacto con carbon en polvo, de que resultaron carburos formados de 94,36 de hierro, y de 5,64 de carbóno. Estos carburos, cuyo peso podia ser de 500 granos fundidos, tenian un color gris muy oscuro, y una fractura de facetas cristalinas que algunas tenian mas de $\frac{1}{8}$ parte de pulgada de ancho. El carburo de hierro preparado de este modo, pulverizado en un mortero se mezcló con alúmina pura ú oxido de aluminio, se puso en un crisol cerrado á un calor tan intenso como el de su preparacion, pero por mas tiempo; en seguida retiraron el crisol, y encontraron una aleacion muy frágil de color blanco, de contestura granosa y compacta, que apenas contenia carbóno, y de que estrajeron por medio de los ácidos 6,4 por 100 de alúmina. Es muy verosímil que en esta esperiencia el oxígeno de la alúmina se combine con el carbóno del carburo, y que el aluminio se alee con el hierro. De todos modos, si se funden 500 granos de buen acero, con 67 de esta aleacion, se obtine un boton metálico con todas las propiedades del mejor Wootz ó acero de la India. En efecto, es perfectamente maleable; y despues de forjado, labrado en forma de barras, y pulimentada su superficie, adquirió por el ácido sulfúrico débil el aspecto de las hojas adamascadas. Fundido diferentes veces, conservó siempre esta calidad distintiva, que depende sin duda de una cristalizacion particular, como la que se observa en la hoja de lata; lo que prueba que habia una idea falsa del verdadero adamascado, compa-

rándole á las planchas de acero hechas con hojas de acero de diferentes temples, ó de acero y hierro forjadas entre sí.

Breant no opina como Faraday y Stodart sobre la naturaleza del *acero adamascado de la India*; y cree que este es un acero fundido, mas cargado de carbon que los aceros de Europa, que se hace cristalizando convenientemente dos combinaciones distintas, y definidas de hierro y carbon, una de acero puro y otra de acero carburado. Segun este químico, parece que no se forma *adamascado*, cuando la cantidad de carbóno es igual á la del acero puro, porque entonces el compuesto es homogéneo, y sí se forma, cuando hay un esceso de hierro; el adamascado procedente de una mezcla de acero y hierro es blanco y poco marcado. Nunca se obtiene bueno sino cuando hay bastante carbon para producir un poco de hierro fundido.

El enfriamiento lento es condicion esencial para facilitar á los dos compuestos de diferente fusibilidad que se separen y cristalizen. Es necesario tambien meter las piezas en agua acidulada que corroe con preferencia el acero, le ennegrece y hace resaltar mas la cristalizacion.

Cien partes de limaduras de hierro fundido, muy gris, y 100 de las oxidadas de antemano, han dado un acero de un hermoso adamascado, propio para la fabricacion de las armas blancas. Los hierros colados de color mas oscuro, son los mejores para este fin.

Puede hacerse tambien el adamascado fundiendo 100 partes de hierro dulce, con 2 de humo de pez (*Boletin de la sociedad de fomento*, agosto de 1823).

Sin embargo, Breant no niega qne se pueda hacer el adamascado aleando el acero ordinario con los metales, pues la esperiencia prueba que el acero se adamasca muy bien de esta manera con la plata, el cromo, etc.

Acero de propiedades modificadas con la union de diferentes metales. Los químicos, que han hecho en esto observaciones importantes, son Faraday, Stodart y Berthier. Los dos

primeros han visto que el acero combinado con $\frac{1}{500}$ partes de su peso de plata, adquiere una calidad preferible siempre que se necesite acero fundido bueno; que el platino, y especialmente el rodio, el osmio y el iridio le dan tambien escelentes calidades, pero por desgracia la rareza de estos metales impedirá su uso tanto mas, cuanto que es necesario usarlos en dósis de 1 por 100 (*Anales de química y física* XV y XVI, 127 y 62).

Despues de las esperiencias de estos dos químicos, Berthier aleó en dos proporciones distintas el acero y el cromo, la una con 10 milésimos de este último, y la otra con 15. Forjándolas perfectísimamente, logró con ellas una escelente hoja de cuchillo, y otra de navaja de afeitar de calidad superior, las que habiéndose frotado con ácido sulfúrico, presentaron inmediatamente un hermoso adamascado. Para obtener estas aleaciones Berthier se valió de una de cromo y hierro, que se hace calentando una mezcla de óxido de hierro, y mineral de cromo purificado con lociones, y de carbon en proporciones convenientes (*Anales de minas*, tomo VI, pág. 583).

Análisis. El mejor proceder para determinar la cantidad de carbon que hay en el acero se debe á Vauquelin, que consiste en poner la limadura de acero á la temperatura ordinaria, en agua saturada de ácido sulfuroso; y aunque la accion es lenta, el hierro se disuelve por último del todo en algunos dias, formándose un sulfito sulfurado, y aislándose el carbono que se precipita en copos muy ligeros. Se le lava mucho antes de secarle y pesarle, y raras veces da mas de 6 á 7 milésimos del acero.

Vauquelin reconoció tambien en sus investigaciones que cuando el acero está bien preparado no contiene manganeso, aun cuando se haya hecho con hierros manganesianos fundidos.

Boussingualt hizo muchas análisis de aceros, pero no por este medio, y sí usando el ácido sulfúrico diluido en seis veces su peso de agua, lo que debe ser muy incsacto si se quiere

evaluar la dósis de carbon, porque el ácido disolviendo el hierro, produce hidrógeno mas ó menos *carburado*, y forma ademas una materia aceitosa (*). El mismo Boussingault lo conoció, y así dice que se valió principalmente del ácido sulfúrico para descubrir el silicio en los aceros de Berardiere y determinar su cantidad. Esta asciende segun él de 11 $\frac{1}{2}$ milésimos á 22 $\frac{1}{2}$; y cree que en los aceros siempre hay silicio, pudiendo hacerse una especie de acero ó una aleacion semejante, combinando el hierro con el silicio; y cita como ejemplo el acero de Clouet, de que se ha hablado anteriormente, y que segun su analisis se compone de 99,20 de hierro y de 0,80 de silicio. Para admitir este resultado sería preciso que el método analítico no fuese dudoso, y hallar de un modo seguro todo el carbon que pueda haber en el compuesto (*Anales de química y física* tom. XVI, p. 10). Lo cierto es que comunmente hay silicio en el acero.

Usos. El acero tiene muchos usos importantes, por que sirve para hacer todos los instrumentos cortantes y punzantes.

Los mas de los que se usan en la cirujía y muchos de los que se emplean en las artes mecánicas se hacen de acero, como los llamados estofas, que son la reunion de hojas delgadas de acero de diferentes temples, ó de hojas de acero y hierro, dispuestas de tal manera que torciéndolas hacen láminas de dibujos bastante regulares, llamadas *damascos*, porque las primeras se hicieron en Damasco. Se ignora la época en que se descubrió el acero. (*Véanse* los pormenores sobre el acero en la *siderotenia* de Hassenfratz, tom. IV *Manual de metalurgia del hierro*, por Karsten; y *Anales de minas*, VI, 579; VII, 555, VIII, 166).

(*) El primer proceder es tambien imperfecto; y si el ácido sulfuroso obrase como lo ha creido Vauquelin nada dejaria que desear; pero por desgracia origina otros productos, que aunque en pequeña cantidad será suficiente para alterar los resultados (*Véase* el art. *Hierro* 1226).

Del grafito, ó del per-carburo de hierro.

197 *Propiedades.* El grafito es sólido, de un color gris negruzco tierno y untuoso al tacto; mancha de negro los cuerpos con que se frota; puede cortarse fácilmente en hojas delgadas si está puro; su fractura es crasa y brillante, y frotándola toma el brillo de metal; no tiene olor ni sabor; y su peso específico es de 2,8 á 2,26, cuya diferencia consiste en que contiene con frecuencia óxido de hierro, sulfuro de hierro y arcilla.

Este mineral es infusible, no se altera con el gas oxígeno á la temperatura ordinaria; pero le absorve prontamente á una elevada, resultando ácido carbónico y óxido de hierro, con desarrollo de calórico y luz. Poniendo un tubo de porcelana dentro de un horno de reverbero con 80 á 100 granos de grafito; adaptando una vejiga llena de gas oxígeno á una de las estremidades del tubo, y un tubito á propósito para recoger los gases á la otra estremidad, se obtendrán los resultados indicados, comprimiendo algo la vejiga de oxígeno, para que el gas pase al tubo, y encandeciendo este, lám. XXIII, fig. 4. La accion del grafito con el aire solo es perceptible á una temperatura elevada; y aun en este caso es tan lenta, que solo se consigue quemar varias dracmas al cabo de algunas horas.

Puede probarse esto, por medio del aparato que se acaba de describir, ó en un crisol al aire, ó á la llama del soplete (*Véase* la descricion de utensilios, y la lám. II, fig. 5). En todo caso se obtiene óxido de hierro y gas ácido carbónico; pero el desarrollo de calórico y luz debe ser pequeño. El agua no disuelve el grafito.

Estado. Este se encuentra en los terrenos primitivos y en los intermedios; en los primeros se halla con frecuencia en forma de hojas pequeñas, diseminadas en el grafito y el gneis, donde parece que reemplaza á veces la mica; en los segundos, en particulas muy finas, mezcladas uniformemente con las materias que constituyen las pizarras, á las que comunica un color negro,

y la propiedad de hacer en el papel rasgos que tienen brillo metálico; y tambien forma masas mas ó menos duras y voluminosas en estos mismo terrenos, de los cuales se puede estraer con facilidad en todo caso. Estas masas presentan una contestura compacta, granosa ó en hojas.

El grafito se encuentra en Francia en el Arriege mezclado con las pizarras, y en pequeñas masas en medio de ellas en Plaffier cerca de Morlaix; en Piamonte en el valle de la Estura, y en el de Lucerna distrito de Pignerolle, en Passaw en Baviera, donde es objeto de un laboreo considerable etc. El grafito de mejor calidad es el de Barroudale en el Cumberlan donde se encuentra en masas muy puras y suaves al tacto.

Estraccion. El grafito se estrae de la tierra por medio de escavaciones semejantes á las usadas para estraer los demas metales, lo que se hace particularmente en Inglaterra. Los pedazos impuros se venden en el comercio.

Parece que si el hierro está mucho tiempo con el carbóno á una temperatura elevada se convierte en grafito, porque aseguran haber encontrado á menudo una especie de él, en los huecos de los hornos altos donde el fuego es de los mas violentos y en que se descompone el oxído de de hierro por el carbon.

Varias personas creen, segun la observacion de Fabroni, que el grafito se forma á veces en el seno de las aguas, y lo cierto es que todos los meses se estrae de algunos pozos de los estados de Nápoles de aguas aciduladas una especie de grafito.

Tambien se recoge diariamente en Creusot procedente de la accion de las aguas cargadas de sulfato de hierro sobre los tubos de este metal colado, con lo cual el carbóno queda preponderante.

Composicion. El grafito puro se compone de 92 partes de carbóno y 8 de hierro, lo que se prueba metiéndole en un tubo de porcelana calentado hasta el grado de calor rojo, y pasando por él, una corriente de gas oxígeno, determinando la cantidad de gas ácido carbónico que se forma, y pesando el residuo. El

...ácido carbónico indica la cantidad de carbon, y el tritóxido de hierro que resulta, la de hierro (345 y 527).

Usos. El grafito sirve para hacer lapizeros, á cuyo efecto se sierra la masa de mineral en forma de paralelepípedos segun se hace en Inglaterra, con los de mejor calidad. En otras partes componen con el per-carburo, y arcilla, una pasta á la que dan la misma forma y la cuezen; en seguida introducen y pegan cada paralelepípedo en un cilindro de madera blanda, formado de dos partes que se sobreponen una á otra, de las cuales hay una que tiene un canal longitudinal destinado para recibir la materia serrada ó vaciada.

Tambien se emplea este metal para preservar el hierro y la goa del orin ú oxidacion, cubriendo su superficie con polvo de grafito; y mezclado con grasa forma en escelente betun para disminuir el rozamiento de los cubos de las ruedas, y de las máquinas y ruedas dentadas limitándose su uso solo á las de madera.

De los fosfuros metálicos.

198 *Historia.* Estos los descubrió Margraff, y estudió Pelletier; pero deben examinarse de nuevo con cuidado, porque su historia, como se verá, deja todavia mucho que desear.

198—2° El fósforo solo se ha combinado hasta ahora con veinte y un metales, á saber: el sodio, potasio, manganeso, zinc, hierro, estaño, cadmio, arsénico, molibdeno, túngsteno, antimonio, cobalto, titano, bismuto, cobre, niquel, plomo, mercurio, la plata el platino y el oro; si no se ha combinado con los demas, ha sido sin duda porque unos, como el rodio el paladio y el iridio, son difíciles de obtener, y otros son irreducibles como el glucino, etc.

199 *Composicion.* Se creia en vista de las esperiencias de Pelletier que un metal no se combinaba con el fósforo; pero ya no se opina asi. Es probable que el mismo metal puede formar varios fosfuros sujetos en su composicion á las mismas leyes que rigen los demas cuerpos; por consiguiente un proto-fosfuro

constará de 1 proporcion de metal = ..., 1 proporcion de fósforo = 196,15; de que se sigue, que este proto-fosfuro contendrá casi el duplo de fósforo que el protóxido contendrá de oxígeno, ó á lo menos, que un proto-fosfuro, se trasustanciará totalmente en fosfato neutro de protóxido, y un deuto-fosfuro en fosfato neutro de deutóxido, con tal que el metal se trasforme en protóxido ó deutóxido, y el fósforo en ácido fosfórico, lo que se realizará conforme á los números proporcionales del fósforo y de los fosfatos. Esto es lo que ha comprobado Dulong respecto al proto-fosfuro de cobre (*Mem. d'Arcueil*, t. III, p. 448; y *An. de quím.*, II, 141).

200 *Propiedades.* Todos los fosfuros metálicos son sólidos, no tienen olor y son quebradizos hasta tal punto, que con frecuencia una porcion de fósforo comunica esta calidad al metal mas dúctil; por lo cual los minerales de hierro que tienen un poco de fosfato de hierro dan un metal agrio. Todos son insípidos, escepto los de la segunda seccion, cuyos metales descomponen el agua á la temperatura ordinaria formándose óxidos acres y caústicos. Los mas tienen brillo metálico y son cristalizables. Hasta ahora no se ha determinado el peso específico de los fosfuros.

201 Su grado de fusion es muy variable; pero son mucho mas fusibles que el metal de su composicion, si este es difícil de fundir; y al contrario menos fusibles si se funde con facilidad. Algunos se descomponen totalmente ó en parte á una temperatura elevada, y si se introduce fosfuro de oro en una retorta, calentándola hasta el grado de calor rojo, y adaptándola un tubo de Welter, el fósforo se evaporiza pronto en parte, y por el enfriamiento se pega al tubo condensándose, y lo mismo parece que sucede con el fosfuro de plata y aun el de plomo.

202 No se ha examinado lo bastante el efecto de los fosfuros, en el gas oxígeno y el aire; pero sin duda son muy pocos los que se alteran en estos gases secos á la temperatura ordinaria, pudiendo serlo todos á una elevada. Así es que á esta, el

fósforo debe absorver el gas oxígeno, lo que puede suceder tambien al metal sino es dificilmente oxidable como el platino y el oro; y aun podria el fósforo facilitar la absorcion segun parece se verifica con la plata, resultando en tal caso, un fosfato metálico, si el fósforo y el metal se combinan á un tiempo con el oxígeno, ó una mezcla de ácido fosfórico y metal, si solo el fósforo absorve el oxígeno. No obstante, si la temperatura es muy elevada, podrá volatilizarse todo el ácido formado en el segundo caso; y algunos fosfatos producidos en el primero á una temperatura baja podrian descomponerse, esto es, disgregarse de ellos el ácido fosfórico, y el oxígeno del metal, y este se aislaria, como acaso sucederia con el fosfato de plata y otros varios, cuyos óxidos son irreducibles por el calor. De todos modos, una porcion de fósforo que se quema á la superficie del fosfuro ocasionará emision de calórico y luz. Es evidente que en esta esperiencia, el gas oxígeno tiende á combinarse con el fósforo y el metal, por la gran afinidad que hay entre ellos, lo que facilita cierta temperatura, disminuyendo la cohesion del fosfuro, al mismo tiempo que un grado de calor mas elevado destruye la combinacion formada. Para hacer esta esperiencia se llena de mercurio una campana corva de cristal, introduciendo en ella, primeramente gas oxígeno, y en seguida fosfuro en polvo hasta la parte superior con unas tenazas terminadas en forma de cuchara, y se calienta á la lámpara hasta que no haya absorcion perceptible. Si por este medio no se logra el grado de calor suficiente para quemar el fosfuro, será preciso hacer la esperiencia en un tubo de porcelana dentro de un horno en el cual se mete el fosfuro, y adaptando una vejiga con gas oxígeno á uno de sus estremos, y un tubo de vidrio al otro, se dará el fuego conveniente y se comprimirá la vejiga para que el gas atraviese el tubo y esté en contacto con el fosfuro, lám. XXIII, fig. 4.

Hasta ahora son pocos los ensayos hechos sobre la reacion de los fosfuros y los combustibles.

Varios fosfuros se descomponen repentinamente con el agua, como son los de la segunda seccion, ó los de los metales alcalinos; y asi echando en ella fosfuro de potasio, resulta protóxido de potásio, y gas hidrógeno fosforado que se inflama á medida que se exhala en burbujas por el aire. Los fosfuros de las cuatro últimas secciones son insolubles en el agua, y no los altera á la temperatura ordinaria.

203 *Estado y preparacion.* Ningun fosfuro se encuentra en la naturaleza. Es muy difícil obtenerlos en proporciones constantes, porque el fósforo se volatiliza en parte, á una temperatura subida; y así, como no sea por el quinto proceder, solo se obtienen comunmente fosfuros imperfectos.

Primer proceder. Se pone en un crisol de Hesse el metal molido que se quiere combinar con el fósforo, y se da un fuego de calor rojo, si el metal no se funde á esta temperatura; pero si es fusible á ella, puede ponerse indistintamente en polvo ó en fragmentos y calentarse algo mas de lo necesario para fundirle. Entonces se añaden pedazos de fósforo de peso de 4 á 6 granos, conservados en una tazita con agua, y enjugándolos con papel de filtro se meten en el crisol uno á uno con unas tenazas, y de esta suerte una gran parte del fósforo se inflama, y otra se combina con el metal, de manera que es necesario añadir fósforo hasta que se juzgue que el metal no absorve ya mas.

Este proceder necesita modificarse respecto á seis metales que son el zinc, cadmio, arsénico, potasio, sodio y el mercurio. 1° Al tiempo de echar el fósforo es preciso cubrir con resina el zinc y el cadmio para impedir su oxidacion; 2° si los metales son el arsénico, el potasio, ó el sodio, se deben calentar á un tiempo con el fósforo; para lo cual se llenan de azoe las $\frac{2}{3}$ partes de una retortita colocada sobre el mercurio, introduciendo en ella una parte de fósforo y otra de cualquiera de estos metales, y calentándola con la lámpara de alcohol; para facilitar la combinacion se volatilizará el sobrante

de fósforo. Tambien se puede hacer esto en una campanita corva si se quiere preparar poco fosfuro; 3º es muy difícil combinar directamente el fósforo con el mercurio; pero segun Pelletier, se verifica calentando en agua una mezcla de fósforo y óxido rojo de mercurio, porque el fósforo reduce el óxido á metal, y el mercurio está muy disgregado, y en circustancias las mas favorables á la combinacion, de la que resulta ácido fosfórico ó fósforo disuelto en el líquido; y aun es posible que se forme fosfato de mercurio. Thomson ha repetido esta esperiencia de Pelletier, y opina que no se obtiene un fosfuro, sino un compuesto de fósforo, y óxido negro de mercurio.

Segundo proceder. Este se diferencia del primero solo en el modo; que consiste en pasar el fósforo en vapor por el metal calentado hasta el grado de calor rojo pardo. Dulong que le practicó primeramente puso en un horno un tubo de vidrio de 6 á 8 líneas de diámetro algo encorvado por una de sus estremidades, que comunicaba por medio de otro tubito con un parato de gas hidrógeno seco, y á la otra estremidad añadió otro tubito para recoger los gases en el mercurio; y el metal le colocó en medio del tubo grande, y el fósforo en la parte corva en tal cantidad, que despues de fundido habia un hueco vacío por encima del baño. Dispuesto el aparato de este modo se hace pasar una corriente de gas hidrógeno para desalojar el aire de los vasos; en seguida se calienta el metal, y se hierve el fósforo que arrastrado por el hidrógeno va á tocar el metal, se combina con él, y forma un fosfuro constante en su composicion. Dulong piensa que los fosfuros de todos los metales que no funden á menos de 500, ó 600º, pueden prepararse de este modo. El metal podrá estar en hilos, si es de los dúctiles, ó en polvo si es de los quebradizos, y en este caso se ha de cuidar de estenderlo mucho en el tubo en una capa poco gruesa.

Tercer proceder. Se toman partes iguales de polvo metálico y ácido fosfórico vitrificado, y se mezclan con la décima

sesta parte de humo de pez, ó bien se hace una mezcla de este, fosfato ácido de cal vitrificado, y metal puro ú oxidado (*); se introduce la mezcla en un crisol, se la cubre con polvo de carbon, se tapa el crisol, y se le pone á un fuego intenso de forja ó de reverbero. Parece que por este medio pueden hacerse todos los fosfuros, escepto los que se descomponen á un grado elevado de calor, como el fosfuro de oro. En esta esperiencia se combinan con el carbon el oxígeno del ácido fosfórico y del óxido metálico, para formar ácido carbónico que se exhala, y el fósforo se combina con el metal, á medida que se aisla.

Cuarto proceder. En vista de que un fosfato neutro no es mas que un fosfuro metálico y oxígeno, es evidente que desoxigenando esta sal, se la podrá trasustanciar en fosfuro, y como el carbóno puede combinarse á una temperatura elevada con el oxígeno del ácido fosfórico y el de los óxidos de los metales correspondientes á las cuatro últimas secciones, si se mezcla un fosfato neutro de estas con humo de pez en proporciones convenientes (**), y se calcina mucho esta mezcla, el fosfato se convertirá en fosfuro, si el calor no es tan fuerte que impida la combinacion del fósforo y el metal. Esta operacion se hace fácilmente en un crisol rodeado de ascuas, cubriendo la mezcla con carbon.

Quinto proceder. Si se introduce gas hidrógeno fósforado en ciertas sales disueltas en agua, se obtienen sus fosfuros, porque

(*) Si el metal no está oxidado, se podrá hacer la mezcla con 2 partes de fosfato ácido de cal, 1 de metal y $\frac{1}{10}$ de carbon. Si lo está, se usará un poco mas de 1 parte de este último, y mas de $\frac{1}{10}$ de humo de pez, de suerte que las proporciones de estos tres cuerpos sean las indicadas despues de reducido el óxido á metal. Un esceso de carbon será muy perjudicial, porque impedirá la fusion del fosfuro y que forme boton.

(**) Aquí debe entenderse por proporciones convenientes la cantidad de humo de pez necesaria para desoxidar al ácido fostórico, y al óxido metálico. Véase á este efecto la composicion del gas óxido de carbóno (297) y la de los fosfatos (781).

la disolucion se descompone, y aislándose el ácido se forma agua, y un fosfuro metálico que se precipita en forma de copos, si es de los metales que tienen poca afinidad con el oxígeno, como el fósfuro de oro, y de los que se volatiliza el fósforo al calor rojo; y esto es aplicable igualmente al modo de obtener los de cobre y de plomo. Los fosfuros preparados de este modo, contienen cantidades de fósforo que corresponden con el grado de oxidacion del metal.

Acaso se formarian fosfuros de esta clase calentando en campanas corvas dentro del mercurio gas hidrógeno fósforado y los óxidos metálicos, y aun mejor, poniendo los óxidos en un tubido horizontal que comunique, con un aparato para exhalar el gas, y elevando la temperatura cuando el tubo está lleno de gas.

De los fosfuros en particular.

204 *Fosfuro de sodio. Este fosfuro compuesto de proporciones indeterminadas*, es caústico, sin brillo, de color de castaña, fácil de pulverizar; se trasforma en proto-fósfato de sodio á una temperatura elevada mediante el gas oxígeno y el aire; descompone el agua á la temperatura ordinaria produciendo protóxido de sodio que se disuelve en ella, y gas hidrógeno fosforado que se inflama, y se hace fácilmente por el primer proceder (203).

205 *Fosfuro de potasio.* Tiene este fosfuro las mismas propiedades que el de sodio.

206 *Fosfuro de manganeso. El de manganeso se hace con 15 escrúpulos de vidrio fosfórico, 15 de manganeso, y 2 de polvo de carbon* (203—Tercer proceder). Es brillante, muy quebradizo, de contestura granosa, de color blanco cristalizable, mas fusible que el manganeso é inalterable al aire á la temperatura ordinaria. Si se funde un fragmento á la llama del soplete el fósforo se quema al paso que el metal se óxida, y sin duda se forma en este caso un fosfato de menganeso (*Mems.* de Pelletier.)

Se puede preparar sostituyendo al metal el óxido, aunque

es probable que este no se ha suturado de fósforo, y que solo se tenga puro por el segundo proceder (203).

207 *Fosfuro de zinc. Resulta de la combinacion directa del fósforo con el zinc.* (203—Primer proceder), y es brillante, de un color blanco de plomo, se aplasta algo con el golpe del martillo, despidiendo un olor de fósforo, y es poco mas ó menos fusible que el zinc; se descompone á una alta temperatura; es difícil de preparar á causa de la poca afinidad que parece tener el fósforo con el zinc (*Memorias* de Pelletier), lo que induce á creer, que el fosfuro de zinc no está saturado de fósforo, y con tanta mas razon, cuanto que es algo maleable.

208 *Fosfuro de hierro. Se hace con 4 partes de fosfato de hierro y 1 de humo de pez* (203—Cuarto proceder), es brillante, de color gris violado como el hierro, muy quebradizo, de fractura granosa, fusible al soplete, cubriéndose durante la fusion de una escoria negra de fosfato, y no influye en la aguja de marear. Es inalterable al aire; el ácido nítrico concentrado, y el hidro-cloro-nítrico, ó *agua regia*, le corroen mediante el calor: el carbon le descompone; pues si se pone un esceso de este combustible con fosfato de hierro al formar el fosfuro, resulta una mezcla de fosfuro y de carbon de hierro, fáciles de separar uno de otro por el ácido hidro-clórico que disuelve el carburo, y aisla el fosfuro (Berzelius *An. de quím. y de fís.* II, 233). 100 partes de este fosfuro, sólo contienen 23,19 de fósforo, por lo que es probable que no esté saturado de fósforo y así convendria hacerle por el segundo proceder (203).

209 *Fosfuro de estaño. Para hacerle se combinan directamente los fragmentos de fósforo, con el estaño fundido.* (203—Primer proceder); se corta con un cuchillo, se aplasta con el golpe del martillo, y se parte en hojas; da una limadura sin lustre como la del plomo; se parece á la plata; funde con menos facilidad que el estaño, reuniéndose al enfriarse en un boton cristalizado como el antimonio, en hojas

parecidas á las del helecho; y con el oxígeno ó el aire, a una temperatura elevada, se forma fosfato de estaño, que contiene 18 de fósforo, sobre 100 de fosfuro. (*Mems.* de Pelletier). La propiedad que tiene este fosfuro de ser algo dúctil, hace creer que no contiene tanto fósforo como podria admitir.

210 *Fosfuro de arsénico.* Puede obtenerse ya sea calentando partes iguales de arsénico y fósforo, en una retortita de vidrio, ó bien en un matraz con agua, tambien iguales, de deutóxido de arsénico en polvo y de fósforo. En el primer caso, el fosfuro resta en el fondo de la retorta en un resido negro y brillante; y en el segundo debajo del agua, formándose ácido fosfórico, ademas del fosfuro. Este compuesto es muy alterable y solo puede conservarse en el agua.

211 *De los fosfuros de molibdeno, túngsteno y titano.* De estos fosfuros se sabe únicamente que existen, y que se pueden formar por el tercer proceder (203).

212 *Fosfuro de antimonio. Se hace combinando directamente fósforo con antimonio fundido.* (203—Primer proceder), es brillante, blanco, quebradizo, de aspecto granoso, y al mismo tiempo de facecitas parecidas á la forma cúbica; es muy fusible y se descompone al fuego; por lo que preparando este fosfuro se ha de retirar el crisol del horno luego que se hayan echado las últimas porciones de fósforo. Este fosfuro al fuego del soplete da una pequeña llama verde con vapores blancos. (*Mems.* de Pelletier).

213 *Fosfuro de cobalto. Se consigue el fosfuro de cobalto, bien sea echando sobre este metal enrojecido, pedazitos de fósforo* (203—Primer proceder), *ó calcinando una mezcla de 8 partes de vidrio fosfórico, 8 de cobalto, y 1 de polvo de carbon;* es brillante, de un calor blanco azulado, quebradizo, cristaliza dificilmente, es mas fusible que el cobalto; pierde con facilidad su brillo metálico en un aire húmedo á la temperatura ordinaria, y con el gas oxígeno ó el aire, á una temperatura elevada forma fosfato de cobalto. La llama del

soplete, le funde con prontidud, quema el fósforo y el metal, y los convierte en un glóbulo azul vítreo (*Mems.* de Pelletier).

214 *Fosfuro de bismuto.* Descomponiéndose este á una temperatura poco elevada, no se puede hacer sino por el quinto proceder; y como en tal caso está muy dividido, parece negro; pero si fuera posible fundirle sin descomponerle, sería sin duda alguna muybr illante.

215 *Fosfuro de cobre. Se prepara directamente con pedacitos de fósforo y cobre enrojecido* (203—Primer proceder); es brillante, quebradizo, blanco, muy duro, produce un fosfato de cobre si se le calcina al aire, y contiene 20 por 100 de fósforo. (Pelletier). Este fosfuro está en el primer grado de saturacion, porque el proto-fosfuro de cobre, segun Dulong, se compone de 100 de cobre y de 25,23 de fósforo, y solo se puede formar por el segundo proceder (203).

216 *Fosfuro de niquel. Para obtenerle se echan pedacitos de fósforo sobre niquel enrojecido* (203—Primer proceder), *ó bien se calcina una mezcla de* 8 *de vidrio fosfórico,* 8 *de niquel y* 1 *de polvo de carbon* (203—Tercer proceder); es brillante, quebradizo, blanco, mas fusible que el niquel; se reduce despues de fundido en un boton de fractura que presenta una reunion de prismas muy finos, y al aire forma fosfato de niquel, siendo elevada la temperatura. (*Mems.* de Pelletier).

217 *Fosfuro de plomo. Se forma directamente echando pedazos de fósforo sobre plomo fundido* (203—Primer proceder); es brillante, se aplasta algo con el golpe del martillo y se forma en hojas; le corta el cuchillo, tiene un color blanco de plata algo azulado, es menos fusible que el plomo, se descompone á un calor fuerte, se empaña al aire á la temperatura ordinaria, y calcinándole con él, se forma fosfato de plomo (*Memorias* de Pelletier). Este fosfuro no debe estar saturado de fósforo.

218 *Fosfuro de mercurio.* Este es poco consistente, y se ablanda en agua hirviendo; se descompone á una temperatura

de poco mas de 100°, esparciendo vapores blancos al aire á la temperatura ordinaria; de que resultan ácido fosfórico y mercurio, mediante el calor y el gas oxígeno ó el aire. Este fosfuro se obtiene calentando en agua partes iguales de fósforo, y de deutóxido de mercurio (Pelletier): formándose tambien ácido fosfórico y acaso se obtendria con mas facilidad por el quinto proceder; aunque segun la observacion de Thomson, es dudosa su existencia.

219 *Fosfuro de plata. Este fósfuro se forma directamente echando pedazos de fósforo sobre plata enrojecida* (203—Primer proceder), y es brillante, quebradizo, granoso, y mas fusible que la plata; se descompone á una temperatura elevada segun Pelletier, y al enfriarse despide chispas de fósforo que arden vivamente, como si el fosfuro fundido contuviese mas fósforo que el sólido. Se compone de 88 de plata y de 12 de fósforo (*Mems.* de Pelletier).

220 *Fosfuro de platino. Se hace echando pedazos de fósforo sobre platino enrojecido* (203—Primer proceder), *ó calentando una mezcla de* 8 *partes de platino*, 8 *de vidrio fosfórico*, *y* 1 *de polvo de carbon* (203—Tercer proceder); es muy agrio, muy duro, de un color blanco de acero, de contestura granosa y apretada, y mucho mas fusible que el platino; se descompone en parte á una temperatura elevada, se trasustancia, mediante el gas oxígeno ó el aire y al calor, en ácido fosfórico, y platino puro, contiene 18 por 100 de fósforo. (*Mems.* de Pelletier).

Segun Davy existen dos fosfuros de platino, á saber:

1° Un *proto-fosfuro* que se obtiene calentando fósforo y platino en un tubo de vidrio vacío de aire, que se forma á un grado de calor inferior al de ascua, produciéndose mucha luz, y contiene por 100 de platino 21,21 de fósforo.

2° Un *bi-fosfuro* compuesto de 100 de metal, y 42,85 de fósforo. Su preparacion consiste en calentar poco á poco en una retorta de vidrio hasta el grado de calor rojo una mezcla

de 3 partes de hidro-clorato de amoniaco de platino, y 2 de fósforo.

La facilidad con que el fósforo se combina con el platino, manifiesta que no se debe calcinar en vasos de este metal una mezcla de ácido fosfórico y carbon, y en general ningun compuesto que pueda dar fósforo.

221 *Fosfuro de oro. Se obtiene del mismo modo que el de plata*; es brillante, amarillo, quebradizo, granoso, descomponible al fuego; y de su calcinacion al aire, resulta ácido fosfórico y oro puro, y contiene 4 por 100 de fósforo. (*Mems.* de Pelletier).

Este fosfuro está muy lejos de hallarse saturado de fósforo, y para que sea puro, es necesario prepararle haciendo pasar gas hidrógeno fosforado por una disolucion de hidro-clorato de oro (203—Quinto proceder); en cuyo caso se precipita en polvo que no se puede desecar sino en el vacío, á fin de evitar su descomposicion; como está muy dividido parece negro, y contiene sin duda mas fósforo que el primero.

De los sulfuros metálicos.

222 Los metales irreducibles de la primera seccion, y algunos otros, difíciles de obtener, son los únicos que no se han combinado hasta ahora con el azufre; de que es fácil inferir que todos los metales pueden formar sulfuros.

223 *Historia.* Los sulfuros metálicos se conocen desde tiempo inmemorial, porque los mineros consideraron siempre al azufre como el *mineralizador* de los metales, y asi los sulfuros han debido ser objeto de muchas investigaciones. Los mas de los químicos los han estudiado, pero haciendo casi todos ellos solo observaciones parciales, escepto Gay-Lussac y Berzelius, que los han examinado en general, y han obtenido resultados que la esperiencia ha confirmado (*Mem. d'Arcueil*, t. 1, y *An. de quím.*, LXXVIII, y siguientes).

224 *Composicion.* Un metal, puede formar en general tantos sulfuros como óxidos, conforme á la ley de composicion enun-

ciada (pág. 141); de que se sigue 1 proporcion de metal =.... 1 proporcion de azufre = 201,16; un deuto-sulfuro de 1 proporcion de metal, y 2 proporciones de azufre, y á veces 1 $\frac{1}{2}$. Resulta ademas en virtud de los números proporcionales de azufre, oxígeno, y los sulfatos; 1° que el proto, ó el deuto-sulfuro de un metal, contienen con corta diferencia, el duplo de azufre de la cantidad de oxígeno de que constan el protóxido, ó el deutóxido del mismo metal. 2° El azufre y los metales, estan en las mismas proporciones en los proto-sulfuros que en los sulfatos, los hipo-sulfatos, los sulfitos y los hipo-sulfitos neutros de protóxido; lo mismo se verifica respecto á los deuto-sulfuros y los sulfatos, hipo-sulfatos etc. de deutóxido, y por consiguiente, trasustanciando en ácido sulfúrico el azufre de un proto-sulfuro, y el metal en protóxido, resultará un sulfato neutro de protóxido si se combina. Es cierto que el arsénico, el hierro y el mercurio etc., forman compuestos de esta especie á que no rige esta ley de composicion; pero estos segun Berzelius, se han de considerar como combinaciones de dos sulfuros de proporciones fijas, ó de uno solo, con cierta cantidad de azufre, ó metal sobrante.

225 *Propiedades físicas.* Todos los sulfuros son sólidos y sin olor; todos, á lo menos los artificiales, son quebradizos aun cuando sean muy dúctiles los metales de su composicion(*); todos son insípidos, escepto los de las dos primeras secciones. Unos, como son los de hierro, antimonio etc., tienen brillo metálico; y otros nó, como el de mercurio, y son pocos los que no cristalizan. Se conoce el peso específico de muchos de ellos, particularmente de los naturales, por ser siempre menor que el peso específico del metal de su composicion, como el de este no sea inferior que el del azufre, segun sucede con el potasio y el sodio.

(*) El sulfuro natural de molibdeno es flexible, y el de plata es maleable hasta cierto punto.

226 *Propiedades químicas.* Los sulfuros son en general mas fusibles que los metales que los componen, si estos no funden á una temperatura superior, ó poco inferior á la del calor rojo, pues en el caso contrario lo son menos; y casi siempre es muy distinta la diferencia de grados de fusion de los metales y sus sulfuros.

Algunos, como los de mercurio y arsénico, son volátiles aun á una temperatura inferior al calor rojo, y muchos de los que no se volatilizan pueden descomponerse en parte, á lo menos por el calor. Asi es, que esponiendo el per-sulfuro de un metal á una temperatura suficientemente elevada, se valatiliza casi siempre azufre, y á veces se descompone del todo el sulfuro; lo que se efectua con los sulfuros de metales que tienen muy poca afinidad con el oxígeno. Estas descomposiciones se hacen antes ó despues de fundido el sulfuro, lo que procede de la afinidad mas ó menos grande del azufre con el metal, y de la cohesion mayor ó menor de las partículas del sulfuro.

Se funden comunmente en un crisol de Hesse tapado; y si el sulfuro se altera con facilidad al aire, se ha de fundir en un vaso cerrado, como en una retorta de vidrio ó de arcilla, prefiriendo esta para la sublimacion y descomposicion; para lo cual se la adapta un tubo ancho, y poniéndola con el sulfuro en un horno de reverbero se calienta poco á poco hasta el grado de calor rojo, y si es necesario hasta el albado, promoviendo en el horno una corriente de aire con un fuelle, cuyo tubo esté en el cenicero.

227 Estando frios los sulfuros, no se alteran con el gas oxígeno muy seco; pero sí los de metales muy oxidables con este gas húmedo, en cuyo caso le absorven lentamente y se trasustancian en sulfitos ó sulfatos; lo que respecto de los sulfuros comprendidos en las cuatro secciones últimas, puede esplicarse del mismo modo que la oxidacion de los metales con el gas oxígeno húmedo (131). La temperatura del gas varía; y si desciende se precipita una parte del vapor que contiene,

y esta agua cede el oxígeno que tiene en disolucion al azufre y al metal, facilitando su combinacion por su afinidad con el sulfato que debe formarse. El fenómeno es mas complicado si el sulfuro pertenece á la segunda seccion, pues entonces se descompone el vapor acuoso, y el sulfuro se convierte primero en hidro-sulfuro (229—2°), que despues se combina con el oxígeno trasustanciándose en un sulfito ó sulfato, y originándose la formacion de una cantidad de agua igual á la descompuesta en el primer caso (*).

228 Todos los sulfuros absorven el gas oxígeno mediante el calor, aunque no con todos resultan productos idénticos, por que varían segun el grado de calor y la naturaleza del metal que contienen.

Los sulfuros de la segunda seccion y el de magnesio se trasustancian en sulfatos; y los otros nó, por que á una temperatura elevada su azufre se trasforma en gas sulfuroso, y el metal se aisla ó se oxida; lo primero sucede con los de las dos últimas secciones y se oxida en el caso contrario. Se ha de saber para esplicar estos resultados, que el ácido sulfúrico no puede existir con el calor apuntando el *fuego rojo*, en cuyo caso solo permanece sin descomponerle combinado con otro cuerpo, y que aislado se convierte inmediatamente en gas oxígeno, y en gas ácido sulfuroso; y como los óxidos de potasio, sodio, bario, litio, estroncio, calcio y magnesio son los únicos que retienen bastante al ácido sulfúrico para que no pueda disgregarlos un fuerte calor; resulta que solo los sulfuros de estos metales podrán absorver el gas oxígeno á este

(*) Es preciso confesar que esta teoría presenta una especie de contradicion, admitiendo que el agua se descompone y vuelve á formarse sucesivamente. La esplicacion sería mas sencilla suponiendo que el oxígeno se combina directamente con el sulfuro segun se ha dicho respecto á los metales de las cuatro ultimas secciones. Pero para esto sería necesario que los sulfuros de potasio y sodio etc., pudieran disolverse en agua sin descomponerla, lo que parece que no se verifica.

grado de calor y trasustunciarse en sulfatos, lo que no podrá suceder con los otros sulfuros, porque sus sulfatos se descompondrian á esta temperatura.

Pero si en vez de ser muy elevada, es solamente la del calor rojo-oscuro, los mas de los sulfuros que se descomponen del modo indicado se trasustanciarán como los de potasio y de sodio en sulfatos, produciéndose casi siempre gas sulfuroso(*), y solo con los sulfuros de las dos últimas secciones se verificaria lo dicho primeramente; porque sus metales no podrán combinarse con el oxígeno á esta temperatura, y por consiguiente solo podrá producirse gas sulfuroso. Es muy fácil probar estos resultados. Todas las esperiencias que no exijan el grado de calor rojo se hacen en una campanita corva llena de mercurio á que se trasvasa gas oxígeno, introduciendo en la parte corva de la campana el sulfuro en polvo por medio de unas tenazitas terminadas en cuchara, y se la calienta con la llama de la lámpara. Si hay necesidad de elevar la temperatura hasta el grado de calor rojo, se hace uso de un tubo de porcelana puesto en un horno con el sulfuro, y adaptando á uno de los estremos una vejiga llena de gas oxígeno, y al otro un tubo á propósito para recoger los gases; se calienta el tubo de porcelana, y se abre la llave de la vejiga comprimiéndola un poco, para hacer que el oxígeno pase entre el sulfuro, lám. XXIII, fig. 4.

229 El aire produce con los sulfuros los mismos efectos que el gas oxígeno, aunque no con tanta estension, y así calcinando un sulfuro en una cazuelita de barro, se obtendrá sulfato de potasa, si el sulfuro es de base de potasio, sea cual

(*) Es muy fácil concebir por que razon se trasforman en gas ácido sulfuroso y en sulfatos á la temperatura del calor rojo-oscuro los mas de los sulfuros metálicos medianamente oxidables. Esto consiste en que el oxígeno se combina primeramente con cierta porcion de azufre sin verificarlo al mismo tiempo con el metal; y este se oxida luego que predomina en el compuesto.

fuere la temperatura, y del mismo modo gas sulfuroso, y metal puro si el sulfuro es de plata; gas sulfuroso y óxido, si el sulfuro es de hierro, y si la temperatura es muy elevada: por último, gas sulfuroso, y sulfato de hierro, si este mismo sulfuro estando en el primer grado de sulfuracion, se le somete á una temperatura inferior á la del fuego rojo de guinda, y en esto se funda el arte de hacer los sulfatos de zinc, de hierro y de cobre.

Hasta ahora no se ha examinado con atencion la accion de los sulfuros con los combustibles; con que parece que el cloro forma generalmente con los mas de ellos cierta cantidad de cloruro de azufre; que el carbon descompone varios á una temperatura elevada, y produce azufre carburado; y que los metales que tienen mas afinidad con el oxígeno se apoderan del azufre de los otros. Lo cierto es que el hierro se apropia el azufre de los sulfuros de las cuatro últimas secciones, y asi, mediante el hierro, y el hierro colado, se estrae del sulfuro de plomo parte de este metal para el comercio. Tambien se estrae en algunas partes por este proceder, el mercurio de su sulfuro, y puede servir para beneficiar las venas de sulfuro de antimonio.

229 — 2° Si un metal puede descomponer el agua á la temperatura ordinaria, lo mismo sucede con su sulfuro, ó á lo menos es lo que se observa respecto de los de potasio y sodio, y apenas tocan al agua, que obrando entre sí á proporcion de agua, con 1 proporcion de proto-sulfuro, resulta un hidro-sulfuro de protóxido de potasio que se disuelve; de que se sigue, que el oxígeno de la que se descompone se combina con el potasio, y su hidrógeno con el azufre. Por eso estos sulfuros tienen un sabor acre y de huevos podridos, mientras que los otros, que no alteran el agua sin el calor, ni se disuelven en ella, son insípidos.

230 *Estado natural.* Solo se encuentran trece sulfuros en la naturaleza, á saber: los de zinc, hierro, manganeso, es-

taño, arsénico, molíbdeno, antimonio, bismuto, cobre, plomo, mercurio, plata y cobalto.

Algunos de estos sulfuros son raros, como los de estaño, manganeso y cobalto: los demas lo son menos, y varios muy comunes como los de hierro y de plomo; casi todos pertenecen á los terrenos primitivos é intermedios, ó la parte inferior de los secundarios, y los mas se hallan en conglobaciones ó vetas.

231 *Preparacion.* Los sulfuros metálicos se obtienen combinando directamente el azufre con los metales ó con los óxidos, mediante el calor; descomponiendo los sulfatos por el carbon; ó descomponiendo los óxidos mediante el gas hidrógeno sulfurado, ó haciendo pasar por una corriente de este gas, una disolucion salina formada de un ácido y óxido del metal, que se quieren combinar con el azufre, ó tratando esta misma disolucion salina por el hidro-sulfuro de protóxido, de potasio, sodio ó amoniaco.

Primer proceder. Si el metal es muy fusible y corresponde á una de las cuatro últimas secciones, se le mezcla con la cantidad conveniente de azufre, y se pone á un fuego mas ó menos intenso en un crisol tapado dentro de un horno y sobre un poyito; á poco tiempo funden el azufre y el metal y se combinan.

Mas si el metal es difícil de fundir, es mejor enrojecer primero el crisol, echar en él sucesivamente la mezcla y esponerla en seguida á una temperatura elevada al grado conveniente, cubriendo el horno con un reverbero; si el metal no está bastante sulfurado se añade nueva cantidad de azufre, segun Dulong, si el metal no se funde al calor rojo, lo mejor es calentarle en un tubo, y pouerle poco á poco en contacto con vapor de azufre como con el fósforo (203 — Segundo proceder).

Es imposible combinar en un crisol el azufre con los metales correspondientes á las dos primeras secciones por su gran afinidad con el oxígeno; y la operacion debe hacerse en el mercurio, en una campanita corva de vidrio, llena de gas

hidrógeno, ó de gas azoe; y por este medio se obtienen fácilmente los sulfuros de sodio y potasio (233 y 233—2°).

La combinacion directa de los metales con el azufre se verifica siempre con produccion de calor, que suele ser suficiente para que se encandezcan los sulfuros, lo que puede proceder de una gran afinidad recíproca, y es lo que se observa con los sulfuros de potasio, sodio, cobre, plomo y bismuto.

Segundo proceder. Se hace una mezcla íntima de azufre y óxido, del metal que se quiere convertir en sulfuro; la cantidad de azufre debe ser tanto mayor cuanto lo sea la del oxígeno combinado con el metal, y segun que se quiera formar un sulfuro mas ó menos cargado de azufre. Se pone la mezcla en un crisol tapado y al fuego necesario, y entonces combinándose los dos elementos del óxido con el azufre, se forman un sulfuro sólido y gas ácido sulfuroso que se exhala con el sobrante que haya de azufre. De este modo se pueden combinar todos los metales con el azufre escepto; 1° los óxidos de la primera seccion que son irreducibles ó indescomponibles por el azufre; 2° los de la segunda que producen sulfatos mezlados con los sulfuros; 3° otros varios como el de oro, de que se exhala el azufre á una alta temperatura.

Tercer proceder. No siendo los sulfatos neutros mas que sulfuros metálicos, y ademas oxígeno, es evidente que en muchos casos desoxigenándolos se podrán trasformar en sulfuros. El carbon puede desoxigenar á una temperatura elevada todos los sulfatos de las cinco secciones últimas; y si se hace una mezcla íntima, de un sulfato con cantidad conveniente de humo de pez, poniéndola en un crisol cubierto con carbon, y á un fuego fuerte, resultarán gas carbónico que se volatilizará, y un sulfuro, á menos que el metal no sea como el oro, que no puede retener el azufre. El sulfuro formado, se reune casi siempre en el fondo del crisol en forma de boton. En esta descomposicion consiste el tercer proceder.

Sin embargo, este mismo proceder no está esento de algu-

nos inconvenientes, porque es muy difícil mezclar la cantidad precisa de carbon para que no quede en el producto, ó no contenga sulfato, por lo cual Berthier le ha variado segun manifestó en una escelente memoria que escribió acerca de los sulfuros que logró formar puros, calentando los sulfatos en crisoles rodeados de una mezcla de arcilla y de carbon. Este químico dice que puesto el sulfato molido ó sin moler en el crisol, se llena de la mezcla de arcilla y carbon machacada y apretada y se le tapa embarrando las junturas con arcilla para que no se queme el carbon etc. Este método se funda en que los sulfatos se reducen por cimiento como los mas de los óxidos espuestos con carbon á una temperatura conveniente el tiempo necesario, que depende, 1° de la temperatura; 2° de la fusibilidad de los sulfuros; y 3° del volúmen de las masas. Los sulfatos son todos reducibles al calor albado, y tanto mas pronto, cuanto mas elevada es la temperatura; y si son fusibles á la que se opera, se reunen en glóbulos á medida que se forman; que por su peso específico, mucho mayor que el de los sulfatos de que proceden, se juntan en el fondo del crisol. Como la mezcla de arcilla y carbon está siempre en contacto con los sulfatos, estos se descomponen pronto, y puede hacerse la reducion en algunas horas aun cuando se opere sobre varios centenares de granos de materia. Pero si los sulfuros son infusibles, quedan interpuestos entre la arcilla y el carbon y los sulfatos, y la reducion es lenta; porque no puede verificarse sino propagándose poco á poco por entre la costra de sulfuro formada ya, desde la superficie al centro de la masa, y exige tanto mas tiempo cuanto mayores sean estas masas. La esperiencia ha hecho ver á Thenard que en este caso no es completa la reducion, sino al cabo de dos horas, cuando se opera sobre 5 $\frac{1}{2}$ ó 8 $\frac{1}{2}$ dracmas de sulfato.

Cuarto proceder. El hidrógeno sulfurado puede descomponer á la temperatura ordinaria, todos los óxidos escepto los de la primera seccion, y tambien los descompone por medio del calor,

de lo que resultan agua, y un sulfuro metálico proporcionado al grado de oxidacion del metal; de modo que por este medio se pueden formar sus sulfuros. El mejor modo de verificarlo es poner el óxido en pedazos dentro de un tubo, ó estendiéndole por él, si es pulverulento en una capa delgada, y pasando despues por entre ella gas hidrógeno sulfurado puro, se calienta mas ó menos el tubo segun que el óxido es mas ó menos difícil de reducir; y asi la temperatura será pequeña respecto á los óxidos de las dos últimas secciones, y ascenderá á los de fuego rojo para los de la segunda.

Quinto proceder. Formando los sulfuros del modo que se acaba de decir, parte del óxido metálico podrá quedar sin descomponerse, y mezclado con el mercurio formado, y por esto será mejor verificar la operacion con la disolucion del óxido en un ácido.

Para esto se introduce en la disolucion de una sal metálica puesta en un frasco un tubo que sale de la vasija, ó aparato donde se produce el gas hidrógeno sulfurado, este gas atravesando la disolucion, descompone segun se ha dicho el óxido, y se forma agua con un sulfuro metálico que se desprende y precipita en copos, aislándose el ácido de la sal que queda en el líquido. Estando bien, reposado el precipitado, se decanta el líquido con un sifon, se lava el poso con agua destilada, se le decanta otra vez, y cuando está bien lavado se le filtra para escurrirle, y despues se le seca en una estufa, y se le guarda en un frasco bien tapado. Por este medio se pueden obtener todos los sulfuros, escepto los de las dos primeras secciones, los de manganeso, zinc, hierro, estaño, antimonios, y algunos otros.

Sesto proceder. Este consiste en que en vez de introducir en la disolucion metálica el hidrógeno sulfurado, se echa en ella, la de la combinacion de este gas con el protóxido de potasio, de sodio, ó de amoniaco, es decir, un hidro-sulfuro (1101) de estas bases, hasta que haya un sobrante de él,

y el sulfuro formado se precipita en copos; y se lava este, recogiéndole en filtros segun se ha dicho. En esta operacion se forma, ademas del sulfuro, agua y una sal procedente de la combinacion del ácido de la disolucion con el protóxido ó el amoniaco del hidro-sulfuro.

Usos. Los sulfuros usados en las artes son los de arsénico, antimonio, plata, cobre, estaño, hierro, mercurio, plomo, y de zinc, segun se puede ver particularmente en cada uno de ellos.

De los sulfuros en particular.

232 En vista de las generalidades espuestas á cerca de los sulfuros, fácil es aplicarlas á las propiedades de cada uno de ellos, por lo que solo se examinarán los mas importantes. Se denominarán *proto-sulfuros*, los que constan de 1 proporcion de azufre y 1 proporcion de metal, ó los que corresponden al primer grado de oxidacion: *sesqui-sulfuros* los que constan de 1 proporcion de metal, y 1 $\frac{1}{2}$ proporcion de azufre; *bi-sulfuros* los de 1 proporcion de metal, y 2 proporciones de azufre, y solo sulfuros, los que no se han analizado todavia.

De los proto-sulfuros de bario, estroncio y calcio.

232 — 2° Estos sulfuros se obtienen descomponiendo los sulfatos de estas bases, segun lo ha efectuado Berthier (Tercer proceder), ó esperimentando la barita y la estronciana á una temperatura elevada con el gas hidrógeno sulfurado (Cuarto proceder).

Proto-sulfuro de bario. Habiendo puesto 5,$^{drac.}$564 de sulfato de barita bien seco en un crisol á un fuego de 150° pirométricos, han producido 3,$^{drac.}$561 de sulfuro, y por consiguiente una pérdida de 1,6 equivalente á la cantidad de oxígeno que contenia el sulfato. Este sulfuro es blanco, de un color gris en algunas de sus partes, y aglutinado desmenuzándose entre los dedos, y de contestura granosa, de granos cristalinos. No le altera el aire mediante el calor, lo que sin duda procede de la cohesion del producto, y de la del sulfato re-

generado que cubre las partes interiores, y se opone á su combustion. El clorato de potasa no le quema del todo; pero el nitrato de la misma le trasustancia en sulfato con tal que la temperatura sea muy elevada: le disuelve bien el agua, y la disolucion no tiene color, exhalándose de ella mucho hidrógeno sulfurado mediante el ácido hidro-clórico, y sin enturbiarla, que es el carácter de los sulfuros puros. Es de creer que el aire húmedo producirá en este sulfuro los efectos dichos.

Proto-sulfuro de estroncio. Calentadas 5,$^{drac.}$564 de sulfato de estroncio artificial puro y seco, en un crisol rodeado de una mezcla de arcilla y carbon á la temperatura de 150° pirométricos, han dado á Berthier 3,$^{drac.}$561 de proto-sulfuro en masa blanca aglutinada, granosa y friable.

Proto-sulfuro de calcio. De 5,$^{drac.}$564 de sulfato de cal diáfano, que contenian 0,462 de su peso de oxígeno y de agua de cristalizacion, se han estraido 2,$^{drac.}$994 de sulfuro muy puro, blanco y opaco, sin indicios de fusion, y que conservaba la forma de los pedazos del aljez empleado. El agua, el aire y los ácidos, producen en él, los mismos efectos que en el de bario, y la analogía hace creer que el sulfuro de estroncio, debe estar en el mismo caso.

Su composicion es:

Proporciones 1 azufre. . 201,16 + 1 metal.

En átomos 2 azufre. . 402,32 + 1 metal, lo que da las fórmulas átomicas $Ba\,S^2$, $Sr\,S^2$, $Ca\,S^2$.

Sulfuro de magnesio. Segun el mismo Berthier, parece que el dicho sulfato de magnesio puesto á un fuego fuerte en un crisol rodeado de arcilla y carbon, se convierte en una mezcla de magnesia y sulfuro de magnesio. Pero si hay un esceso de carbon bien mezclado con el sulfato, y la temperatura es bastante elevada, no se forma sulfuro, y todo el azufre se exhala probablemente en estado de carburo, y solo resta magnesia.

Sulfuros de potasio.

233 Es fácil combinar directamente el azufre con el potasio; para esto se llena de mercurio una campanita corva, y se introduce en ella cierta cantidad de gas azoe, ó gas hidrógeno, y en su parte corva se pone por medio de un alambre una cápsula pequeña obalada de platino, y sobre esta el potasio y el azufre que se trate de combinar. La combinacion se efectua luego que el potasio se funde, por el calor de la llama de la lámpara de alcohol; de que resulta tanto calor que la cápsula se encandece, y la campana se quebraria infaliblemente sin esta misma cápsula, la cual reparte el calórico en muchos puntos. En virtud de su conductibilidad no debe hacerse la operacion sino con 1 grano, ó 1 $\frac{1}{2}$ de metal, y de 10 á 15 granos de azufre; y aun mas por que si hubiese un esceso de este, se volatilizaria.

¿Se forma en este caso un proto-sulfuro; ó un sulfuro con sobrante de azufre? Se ignora, y por esta razon es mejor valerse del tercer proceder segun lo hizo Berthier, calentando al fuego albado en crisoles con mezcla de arcilla y carbon pedazos de sulfato de potasa del grueso de una abellana (231), con lo que se obtiene un proto-sulfuro conglobado, cristalino, traslucido, de color de carne, de sabor de huevos podridos, y que obra en el gas oxígeno y el aire segun se ha dicho (227, 228 y 229). Este proto-sulfuro, se disuelve en el agua desarrollándose mucho calor, de modo que el sulfuro impregnado de carbon muy dividido, se abrasa apenas se le humedece, lo que se consigue calcinando el sulfato despues de mezclado íntimamente con la mitad de su peso de carbon.

Tambien se puede formar este compuesto, calcinando el sulfato de potasa en un tubo, por donde pase una corriente de gas hidrógeno, aunque si el tubo es de vidrio, ó de platino, aquel se corroe, y con este se produce un sulfato muy sulfurado de un *platino de potasio*. Berzelius que ha hecho estas

observaciones añade que el proto-sulfuro que se hace en el tubo de vidrio, tiene un hermoso color de cinabrio pálido, y fractura cristalina; que si se le calienta adquiere un color mas intenso, y ennegrece, volviéndose opaco, si se le funde, lo que se efectua al grado del fuego rojo. Calentado al aire, solo suele encenderse por algunos puntos, apagándose pronto, porque se encostra de sulfato de potasa, que estorba la combustion del interior de la sustancia. Este compuesto atrae la humedad del aire desliéndose en un liquido amarillo, que si se le añade agua pierde su color, y al disolverse en esta, ó en el alcohol, no asciende la temperatura. Se ha dicho antes sin embargo, que segun Berthier este proto-sulfuro disolviéndose en el agua produce mucho calor. ¿ Originará esta diferencia la condensacion de la materia ? De todos modos este proto-sulfuro consta de 41,06 de azufre, y 100 de potasio, ó su composicion es :

Proporciones... 1 azufre 201,16 + 1 potasio 489,92
En átomos..... 2 azufre 402,32 + 1 potasio $2\times489,92 = KS^2$.

De otros sulfuros. Segun Berzelius hay otros seis sulfuros. 1° uno $KS^1 = 1$ átomo de potasio, y 4 de azufre, ó 1 proporcion de potasio, y 2 proporciones de azufre; 2° otro sulfuro KS^6; 3° otro KS^7; 4° otro KS^8; 5° otro KS^9; y 6° otro KS^{10}. No hay duda que existen mas sulfuros de potasio, que el proto-sulfuro: ¿ Pero serán siete ? ¿ Los sulfuros KS^5, y especialmente KS^3, no son mezclas ó compuestos de diferentes sulfuros ? Lo cierto es que los metales examinados no han formado hasta ahora mas que 2 ó 3 sulfuros á lo mas; se volverá á tratar de esto (1089).

Sulfuro de sodio.

233 — 2° *Proto-sulfuro.* Lo espuesto acerca del sulfuro de potasio conviene igualmente al de sodio, diferenciándose solo en que este se compone de 100 de sodio y de 69,15 de azufre.

Proporciones... 1 azufre 201,16 + 1 sodio 290,92
En átomos..... 2 azufre 402,32 + 1 sodio $2\times290,92 = NS^2$.

Sulfuro de manganeso.

234 *Proto-sulfuro.* Es pulverulento, negro, sin brillo, mas fusible que el manganeso, indescomponible al calor rojo, sin efecto con el gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria, absorviéndole seco ó húmedo al calor rojo oscuro, originándose gas ácido sulfuroso y un sub-sulfato; y á una temperatura mas alta, se forman gas ácido sulfuroso, y óxido de manganeso, verificandose los mismos efectos con el aire, como con el gas oxígeno. Es difícil formarle por el primer proceder, á causa de la primitiva cohesion del manganeso, pero se hace muy bien, por el tercero (231), mezclando el sulfato con el carbon.

Este sulfuro consta de 100 de manganeso, y 56,21 de azufre, ó lo que es lo mismo:

En proporciones. 1 metal 355,78 + 1 azufre 201,16.
En átomos..... 1 metal 2×355,78 + 2 azufre 402,32 = $Mn\,S^2$.

Se encuentra en muy corta cantidad en la naturaleza, y particularmente en Nagyag en Transilvania con el teluro, y como parte accidental de las vetas argentíferas y auríferas de aquellas minas.

Sulfuro de zinc.

235 *Proto-sulfuro.* Sólido, mate, sin brillo metálico, insípido, menos fusible que el zinc, inalterable al calor, susceptible de descomposicion por el carbon á una temperatura elevada, el cual se apodera del azufre, formando carburo de azufre (Berthier); sin efecto en el gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria; absorviéndole al calor rojo pardo, y resultando gas ácido sulfuroso y un sub-sulfato; asi como á una temperatura mayor, se forma ácido sulfuroso y un óxido, lo que tambien se verifica con el aire. Se puede formar este sulfuro por los procederes primero y tercero, debiendo en el primero, estar el zinc encandecido para que se efectue la combinacion, y entonces se forma un sulfuro con desarrollo de luz; y en el tercero, no se ha de mezclar el sulfato con el carbon, ni se ha de forzar la

calcinacion, porque se producirá mucho carburo de azufre (231).

Este sulfuro consta de 100 de zinc y 49,88 de azufre, ó:

En proporciones.. 1 zinc 403,23 + 1 azufre 201,16
En átomos..... 1 zinc 2×403,23 + 2 azufre 402,32 = $Zn\,S^2$.

El sulfuro de zinc denominado *blenda* por los mineralogistas, existe en gran cantidad en la naturaleza, mezclado muy á menudo con materias ferrugíneas. Las blendas son fosforecientes frotándolas (*), y varian de color, siendo amarillas, rojizas pardas y negras. Casi siempre las hay en el sulfuro de plomo, siendo trasparentes y algunas veces opacas, y existen en Francia en Vizil departemento del Iser cerca de Arras: en Vaygory etc. Es muy fácil reconocer hasta las mas pequeñas cantidades de blenda de Smithson (*An. de quím. y fís.* XXII, 356). Proust fue el primero que demostró la existencia del zinc metálico en las blendas (*Diar. de fís.* de 1807, pág. 160).

Segun Thomson todas se componen de sulfuro de zinc, mezclado ó combinado con mas ó menos hierro no oxidado, la blenda parda, v. g., de 87,95 de sulfuro de zinc, y 12,05 de hierro (*An. de quím.* XCIII, 166). Lo cierto es que casi siempre son ferrugíneas, y algunas contienen un poco de sulfuro de cadmio.

El sulfuro de zinc natural calcinado hasta el calor rojo y al aire, da un residuo que lavado y evaporado el líquido que resulta, sirve para preparar el sulfato de zinc del comercio (830). Parece que actualmente se usa tambien este compuesto desechado hasta ahora, con los desperdicios del mineral para preparar el zinc metálico y hacer el laton.

Sulfuros de hierro.

236 *Per-sulfuro de hierro, ó bi-sulfuro.* Sólido, con brillo

(*) La fosforescencia es la calidad que tienen ciertos cuerpos de ser luminosos sin que haya combustion cuando se les frota ó calienta, ó se les somete á una descarga eléctrica, conservando esta propiedad por mas ó menos tiempo, (*Memoria* de Dessaignes, sobre la fosforescencia, *Diario de física* de 1809).

metálico, insípido, sin olor, de color de oro; el imán no le atrae; se funde á un calor fuerte exhalándose 22 de azufre. El gas oxígeno seco no le altera á la temperatura ordinaria, y lo hace lentamente el húmedo, trasustanciándole en sulfato; lo que se efectua con mas ó menos rapidez, mediante un calor moderado, y mejor á una temperatura elevada, produciéndose en el primer caso gas ácido sulfuroso y un sulfato; y en el segundo, gas sulfuroso, óxido rojo, ó tritóxido de hierro y desarrollo de luz, verificándose lo mismo con el aire. Existe en gran cantidad en la naturaleza, y toma entonces el nombre de *pirita de hierro*.

Este sulfuro consta de 100 de hierro, y 118,62 de azufre, ó:

En proporciones.. 1 de hierro 339,22 + 2 azufre 402,32.
En átomos..... 1 de hierro 2×339,22 + 4 azufre 804,64 = FeS^4.

El bi-sulfuro de hierro es uno de los minerales mas comunes; afecta muchas formas diversas, unas cristalinas, tales como el cubo, el octaedro, el dodecaedro pentagonal, el icosaedro y sus compuestos; y otras accidentales como las de las estalácticas, y las procedentes de las de conchas. Nunca constituye grandes masas por sí solo; pero está diseminado por todas partes en cristales, en riñones, etc., en los sedimentos de todos los siglos. Su peso específico es de 4,10 á 4,74.

La mayor parte del sulfato de hierro del comercio, se hace esponiendo al aire este bi-sulfuro, ó las materias que le contienen en bastante cantidad (832 *sulfato de hierro*); y tambien se estrae del bi-sulfuro de hierro nativo, parte del azufre que se consume en las artes (pág. 110).

237 *Proto-sulfuro de hierro.* Es sólido, pardo-amarillento, con brillo metálico, insípido, magnético, mucho mas fusible que el hierro, indescomponible por el calor, produciendo los mismos efectos con el oxígeno y el aire que el anterior. Se forma calentando en un crisol con una mezcla de arcilla y carbon el proto-sulfato de hierro desecado (231 — Tercer proceder).

Este sulfuro consta de 100 de hierro y 59,31 de azufre, ó:

En proporciones 1 hierro 339,22 + 1 azufre 201,10.
En átomos..... 1 hierro 2×339,22 + 2 azufre 402,20 = $Fe\,S^2$.

Este sulfuro es menos comun que el bi-sulfuro; se ha encontrado en Geier en Sajonia; en Bodenmais en Baviera; en Carnavons en Inglaterra, y al oeste de Nantes en Francia. Existe en vetas y masas metalíferas; pero con mas frecuencia diseminado en las rocas graníticas. Rara vez está cristalizado, y su forma es la de un prisma exaedro regular. Su peso específico es de 4,518.

237 — 2° *Pirita magnética.* Hay dos especies, que no son sino un simple sulfuro, es decir, un sulfuro doble, que consta de 1 átomo de bi-sulfuro, combinado con 2 ó 6 átomos de proto-sulfuro, y por consiguiente la fórmula atómica de una de ellases: $Fe\,S^4 + 2\,Fe\,S^2$; y la de la otra $Fe\,S^4 + 6\,Fe\,S^2$.

237 — 3° Ademas de los sulfuros anteriores, se mencionarán los siguientes; 1° calcinando en una retorta de barro el bi-sulfuro de hierro (227), se espele tal cantidad de azufre, que el sulfuro restante se compone de 100 de hierro y 95 de azufre (Berzelius). Este sulfuro no corresponde á óxido alguno de hierro de los conocidos.

2. Si en un crisol enrojecido se echa una mezcla de 2 partes de limaduras de hierro, y 1 de azufre etc. (231), se obtiene un sulfuro de hierro bien fundido homogéneo, y que contiene menos azufre que el del número segundo (*). Este sulfuro es el que se usa comunmente en los laboratorios para obtener el gas hidrógeno sulfurado, que preparado por este medio, contiene siempre un esceso de hidrógeno.

3° Por último, con partes iguales de hierro y azufre, se forma un sulfuro de hierro, diferente de los que preceden.

Estos distintos sulfuros son, segun cree Berzelius, combina-

(*) Esto no está conforme con las observaciones de Berthier, porque segun este químico no existe sulfuro de hierro menos sulfurado que el que corresponde al proto-sulfato. (*An. de min.* VII, 437).

ciones de hierro ó de azufre con una especie de sulfuro de hierro, correspondiente á cierto grado de oxidacion de este metal. La teoría de las proporciones definidas ó finitas, y la ley de composicion de los sulfuros, hacen muy probable esta opinion.

Sulfuros de estaño.

238 *Proto-sulfuro.* Sólido, cristalizable en láminas brillantes, de un color gris azulado; es menos fusible que el estaño, indescomponible por el fuego é inalterable con el gas oxígeno seco y húmedo á la temperatura ordinaria; pero le absorve mediante un calor moderado formándose ácido sulfuroso, y un sulfato, como á una temperatura elevada gas sulfuroso y óxido de estaño. Existe probablemente en el condado de Cornualles, pero mezclado ó combinado con el sulfuro de cobre; y se forma artificialmente por el primer proceder, calentando una mezcla de 3 partes de estaño, y 2 de azufre (231).

Consta de 100 estaño y 27,35 de azufre, ó:

En proporciones.. 1 estaño 735,29 + 1 azufre 201,16.
En átomos..... 1 estaño 2×735,29 + 2 azufre 402,32 = $Sn\ S^2$.

Bi-sulfuro ó per-sulfuro. Se le llamó en otro tiempo *oro musivo, oro mosaico, oro de Judea*; es sólido, cristalizable en hojas de color de oro, y á una temperatura elevada se volatiliza algo de su azufre, y se trasustancia en proto-sulfuro esperimentando los mismos efectos que este con el oxígeno y el aire. No existe en la naturaleza.

Se forma este compuesto calentando, segun anunció Pelletier, partes iguales de proto-sulfuro de estaño y de sulfuro de mercurio; ó 2 partes de azufre, y 1 de óxido de estaño en una retorta de vidrio; ó impregnando el proto-sulfuro de vapor de azufre, como observó Gay-Lussac, poniendo á un calor moderado, segun se practica hace tiempo una mezcla de azufre de amalgama de estaño y de hidro-clorato de amoniaco. De este modo se produce todo el *oro musivo* que sirve para frotar los cojines de las máquinas eléctricas, y para broncear la madera;

para lo cual se funden en un crisol, 2 partes de estaño con 1 de mercurio, y fundidas, las amalgamas, se muele en un almirez, y se incorpora bien con 1 ½ parte de azufre y 1 de hidro-clorato de amoniaco; se introduce todo en un matraz ó crisol, que se llena hasta las tres cuartas partes de su capacidad, esponiéndole á un calor templado por algunas horas, al cabo de las cuales resulta una masa muy ligera amarillenta y laminar, que es el oro musivo. El mercurio solo sirve en esta operacion para hacer quebradizo el estaño, y comunicarle la propiedad de ser pulverizable, y asi es que se puede reemplazar esta amalgama con el proto-sulfuro de estaño, y Pelletier obtuvo 8,drac.346 de un hermoso oro musivo, calentando las mismas cantidades de dracmas de proto-sulfuro con otras tantas de azufre, y las mismas tambien de hidro-clorato de amoniaco. La sal amoniaco tampoco es indispensable, aunque parece que favorece la formacion del oro musivo.

Cuando este se hace del modo referido no es muy brillante, ni de buen color amarillo, pues para esto es necesario calentar hasta el grado de calor rojo, cierta cantidad de oro musivo en un matraz, y entonces la mayor parte se descompone sublimándose el azufre, sal amoniaco, bi-cloruro de estaño, y resultando un residuo de proto-sulfuro, pegándose alguna porcion de este al mismo tiempo á la comba y al cuello del matraz, en hojas muy anchas brillantes, y de un color amarillo vivo.

Pelletier, que hizo muchas esperiencias con el sulfuro de estaño, consideraba el oro musivo como óxido de estaño sulfurado. Esta opinion fue admitida por mucho tiempo entre los químicos, y parece que la trasformacion del proto-sulfuro de estaño en oro musivo, por el sulfuro de mercurio ó cinabrio, habria debido hacerla improbable, pero entonces se creia que el cinabrio contenia oxígeno, y su verdadera naturaleza no se ha conocido bien sino por una memoria que publicó Thenard con Fourcroy en el Diario de la escuela politécnica. *

Este bi-sulfuro consta de 100 de estaño, y 54,70 de azufre, ó 1

En proporciones.. 1 estaño 735,29 + 2 azufre 402,32.
En átomos..... 1 estaño 2×735,29 + 4 azufre 804,64 = $Sn\,S^4$.

Sesqui-sulfuro. Berzelius admite un tercer sulfuro, que respecto á las cantidades de azufre y estaño está entre el proto y el bi-sulfuro, y su forma atómica es $Sn\,S^3$.

Sulfuro de cadmio.

238 — 2° *Proto-sulfuro.* Su color es amarillo anaranjado; no se volatiliza, ni se funde al calor albado, cristalizando en hojas trasparentes y micáceas de un hermoso amarillo de limon. Si se le calienta toma al principio un color pardo, y despues otro carmesí que le pierde á medida que se disminuye la temperatura.

Se obtiene difícilmente fundiendo el azufre con el metal, y es mas fácil formarle calentando una mezcla de azufre y óxido de cadmio (231 — Segundo proceder), ó precipitando una sal de cadmio por el hidrógeno sulfurado (231 — Quinto proceder).

La hermosura y permanencia del color de este sulfuro anuncian que podrá servir ventajosamente en la pintura (Stromeyer, *An. de quím. y fís.* XI, 82).

Este proto sulfuro consta de 100 de cadmio y 28,88 de azufre, lo que da:

En proporciones.. 1 cadmio 696,77 + 1 azufre 201,16.
En átomos..... 1 cadmio 2×696,77 + 2 azufre 402,32 = $Cd\,S^2$.

Sulfuro de arsénico.

239 Parece que el arsénico puede combinarse con el azufre en diferentes proporciones, y asi es, que si se calientan en una retorta 1, 2, 3, 4 partes de arsénico, con 1 de azufre; ó 1, 2, 3, 4 partes de azufre, con 1 de arsénico se forman compuestos homogéneos y muy fusibles, de color amarillo mas ó menos rojo ó anaranjado; parece que resultan estos compuestos de la combinacion del sulfuro de arsénico, con el arsénico, ó del sulfuro de arsénico con el azufre; pero de todos modos habiendo hablado de las dos especies de sulfuros de arsénico

que hay en la naturaleza, llamado uno *oropimente*, por su hermoso color amarillo, y el otro *rejalgar*, solo se tratará de uno de los sulfuros artificiales que es el que corresponde al óxido arsenical blanco, porque debe considerarse como tipo de todos los demas.

Sulfuro de arsénico, ú oropimente artificial, correspondiente al óxido arsenical blanco. Se puede obtener este sulfuro puro, introduciendo gas hidrógeno sulfurado en una disolucion de óxido de arsénico blanco en el ácido hidro-clórico (231—Quinto proceder) ó mezclando dos disoluciones acuosas una de óxido de arsénico unido á la potasa (arsenito de potasa), y la otra de hidro-sulfuro de potasa, de sosa ó de amoniaco (combinacion de protóxido de potasio, ó de protóxido de sodio, ó de amoniaco con hidrógeno sulfurado), y echando en la mezcla ácido hidro-clórico disuelto en agua. Este ácido se apodera al instante del protóxido de potasio de las dos disoluciones, y forma un hidro-clorato soluble, mientras que el hidrógeno ó el azufre del hidrógeno sulfurado se combinan, el primero con el oxígeno, y el segundo con el arsénico del óxido de este metal. El sulfuro en este caso se precipita en forma de copos de un hermoso color amarillo.

Como este sulfuro corresponde al óxido arsenical blanco, se conocerá su composicion, sabiendo la de este óxido, y por esperiencias muy esactas se ha averiguado que el óxido se compone de 100 de arsénico, y 32,28 de oxígeno; por consiguiente el sulfuro artificial lo está de 100 de arsénico y 64,95 de azufre, ó bien de:

En proporciones. 1 arsénico 470,12 + 1 $\frac{1}{2}$ azufre 301,74.

En átomos..... 2 arsénico $2\times470,12$ + 3 azufre $603,48 = As^2 S^3$.

Oropimente. Es sólido, de un color amarillo de oro y con frecuencia de aspecto anacarado, se halla en masas compuestas de hojas semi-trasparentes tiernas y flexibles, que pueden hendirse con un cuchillo y á veces en cristales que parecen prismas oblicuos; es insípido, sin olor, venenoso, pesa espe-

DEPARTAMENTO UNIVERSITARIO

cificamente 3,45; es mas fusible que el arsénico, y enfriándose despues de fundido se convierte en una masa friable, y de color amarillo anacarado. Hierve y se destila en forma de gotas amarillas si se le calienta mucho; no se altera con el gas oxígeno húmedo á la temperatura ordinaria, y le absorve muy pronto mediante el calor trasustanciándose en gas ácido sulfuroso, y de deuto-óxido de arsénico, cuyos efectos se verifican con el aire como con el oxígeno.

El oropimente se encuentra en corta cantidad en la naturaleza, en lo interior de las vetas en Capinik en Hungría; Felsobanya en Nagayg en Transilvania, en pequeñas masas entre las materias arcillosas, y en los productos ígneos, y siempre junto con el *rejalgar* (*véase* la página siguiente).

Segun Laugier se compone de 100 partes de arsénico y 61,65 de azufre (*An. de quím.* tomo LXXXV, pág. 45), pero todo induce á creer que esta cantidad de azufre es pequeña y que debe ser de 64,95.

El oropimente se usa en la pintura, para lo cual no se le ha de mezclar con albayalde, porque se formaria un sulfuro de plomo y se ennegreceria su hermoso color amarillo. Parece que los turcos hacen con él una atanquía.

Con él disuelven los fabricantes de indianas el añil, mezclándole con la potasa, aunque la sustancia con que hacen esto en Alemania, sublimando en basijas de hierro colado, óxido blanco de arsénico y azufre, no es un sulfuro de arsénico puro, sino una mezcla de 6 partes de sulfuro de arsénico y 94 de óxido de este metal. (*Diario de quím. medica* tomo 1 pág. 110).

Rejalgar. Este es sólido, rojo anaranjado, insípido, venenoso, cristaliza en formas que derivan de un prisma oblicuo; es mas fusible que el arsénico, y que el oropimente, produciendo los mismos efectos que este con el oxígeno ó el aire mediante el calor; suele estar diseminado en las rocas, como en las de carbonato de cal y de magnesia de San Gotard, y se encuentra generalmente en la venas metaliferas de Transil-

vania, de Mariemberg en Sajonia, de Joachimstal en Bohemia, y en los productos ígneos del Vesubio, Etna etc., y es muy abundante en muchos parajes de la China y el Japon.

Laugier que analizó con cuidado algunos pedazos cristalizados estrajo de 143,74 de este sulfuro 100 de arsénico, y 43,74 de azufre; de que se deduce que tendria menos azufre y mas arsénico que el oropimente, segun lo habia deducido y. de esperiencias sintéticas.

Todo induce á creer que la cantidad de azufre se ha d. reducir á 43,30, lo que es muy probable atendiendo á q e el rejalgar está casi siempre mezclado con algo de oropimente; y por consiguiente, el rejalgar constará de 1 proporcion de arsénico y 1 de azufre, siendo su fórmula atómica *As S*, ó mas bien *As S*.

El sulfuro puede formarse por sublimacion, pero no es tan puro; y segun Laugier se compone constantemente de 100 de arsénico, y 71,30 á 71,89 de azufre, aun cuando la mezcla contenga un esceso de azufre ó de arsénico; y en esta especie de sulfuro convierte el calor al oropimente y al rejalgar (*An. de quím.* LXXXV, 26). Esperiencias recientes hechas por Berzelius, inducen á probar por el contrario, que no se obtiene un sulfuro de esta naturaleza, sino cuando el azufe está en esceso; considerándolo Berzelius como formado de un sulfuro correspondiente al ácido arsénico y de proto-sulfuro, ó *rejalgar*, en tales proporciones que la cantidad de per-sulfuro, contendrá dos veces tanto azufre como hay en la cantidad de proto-sulfuro (*An. de quím. y fís.* XI, 242). El sulfuro rojo obtenido de este modo, es análogo al que se fabrica en Alemania, llamado *arsénico rojo*.

Sulfuro de molibdeno.

240 Este compuesto es de un color gris metálico, mucho mas fusible que el molibdeno, indescomponible con el calor; inalterable con el gas oxígeno seco ó húmedo á la temperatura

ordinaria, y absorve este gas al calor rojo, trasustanciándose en ácido sulfuroso, y ácido molibdico que se volatiliza en humo blanco. Este sulfuro, se forma por el primero y segundo proceder (231); y existe en pequeña cantidad en la naturaleza.

El sulfuro de molibdeno corresponde á los terrenos primitivos, encontrándose en ellos en vetas, en masitas con el granito, el neis y el mica-chisto, ó diseminado en estas rocas, y reemplazando á la mica; tambien suele hallarse en las masas metaliferas, y particularmente en las de estaño de *Altenberg*, *Zinwald*, *Schneeberg*, *Geyer* en Sajonia; *Cornualles* etc. Aunque es poco abundante, está bastante esparcido en la naturaleza, como en los Alpes del Delfinado, de la Saboya, y del Piamonte, en los Pirineos, y todos los terrenos primitivos de la Europa. Las masitas de este sulfuro se componen de láminas entrelazadas ó entreveradas, y las pajitas diseminadas tienen á veces la forma del prisma exagonal simple ó modificado. Su peso específico es de 4,738, pareciéndose hasta cierto punto al grafito, ó mina de lápiz, haciendo como esta en el papel rayas manchadas de un gris metálico, pero las que hace en la porcelana son verdosas, mientras que las del lápiz plomo, son de color gris; que es como suelen distinguirse en algunos casos estos minerales.

Este sulfuro en vista de las analisis de Bucholz: consta:

En proporciones. 1 molibdeno 598,60 + 2 azufre 402,32
En átomos..... 1 molibdeno 598,60 + 2 azufre 401,32 = *Mo S²*.

El sulfuro de molibdeno solo sirve en los laboratorios para obtener el molibdeno, y el ácido molibdico.

Proto-sulfuro de túngsteno.

240 — 2° Este sulfuro se forma poniendo en un crisol de Hesse, la mezcla de 1 parte de ácido túngstico con 4 de sulfuro de mercurio, cubriéndole con una tapadera de grafito que cierre bien, y aun será mejor, taparle con una capa de carbon en polvo y meter el crisol dentro de otro mas grande, y espo-

niéndolos durante una hora á un fuego fuerte, se produce un sulfuro de color gris negruzco (Berzelius *An. de quím.* tomo XVII, 13). Este sulfuro consta de 100 de metal y 35, 55 de azufe, ó:

Proporciones..... 1 metal 1183.20 + 2 azufre 402.32.
En átomos..... 1 metal 1183,20 + 2 azufre 402,32 = $W S^2$.

Sulfuro de colombio.

240 — 3° Berzelius ha obtenido el sulfuro de colombio, calentando este metal entre vapor de azufre, ó pasando vapor de sulfuro de carbóno por entre ácido colómbico espuesto dentro de un tubo de porcelana á un fuego albado. El sulfuro en el primer caso es una masa brillante y granujienta que se puede estender sobre la piel como el talco (Berzelius *An. de quím. y fís.*, XXIX, 305); pero en el segundo es una masa gris de grano fino y aspecto metálico, que aumenta de brillo por la compresion, y ademas se hace la combinacion despidiendo mucha luz.

El sulfuro de colombio es conductor de la electricidad; se enciende al apuntar el fuego rojo, y al aire, de lo que resultan ademas de otros productos un compuesto de ácido sulfúrico y ácido colómbico. Este sulfuro no se corree con los ácidos hidroclórico-nítrico, ni por el fluórico, y lo es al calor de la ebullicion por una mezcla de los dos primeros ácidos, trasustanciándose el azufre en ácido sulfúrico y el colombio en ácido colómbico que se precipita. Tambien se corroe con una mezcla de los dos últimos ácidos, en cuyo caso el azufre se aisla, y el metal se disuelve.

Este sulfuro corresponde al ácido colómbico, y consta de 100 de metal y 26,17 de azufre, lo que da:

Proporciones..... 1 metal 1152,07 + 3 azufre 603.48.
En átomos..... 1 metal 1152,07 + 3 azufre 603,48 = $Ta S^3$.

Proto-sulfuro de antimonio.

241 Este compuesto es sólido, gris azulado, brillante como el antimonio, mucho mas fusible que este, inalterable al fuego;

y se puede descomponer á una alta temperatura por el carbóno, como á una moderada por el hidrógeno, que se combinan con el azufre para formar, el primero azufre carburado, y el segundo hidrógeno sulfurado (Berthier); cristaliza en agujas irregulares ó romboidales con vértices de cuatro caras. Este proto-sulfuro no obra en el gas oxígeno seco ni húmedo á la temperatura ordinaria, le absorve mediante un calor fuerte, ó pequeño, y en el primer caso se produce gas sulfuroso y óxido de antimonio sulfurado, ó mas bien un compuesto de óxido y sulfuro (*); y en el segundo gas sulfuroso y óxido puro de antimonio tostándole mucho tiempo (Berthier). Este sulfuro se obtiene fácilmente por el primer proceder (231), calentando en un crisol una mezcla de partes iguales de antimonio y azufre: existe en la naturaleza.

El proto-sulfuro de antimonio aunque en pequeñas cantidades, está bastante esparcido y constituye por sí solo vetas mas ó menos fuertes que atraviesan las rocas primitivas, y está tambien como sustancia accidental en muchas vetas, y particularmente en las argentíferas. Se encuentra en varios departamentos de Francia; y en otros muchos parages de Europa.

Si se combina azufre muy puro con el antimonio, se puede determinar fácil y directamente la proporcion de los principios constitutivos de este sulfuro, por cuyo medio se ha averiguado que el sulfuro de antimonio debe componerse de 100 de antimonio, y de 37 de azufre. Sin embargo, se necesita tomar una precaucion para lograr constantemente este resultado, y es la de pulverizar el sulfuro de antimonio de la primera operacion, mezclarle con la mitad de su peso de azufre, y calentarle de nuevo hasta el calor rojo, en vasos cerrados, pues de otro modo el antimonio por lo general, no se saturaria de azufre. Si el sulfuro de antimonio es puro se disuelve pronto en el

(*) Si la materia no se funde y la baña bien el aire, se obtendrá un residuo de óxido de antimonio.

ácido hidro-clórico, formándose hidrógeno sulfurado é hidro-clorato de protóxido de antimonio; y si hay un esceso de antimonio queda este en el fondo del vaso disolviéndose todo el sulfuro. Berzelius obtuvo de diferente modo un resultado casi semejante al que se acaba de esponer. Este sulfuro consta por consiguiente de:

Proporciones. . . . 1 antimonio 1612,90 + 3 azufre 603.48.
En átomos. . . . . 1 antimonio 1612,90 + 3 azufre 603,48 = $Sb\ S^3$.

El antimonio se estrae del proto-sulfuro de antimonio á una temperatura elevada mediante el hierro colado (1231); tostándole y fundiéndole se hace el óxido sulfurado de antimonio ó vidrio de antimonio; y por último, con una disolucion hirviendo de potasa se prepara el kérmes y el azufre dorado, ú óxido de antimonio (1112 y 1113). Los compuestos llamados *hígado de antimonio*, *azafran de metales*, y el *fundente de Rotrou* (906) se hacen con el sulfuro de antimonio y el nitro.

Otros sulfuros de antimonio. Se manifestará en lo sucesivo que hay tres óxidos de antimonio que, respecto á la misma cantidad de metal, las de oxígeno de que constan son como los números 3, 4 y 5. Lo mismo se verifica con los sulfuros de antimonio, puesto que el proto-sulfuro consta de 1 proporcion de metal, y 3 de azufre, ó de 1 átomo de metal, y 3 átomos de azufre; y el deuto-sulfuro, y trito-sulfuro tendrán por fórmula atómica $Sb\ S^4$, $Sb\ S^5$. Rose ha comprobado en efecto este resultado, pasando hidrógeno sulfurado por entre las disoluciones de hidro-clorato de deutóxido ó tritóxido de antimonio, y analizando los sulfuros obtenidos esponiéndolos en un tubo caliente á una corriente de gas hidrógeno (*An. de quím. y fís.* XXIX, 246). El deuto-sulfuro es de color anaranjado, y el otro es el azufre dorado de la farmacia. Se volverá á tratar de este análisis cuando se haga, del kérmes que Berzelius considera como un proto-sulfuro muy disgregado, lo que es probable en vista de que el azufre dorado es, á lo que parece, un trito-sulfuro (1113).

Sulfuro de titano.

241 —2° El sulfuro de titano se puede obtener poniendo en un tubo de porcelana á un fuego fuerte óxido de titano, ó ácido titánico, y pasando por entre ellos carburo de azufre. Este sulfuro es verde oscuro, y adquiere brillo metálico semejante al del laton, frotándole con un cuerpo duro. Se enciende y arde con una llama azulada calentándole al aire, y entonces se trasustancia en gas sulfuroso y óxido de titano. Mezclándole con ácido nítrico se calienta, aparecen vapores rutilantes, el licor se vuelve lechoso y el óxido de titano, ó ácido titánico se precipita en polvo fino, al mismo tiempo que hirviendo el líquido se coagula en grumos el azufre que no ha sido corroido. El sulfuro de titano digerido en una disolucion de potasa cáustica, produce pron.o titano ácido de potasa insoluble, y un hidro-sulfuro soluble, y por consiguiente la cantidad de azufre corresponde en el sulfuro á la de oxígeno en el ácido; y asi en la combustion del sulfuro de titano 1 proporcion de azufre es reemplazada por 1 proporcion de oxígeno. Si se calcina una cantidad dada de sulfuro de titano, y se pesa el óxido procedente de ella, se podrán determinar las proporciones de los principios constitutivos del sulfuro y del óxido; que es como Rose ha averiguado, que el sulfuro consta de 47,17 de titano y 50,83 de azufre (*An. de quím.* XXIII, 378), lo que da:

En proporciones.. 1 metal 389,10 + 2 azufre 402,34.
En átomos..... 1 metal 778,20 + 4 azufre 804,64 = TiS^4.

Sulfuro de bismuto.

242 *Proto-sulfuro.* Es de color gris amarillento, menos fusible que el bismuto, cristalizable en agujas; inalterable con el gas oxígeno seco ó húmedo á la temperatura ordinaria, y le absorve mediante un calor moderado, produciéndose gas ácido sulfuroso, y sin duda un sub-sulfato; y le absorve asi mismo á un calor fuerte, formándose gas sulfuroso, y óxido de bismuto.

Rara vez existe este sulfuro en la naturaleza, ni tiene mi-

neros propios, y solo se encuentra en los de las vetas y masas de otros metales, con particularidad en los de la plata, donde está junto con el arsénico de cobalto en Bieber del Hanau; Wittichen en Suabia; Annaberg Schneeberg en Sajonia; Riddarhytta en Suecia. Tambien se encuentra en algunas minas de estaño y cobre de Cornualles.

Este compuesto se forma combinando directamente el azufre puro con el bismuto tambien puro (231 — Primer proceder): la combinacion se hace fácilmente, y aun con tal fuerza, que en el momento en que se forma el sulfuro se pone candente.

Consta de 100 de bismuto, y 22,52 de azufre (*An. de quím.* xciv, 161), de lo que se deduce:

Proporciones..... 1 bismuto 886,90 + 1 azufre 201,16.
En átomos..... 1 bismuto 2×886,90 + 2 azufre 402,32 = $Bi\ S^2$.

Sulfuros de cobre.

243 *Proto-sulfuro.* Es sólido, de color gris de plomo; cristaliza en prisma exaedro regular modificado de diversas maneras; es mas fusible que el cobre, y no se descompone por el calor. Es inalterable con el gas oxígeno seco ó húmedo á la temperatura ordinaria, y se absorve á un calor suabe ó fuerte, formándose en el primer caso gas sulfuroso y un sub-sulfato, y en el segundo gas ácido sulfuroso y óxido de cobre, y no se combina con un esceso de cobre fundiéndose.

Para hacer este sulfuro se calientan en un crisol, ó en un matraz, partes iguales de azufre y de cobre en granalla ó disgregado, y se observa que al combinarse los dos cuerpos hay desarrollo de calórico y luz. Pudiera prepararse tambien, calentando en un crisol con una mezcla de arcilla y carbon, el deuto-sulfato de cobre seco, de que resultaria que la mitad del azufre de la sal se exhalase; pero este proceder no es tan fácil, y sucede con frecuencia que parte del cobre se separa y aisla por la accion del carbon en el azufre (Berthier).

Segun Berzelius consta de 100 de cobre, y 25,42 de azufre, lo que da:

Proporciones..... 1 cobre 791,39 + 1 azufre 201,16.
En átomos..... 1 cobre 791,39 + 1 azufre 201,16 = *Cu S.*

El proto-sulfuro de cobre existe en la naturaleza en cristales en las minas de cobre piritoso (sulfuro doble de cobre y de hierro), como en Cornualles, ó en masas bastante considerables, ó susceptibles de beneficio como en Siberia. Tambien se encuentra mezclado en diferentes proporciones en el cobre piritoso, como en las esquitas cobrizas del Mansfeld.

El proto-sulfuro compone la mitad poco mas ó menos del cobre piritoso, que es un sulfuro doble de cobre y hierro, que se encuentra en conglobaciones ó vetas, en los terrenos antiguos, en los intermedios y en las primeras capas de los secundarios del que se estrae parte del cobre que se emplea en las artes. Si se calienta este doble sulfuro se exhala una pequeña cantidad de su azufre.

Deuto, ó bi-sulfuro. El bi-sulfuro es siempre un producto del arte que se forma introduciendo una carriente de gas hidrógeno sulfurado en una disolucion de sulfato de deutóxido de cobre (231 — Quinto proceder), y contiene respecto á la misma cantidad de metal dos veces tanto azufre como el proto-sulfuro. Su fórmula atómica es CuS^2.

Proto-sulfuro de plomo.

244 Es sólido, brillante, insípido, mucho menos fusible que el plomo, indescomponible al fuego; inalterable con el gas oxígeno seco ó húmedo á la temperatura ordinaria, y le absorve á un calor moderado ó fuerte, trasustanciándose en el primer caso en sub-sulfato blanco y gas ácido sulfuroso, y en el segundo á un mismo tiempo en gas ácido sulfuroso, sulfato de plomo, que se sublima en parte, y plomo metálico (1232).

Se forma por el 1°, 2°, 3°, 4°, 5° y 6° proceder (231), y particularmente por el primero, calentando tres partes de plomo en granalla, y dos de azufre en un crisol, ó en un matraz, desarrollándose en la combinacion calórico y luz hasta el punto de encenderse el fondo del matraz.

No puede formarse este sulfuro por el tercer proceder, porque si se espone el sulfato de plomo en un crisol con una mezcla de arcilla y carbon al calor rojo, se exhala gas sulfuroso, y resulta un sub-proto-sulfuro que contiene la mitad de azufre que el proto-sulfuro propiamente tal; y parece que á una temperatura mas elevada se volatiliza una parte del sub-sulfuro y otra se descompone, desprendiéndose plomo metálico (Berthier *memoria citada*).

Este proto-sulfuro consta de 100 de plomo y 15,54 de azufre, lo que da:

En proporciones. 1 plomo 1294,50 + 1 azufre 207,16.
En átomos..... 1 plomo 2×1294,50 + 2 azufre 402,32 = $Pb\,S^2$.

El proto-sulfuro, llamado vulgarmente *galena*, es el único mineral de plomo de que hay masas considerables en la naturaleza, y suele estar con frecuencia en vetas ó masas en los terrenos primitivos, y en esta última forma, mas generalmente en los intermedios, ó en las primeras partes de los secundarios. Hay mucho sulfuro de plomo en Francia, y sin embargo solo se benefician dos minas importantes, la de *Poullaouen* y *Huelgoët* en Bretaña; *Villefort* y *Vialas*. Las minas principales beneficiadas en otros paises la de *Pezey* en Saboya; las de *Bleyberg* y *Villach* en Carintia, las del *Hartz*, y sobre todo las de *Linares* en España, y el *Derbyshire* en Inglaterra, que surten casi la mitad del plomo del comercio. El proto-sulfuro de plomo cristaliza en cubos octaedros, y en todas las formas que se derivan de estas; y sus masas se distinguen por su aspecto en sulfuro laminar, de grandes y pequeñas facetas, y en sulfuro compacto; el primero es casi siempre puro, y los otros contienen mas ó menos sulfuros de plata de antimonio, y á veces de cobre y de zinc.

El plomo del comercio se estrae principalmente del proto-sulfuro, y los alfareros le usan con el nombre de *zafre* para vidriar las vasijas, para lo que las salpican con polvo de este sulfuro poniéndolas en seguida al fuego, por cuyo medio se

convierte el azufre en gas ácido sulfuroso que se volatiliza, y el plomo en óxido que se une y vitrifica con la masa de la vasija.

Sulfuro de mercurio.

244 — 2° Segun Guibourt solo existe un sulfuro de mercurio, y es el que corresponde al deutóxido; todos los demas son mezclas de este y de mercurio ó de azufre, y dice que lo comprueba la accion que ejerce el hidrógeno sulfurado en las sales de mercurio protoxidado y deutoxidado; de que se origina con las primeras un sulfuro negro del cual se estraen globulillos de mercurio metálico con solo la compresion; y con la segunda un sulfuro igualmente negro; pero que es homogéneo y de que no puede estraerse mercurio sin descomponerle. Esta esperiencia prueba que no hay proto-sulfuro, y sí un deuto-sulfuro mercurial; aunque no es suficiente para demostrar que el sulfuro rojo formado por lo comun por vía de sublimacion, y que se llama *cinabrio*, no se compone de mercurio y azufre en proporciones particulares.

Guibourt responde á esto que calentando en vasos cerrados el deuto-sulfuro, se convierte completamente en cinabrio ó sulfuro rojo, sin perder ninguno de sus principios, y que los dos sulfuros contienen la misma cantidad de azufre. Si esto es así, ¿el deuto-sulfuro negro no sería un hidrato? (*An. de quím. y fís.* 1, 422). Es posible que su color proceda de su gran disgregacion.

De todos modos no se tratará en particular sino del cinabrio propiamente dicho; y conociendo sus propiedades, será fácil formar una idea de los demas sulfuros admitidos por algunos químicos.

Cinabrio. Este consta de 100 de mercurio y 15,88 de azufre, de que se deduce:

En proporciones. 1 mercurio 2531,60 + 2 azufre 402,32
En átomos..... 1 mercurio 2531,60 + 1 azufre 402,32 = HgS^2.

Puesto en un matraz á un fuego rojo pardo, se sublima sin percibirse fusion, y adhiere á la parte superior del vaso en for-

ma de costra de una multitud de agujitas. Si se le hace atravesar por un tubo de porcelana á un fuego rojo muy intenso se descompone con una detonacion fuerte producida de la espansion del vapor mercurial. Calentado suavemente, ó triturado con diferentes proporciones de azufre ó de mercurio, pierde su color, y adquiere un aspecto negro, ó de un violeta negruzco. Ningun efecto produce con el gas oxígeno seco ó húmedo á la temperatura ordinaria; pero absorve este gas mediante el calor, trasformándose en gas ácido sulfuroso y en mercurio, lo que se verifica igualmente con el aire. Este sulfuro cede al hierro todo su azufre, como á los mas de los metales, á una temperatura elevada.

Hay masas bastante considerables de cinabrio en los terrenos primitivos como en *Szlana* en Hungría; pero sus mineros principales estan en la parte inferior de los terrenos secundarios, en el asperon de hulla y el rojo, ó en los calizos que los cubre: y asi son los mineros del ducado de Dos-puentes, de *Idria* en la Carniola, *Almaden* en España, y varias minas de Méjico y el Perú. En Francia solo hay indicios en *Menildot*, que corresponden tambien á la misma clase de mineros. Parece que existe en la China en gran cantidad, de donde proceden los cristales mas hermosos de cinabrio, en forma de prismas exaedros regulares, siendo los mas de Europa combinaciones de romboedros. Estos cristales estan siempre en las hoquedades del mineral cuya masa es una mezcla de materias térreas, cinabrio dividido, y de pequeñas masas de cinabrio granoso.

Es muy probable que sublimando el sulfuro nativo, se logre uno muy puro y hermoso. Este se hace por lo comun artificialmente y en pequeña cantidad, fundiendo una parte de azufre en un crisol é incorporando poco á poco cuatro de mercurio; se menea en seguida la mezcla para facilitar la combinacion del azufre con el mercurio, y resulta un sulfuro de color de violeta, y á veces negruzco que se llama vulgarmente *etiope*

de mercurio. Se introduce este sulfuro en un matraz de cuello largo esponiéndole á un calor próximo al del fuego rojo; el sobrante de azufre se quema y volatiliza, y el sulfuro de mercurio en estado de cinabrio sublimándose, cristaliza en agujas de color de violeta en el cuello del matraz. Si el cinabrio no tiene un hermoso color, se le sublima de nuevo y le adquiere mucho mejor. El cinabrio artificial se fabrica por mayor en Holanda y en Idria; para lo que en el primer pais se usa de un perol de hierro colado en que funden el azufre echando en él poco á poco mercurio, pasado por una piel anteada, de lo que resulta que la combinacion es mas pronta y homogénea, y luego que esta hecha se pone sobre el perol una vasija donde se condensa el cinabrio á medida que se volatiliza.

Ademas del mercurio nativo que hay en las minas citadas, tambien se estrae del cinabrio el necesario para el comercio. Las minas de Almaden y de Idria son las que abastacen la mayor parte del que se consume (1230). El cinabrio artificial se usa en la pintura; y en polvo lavado y desecado se llama *vermellon*. El mas estimado en el comercio viene de la China; tiene un color muy permamente, y resiste á casi todos los agentes; el que se fabrica en la actualidad en Francia, es de escelente calidad, no pulverizando el cinabrio, sino combinando el mercurio con azufre, mediante una disolucion de potasa caústica (115).

Proto-sulfuro de plata.

245 Es sólido, dúctil, fácil de cortar; tiene un color gris de plomo y brillo metálico; es mas fusible que la plata, cristaliza en cubos y octaedros. No le descompone el fuego, ni le altera el gas oxígeno seco ó húmedo a la temperatura ordinaria; pero se combina con él, mediante el calor, resultando gas sulfuroso y plata, lo que se verifica tambien con el aire.

Este sulfuro se hace por los dos primeros, y los dos últimos procederes (231), y tambien de otros varios modos.

Se sabe que la plata se ennegrece esponiéndola al vapor de las letrinas, y que esto se efectua prontamente con las aguas sulfurosas, porque en los dos casos este metal descompone el hidrógeno sulfurado. Macquer refiere que habiendo analizado un vaso de plata sacado de una letrina, observó que estaba friable, negro, y trasustanciado en proto-sulfuro de plata. Por último los huevos que se cuecen en un vaso de plata, le ennegrecen mas ó menos, á causa tambien del azufre que contienen.

Este sulfuro consta de 100 de plata y 14,88 de azufre (Berzelius), y tiene segun Vauquelin las mismas cantidades al poco mas ó menos, y asi su composicion es:

Proporciones 1 plata 1351,60 + 1 azufre 201,16.
En átomos 1 plata 2×1351,60+ 2 azufre 402,32 = Ag, S^2.

El proto-sulfuro de plata abunda bastante en la naturaleza, y de este compuesto se estrae la mas de la plata que circula; formando por sí solo vetas bastante gruesas en los terrenos primitivos é intermedios, y en los primeros sedimentos secundarios, como son en Europa las minas de Freyberg en Sajonia, las de Hungría y Transilvania, y en América las de los distritos de *Guanajuato*, *Zacatecas*, *Catorze* y el cerro de *Potosí*. Está acompañado comunmente de los sulfuros dobles de plata y antimonio, de plata y arsénico; y mezclado con el de plomo en casi todos los mineros de este metal. El sulfuro de plata suele estar tambien en cristalitos, ó en masas voluminosas, y en pequeños granos diseminados en diferentes veneros.

Sulfuro de platino.

El azufre se combina fácilmente con el platino, lo que se consigue poniéndolos juntos á una temperatura elevada, y asi es que Vauquelin formó sulfuros de platino calentando al calor rojo en un crisol de tierra, una mezcla de 1 parte de platino muy divido, y 2 de azufre, ó de 2 de azufre y 1 de hidro-clo-

rato amoniaco de platino, sal que solo el fuego reduce, aislando el metal en un estado muy dividido.

Este sulfuro apenas se altera con el calor, y solo empieza á fundir poniéndole en vasos cerrados á un fuego fuerte; pero calcinado en un vaso destapado se exhala gas sulfuroso; y el platino que queda todo entero en el residuo, adquiere el brillo metálico. De 100 partes de sulfuro seco, se obtienen 84 de platino; lo que manifiesta que el sulfuro obtenido de este modo, debe componerse de 100 de platino, y de 19 de azufre. (Vauquelin, *An. de quím. y fís.* v, 260.)

Si en vez de combinar el azufre con el platino como se acaba de decir, se introduce una corriente de gas hidrógeno sulfurado en una disolucion de este metal, resulta un precipitado negro que contiene mucho mas azufre que el sulfuro fuertemente calcinado, y debe ser un bi-sulfuro. Este precipitado húmedo se altera pronto al aire, y forma ácido sulfúrico bastante fuerte para quemar el papel, segun lo han observado Proust y Berzelius. Hay dos sulfuros de platino bien distintos, y Berzelius que lo cree asi, indica que para 100 partes de metal, el primero tiene 16,55 de azufre, y el segundo el doble; y sus fórmulas atómicas son Pt, S, $Pt\,S^2$.

Davy cree que existen tres sulfuros, y que el primero se hace calentando en un tubo de vidrio, sin contacto del aire, una mezcla compuesta de partes iguales de platino y azufre, y elevando la temperatura al fin de la operacion hasa el calor rojo oscuro; el segundo con el hidrógeno sulfurado; y el tercero calentando hasta el calor rojo en una retorta de vidrio una mezcla de dos partes de azufre y de tres de hidro-clorato amoniaco de platino. Estos sulfuros contienen sobre 100 de platino, á saber: el proto-sulfuro 19,04 de azufre; el deuto-sulfuro 28,21 de idem; y el trito-sulfuro 38,8 idem. Parece dudosa la existencia del trito-sulfuro, porque no hay mas razon para que se forme en la tercera esperiencia, que en la primera (*Sistema de química*. de Thomson, *traduccion*), aunque el analisis del

proto-sulfuro de Davy está conforme con la de Vauquelin.

Sulfuros de paladio, de rodio y de iridio.

Cada uno de estos sulfuros, segun Vauquelin, se forma fácilmente mezclando una parte de azufre con otra de hidro-clorato amoniaco del metal que se quiere azufrar, y calcinando la mezcla en un crisol cerrado, como con el sulfuro de platino.

Los dos primeros, y particularmente el de paladio, pueden fundirse á un fuego de reververo; pero no sucede lo mismo con el tercero. Todos tres se descomponen si se les calienta al aire; el azufre se trasforma en gas sulfuroso, y el metal se aisla. Estos sulfuros se componen del modo siguiente: el de paladio de 100 de metal y 24 de azufre; el de rodio de 100 de metal, y 26 de azufre; y el de iridio de 100 de metal, y 33,33 de azufre (Vauquelin, *An. de quím.* LXXXVIII, y LXXXIX).

Berzelius que analizó tambien los sulfuros de paladio y rodio admite que el primero se compone de 100 de metal y 28,58 de azufre, y que hay tres sulfuros de rodio; que en 100 de metal el proto-sulfuro contiene 13,44 de azufre; el deuto-sulfuro dos veces tanto como el proto-sulfuro, y el trito-sulfuro tres veces tanto como el mismo proto-sulfuro. Estos son por consiguiente bis, y tri-sulfuros, y conforme á estos resultados las fórmulas atómicas que los representan serán, respecto al sulfuro de paladio PaS^2, y á los tres de rodio RS, RS^2, RS^3, siendo el átomo de paladio 1407,50, el de rodio 1500,10, y el de azufre 201,16.

De los demas sulfuros metálicos.

245 — 2º Resta tratar de los sulfuros de cromo, urano, cerio, cobalto, teluro, niquel, osmio, y oro que aun no se han estudiado bien; por lo que habrá poco que añadir á lo que se ha dicho en general de los sulfuros (222). 1º Ninguno existe en la naturaleza. 2º El sulfuro de urano se forma poniendo óxido de urano en un tubo de porcelana, y pasando por él, vapor de carbóno de azufre (Rose, *An. de quím. y fis.* tomo XXIII

pág. 373). 3º Los sulfuros de teluro, de niquel y de cobalto, se pueden obtener por los dos primeros procederes, y probablemente tambien por el tercero. El de niquel, procedente de la union directa del azufre y del metal, es un verdadero protosulfuro. (Lasaigne, *An. de quím. y de fís.*, tomo xxi pág. 255) (231). 4º El de cerio se obtiene por el segundo prodeder, y el de oro por el quinto y el sesto, y el de cromo, segun Lasaigne, calcinando una mezcla de cloruro de cromo y de azufre (*An. de quím. y fís.*, xiv, 299).

Todos estos sulfuros no se alteran con el aire, ni el gas oxígeno, secos ó húmedos á la temperatura ordinaria, y todos absorven este gas mediante el calor; y con el sulfuro de oro se origina gas sulfuroso, y el oro metálico se aisla. Es probable que los sulfuros de urano, de cerio, de cobalto y de niquel, se conviertan primeramente en sulfatos, á lo menos en parte, formándose gas sulfuroso y un óxido á un calor mas fuerte.

De los sulfuros dobles.

Berthier acaba de demostrar en su escelente trabajo sobre los sulfuros, que varios de estos compuestos pueden unirse dos á dos, y formar sulfuros dobles. Los sulfuros de los metales alcalinos, ó de la segunda seccion son los que poseen principalmente esta propiedad, los cuales no solo se combinan entre sí, sino que tambien lo hacen con los de las cuatro últimas secciones. La afinidad de que proceden las combinaciones de esta clase, debe ser poco eficaz, puesto que se verifican en proporciones indefinidas, sin que por esto sean menos distintas y caracterizadas. Se observa por de pronto que los productos son muy homogéneos, y que muchos de ellos son bastante fusibles, aun cuando contengan en gran proporcion un sulfuro infusible por sí mismo; y si se espone á una temperatura cualquiera un compuesto de dos sulfuros de diferentes densidades entre sí, nunca se les obtiene en botones sobrepuestos, lo que se verificaria, sino hubiese mas que mezcla.

Los sulfuros dobles conocidos hasta ahora son diez y ocho, á saber: los de calcio y sodio, de calcio y hierro, de calcio y cobre, de bario y potasio, de bario y hierro, de bario y cobre, de bario y plomo, de potasio y cobre, de sodio y manganeso, de sodio y antimonio, de sodio y plomo, de magnesio cobre y hierro; en fin, de antimonio y plata, de cobre y plata, de cobre y antimonio, de cobre y de bismuto.

Los cuatro últimos son naturales; todos los otros se obtienen calentando los sulfuros en crisoles comunes, y con preferencia los sulfatos en crisoles con una mezcla de arcilla y carbon. La temperatura puede elevarse á 150° pirométricos de *Wegdwood*, si el sulfuro no es volátil; y solo á 70°, si alguno de los sulfuros puede vaporizarse con el de potasio. (Para conocer estos compuestos por menor *véase* la memoria de Berthier *An. de min.* VII, 438).

De los seleniuros.

245 — 3° El selenio no ha podido ponerse en contacto hasta ahora sino con quinze metales que son el potasio, zinc, hierro, estaño, arsénico, antimonio, cobalto, bismuto, cobre, plomo, teluro, mercurio, la plata, el paladio, y el platino, formando con todos, compuestos mas ó menos íntimos, por lo que es probable que pueda combinarse con todos los demas.

Los seleniuros metálicos tienen tanta relacion con los sulfuros, que puede aplicárseles con corta diferencia lo dicho en general acerca de las propiedades físicas de los sulfuros, y los fenómenos que nos presentan en su contacto con el oxígeno, el aire y el agua, como sobre sus alteraciones á una temperatura mas ó menos elevada (225).

Hay sin duda varios seleniuros de un mismo metal como hay varios sulfuros; y rigen su composicion leyes fijas por las que el metal consta en estos compuestos de tanto mas de selenio, cuanto mas oxígeno puede absorver, de modo que el seleniuro correspondiente á un óxido que consta de 1 proporcion de oxígeno

y 1 proporcion de metal, resulta tambien de 1 proporcion de cada elemento.

Los seleniuros de cobre, de cobre y plata, de cobre y plomo, de plomo y cobalto, de plomo y mercurio, son los únicos que se han hallado en la naturaleza (102 — 2°).

El mejor proceder para obtener los seleniuros en proporciones fijas, es sin contradicion el de precipitar las disoluciones metálicas por el hidrógeno seleniado, lo mismo que se ha indicado respecto al hidrógeno sulfurado (pág. 457); aunque se pueden preparar tambien los proto-seleniuros, combinando directamente los metales con el selenio, con tal que se tenga cuidado de espeler por el fuego al fin de la operacion el sobrante de selenio.

Proto-seleniuro de potasio = K Se² en átomos, ó en proporciones 1 de cada elemento. Este compuesto se forma combinando directamente el selenio con el potasio por un proceder semejante al del sulfuro (233); porque en la combinacion se desarrolla tanto calor, que se sublima una corta porcion de seleniuro, y se encandece la masa. El seleniuro de potasio se funde en un boton de aspecto metálico, de color gris de hierro, y fractura cristalina y radiosa. Se disuelve en el agua, sin que se exhale gas alguno, y resultando un hidro-seleniuro de potasa, cuya disolucion es de un color rojo oscuro de la que los ácidos aislan al hidrógeno seleniado, y precipitan al selenio, que es sin duda el que la comunica el calor en razon de su esceso, puesto que forma con los hidro-seleniuros alcalinos, hidro-seleniuros seleniados semejantes en su género, á los hidro-sulfuros sulfurados. Sin embargo, Berzelius observa que aun cuando haya un esceso de potasio, en cuyo caso el seleniuro mediante el agua exhala gas hidrógeno, el líquido toma un color rojo.

Proto-seleniuro de zinc = Zn Se² en átomos, ó en proporciones 1 de cada elemento. Si se calientan juntamente en un tubo de vidrio, zinc y selenio, este se liquida, se estiende por la superficie del metal y se volatiliza pronto; pero si se hace la esperiencia poniendo en contacto el vapor de selenio con el

zinc calentado hasta el calor rojo, la masa se enciende y hace esplosion, y las vasijas se cubren interiormente con una costra pulverulenta de color amarillo de limon. Este polvo que permanece amarillo despues de frio, es un verdadero seleniuro de zinc, que se asimila mucho al sulfuro de zinc hecho del mismo modo.

Proto-seleniuro de hierro = Fe Se² en átomos, ó en proporciones i de cada elemento. Si en un tubo de vidrio, cerrado por su estremidad inferior se pone selenio, y sobre él se echan limaduras de hierro, rodeándolas de carbones encendidos, se volatilizará el selenio y se combinará con el hierro, produciendo una ignicion muy notable; lo que no se verificará si se mezcla el selenio con las limaduras, porque aquel entonces se volatiliza en gran parte antes de poder combinarse con el hierro; ó á lo menos se cubre la superficie de las limaduras de una pequeña costra de seleniuro.

El seleniuro de hierro tiene el aspecto metálico, y un color gris oscuro que tira al amarillo; es duro y quebradizo; su fractura es granosa, y á la llama del soplete despide cierta cantidad de selenio, y se convierte en una masa negra fundida que parece ser un seleniato. El ácido hidro-clórico líquido corroe el seleniuro de hierro mediante el calor, en cuyo caso el agua se descompone, y resultan hidro-clorato de protóxido de hierro, y gas hidrógeno seleniado, adquiriendo el líquido un color rojo de cinabrio y enturbiandose; lo que al parecer procede de que el oxígeno del aire, contenido en el ácido ó en los vasos, descompone la primera porcion de gas hidrógeno seleniado, y precipita el selenio; asi es, que si se introduce aire en el aparato durante la operacion, se reproduce inmediatamente el mismo fenómeno. Parece que se forma tambien un gas combustible fácil de distinguir del hidrógeno seleniado, porque no es soluble en el agua ni en los álcalis.

Seleniuro de arsénico. Mezclando arsénico metálico con selenio fundido se combinan poco á poco, y con un calor moderado se evaporiza cualquiera de los dos que esté en esceso,

DEPARTAMENTO UNIVERSITARIO

y queda por residuo una masa negra muy fusible que hierve á un calor rojo, y distila un compuesto que parece ser perseleniuro de arsénico; pero á poco rato cesa la ebullicion, y la masa encandecida se mantiene líquida y tranquila; en cuyo estado es necesario elevar la temperatura hasta el *calor albado*, para sublimar la masa, que despues de fria tiene un color negro pardusco, con lustre de vidrio, y fractura vítrea.

Seleniuro de antimonio. Es muy fusible, y se forma con facilidad combinando directamente el selenio con el antimonio, que se cubre de una escoria vítrea, si se le calienta mucho al aire. Esta escoria es sin duda una combinacion de seleniuro y de óxido de antimonio, ó á lo menos estos dos cuerpos se unen fácilmente y forman una masa amarillo-pardusca, trasparente, de capas delgadas, vítrea, y del todo semejante á la que se conoce con el nombre de *vidrio de antimonio.*

Seleniuro de cobre. Es muy fácil formar el proto, y el biseleniuro de cobre; y este último, se obtiene introduciendo gas hidrógeno seleniado en una disolucion de sulfato de deutóxido de cobre, con lo que se precipita al instante el bi-seleniuro en gruesos copos negros que toman un color gris oscuro secándose. Sometiéndole en una retortita á un calor rojo, pierde la mitad de su selenio, y se convierte en proto-seleniuro que es muy fusible, y enfriándose se consolida en boton de color gris de acero, con fractura compacta, y aspecto semejante al del sulfuro gris de cobre. El proto-seleniuro puede prepararse del mismo modo, combinando directamente el selenio con el cobre, y calentando la mezcla hasta el calor rojo. Este consta de 1 proporcion de cada elemento, y su fórmula atómica es *Cu Se*, conteniendo el bi-seleniuro respecto á la misma cantidad de metal, el doble de selenio.

Proto-seleniuro de plomo = Pb Se² en átomos, ó en proporciones 1 de cada elemento. El seleniuro y el plomo se combinan con desarrollo de calórico y sin luz, resultando un compuesto poroso, gris, que frotándole se pule y blanquea

como la plata. Este cuerpo no se funde al calor rojo, pero á la llama del soplete pierde algo de selenio, que absorviendo sin duda el oxígeno del aire, se trasustancia en sub-seleniato de plomo; y si se hace la esperiencia en el hueco de un carbon, le penetra, dejando al rededor del agujero una película blanca de seleniuro procedente del seleniato descompuesto por el cuerpo combustible.

Bi-seleniuro de mercurio = $Hg\ Se^2$ *en átomos, ó en proporciones* 1 *de metal y* 2 *de selenio.* Se combina este fácilmente con el mercurio mediante el calor sin produccion de luz; y el esceso de mercurio que pudiera contener el compuesto, se volatilizará á una temperatura algo mas elevada, sublimándose el seleniuro poco despues sin fundirse y condensándose en hojas blancas de brillo metálico. Si este compuesto tiene un esceso de selenio, se observa que el calor le espele tambien; pero en este caso los cristales blancos no aparecen sino despues de un sublimado visible y distinto de ellos. Este sublimado puede ser muy bien un seleniuro al *maximum*, mientras que el primero es un proto-seleniuro.

El ácido nítrico concentrado é hirviendo apenas obra en el seleniuro de mercurio, aunque le trasustancia poco á poco en un polvo blanco que es un seleniato de protóxido. Este seleniato lavado y en contacto con el ácido hidro-clórico presenta un fenómeno singular que es, el que una parte del ácido selenico se descompone por el protóxido mercurial, resultando un hidro-clorato de deutóxido soluble, y selenio que se precipita en polvo rojo, quedando disuelto en el líquido el ácido selenico no descompuesto.

El agua regia, ó ácido nítrico mezclado con hidro-clórico, obra con mucha facilidad en el seleniuro de mercurio, disolviéndole sin el calor, acidulando sin duda al selenio y convirtiendo el metal en deutóxido (634).

Bi-seleniuro de platino = $Pt\ Se^2$ *en átomos, ó en proporciones* 1 *de metal y* 2 *de selenio.* Este tiene mucha afini-

dad con el platino, pues los crisoles de este metal se corroen, con los seleniatos á la temperatura del calor rojo, y aun por el seleniato de amoniaco, que se evapora en ellos hasta sequedad; asi es, que para obtenerse el seleniuro de platino basta calentar el seleniuro y polvo de selenio en un tubo de vidrio. Este seleniuro calcinado al aire se descompone fácilmente, el seleniuro se oxida y se volatiliza, y se aisla el metal (*Véanse* los demas pormenores, como lo relativo á otros seleniuros en la memoria de Berzelius, *Anales de química y física* IX, 239).

De los cloruros.

246 Parece que todos los metales pueden combinarse con el cloro, y formar cloruros correspondientes á los diversos óxidos.

En efecto, tal es la composicion de los cloruros, que si se les pone en agua la descomponen, combinándose con sus dos principios, y se trasustancian en hidro-cloratos, porque el oxígeno del agua, se combina con el metal, y el hidrógeno con el cloro.

Constando el ácido hidro-clórico de 1 volúmen de gas hidrógeno, y otro de cloro; y 1 de hidrogeno absorve medio volúmen de oxígeno, la cantidad de cloro será á la de oxígeno en los óxidos, como el peso de 1 volúmen de cloro es al peso de medio volúmen de oxígeno; ó lo que es lo mismo como 1 proporcion, ó 2 átomos de cloro, son á 1 proporcion ó 1 átomo de oxígeno. Por consiguiente, si un metal exige para oxidarse 1 proporcion de oxigeno = 100, ó 2 proporciones de oxígeno = 200, necesesitará para trasustanciarse en cloruro 1 proporcion de cloro = 440,04, ó 2 proporciones de cloro = 2 × 440,04. El primero será un proto-cloruro, y el segundo un bi-cloruro.

Todos los cloruros son quebradizos, no tienen olor y son sólidos, escepto los deuto-cloruros de estaño y arsénico, que son líquidos y volátiles, ninguno tiene brillo metálico, y el cloruro de plata, y el proto-cloruro de mercurio, son los únicos que no tienen sabor; asi como los mas cristalizan regularmente y no tienen color.

Solo algunos de los que pertenecen á la última seccion se descomponen al fuego como son los cloruros de oro y platino. Los de las cinco primeras secciones, y aun el de plata, resisten al fuego de forja; solo entran en fusion, y muchos se volatilizan. Lo que hay de notable, es que los de las dos primeras secciones, no se funden sino á una temperatura superior á la del calor rojo, y son fijos, mientras que la mayor parte de los otros son fusibles, y algunos volátiles á una temperatura inferior á la citada, como por ejemplo, los deuto-cloruros de estaño, y de arsénico, que son líquidos á la temperatura ordinaria, y hierven á una poco elevada; el proto-cloruro de antimonio, el cloruro de bismuto y el de zinc que se funden á una temperatura menor de 100°, y tienen un aspecto como grasiento, por lo que se conocian en otro tiempo con el nombre de *manteca de antimonio*, *manteca de bismuto*, etc., y el proto, y bi-cloruro de mercurio, que se sublima fácilmente en vasijas de vidrio, y se denominan comunmente *sublimado dulce* el primero, y *sublimado corrosivo* el segundo.

Todos los cloruros conocidos, escepto el proto-cloruro de mercurio, y el cloruro de plata, se disuelven en el agua. Pero ¿se verifica sin descomponerla, ó combinándose sus dos principios con los del cloruro, y formando hidro-cloratos? Esto es lo que se procurará examinar.

Los hechos, y las observaciones que mas apoyan la primera hipótesis son: 1° que el cloro tiene mucha afinidad con los metales; 2° que en disoluciones de cloruro de sodio, de potasio, y de bario, evaporadas espontáneamente, se forman poco á poco cristales compuestos de cloro, combinado con estos metales, en estado metálico; 3° que los residuos de estas mismas disoluciones evaporadas con un calor templado hasta sequedad son tambien cloruros; 4° que la disolucion de los cloruros en el agua se efectuará con frecuencia sin originar ninguno de los fenómenos que se producen cuando los cuerpos se

combinan íntimamente entre sí; 5° que en la segunda hipótesi es necesario admitir la trasustanciacion repentina de los hidro cloratos en cloruros, causada solo por la eficacia de la accion de la cristalizacion, y sería preciso suponer por otra parte, que los cloruros y los hidro-cloratos se trasforman recíprocamente unos en otros en muchas circunstancias con suma facilidad.

Pero si se considera: 1° que el cloro tiene grandísima afinidad con el hidrógeno, pues le disgrega de todos los otros cuerpos, y que el oxígeno tiene tambien gran afinidad con los metales; 2° que la fuerza de cristalizacion puede producir efectos considerables, puesto que el agua que hay dentro de algunas piedras cuando se congela las hiende; 3° que el cloruro de calcio eleva á mas de 50° la temperatura del agua en que se le disuelve á pesar de que en tal caso mucho colórico se trasmuta en latente; 4° que el ácido hidro-clórico es un ácido fuerte y que tiene gran afinidad con las bases; 5° que no puede negarse la existencia de los hidro-cloratos térreos; 6° que los cloruros al disolverse en el agua adquieren colores semejantes á los de las disoluciones salinas de las mismas bases, en cuyo caso los metales estan seguramente oxidados, como v. g. el proto-cloruro de hierro que es blanco, se vuelve verde como el precipitado del proto-sulfato de hierro; que el cloruro de cobalto gris blanco, produce un líquido rosáceo como el proto-sulfato de cobalto; que el cloruro de niquel que es amarillo de oro comunica al agua un color verde como lo hace el proto-sulfato de niquel (Chevreul, *Anales de química*, xcv, 307); 7° que echando en las disoluciones de cloruro de manganeso, de hierro ó mercurio etc., una disolucion de protóxido de potasio, se obtienen precipitados de óxidos de manganeso, hierro, ó mercurio, y para esplicar este fenómeno en la primera hipótesis, sería preciso admitir, que el protóxido de potasio cedia su oxígeno á estos metales, y que el potasio se combinaba con el cloro; 8° y si en esta esperiencia se sostituye al protóxido de potasio, el de amoniaco, se precipitan tambien los

óxidos metálicos, y en tal caso se forma, no un cloruro, sino un hidro-clorato de amoniaco, lo que segun la otra hipótesis solo puede esplicarse suponiendo que el agua se descompone en el momento de añadir el álcali; 9º por último: si se considera que algunos cloruros disueltos en agua producen un líquido notablemente ácido, se tendrá sin duda por mas probable la segunda hipótesis; y por estas razones se la preferirá á la primera: admitiendo que los cloruros disueltos en agua la descomponen, y los dos principios de esta se combinan, el hidrógeno con el cloro, y el oxígeno con el metal, lo que origina un hidro-clorato. Sin embargo, es posible que esta propiedad no sea comun á todos los cloruros, y en tal caso ¿cómo se distinguirán unos de otros?

El oxígeno y el aire secos no alteran los cloruros, y cuando estan húmedos solo alteran aquellos que pueden formar hidrocloratos delicuescentes. El hidrógeno no obra en los cloruros alcalinos y térreos; pero reduce todos los otros á una temperatura mas ó menos elevada. Si se pone cloruro de plata al fuego en un tubo de porcelana calentándole poco á poco, y pasando por el gas hidrógeno, se producirán luego vapores abundantes de ácido hidro-clórico, y se aisla la plata, lo que se verifica tambien con los cloruros de mercurio, plomo y cobre, y será lo mismo con el de hierro, si la temperatura es muy elevada. Por esta razon el carbóno y el boro que no alteran por sí solos los cloruros, descomponen los de las cuatro últimas secciones mediante el agua, porque combinándose con su oxígeno, el hidrógeno se combina con el cloro; y asi, cuando en el esperimento anterior se sostituye el vapor acueo al gas hidrógeno, mezclando los cloruros con carbóno ó boro no solo, se obtienen gas hidro-clórico, y el metal del cloruro, sino tambien gas ácido carbónico, ó ácido bórico.

En vista de esto es fácil concebir por que el carbon ordinario es propio para reducir muchos cloruros, pues conteniendo siempre cierta cantidad de hidrógeno, este obra como aislado ó gaseoso.

El fósforo y el azufre no causan efecto sino en ciertos cloruros mediante el calor, de que resultan casi siempre fosfuros y sulfuros de cloro, y fosfuros y sulfuros metálicos. El cloruro de mercurio puede citarse como ejemplo, por ser de todos el que se descompone mas fácilmente por el fósforo, aun cuando este no se combine con el mercurio. Así es, que si se ponen en un tubo de vidrio cerrado por un estremo de 2 $\frac{1}{2}$ á 3 $\frac{1}{2}$ dracmas de fósforo, y sobre él, 20 $\frac{1}{2}$ ó 22 de proto ó de bi-cloruro de mercurio, y se coloca en un horno de manera que una pulgada de la estremidad inferior pase al través de la rejilla del horno, adaptándoles despues un tubo mas pequeño que vaya á parar al fondo de una campanita muy seca, y cerrada con un tapon que tenga una pequeña hendidura por donde salga la materia que no se condense, si se ponen entonces algunas ascuas al rededor de la parte del tubo que contiene el cloruro, y otras al rededor del fósforo para volatilizarle cuando el cloruro esté á la temperatura de 200°, poco mas ó menos, se descompondrá muy pronto, se hará gran vacío en el tubo, y el mercurio apareciendo en forma de globulillos se condensará en la campanita un líquido blanco fácil de reconocer por fosfuro de cloro, ó cloruro de fósforo. El potasio y el sodio descomponen al fuego todos los cloruros de las cuatro últimas secciones, lo que se verifica tambien con los metales de la mismas, respecto de los cloruros de las dos últimas. Póngase un poco de potasio en el fondo de un tubito de vidrio cerrado por uno de sus estremos, cúbrase despues el potasio de cloruro de plata, de mercurio ó de plomo, y colóquese el tubito sobre algunas ascuas, y á poco rato, se formará un cloruro de potasio siendo tan íntima su combinacion, que se efectua con desarrollo de calor y luz.

Estado natural. En la naturaleza solo se encuentran los tres cloruros de plata, plomo, y de cobre, el proto-cloruro de mercurio y el proto-cloruro de sodio, que es la sal marina concreta, ó sal gema que es el mas comun, al paso que los demas son raros.

Preparacion y usos. Como los cloruros comunmente se preparan al mismo tiempo que los hidro-cloratos, cuando se trate de la preparacion de estos (1020 y siguientes), se hará tambien de los cloruros y de sus usos, que con frecuecia se confunden con los de aquellos.

Este sería el lugar de examinar los cloruros en particular, pero se completará lo espuesto con lo que se añadirá tratando de los hidro-cloratos; porque raras veces obran los cuerpos unos sobre otros, sin el intermedio del agua, y ya se ha dicho que los cloruros en tal caso, se trasforman casi todos en hidro-cloratos (1011).

De los ioduros.

247 Si es cierto que el iodo aun no se ha combinado sino con el potasio, el sodio, zinc, hierro, estaño, antimonio, bismuto, cobre, plomo, el mercurio y la plata, parece sin embargo que este cuerpo tiene, como el cloro, la propiedad de combinarse con todos los metales; y es probable que los ioduros se formen por la misma ley de composicion que los cloruros y los sulfuros. 1º Porque en contacto con el agua se disuelve en ella, la descomponen combinándose con sus dos principios constitutivos, y se trasustancian en hidro-iodatos; 2º si se calcinan los hidro-iodatos de protóxido de potasio, sodio, etc., resultan agua y ioduros; 3º se efectua esto mismo si se pone ácido hidro-iódico en contacto con los óxidos que descomponen este ácido. La cantidad de iodo en los ioduros, es proporcional á la del oxigeno de los óxidos; pero el ácido hidro-iódico, se compone de 1 volúmen de vapor de iodo, y de 1 de hidrógeno; y como 1 volúmen de hidrógeno es capaz de absorver $\frac{1}{2}$ de oxígeno, la cantidad de iodo en los ioduros es á la del oxígeno en los óxidos, como el peso de 1 volúmen de vapor de iodo es al peso de $\frac{1}{2}$ volúmen de oxígeno, ó lo que es lo mismo, 1 proporcion ó 2 átomos de iodo, son á 1 proporcion ó 1 átomo de oxígeno. Si un metal que se combina

con 1 proporcion de oxígeno = 100, se combinará con 1 proporcion de iodo = 1561,94; y si la cantidad de oxígeno fuere doble, la de iodo lo sería tambien.

Todos los ioduros conocidos son sólidos, quebradizos, y sin olor; los mas tienen sabor, y cristalizan, y aunque muchos no tienen color, el de otros es muy subido: el ioduro de plomo es de un amarillo vivo: el proto-ioduro de mercurio de un amarillo hermoso, y el deuto-ioduro, de un rojo vermellon.

Algunos ioduros son volátiles, tales son los de potasio, sodio, zinc y mercurio.

El oxígeno á un fuego rojo los descompone todos, escepto los de potasio, sodio y bismuto; y en este caso el iodo se volatiliza en vapores violáceos, y el metal se oxida. Algunos, como el ioduro de zinc, son delicuescentes al aire.

Los ioduros de potasio, sodio, zinc, y hierro en contacto con el agua, la descomponen instantáneamente, se disuelven en ella, y se trasustancian en hidro-iodatos. Es probable que se efectue lo mismo con los ioduros de las dos primeras secciones (*).

Los de estaño y antimonio descomponen el agua á la temperatura ordinaria; pero el ácido hidro-iódico se disuelve en ella sin combinarse con el óxido que se precipita.

Los de bismuto, cobre, plomo, mercurio y plata, y en general casi todos los de los metales no descomponen el agua, ni la alteran, ni se disuelven en ella.

Cuando un ioduro puede descomponerla esto se verifica igualmente calentándola con el iodo, y el metal del ioduro; y asi mezclándola con iodo y zinc, y poniéndola al fuego, resulta al instante hidro-iodato de zinc.

El cloro disgrega al iodo de sus combinaciones con los

(*) Habrá quien dude de la descomposicion del agua por los ioduros, y no se producen las razones que hay para admitirla por ser las mismas que las espuestas, al hablar del efecto que hace el agua en los cloruros (246).

metales á una temperatura elevada, en la que tiene casi siempre mas afinidad con ellos que el azufre y el fósforo.

Por último, los ácidos sulfúrico y nítrico concentrados, oxidando los metales de los ioduros, espelen el iodo.

Estado natural. Los ioduros son siempre un producto del arte; en la naturaleza solo hay uno que es el de plata (105).

Preparacion. Todos los ioduros pueden obtenerse directamente, esto es, calentando los metales con el iodo. Los que no obran en el agua pueden formarse tambien echando una disolucion de hidro-iodato de potasa, en otra salina que tenga por base el óxido del metal que se quiera combinar con el iodo; v. g., si se intenta obtener ioduro de plomo, se echa hidro-iodato de potasa en nitrato, ó acetato de plomo; el hidrógeno del ácido hidro-iódico se combinará con el oxígeno del óxido de plomo, el ácido nítrico, ó el ácido acético con la potasa, el iodo con el plomo, y el ioduro, se precipitará á medida que se forme.

Los ioduros no tienen ningun uso; acaso podrán servir en la pintura el de mercurio y el de plomo. Todo lo que se sabe de estos compuestos, se debe á Gay-Lussac (*Anales de química*, XCI, 23.)

De los ioduros en particular.

248 Aun no se han examinado especialmente mas que los doce ioduros de potasio, sodio, zinc, hierro, estaño, antimonio, cobre, plomo, bismuto, níquel, plata, y mercurio.

Ioduro de potasio = K I² en átomos, ó en proporciones de cada elemento. Este corresponde al protóxido, y se obtiene calcinando el iodato ó el hidro-iodato de potasa, ó calentando en un tubo de vidrio un esceso de iodo con el potasio, produciéndose al momento de la combinacion una luz que parece violácea, porque se ve al través del vapor del iodo sobrante que se volatiliza.

El ioduro de potasio se funde y volatiliza á una tempera-

tura inferior al calor rojo, y despues de frio tiene un aspecto nacarado y cristalino. Se disuelve fácilmente en el agua, y descomponiéndola, se forma un hidro-iodato de potasa neutro que se compone de 100 de potasio, y de 319,026 de iodo, admitiendo que el protóxido de este metal lo sea de 100 de potasio, y de 20,425 de oxígeno (*Veanse* las demas propiedades en los ioduros en general).

Ioduro de sodio. Nada se dirá de este ioduro porque su historia es análoga á la del de potasio.

Proto-ioduro de zinc = Zn I¹ en átomos, ó en proporciones 1 de cada elemento. Su sabor es muy estíptico; calentado en un matraz pequeño, funde con facilidad, se volatiliza y condensa en forma de prismas agujosos de cuatro lados. Es muy soluble en el agua, descomponiéndola, y se deslie al aire. Su disolucion es incristalizable y algo ácida, y echándola ácido sulfúrico concentrado, se exhala el ácido hidro-iódico, iodo y ácido sulfuroso, lo que procede de que el sulfúrico descompone una parte del ácido hidro-iódico. El mejor medio de obtenerle es calentar el zinc con un esceso de iodo, en un tubo de vidrio.

Ioduros de hierro. Este compuesto se forma como el de zinc; y es pardo, fusible al calor rojo, muy estíptico, descompone el agua instantáneamente, trasformándose en hidro-iodato, y disolviéndose en ella la comunica un color verde claro, y tiene las demas propiedades indicadas (247)

Ioduro de estaño. Su polvo es de un color amarillo anaranjado sucio, su sabor es ácido; y puesto en contacto con agua se originan ácido hidro-iódico soluble, y óxido de estaño insoluble: este se precipita siendo abundante el agua, y si es poca, una parte queda disuelta en el ácido. Filtrando entonces el líquido, y evaporándole poco á poco, se obtiene una sal de color anaranjado y asedada. Este ioduro se forma por el mismo proceder señalado para el de zinc; y no se ha analizado, por lo que se ignora á cual de los dos óxidos de estaño corresponde.

Ioduro de antimonio. Este metal presenta con el iodo los mismos fenómenos que el estaño.

Ioduro de níquel. Mezclando polvo de niquel y iodo en un tubo de vidrio, y calentándole, se forma una sustancia parda fusible y soluble en el agua, á la que comunica un color verde tierno. Esta sustancia, que es un verdadero ioduro se compone de 320 de iodo, y 100 de metal (Lassaigne *An. de quím. y fís.*, xxi, 260). Si este ioduro correspondiese al primer grado de oxidacion, lo que deberia ser, constaria de 422,47 de iodo.

Ioduros de mercurio. Estos son dos, el proto-ioduro, y el deuto-ioduro, el primero es amarillo, y el segundo rojo. Este último amarillea al fuego, se funde, toma un aspecto untuoso, se volatiliza despues y cristaliza en hermosas hojas romboidales de color de oro á una temperatura elevada, y de un color rojo vivo á la ordinaria. Los dos son insolubles en el agua, y no producen efecto en ella. Pueden formarse moliendo el mercurio con cantidades convenientes de iodo; pero lo mas seguro es echar hidro-iodato de potasa en disoluciones mercuriales, á saber, en proto-nitrato de mercurio, para el proto-ioduro, y en el hidro-clorato de deutóxido de mercurio, ó sublimado corrosivo, para el deuto-ioduro, los cuales se precipitan en el mismo instante que se mezclan las dos sales (*Véase* lo dicho antes art. *preparacion*, pág. 499).

El deuto-ioduro es muy soluble en el hidro-iodato de potasa, y en las sales mercuriales, y asi es necesario que no haya sobrante de ninguno de los dos: los ácidos, y aun el alcohol disuelven tambien este compuesto. (Colin *An. de quím.*, xci, 262). En esta preparacion puede sostituirse el hidro-iodato de potasa al ácido hidro-iódico. El deuto-ioduro consta de 2 proporciones de iodo respecto de 1 de mercurio; y el proto-ioduro de la mitad menos de iodo.

Ioduros de cobre, plomo, bismuto, y plata. Todos estos ioduros se forman directamente, es decir, calentando el iodo con el metal, ó mezclando hidro-iodato de potasa con el sul-

fato de cobre, el nitrato, el acetato de plomo, el nitrato de bismuto, y el nitrato de plata (art. *preparacion*, pág. 439). Estos ioduros corresponde sin duda á los óxidos de estas sales.

Nada hay que añadir á lo dicho de los ioduros en su historia general, sino que los de plomo y plata pueden formarse con el ácido hidro-iódico, del mismo modo que con el hidro-iodato de potasa, y el ioduro de plata, que así como los de cobre, plomo, bismuto y mercurio, no obra en el agua, y es de los pocos compuestos de plata insolubles en ella, que el amoniaco no puede disolver.

De los azouros metálicos.

248—2° Los únicos azouros metálicos formados hasta ahora son los del potasio y sodio; y como no se pueden obtener, sino mediante la accion de estos dos metales y el gas amoniaco, se tratará de ellos cuando se examinen las propiedades de este. (572 y 578—2°).

CAPITULO TERCERO.

DE LAS ALEACIONES.

249 Estas son la combinacion de un metal con otro ó con varios, distinguiéndose cada una, por el número de metales que la constituyen; por lo que se llama *aleacion de plomo y estaño* la combinacion de estos dos metales. Si el mercurio es uno de los que entran en el compuesto, este se denominará *amalgama*; y se dice amalgama de tal ó cual metal para designar su combinacion con el mercurio; y así las espresiones *amalgama de plomo, ó aleacion de mercurio y plomo* son sinónimas, ó representan los mismos compuestos.

Existiendo treinta y ocho metales, habrá setecientas tres aleaciones binarias, suponiendo que aquellos pueden combinarse dos á dos; y sin embargo solo se conocen ciento cuarenta aleaciones al poco mas ó menos de esta clase, lo que procede: 1° de que cuatro metales no se han podido reducir ni por

consiguiente combinar con los otros; 2º algunas se obtienen difícilmente, y así solo se han combinado con un corto número de los otros; 3º por último, todavía no se han intentado todas las combinaciones posibles ni aun con los metales mas comunes. Es de creer que vencidas estas dificultades se multiplicará el número de aleaciones conocidas; pero no es probable que se obtengan todas las que indica la teoría. En efecto, hay metales que tienen tan poca afinidad recíproca, que han sido inútiles los esfuerzos que se han hecho hasta ahora para combinarlos, aunque es cierto que no son muchos los que están en este caso, siendo principalmente los de fusibilidad y volatilidad muy diferentes; y pocos los que funden á un mismo grado de calor con corta diferencia, y que se pueden fundir del todo, porque es la condicion mas favorable para su combinacion, puesto que en los primeros la cohesion del metal es poco fusible, y la espansion del metal volátil, se oponen á su aleacion.

Fácil es de conocer este efecto consiguiente al principio asentado, de que dos cuerpos no pueden combinarse, sino cuando su afinidad recíproca es mayor que su cohesion. De consiguiente para disminuir la cohesion de los sólidos, y hacer que prepondere su afinidad es necesaria la accion del calórico; si un cuerpo es casi infusible, y el otro muy volátil, no se combinarán á menos que la afinidad mútua no sea muy considerable, por que el volátil estará en vapor, cuando el calórico haya anulado la cohesion del poco fusible. Si al contrario, estos cuerpos funden con corta diferencia á una misma temperatura, pueden en tal caso combinarse, y lo verificarán siempre si su afinidad no es muy débil.

Se ha dicho que se está lejos de conocer todas las aleaciones binarias posibles; pero aun se está mas de las ternarias y cuaternarias que puede haber, porque á las causas señaladas para el caso que se considera, es necesario añadir que no habiendo llamado mucho la atencion esta clase de compuestos, es por lo mismo poco conocida, y así solo se tiene noticia de

algunas aleaciones ternarias sin que apenas se puedan citar las cuaternarias.

La composicion de las aleaciones no está como la de los óxidos y ácidos sujeta á ley alguna, á menos que no esten cristalizadas, porque las mas, segun parece, pueden combinarse en toda clase de proporciones; por ejemplo, 100 partes de estaño se combinan con 1, 2, 3. . . 100 partes de plomo y aun mas etc.

249 — 2º *Propiedades físicas.* Las aleaciones se diferencian poco de los metales en sus propiedades físicas; todas son sólidas á la temperatura ordinaria escepto la compuesta de potasio y sodio en ciertas proporciones, y las amalgamas en que predomina el mercurio; todas son brillantes aun en polvo, no siendo muy fino; tienen un color propio, y una densidad considerable cuando lo es la de los metales; todas son casi opacas y escelentes conductoras del fluido eléctrico; cristalizan mas ó menos fácilmente; son mas duras, quebradizas, agrias ó mas dúctiles que lo son por término medio sus principios constitutivos, y se observa por otra parte, que las que se pueden forjar estando frias, son casi todas frágiles calentadas cuando se componen de dos metales de fusibilidad muy diferente, por la facilidad con que se funde y separa una parte del metal mas fusible. Algunas tienen un olor particular, y otras son muy sonoras y elásticas.

Como varian sus principios constitutivos y no se han examinado con atencion en proporciones constantes, no pueden formarse táblas de sus propiedades: y asi solo se harán varias reflexiones generales acerca de algunas de ellas.

1º Todas las aleaciones formadas de metales quebradizos son tambien quebradizas sin escepcion alguna.

2º Las de metales dúctiles con quebradizos, son quebradizas si este metal predomina, y por el contrario todas son mas ó menos dúctiles si prevalece el metal dúctil, y casi todas son quebradizas si el maleable y el que no lo es, estan combinados con corta diferencia en iguales proporciones.

3º Las de la combinacion de los metales dúctiles son tantas las quebradizas como las dúctiles, si constan de proporciones casi iguales; pero si predomina mucho uno de los metales, son comunmente dúctiles (*).

4º Se observa que la densidad de las aleaciones unas veces es mayor y otras menor que la media de los metales que las constituyen, de suerte que estos aumentan ó disminuyen de volúmen al combinarse.

Aleaciones de densidad mayor que la media de los metales que las constituyen.	*Aleaciones de densidad menor que la media de los metales que las constituyen.*
Oro y zinc.	Oro y plata.
Oro y estaño.	Oro y hierro.
Oro y bismuto.	Oro y plomo.
Oro y antimonio.	Oro y cobre.
Oro y cobalto.	Oro é iridio.
Plata y zinc.	Oro y niquel.
Plata y plomo.	Plata y cobre.
Plata y estaño.	Cobre y plomo.
Plata y bismuto.	Hierro y bismuto.
Plata y antimonio.	Hierro y antimonio.
Cobre y zinc.	Hierro y plomo.
Cobre y estaño.	Estaño y plomo.
Cobre y paladio.	Estaño y paladio.
Cobre y bismuto.	Estaño y antimonio.
Cobre y antimonio.	Niquel y arsénico.
Plomo y bismuto.	Zinc y antimonio.
Plomo y antimonio.	
Platino y molíbdeno.	
Paladio y bismuto.	

(*) Segun Hatchett, el oro se vuelve quebradizo combinándose con cantidades muy pequeñas de plomo ó antimonio.

250 *Propiedades químicas.* Las aleaciones tienen tanta relacion con los metales sin alear entre sus propiedades químicas como en las físicas.

Al fuego se calientan pronto, se dilatan mas ó menos, y funden á cierto grado de calor. Solo se conoce la dilatacion y el grado de fusion de algunas; pero se observa generalmente que son siempre mas fusibles que el metal menos fusible de los que las componen, y que si estos funden con corta diferencia de temperatura, la aleacion casi siempre funde con mas facilidad que el mas fusible. La mas fusible es sin duda la que se compone de 8 de bismuto, de 5 de plomo, y de 3 de estaño, porque basta el vapor del agua hirviendo para fundirle.

Si despues de fundida una aleacion se la deja enfriar abandonándola á sí misma, se consolida y cristaliza confusamente; pero si despues de cuajada su superficie se decanta la parte interior todavia líquida, la esterior, ó por mejor decir, la superficie de la costra interior, suele entonces cristalizar con mas ó menos regularidad.

Cuando en vez de fundir la aleacion, se la espone á un grado superior de calor, se descompone en todo ó en parte, si se compone de un metal fijo y otro volátil, cuales son el mercurio, el arsénico, el potasio, el teluro, el cadmio y el zinc; del todo, si contiene mercurio, á causa de la volatilidad de este metal; y parcialmente si consta de arsénico, potasio, teluro y sobre todo de zinc, porque son menos volátiles que el mercurio, y aun es necesario que la cantidad de estos metales, y en particular la de zinc, sea bastante grande para que pueda percibirse la descomposicion; la que efectuada, es tanto mas pronta cuanto es menor la afinidad recíproca de los metales, mayor la volatilidad del que es volátil, y mas elevada la temperatura. Todos estos resultados se prueban introduciendo la aleacion en una retortita de barro que se pone en un horno de reverbero, y adaptándola una alargadera que comunique con un recipiente. Si las aleaciones con que se opera, tienen

por base el potasio, se han de usar vasijas de menos capacidad, como un tubo de porcelena que se llena antes de gas azoe, pues en otro caso el oxígeno del aire contenido en el tubo, oxidaria una parte del potasio.

Las aleaciones formadas de metales fijos y volátiles, no son las únicas que pueden descomponerse por el calor; y así es, que las compuestas de dos metales que funden á temperaturas muy diferentes, y que contienen una cantidad considerable del mas fusible, se pueden descomponer en gran parte á una temperatura capaz de fundir el uno, é insuficiente para la fusion del otro. Esta operacion conocida con el nombre de *licuacion*, se practica en grande para estraer la plata del cobre, combinando el argentífero (1235), con una cantidad de plomo cuyo peso equivalga á 3 $\frac{1}{2}$ veces el del cobre, y esponiendo la aleacion ternaria á un grado conveniente de calor. El plomo arrastra consigo á la plata fundida, y aisla al cobre en forma de una masa sólida porosa y cubierta de una multitud de agujeros. En seguida se separa la plata del plomo por otro proceder (1238).

Se puede juzgar hasta cierto punto de la accion del gas oxígeno y del aire en las aleaciones por la que tienen estos gases en los metales que las constituyen (131). Las formadas de un metal que puede absorver el oxígeno, y de otro que no tenga esta propiedad, absorven este gas de tal suerte, que el primer metal es el único que se trasustancia en óxido, y el otro se aisla; pero si los metales que componen una aleacion pueden absorver el oxígeno, la aleacion se óxida enteramente. Sin embargo, si uno de los metales es mas fácil de oxidar que el otro, se puede obtener este último casi puro, suspendiendo la operacion en cierto grado, y es lo que se verifica con todas las de potasio y sodio, y los demas metales; y hasta cierto punto con la de estaño y cobre. Se observa en general que los metales aleados no se oxidan tambien como cuando estan aislados, á escepcion de algunos, y con particularidad el plomo y el estaño, que en la proporcion de 3 á 1 se oxidan

casi al instante á la temperatura del calor rojo oscuro, produciendo luz, mientras que cada metal en particular con las mismas condiciones se oxida lentamente y sin desarrollo de luz, lo que sin duda se origina por una combinacion entre sus oxidos.

Estado natural. Se conocen varias aleaciones en la naturaleza, á saber: seis de arsénico, 1º con el bismuto; 2º con el antimonio; 3º con el cobalto; 4º con el niquel; 5º con el hierro, y 6º con la plata; una sola de hierro y niquel; una de mercurio y plata; una de plata y antimonio; una de antimonio y niquel; y una de antimonio, niquel y cobalto. (Vauquelin, *An. de quím y fís.*, xx, 421) Pudieran citarse tambien otras, y particularmente las de las venas de teluro, y platino (156 y 164).

250 — 2º *Preparacion.* Las aleaciones se hacen poniendo los metales en crisoles tapados y al fuego de un horno de reverbero ó de forja para fundirlos. Luego que esten bien fundidos se revuelve el baño con cuidado, sin cuya precaucion no sería homogénea la aleacion en caso de haber mucha diferencia entre las densidades de los metales, porque la parte inferior contendria el mas pesado en mayor cantidad que la parte superior, y de este modo cuajada bien la mezcla, se saca el crisol del fuego, y se cuela la aleacion en una rielera. Si algunos de los metales fuese volátil, es necesario que no sea muy fuerte el fuego, y con mas razon, si lo son todos.

El modo de alear el potasio y el sodio, es algo diferente, porque solo se puede hacer con cantidades pequeñas de materia, y de manera que estos metales no esten en contacto con el aire, para lo cual se usa un tubo de vidrio cerrado por un estremo; se pone el potasio ó el sodio en el fondo del tubo, y se le cubre con el metal con que se ha de alear, y afianzando el tubo con unas tenazas se le calienta hasta que se funden los metales.

Usos. Las aleaciones metálicas que los tienen son las doce siguientes: la de mercurio y estaño, de mercurio y plata, de mer-

TABLA *de las aleaciones binarias de los metales quebradizos entre sí.*

Bismuto.									
	Teluro.								
C		Arsénico.							
C		C	Antimonio.						
O				Cobalto.					
O			O		Manganeso.				
C			C	C	C	Molibdeno.			
							Urano.		
C			C					Túngsteno.	
									Cromo.
										Titano.

TABLA *de las aleaciones binarias de los metales dúctiles entre sí.*

Mercurio.										
C	Potasio.									
C	$C\frac{1}{30}$	Sodio.								
C	$C\frac{1}{29}$	$C\frac{1}{30}$	Estaño.							
C	$C\frac{1}{51}$	$C\frac{1}{32}$	D	Plomo.						
C	$C\frac{1}{31}$	$C\frac{1}{33}$	D	A	Zinc.					
C			$D\frac{1}{4}$	$D\frac{7}{1}$	A	Plata.				
C			$D\frac{8}{100}$	A	$D\frac{1}{4}$	D	Cobre.			
C			$S\frac{1}{11}$	$C\frac{1}{1920}$	$C\frac{1}{50}$	D	D	Oro.		
C	A	A	$D\frac{24}{1}$	A	$C\frac{2}{1}$		A	$D\frac{11}{1}$	Hierro.	
O			A	A	O	O	A	$C\frac{11}{1}$	A	Niquel.
			$C\frac{1}{1}$	A		A	$S\frac{1}{1}$	$D\frac{1}{1}$	A	Paladio.
							A	A		Osmio.
			$D\frac{4}{1}$	$D\frac{8}{1}$		A	$D\frac{4}{1}$	A		A	Iridio.
						A	A	C			Rodio.
C			$C\frac{5}{1}$	$C\frac{1}{1}$	$C\frac{1}{3}$	D	A	$D\frac{11}{1}$	$S\frac{3}{1}$	$S\frac{1}{1}$	Platino.
C							$C\frac{100}{1}$			C	Cadmio.

251 TABLA *de las aleaciones binarias de los metales dúctiles con los quebradizos entre sí* (*).

METALES.	Bismuto.	Teluro.	Arsénico.	Antimonio.	Cobalto.	Manganeso.	Molibdeno.	Urano.	Túngsteno.	Cromo.	Titano.
Mercurio.	C	C	C	C	O	O					
Potasio.	C^{45}_{1}	C	C^{27}_{1}	C^{31}_{1}							
Sodio.	C^{45}_{1}		C^{27}_{1}	C^{31}_{1}							
Estaño	C^{1}_{2}		S^{1}_{128}	A	A		C^{1}_{1}		A		
Plomo.	D^{1}_{1}		A	D^{1}_{3}	D^{1}_{8}		S^{5}_{10}		A		O
Zinc.	A		A	A	O	A	A				
Plata.	A		C^{7}_{90}	A	O		A		A		O
Cobre.	A		A	C^{1}_{1}	A	A	A		A		O
Oro.	C^{1}_{1920}		C	C^{1}_{1920}	D^{1}_{110}	S^{1}_{9}	C^{1}_{3}				
Hierro.	A		A	A	A	A	C^{1}_{1}		A		A
Niquel.	A		A		A		A				
Paladio.	C^{1}_{1}										
Osmio.											
Iridio.											
Rodio.											
Platino.	C^{24}_{1}		A	C^{1}_{1}			C^{1}_{1}				
Cadmio.											

(*) *C*, indica las aleaciones quebradizas, y *D* las dúcties, cualquiera que sea la cantidad de sus metales constitutivos. *C* y *D* seguidos de dos números, indican tambien las quebradizas y las dúctiles; pero que resultan de proporciones espresadas por estos números. El número superior espresa la cantidad de metal superior, y el inferior la del metal lateral.

Se indican por *S* las poco dúctiles, y por *O* los metales que no se han podido alear. Cuando una aleacion existe, y que no se sabe en que proporciones, es necesario unir sus principios constitutivos para hacerla dúctil ó quebradiza, y se la designa por *A*. En fin, cuando no se sabe si la aleacion existe, se deja en blanco el cuadro á que corresponde.

curio y oro, de estaño y plomo, de estaño y cobre, de estaño y hierro, de plomo y antimonio, de zinc y cobre, de arsénico y platino, de cobre y plata, de cobre y oro, y la de zinc mercurio y estaño (*Véanse* estas aleaciones en los párrafos 252 y siguientes).

Historia. La propidad de alearse los metales se conoce desde tiempo inmemorial, de modo que á medida que se descubren otros nuevos se intenta alearlos á los conocidos ya. Casi todos los químicos han hecho observaciones, sobre las aleaciones, pero las principales son las de Gellert, Hatchett y Hermann. El primero examinó la mayor parte de las combinaciones de los metales dúctiles con los quebradizos conocidos en 1750 (*Quím. metal*, de Geller, trad. del Alem. t. 1). El segundo se ocupó de la combinacion del oro con casi todos los metales (*Veanse las esperienzias y observaciones acerca de las aleaciones de oro, su peso* etc., trad. del ingles, por Lerat.) El tercero las examinó bajo varios puntos de vista en su *ensayo sobre clase de la fusion mediante el aire del fuego*, publicado en 1787.

Las generalidades espuestas acerca de las aleaciones, bastan para que no se necesite hablar de cada una de ellas en particular, y asi solo se examinarán las que tienen usos y propiedades notables, para lo cual se tratará primeramente de las aleaciones binarias, en seguida de las ternarias, y por último de las mas complicadas, segun el orden de la mayor fusibilidad de los metales. Conforme á él, se hablará en primer lugar de las amalgamas ó de las combinaciones del mercurio, con cada uno de los otros metales; despues de las aleaciones que puede formar el potasio con todos escepto el mercurio; pero antes se espondrá en una tabla; 1° cuales son las aleaciones binarias conocidas hasta ahora; 2° cuales son las dúctiles, y cuales las quebradizas; 3° cuales los metales que no pueden combinarse y los que no se han intentado unir (*Véase* la tabla adjunta).

DEPARTAMENTO UNIVERSITARIO

De las amalgamas (*).

252 Las amalgamas son líquidas unas veces, y sólidas otras: líquidas si predomina mucho el mercurio; sólidas si no entra en gran cantidad en el compuesto, y con mas razon si es mucha la del metal con que se combinan. No obstante, se observa gran diferencia sobre este particular; la que se forma de 80 partes de mercurio y 1 de sodio, es sólida mientras que la de 15 partes de mercurio y 1 de estaño es líquida. Las amalgamas líquidas se parecen al mercurio con la diferencia de que corren menos; y las sólidas son quebradizas. En general todas son blancas, todas pueden cristalizar, y formar entonces aleaciones de proporciones constantes, disolviéndose al fuego la cantidad conveniente de un metal en el mercurio, y se deja enfriar la combinacion que se divide en dos partes, una sólida y cristalizada, y otra líquida. Todas se descomponen al calor rojo (250); y casi todas son susceptibles de descomposicion al aire y á la temperatura ordinaria, estando líquidas, si el metal aleado al mercurio corresponde á las cuatro primeras secciones; en cuyo caso este absorve poco á poco el oxígeno, y forma un óxido que se reune en la superficie del baño; y las amalgamas de potasio, bario, estroncio y de calcio, son de esta calidad, y la misma es muy perceptible en la de cobre. Todas se pueden preparar poniendo al mercurio en contacto con los metales muy divididos á la temperatura ordinaria. Es muy sabido que el mercurio adhiere al oro, así como á la plata, y los blanquea al instante. Sin embargo, es mucho mejor hacer esta clase de combinaciones al fuego: y las amalgamas de zinc y de antimonio no pueden obtenerse bien, sino fundiendo estos metales, y mezclándolos poco á poco con el mercurio calentado de antemano.

(*) Lo que va á decirse de las varias especies de amalgama debe entenderse de las conocidas hasta ahora. Estas se encontrarán en la tabla comprendida en el número 251.

Solo se examinarán seis amalgamas, que son las de potasio, sodio, estaño, bismuto, plata y oro.

Amalgama formada de 1 parte de potasio y de 145 de mercurio. Esta se asemeja al mercurio, absorve el gas oxígeno del aire á la temperatura ordinaria, y se trasmuta en mercurio puro, y en óxido de potasio; se descompone al fuego; se obtiene como se ha dicho anteriormente (pág. 508); y se forma luego que el potasio se funde, desarrollándose en el momento de su formacion mucho calórico.

Tambien se puede obtener con facilidad esta amalgama á la temperatura ordinaria, con tal que el potasio no esté oxidado, y es por lo que voltean en todas direcciones las partículas de potasio que se echan sobre un baño de mercurio, hasta que estan disueltas del todo. Combinando el potasio con una cantidad de mercurio equivalente á 72 veces su peso, se obtiene una amalgama sólida, blanca, muy fusible, que cristaliza con facilidad, y tiene las mismas propiedades que la anterior.

Puesta en contacto la amalgama líquida con el amoniaco ó las sales amoniacales, origina un hidruro amoniacal de potasio y mercurio, muy notable por su aspecto metálico, su consistencia y fácil descomposicion (580).

Berzelius tratando de la accion de la amalgama de potasio en el agua, ha observado que con él, y agua pura, se exhalaba hidrógeno puro, pero que si el agua tenia ácido, ó sal amoniaco producia hidrógeno, con un olor semejante al que se origina con el zinc, y el ácido sulfúrico débil (*An. de quím. y fís.*, XXVII, 221).

Amalgama de sodio. No se distingue de la precedente sino en que su formacion se verifica con desarrollo de calórico y luz.

Amalgama formada de 1 parte de estaño y 10 de mercurio. Esta es líquida, semejante al mercurio, escepto que es menos fluida; se descompone al fuego; absorve difícilmente el gas oxígeno del aire, y se obtiene calentando un poco el mercurio con el estaño. La amalgama de 1 parte de estaño y 3 de

mercurio es blanda, cristaliza con facilidad y se obtiene sólida con partes iguales de los metales.

La amalgama de estaño sirve para azogar los espejos; para lo cual se estiende una hoja de estaño sobre una mesa bien horizontal, y en seguida se echa sobre la superficie de esta hoja cierta cantidad de mercurio, que por la tendencia que tiene á unirse con el estaño se adhiere á ella, formando una capa bastante gruesa, sobre la que se hace correr el cristal de suerte que la divida en dos, y cargándole despues con mas ó menos peso, la hoja se combina íntimamente con el mercurio, formando una amalgama que adhiere con mucha fuerza al cristal comunicando la propiedad de reflejar los objetos.

Amalgama compuesta de 1 parte de bismuto y 4 de mercurio. Esta es en parte líquida y en otra cristalizada; se funde del todo á una temperatura poco elevada; adhiere mucho á los cuerpos con que se la pone en contacto; se descompone al fuego, y se prepara como la anterior: sirve para azogar interiormente los globos de vidrio, para lo que se seçan, y estando aun algo calientes se echa en ellos la amalgama que lo esté tambien, y enteramente fundida, estendiéndola por toda la superficie interior del globo, con lo que una parte de la amalgama se consolida y forma un azogado bastante hermoso. Tal vez sería posible azogar con amalgama de estaño por un método semejante los cristales pequeños. Este proceder sería ventajoso; porque no habria necesidad de reducir á hojas el estaño, y podria servir el comun.

Amalgama formada de 1 parte de plata y 8 de mercurio. Es blanda, blanca, muy fusible, cristaliza fácilmente; se descompone al fuego, no se altera al aire, solo se disuelve en una gran cantidad de mercurio, y se obtiene calentando hasta el calor rojo granos de plata que se echan sucesivamente en 12 ó 15 partes de mercurio, calentado hasta cerca de 200°, y colando la mezcla en una piel de ante por medio de la compresion, con lo que todo el mercurio sobrante que lleva consigo

cierta cantidad de plata en disolucion pasa por la piel, quedando la amalgama en el nudo que se hace.

Amalgama de oro. Se diferencia solo de la de plata, en que el oro es algo mas soluble en el mercurio que la plata.

Sirve esta amalgama para dorar el cobre amarillo ó laton; para lo que se calcina ó recuece este hasta el calor rojo, á fin de destruir los cuerpos crasos que pudiera haber en su superficie; y como se oxida al mismo tiempo que se quema la grasa, es necesario limpiarle, que es lo que constituye la segunda operacion, la cual consiste en sumerjir el metal en ácido nítrico, ó sulfúrico débil, frotándole con salvado ó aserrin, despues de lavado y enjuto.

El laton preparado de este modo, se moja en una disolucion de proto-nitrato de mercurio, y con una sedera, se aplica por encima la amalgama de oro, que se hace calentando en un crisol mercurio y oro laminado. Algunos doradores toman amalgama mezclada con ácido nítrico, en vez de la disolucion de mercurio, y en todo caso se calienta progresivamente la pieza, para poder estender con facilidad la amalgama, y vaporizar el mercurio.

Algunos al sacarla del fuego la hierven en agua, otros en decocion de regalicia, y otros en una de harina de castaña de Indias, y todos la frotan para limpiarla. La pieza toma siempre un color amarillo puerco, y adquiere el color de oro cubriéndola con unas gachas compuestas de agua, sal, nitro y alumbre, esponiéndola al fuego, lavándola en agua caliente, y enjugándola; despues de lo cual se bruñe con un colmillo, y se despacha en el comercio.

Aleaciones de potasio (251).

252—2° Estas son siempre sólidas, escepto las que contienen mercurio, y sodio, que son líquidas algunas veces; todas son blancas, y con sabor, por el potasio de que constan; todas en general son quebradizas, á no ser que se compongan de

una pequeña cantidad de potasio y de otra mayor de metal dúctil, ó por el contrario, de una pequeña cantidad de metal dúctil, y de mucho potasio (*); todas son fusibles á una temperatura inferior al calor rojo; todas absorven el gas oxígeno del aire á la temperatura ordinaria, oxidándose el potasio, y aislándose el otro metal con que está combinado, con tal que no sea tambien muy oxidable; todas descomponen el agua, produciendo una efervescencia mas ó menos viva debida al hidrógeno que se exhala, y un líquido alcalino procedente de la disolucion del protóxido de potasio que se forma (283); y por último todas pueden formarse calentando en tubos de vidrio el potasio con los diversos metales (250—2°).

En el momento de la combinacion hay produccion de calor, y en algunas aleaciones hay tambien desarrollo de luz; tales son las de antimonio, arsénico, teluro, y estaño; lo que es fácil observar preparándolas en el mercurio, en una campanita corva que contenga gas azoe, lám. XX, fig. 3. Es muy probable que si se calentan las amalgamas de paladio, platino, oro y plata, con el potasio, se consiga hacer las aleaciones de potasio y de platino etc.; de lo que resultaria desde luego, una combinacion triple que podria descomponerse fácilmente, con un calor templado, y dejando en contacto recíproco las moléculas del potasio, y los otros metales, se facilitaria su combinacion.

El potasio puede tambien alearse á muchos metales mezclándoles íntimamente con cerca de la mitad de su peso de cremor de tártaro carbonado (**), introduciendo despues la mezcla en

(*) Cuando se ponen en contacto por mucho tiempo virutas de hierro con potasio á la temperatura del calor rojo oscuro, las virutas absorven una corta porcion de potasio, se vuelven muy flexibles, y algunas veces aun blandas, que se las puede cortar fácilmente con tijeras, y aun rayadas con la uña.

(**) El cremor de tártaro, ó el tartrato ácido de potasa carbonado, no es mas que esta sal descompuesta por el fuego en un crisol, y por consiguiente carbon muy mezclado con la potasa ó protóxido de potasio, ligeramente carbonado.

un crisol, cubriéndola con polvo de carbon, embetunando la juntura de la tapadera y del crisol, cuyos bordes estan usados y calcinándolo mucho por espacio de dos horas. El oxígeno del protóxido de potasio en tal caso, se combina con el carbon; y el potasio se alea con el metal. Este procéder usado primero por Vauquelin (*An. de quím. y fís.* VII, 32); y se ha repetido estudiado y aplicado á muchas aleaciones por Serullas (*An. de quím. y fís.* XXI 197 y *Diar. de farm.* VI, 571).

Conviene estudiar particularmente seis aleaciones de potasio, que son las que forma este metal con el mercurio, el sodio, el antimonio, el estaño, el bismuto, y el plomo. Habiéndose examinado la primera (252), solo resta describir las otras cinco.

Aleacion de potasio y de sodio. Siempre es mas fusible que el sodio; algunas veces mas que el potasio, y otras menos. Tres partes de sodio y una de potasio forman un compuesto líquido á 0°, y que enfriado con una mezcla de hielo y sal comun, se consolida, cristaliza, y se vuelve quebradiza; y aumentando la cantidad de sodio, adquiere la propiedad de ser cada vez menos fusible, y por el contrario, si se aumenta la de potasio, lo es mas, y siendo este muy considerable empieza á perder su fusibilidad. La aleacion formada con 10 partes de potasio y 1 sola de sodio aun es líquida á cero, y tiene la notable propiedad de ser mas ligera que el aceite de petróleo purificado; pero la de 30 partes de potasio y 1 de sodio sería mucho menos fusible. Estas aleaciones son mas ó menos volátiles, tienen mucho sabor; son quebradizas, blancas como la plata, y cristalizan fácilmente. Espuestas al aire á la temperatura ordinaria, se alteran pronto, absorven poco á poco el oxígeno, el agua, y el ácido carbónico, y se trasforman al cabo de cierto tiempo en sub-proto-carbonatos. Sumerjidas en aceite de petróleo, se alteran aun cuando este aceite esté al aire, oxidándose siempre el potasio antes que el sodio; de suerte que por este medio se puede purificar el sodio que tenga en combinacion un poco de potasio; porque la aleacion es quebradiza,

y el sodio dúctil, y será fácil conocer el momento en que este esté puro.

Las aleaciones de potasio y sodio se forman calentando juntos estos metales en aceite de petróleo, poniendo este en una salserilla, ó mas bien en un tubo de vidrio. Las que son fusibles se pueden hacer tambien á la temperatura ordinaria y sin ponerlas al fuego; para lo que se introducen en un tubito de vidrio las cantidades convenientes de potasio y sodio, y comprimiéndolos un poco se alean y liquidan bien pronto.

Aleacion de potasio y bismuto. Se forma esta aleacion, calcinando una mezcla íntima de 2 onzas de cremor de tártaro carbonado, y de 4 de bismuto segun se dijo (252—2). Abunda mucho en potasio, centellea si se le corta con tijeras, se funde y arde cuando se la reduce á pedazos pequeños, y descompone el agua con mucha eficacia.

Añadiendo á esta mezcla de 2 $\frac{3}{5}$ á 3 $\frac{1}{3}$ dracmas de carbon ordinario se hace un piróforo que se inflama y produce pequeñas fulminaciones con el contacto del agua (Serullas).

Aleacion de potasio y estaño. Se hace con 3 $\frac{1}{3}$ onzas de óxido de estaño, 2 de cremor de tártaro carbonado, y 0,27 de humo de pez. Si se dobla la cantidad de carbon, el producto será un verdadero piróforo.

Aleacion de potasio y plomo. Bastan 3 $\frac{1}{3}$ onzas de protóxido de plomo, y 2 de cremor de tártaro carbonado, para componer esta aleacion, que es de un color blanco plateado muy frágil, y se vuelve pirofórica añadiendo 4 ó 5 escrúpulos de humo de pez á la mezcla.

Aleacion de potasio y antimonio. Puede hacerse cómo la de bismuto. Cuando se calcinan fuertemente y con las precauciones que se han prescrito (252—2°) 3,48 onzas de antimonio 2,6 de cremor de tártaro carbonado, y 6$^{dar.}$,68 humo de pez despues de haberlas mezclado bien sobre pórfiro, resulta un producto fulminante con el contacto del agua, el cual debe dejarse en el crisol hasta que esté del todo frio, sin cuya precaucion podria

inflamarse y detonar. Con 3,48 onzas de emético, ó tartrato de potasa y antimonio, porfirizados con 1 adarm.,62 de humo de pez ó de carbon ordinario, y calcinados del mismo modo que la mezcla anterior, se puede formar un producto semejante. Estos productos descomponen el agua desarrollando un calor suficiente para inflamar la pólvora que haya en el líquido(*).

Ademas de las cuatro aleaciones precedentes obtenidas y examinadas por Serullas, hizo este químico otras varias del mismo modo, á saber: una triple con el cobre y el antimonio; otra con el antimonio y el hierro (252—2°).

Aleaciones de sodio. (251)

253 La historia de estas, es la misma que la de potasio Todas se efectuan con desarrollo de calor cuando se alea directamente el sodio con los metales, habiendo cuatro que producen luz en el momento en que se forman, que son: las de mercurio, antimonio, teluro y arsénico (*Véanse* los pormenores sobre estas aleaciones en las *Invest. químico-físicas*, t. I, 111 y 217).

Aleaciones de estaño (251).

253—2° Se observa generalmente que basta una octava ó décima parte de estaño para disminuir mucho la ductibilidad de los metales con que se le alea, y hacerlos mas duros.

De todas las aleaciones de estaño solo deben examinarse las ocho de este metal y mercurio, potasio, sodio, bismuto, plomo, arsénico, cobre y hierro. Tres de ellas se han exa-

(*) Serullas encarga que los crisoles contengan de 21 á 22 dracmas, que se desgasten por los bordes, para que encaje y ajuste bien la cobertera, y que se froten interiormente con polvo de carbon, para que no se pegue el cono carbonoso que resulta de la calcinacion, calentándole durante tres horas, y que es preciso operar con una cantidad pequeña de materia, y con mucha precaucion cuando se echa el agua.

Serullas dice que Klaproth obtuvo este producto sin conocerle y Derheims es el que ha probado que Geoffroy, fue quien descubrió este compuesto (*Diar de farm.* I, 630).

minado en general ó en particular (52, 252—2°, y 253); y asi solo se tratará de las demas.

Aleacion formada con 1 parte de estaño y 2 de plomo. Es sólida, de un color blanco gris, maleable, y mas fusible que el estaño, no obra en el gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria, pero se absorve lentamente á la misma estando húmedo, asi como tambien sea seco ó húmedo al grado del calor rojo, ardiendo como un piróforo, y produciendo una combinacion de óxido de estaño y de óxido de plomo. Obra en el aire como en el gas oxígeno, no existe en la naturaleza; y se obtiene fácilmente por el primer proceder en un horno ordinario (250—2°), y sirve para soldar los tubos de plomo, por lo que se conoce con el nombre de *soldadura de plomeros*. Si en vez de combinar el estaño con 2 partes de plomo, se combina con 3 de este metal, resulta una aleacion que se quema mas fácilmente que la anterior.

Aleacion de estaño y bismuto. Se pretende que los peltreros ó sean caldereros, combinan el estaño con una corta cantidad de bismuto para obtener una aleacion mas dura; lo que hay de cierto es, que el bismuto comunica cierta dureza al estaño.

Aleacion formada con 3 partes de estaño y 1 de arsénico. Es blanca, muy brillante y quebradiza; cristaliza en hojas ó escamas muy anchas, es mas fusible que el arsénico, pero menos que el estaño; se descompone en parte si se le calienta mucho; absorve el gas oxígeno á una temperatura elevada, y se trasforma en deutóxido de arsénico, que se volatiliza en vapores blancos, y en óxido de estaño fijo; no existe en la naturaleza; se forma calentando al calor rojo oscuro en un crisol cubierto, 3 partes de estaño, y 2 de arsénico (*). Esta aleacion sirve en los laboratorios para preparar el gas hidró-

(*) Se ponen 2 partes de arsénico, porque se volatiliza cierta cantidad de este metal.

geno arseniado. El estaño puede hacerse quebradizo combinándole con una vigésima parte de su peso de arsénico.

Aleacion formada de 11 *partes de estaño, y* 100 *de cobre.* Es sólida, amarillenta, y de mayor densidad, que la media de los metales que la constituyen; su tenacidad, dureza, y fusibilidad, es mayor que la del cobre, y aun algo maleable si se enfria poco á poco; sucede lo contrario si se la mete en agua fria despues de haberla calentado hasta el calor rojo; no obra en el gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria, y con lentitud á la misma temperatura si está húmedo, y ya sea seco ó húmedo le absorve mediante el calor, y produce óxido de estaño, y óxido de cobre; con el aire se verifican los mismos efectos que con el gas oxígeno; no existe en la naturaleza, y se forma por el primer proceder (250—2°). Preparada en hornos de reverbero, y colada en moldes á propósito, sirve para hacer las piezas de artillería, y las estátuas de bronze.

Dussausoy hizo en 1817 muchas esperiencias para determinar si convendria á este fin unir esta alacion, con hierro ó zinc, y averiguó que á lo mas solo se debe añadir á 100 partes de la aleacion, 1 á 1 $\frac{1}{2}$ de hoja de lata, ó 3 de zinc (*An. de quím. y fís.* v, 113 y 225), y que el hierro aleado antes al estaño es preferible al hierro puro, porque la combinacion se hace con mas facilidad. Segun el resultado de las esperiencias que acaba de hacer una comision nombrada por el ministro de la guerra de Francia, se ha comprobado que el bronce de las piezas de artillería adquiere mas dureza, añadiéndole una pequeña cantidad de aleacion de estaño y hierro, y asi probablemente, el metal de cañones en lo sucesivo, tendrá en Francia algunos centésimos de hierro.

Puymaurin director adjunto de la casa de moneda de Francia, consiguió hacer hermosas medallas de bronce, aleando de 7 á 11 de estaño á 100 de cobre.

Aleacion formada de 22 *partes de estaño y* 78 *de cobre.*

Es sólida, y de aspecto granosa, fina y compacta; de color blanco gris, algo mas fusible que la anterior; quebradiza si se enfria lentamente, maleable en el caso contrario; esperimenta el mismo efecto del gas oxígeno y el aire, y se obtiene por el primer proceder (250 — 2°).

Esta aleacion sirve principalmente para hacer las campanas, que algunas veces contienen un poco de zinc y plomo como las inglesas, que segun Thomson se componen de 80 de cobre, 10,1 de estaño, 5,6 de zinc, y 4,3 de plomo. En todo caso los metales se alean en hornos de reverbero y se cuelan en moldes como para la fabricacion de las piezas de artillería.

Tambien se alea el estaño con el cobre en otras proporciones para hacer el *tam-tam ó gong* (*), los címbalos, las campanillas de relojes, y los espejos de telescopios. El tam-tam ó gong, segun resulta del análisis hecha por Thenard hace de 22 á 23 años, se compone de 80 partes de cobre, y 20 de estaño, y lo mismo sucede con los címbalos. Las campanas de relox contienen algo mas de estaño, y menos cobre que el metal de campanas. Segun Watson parece que á las de los relojes de faltriquera se les incorpora un poco de zinc. Los espejos de telescopio, resultan de 1 parte de estaño, y 2 de cobre. Esta última aleacion es de un color blanco de acero, muy dura y frágil, y susceptible de un hermoso pulimento. Se construyen igualmente estos espejos con una aleacion cuadruple de cobre, estaño, arsénico, y platino, que parece mejor que la que solo consta de cobre y estaño.

Las diferentes aleaciones mencionadas de cobre y estaño, tienen la singular propiedad de hacerse muy maleables con el temple, segun lo ha confirmado D'Arcet. Si dos barritas de metales de cañones y campanas, que enfriadas poco á poco son la primera algo dúctil, y la segunda quebradiza, se enrojecen al

(*) Instrumento usado en la China, el cual por la percusion produce un sonido agudo, y es una especie de plato poco grueso, de bastante diametro, y cuyos bordes estan un poco realzados.

fuego, y se meten en agua fria, una y otra adquiren la calidad de poderse forjar, presentando una quebradura de un color amarillento, en lugar de ser blanco gris como antes. Esta observacion es tanto mas importante, cuanto que facilita el modo de hacer los címbalos y los tam-tanes que se traian de la China, ó de la Turquía á mucho coste. En efecto, examinados estos instrumentos, se reconoce que se han trabajado á martillo, para lo que es necesario que se hayan colado primero, enrojecido despues al fuego, y metidos en agua fria. Templados y maleables por este medio, reciben fácilmente la forma que tienen, y en seguida se les calienta de nuevo sin duda alguna, hasta cierto grado de calor, y se les deja enfriar poco á poco para ponerlos mas ó menos agrios, y darles mucha sonoridad. D'Arcet piensa dar á conocer este arte nuevo en Europa, aunque muy antiguo en Turquía. Se acaba de aprovechar la ductilidad de la aleacion de estaño y cobre, que produce el temple para fabricar pavimentos bien moldados, y muy duros que se han enviado á las islas pertenecientes á la Francia.

El cobre y el estaño se pueden disgregar fácilmente uno de otro por el proceder usado en tiempo de la revolucion francesa para beneficiar el metal de campanas. Este proceder que se describirá en compendio, se funda en la propiedad que tiene el estaño de ser mas fusible y oxidable que el cobre.

1° Para esto se comienza calcinando en un horno de reverbero cierta cantidad de metal de campanas para oxidarle del todo, y luego se pulveriza el óxido.

2° Se mete en el mismo horno, ú otro semejante, una nueva porcion de metal, al que despues de fundido se añade la mitad de su peso del óxido pulverizado y procedente de la primera operacion; y revolviéndolo todo con cuidado para mezclarlo bien, se aumenta el fuego, de que resulta al cabo de algunas horas, por una parte cobre casi puro, y por otra un compuesto de óxido de estaño, y de óxido de cobre, con una corta porcion de la tierra del horno. Este compuesto se reune en forma de

escorias á la superficie del cobre que está entonces en completa fusion, y en este estado se sacan las escorias con una batidera, y se cuela el cobre; se pulverizan despues aquellas, y se lavan en toneles para separarlas de los fragmentos de cobre que pueden contener. Por este medio se obtienen de 200 libras de metal de campanas, 100 de cobre que contienen á lo mas $\frac{1}{100}$ de materias estrañas.

3º Se mezclan las escorias con $\frac{1}{8}$ de su peso de carbon, y se ponen al fuego fuerte de un horno de reverbero: de que resulta una aleacion formada de 60 de cobre poco mas ó menos, y de 40 de estaño, con nuevas escorias, mucho mas ricas en estaño que las primeras.

4º Se calcina esta aleacion en el horno de reverbero, sin menearla, y se forman poco á poco á la superficie del baño, capas de óxido de 2 $\frac{1}{2}$ á 3 líneas de espesor, que tienen cierta solidez, y se componen de mucho mas óxido de estaño que del de cobre. Esta operacion debe continuarse hasta que el metal que queda en el horno tenga las proporciones del de campanas, y entonces se cuela para hacer con él, las mismas operaciones que con este.

5º Las capas de óxidos formadas en la operacion anterior, se reducen en el horno de manga (1233), asi como igualmente las escorias que abundan de estaño, y proceden de las tratadas con el carbon en el horno de reverbero, art. 3º, por cuyo medio se obtiene una aleacion compuesta de 28 de cobre y 72 de estaño, con corta diferencia.

6º Esta nueva aleacion se calcina en el horno de reverbero del mismo modo que la del art. 4º, y hasta que esté en las proporciones de esta última, esto es, que se componga de partes iguales de estaño y cobre, poco mas ó menos; en cuyo caso no se forma mas que óxido de estaño puro ó casi puro. Se separa este, y se continua la calcinacion hasta trasformar la aleacion restante en óxidos de estaño y cobre, y en metal de campanas que se debe tratar segun se ha dicho en los art. 1º y 5º.

El color de las capas de los óxidos formados basta para reconocer el momento en que se han de quitar, y se ha de suspender la operacion, pues mientras esten blancas solo contienen óxido de estaño, y principiarán á contener el de cobre cuando presenten un color gris, y tendrá la ley del metal de campanas, cuando adquieran un aspecto negruzco.

7º Finalmente se mezcla el óxido de estaño con la décima parte de su peso de carbon, se conglutina la masa por medio de un poco de agua, y se pone al fuego de un horno de manga, con lo que reducido á metal al instante el óxido de estaño por el carbon, resulta estaño casi puro. Si contuviese demasiado cobre será necesario fundirle en una caldera de hierro colado, y dejarle enfriar hasta que ya no tizne el papel, y el cobre aleado á una porcion de estaño, se precipitará al fondo de la caldera en una masa pastosa, de suerte que el baño que sobrenada se compondrá solo de estaño, que deberá separarse por capas, y colarse en moldes á propósito.

La primera parte de este proceder se debe á Fourcroy, y la segunda tocante al beneficio de las escorias á Anfrye y Lécour. Todo el metal de campanas se benefició primero por el proceder de Fourcroy, habiéndose intentado en vano estraer el estaño y el cobre de las muchas escorias que resultaban, de suerte que solo servian para la recomposicion de los caminos: entonces fue cuando Anfrye y Lécour se ocuparon de su estraccion, y consiguieron su objeto de tal modo, que en algunos años proporcionaron al comercio varios centenares de miles de libras de cobre y estaño. Sin embargo, los últimos residuos de las escorias contenian tanta tierra que fue preciso abandonarlos. Estas escorias se beneficiaron despues con éxito por Breant, pero su proceder no se publicó. (*)

Cobre estañado. La estañadura del cobre consiste en aplicar

(*) En los *An. de quím.* XII, 107, hay una memoria presentada al Instituo, sobre el establecimiento formado por Anfrye y Lécour para estraer el cobre y el estaño de las escorias del metal de campanas.

sobre este metal una capa muy delgada de estaño, á fin de preservarle de la oxidacion; para lo cual se limpia y desoxida la pieza de cobre, salpicándola con hidro-clorato de amoniaco, calentándola y frotándola con esta sal y unas estopas. Cuando el cobre está muy limpio y brillante, se pone una porcion de estaño sobre la pieza procurando tenerla siempre al fuego. Este metal se funde, y entonces se le estiende frotando con él toda la superficie de la pieza de cobre, hasta que se haya concluido la estañadura. Algunas veces se añade una cantidad de resina para evitar que se oxide el estaño. Las estañaduras, aunque sean las mejores, son de poca duracion, porque la capa de estaño es muy delgada, y no está combinada con el cobre sino sobrepuesta.

Aleacion de 8 partes de estaño, y 1 de hierro. Es sólida, quebradiza, de contestura de grano fino, y compacta; de un color blanco gris; fusible á una temperatura algo inferior á la del calor rojo; no obra en el gas oxígeno á la temperatura ordinaria, ya sea seco ó húmedo, y le absorve mediante el calor, formando óxidos de hierro y de estaño; y se obtiene por el primer proceder (250—2°), en un horno de forja, y cubriendo la mezcla con vidrio molido.

Esta aleacion empieza á usarse para estañar el cobre, y esta nueva estañadura, que permanece mucho mas tiempo que la otra, no tiene los mismos inconvenientes.

La hoja de lata no es mas que una plancha de hierro muy delgada cuyas dos superficies estan cubiertas de una ligera capa de estaño, que se aplica limpiando y desoxidando primero la plancha, metiéndola en un baño de sebo, y en seguida en otro de estaño cubierto de sebo derretido, con otras varias operaciones que tienen por objeto hacer que la capa de estaño se estienda con igualdad en toda la superficie de la plancha. (Descricion de este proceder; *An. de quím. y fis.* XII).

La hoja de lata inglesa era, hasta hace poco, preferible á la francesa; pero de algunos años á esta parte se hace en al-

gunas fábricas de Francia, tan buena como se puede desear.

Las cucharas y tenedores de hierro se estañan tambien por un método semejante, puesto que no hay mas que frotarlos con arena gruesa, meterlos en un baño de estaño cubierto de sal amoniaco y frotarlos con estopa.

Si una hoja de lata se pone al vapor del ácido hidro-clórico, ó se echa sobre ella en varias veces un líquido caliente, compuesto de 2 partes de ácido nítrico del comercio, y 3 de hidro-clórico concentrado, y 8 de agua, y se mete despues la hoja en un baño un poco ácido, manteniéndola en él por algun tiempo, y lavándola en seguida, se obtiene un producto observado la primera vez por Alard hace algunos años, y conocido con el nombre de *muer metálico*; es evidente que en esta esperiencia no se hace otra cosa sino disolver la capa superficial que está muy unida, y descubrir las inferiores que se componen de una multitud de cristales. El *muer* consiste en una verdadera cristalizacion, y por consiguiente variará de aspecto segun que esta varíe. Si se quiere imitar el del nacar de perla es necesario operar segun se acaba de decir; si se trata de formar cristalizaciones en forma de estrellas, y hoja de helecho, basta calentar la hoja de lata en parajes determinados hasta fundir el estaño; y si se quiere hacer un dibujo parecido al *granito* etc., es menester elevar la temperatura de la hoja de lata casi hasta el calor rojo, y echar sobre ella la mezcla fria del ácido y del agua ya indicada, ó sumerjir la misma hoja en el líquido. (Baget, *An. de quim. y fis.* VIII, 173). En todo caso es indispensable cubrir las hojas de un barniz trasparente y sin color, ó con él, segun el objeto que se trata de imitar á fin de aumentar los reflejos del *muer*.

Aleaciones de Bismuto (251).

La amalgama de bismuto, la aleacion de estaño y bismuto, y la de estaño, bismuto y plomo, son las únicas que merecen examinarse (252, 253 — 2° y 261).

De las aleaciones de plomo (251).

254 Todas las de plomo con los metales dúctiles en partes iguales parecen quebradizas, escepto las de zinc y estaño; y segun Hatchett, tambien el oro se vuelve quebradizo combinando con $\frac{1}{1920}$ de plomo (*Traduc.* de las esperiencias de Hatchett, sobre las *aleaciones de oro*, por Lerat). Combinándose este con los metales, solo forma siete aleaciones útiles y dignas de estudiarse, á saber, con el mercurio, el potasio, el sodio, el estaño, el antimonio, la plata y el oro: cuatro de estas se han examinado en general ó en particular (252, 252—2°, 253 y 253—2°), y asi solo se tratará de las tres restantes.

Aleacion formada de 20 partes de antimonio, y 80 de plomo. Es sólida, maleable, y mucho mas dura que el plomo; fusible á una temperatura inferior á la del calor rojo guinda; no obra en el gas oxígeno seco ó húmedo á la temperatura ordinaria, y le observe mediante el calor sin producir luz, originando una combinacion amarilla de los óxidos de plomo y antimonio; no existe en la naturaleza y se obtiene por el primer proceder (250—2°). Con esta aleacion se hace la letra de imprenta, aunque algunas veces se añaden algunos centésimos de cobre.

Si la aleacion se compone de partes iguales de antimonio y plomo, es quebradiza, y se asemeja al plomo, á escepcion de ser un poco mas dura, cuando consta de 16 partes de este, y 1 de antimonio.

Aleacion de 7 partes de plomo y 1 de plata. Es blanca grísea, menos dúctil que el plomo y la plata; algo menos fusible que aquel; absorve el gas oxígeno del aire á la temperatura del calor rojo, y se trasforma en óxido de plomo, que se vitrifica, y en plata pura. Si esta tiene cobre se oxida tambien este metal, y se combina y vitrifica con el óxido de plomo, de suerte que la plata queda pura, y es en lo que se funda el arte de ensayar la plata, y el de beneficiar las mas de sus minas en Europa (1236 y 2076). El plomo se combina fácilmente con la plata, poniendo al fuego estos dos metales en un crisol.

Aleacion de 1 parte de plomo y 11 de oro. Es amarilla pálida, tan frágil como el vidrio, y sin lustre interior, de modo que su fractura presenta el aspecto de la porcelena, y es mas dura y mas fusible que el oro; no obra en el aire á la temperatura ordinaria; absorve el gas oxígeno al calor rojo, y se trasforma en óxido de plomo que se vitrifica, y en oro puro, ó casi puro. En cuanto á lo demas, su historia es igual á la de la plata.

Segun Hatchett, basta esponer el oro al vapor de plomo para hacerle quebradizo, y esto no debe admirar si realmente no exige mas que $\frac{1}{1920}$ del peso de este metal, para adquirir esta propiedad. Puesto que es necesario alear el oro con cierta cantidad de cobre para la fabricacion de joyas y otros objetos, ó de la moneda, importa mucho emplear cobre que no contenga plomo.

Aleaciones de cadmio (251)

Las mas de estas son agrias y sin olor, y las de cobre, platino y mercurio se han examinado ya con cuidado.

El mercurio se alea fácilmente con el cadmio, aun en frio; esta amalgama tiene un hermoso color blanco de plata, su contestura es granosa y cristaliza en octaedros compuestos de 100 partes de mercurio, 27,78 de cadmio; es dura, y muy frágil, su densidad es mayor que la del mercurio, y un calor de 75° basta para fundirle.

Puestas al fuego 100 partes de platino con cadmio hasta que se volatilize el esceso de este metal, se alea con 117,3 de aquel, y la aleacion es muy blanca, agria, difícil de fundir, y de contestura muy fina.

La aleacion de 100 partes de cobre, y 84,2 de cadmio, tiene un color blanco que tira un poco al amarillo claro; es de contestura laminar y muy agria, aun cuando el cadmio no entre sino por una centésima parte en la aleacion. Espuesta á un calor que pueda fundir el cobre, se volatiliza todo el cad-

mio, y por esta razon el laton fabricado con minerales de zinc, que contiene cadmio, es tan bueno como el que se hace con calamina pura, y asi la atutía ú óxido de zinc que se encostra en las chimenas de los hornos en que se alea el zinc al cobre, contiene á menudo cantidad de oxígeno de cadmio.

Aleaciones de arsénico (251).

254 — 2° Todos los metales, aun los mas dúctiles, escepto el cobre, se hacen quebradizos aleándoles con 0,1 de arsénico en peso. Algunos, como el oro, pierden su ductilidad con solo 0,01 á 0,02 de arsénico. Varias aleaciones de esto se descomponen con facilidad al fuego en vasos cerrados, como son entre otras, las de oro y plata, y todas sin escepcion se descomponen igualmente al fuego en vasos destapados, formándose óxido de arsénico que se volatiliza en vapores blancos, mientras que el metal aleado al arsénico se aisla, si corresponde á la última seccion, ó se trasustancia en óxido si es de los de las cinco primeras (*), esceptuando el mercurio.

En la naturaleza se encuentran varios arséniuros (pág 508); y algunos son de una composicion que se conforma con la de los arseniatos, ó que consta de proporciones definidas, es decir, que contienen precisamente las cantidades de metal de que constan estas sales: tal es el arseniuro de niquel de Allemont, analizado por Berthier. (*An. de min.* IV, 467).

Aunque solo dos aleaciones de arsénico son de alguna utilidad, hay seis que merecen estudiarse, que son las que tienen por base al mercurio, sodio, estaño, cobre, hierro y platino; y tres se han examinado ya general ó particularmente (252 — 2°, 253, y 253 — 2°).

(*) Sin embargo, es muy posible que se forme en algunos casos una corta porcion de arseniato, particularmente en la calcinacion de las aleaciones de arsénico y potasio, ó sodio, porque como estos arseniatos son fijos, podria no volatilizarse todo el arsénico.

Aleacion formada de 1 *parte de arsénico y* 10 *de cobre.* Esta aleacion es blanca, poco dúctil, mas dura y fusible que el cobre; no obra en el gas oxígeno del aire á la temperatura ordinaria, absorve con facilidad este gas á una elevada, y se convierte en deutóxido de arsénico volátil, y en óxido de cobre fijo; se obtiene poniendo á un fuego rojo un crisol de tierra tapado, con 10 partes de limaduras de cobre y un poco mas de 1 de arsénico. Se dice que se fabrican ó se fabricaban en otro tiempo cucharas y varias vasijas con el cobre aleado al arsénico en ciertas proporciones.

Aleacion de 1 *parte de arsénico y* 2 *de hierro.* Es de color blanco gríseo; no mueve el aguja de marear, es muy frágil, y mucho mas fusible que el hierro; absorve el gas oxígeno del aire mediante el calor, y se convierte en deutóxido de arsénico volátil, y en óxido de hierro fijo; se forma, mezclando 1 parte de limaduras de hierro con un poco mas de media de arsénico en polvo, metiendo la mezcla en un crisol tapado, y poniéndola en un horno de reverbero. Si esta aleacion tiene solo una quinta parte del arsénico mueve la aguja de marear.

Aleacion de 20 *partes de arsénico y* 2 *de platino.* Es de color blanco gris; fusible á una temperatura poco superior á la del calor rojo; no obra en el aire á la temperatura ordinaria; absorve el oxígeno mediante el calor, y se trasforma en deutóxido de arsénico que se volatiliza, y en platino puro, debiendo formarla con las mismas proporciones que la aleacion anterior.

Jeannetty estrajo el platino durante mucho tiempo de su mineral, aleándole con arsénico, y descomponiendo despues su aleacion mediante el fuego y el aire.

Aleaciones de zinc (251).

255 Solo merece examinarse la de 20 á 40 partes de zinc, con 80 á 60 de cobre que es la que se conoce en el comercio con los nombres de *cobre amarillo* y de *laton*, ó con los

de *semilor*, *de oro de Manheim*; y en algunas obras antiguas se la llama *aleacion del príncipe Roberto*. La otra es el *cobre blanco*, *ó cobre chino*.

Cobre amarillo ó laton. Esta aleacion tiene una densidad que varía entre 7,824 y 8,441; es amarilla, muy maleable y dúctil estando fria, y frágil á una temperatura elevada (249—2°), no es tan buen conductor del calórico como el cobre, pero sí mas fusible que este, aunque no se funde sino á una temperatura superior á la del calor rojo. Es probable que se volatiliza algo de zinc, si se la espone á un fuego de forja; no obra en el gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria, pero sí cuando está húmedo, y le absorve, ya sea seco ó húmedo, mediante el calor, produciendo óxidos de zinc y cobre: obra con el aire como con el gas oxígeno, no existe en la naturaleza y se obtiene por el primer proceder (250 — 2°), con algunas precauciones que conviene tener presentes.

El laton se hace aleando directamente el zinc metálico por el método ordinario, ó calentando una mezcla de carbon, cobre, y carbonato de zinc que abunda en la naturaleza. Pero como este carbonato contiene con frecuencia silicato de zinc, muy difícil de reducir, óxido de hierro, y sulfuros metálicos, es necesario tostar el mineral para desunirlo, y quemar una parte por lo menos del azufre que puede contener; en seguida se le pulveriza bien, por medio de muelas horizontales, y algunas veces se le cierne y amasa para usarle. A este efecto se mezclan íntimamente 50 partes de esta sustancia, con 20 de carbon que se pone por capas en grandes crisoles con 30 partes de cobre en hojas ó en granalla. Estos crisoles cargados lo suficiente se ponen á un fuego fuerte; el carbon reduce el óxido de zinc á metal que se alea con el cobre en la proporcion de 3 á 7 poco mas ó menos. Concluida la operacion se sacan los crisoles del fuego, se junta el laton de varios crisoles en uno solo, se le funde y cuela un planchas de pe-

so de 87, á 109 libras, en moldes que por lo regular son de granito. Parece que se puede sustituir al carbonato, el sulfuro de zinc ó *blenda*, en cuyo caso es probable que el azufre se combina con el carbon trasformándose en carburo de azufre, porque la calcinacion primitiva que se da á la blenda no es bastante para *desazufrarla*.

Se ha dicho que el laton se compone de zinc y cobre; pero segun las observaciones recientes de Chaudet, parece que contiene algunas veces 0,02 á 0,03 de plomo, que le comunica propiedades que le hacen apreciar de los torneros de metales. Asi es, que habiendo analizado Chaudet tres muestras de cobre amarillo, vió que dos de ellas apreciadas para tornearse y que no eran tan buenas para obras hechas á martillo, contenian la una en 100 partes de aleacion 2,86, y la otra 2,15 de plomo, y la tercera apreciada para las obras de martillo y mala para las de torno, no contenia este metal. Se aseguró ademas que aleando á esta las cantidades de plomo indicadas, este metal la hacia menos dúctil, y la comunicaba todas las calidades que deseaban los torneros (*An. de quim., y fis.* v, 321). El laton se fabrica principalmente en Lieja, Namour y en Nuremberg. Sus usos son muy conocidos, pues sirve para la construccion de muchos instrumentos de física, y de varios utensilios domésticos, y tambien para hacer alfileres, cuerdas de instrumentos de diferentes gruesos, garruchas, etc.

Aleaciones de antimonio (251).

255 — 2° Seis son las que tienen algunas propiedades notables, á saber, la de antimonio y potasio, sodio, plomo, cobre sodio y hierro. Las tres primeras se han examinado ya en general y en particular (252 — 2°, 253, 254), y de las otras hay poco que decir.

Aleacion de 25 partes de antimonio y 75 de cobre. Es quebradiza, laminar, de color violeta; susceptible de mucho pulimento, mas fusible que el cobre, y se hace con facilidad



calentado el antimonio y el cobre en un crisol. Pierde su color violáceo si se compone de partes iguales de antimonio y cobre, y mejor si la cantidad de antimonio es mayor que la de cobre, en cuyo caso tiene un color blanquecino.

Aleacion de antimonio y oro. Este aleacion es notable por la propiedad de ser muy quebradiza por poco antimonio que contenga. Segun Hatchett el oro pierde su ductilidad aleándose con $\frac{1}{1920}$ de su peso de antimonio.

Aleacion de antimonio y hierro. Merece citarse por dar fuego con la lima, si se compone de 1 parte de antimonio y 2 de hierro.

Aleaciones de plata. (251).

256 Las de la plata con el mercurio, el plomo cobre, y oro, son únicas importantes, y las dos primeras se han examinado (252, y 254). Las otras dos son dúctiles, cualquiera que sea la cantidad de plata, cobre ú oro que tengan; y mas ó menos segun las proporciones de estos metales.

Aleacion de 9 partes de plata y 1 de cobre. Esta aleacion, en la proporcion que se señala es blanca, menos dúctil y mas fusible que la plata; no obra en el aire seco ó húmedo á la temperatura ordinaria; absorve el oxígeno al calor rojo, y se trasforma al cabo de algun tiempo á un fuego capaz de fundirla, en óxido de cobre y en plata casi pura; se hace fundiendo la plata y el cobre en un crisol.

Esta aleacion constituye la moneda francesa de plata; y la de cobre contiene mucho mas de este metal, puesto que se compone de 4 partes de aquel, y 1 de plata. Todos los utensilios, vasos, y adornos de plata se hacen aleando el cobre con la plata. Los unos, tales como los cubiertos, la vajilla etc., con $9\frac{1}{2}$ partes de plata y $\frac{1}{2}$ de cobre; y los otros, tales como las joyas, etc., con 8 de plata y 2 de cobre, y estas diferentes proporciones en que se alea la plata al cobre, constituye lo que se llama *ley de la plata.*

Se dice que esta es tanto mayor, cuanto mas sea la cantidad de plata que entre en la aleacion, por lo que una barra que contenga 950 partes de plata en cada 1000, está á la ley de $\frac{950}{1000}$. Resulta de esto que la moneda de plata tiene la ley de $\frac{900}{1000}$, la de cobre $\frac{200}{1000}$, y que los objetos de platería estan unas veces á la ley de $\frac{950}{1000}$, y otras á la de $\frac{800}{1000}$.

Se determina con facilidad la ley de una pieza cualquiera de plata, ensayando una dracma de ella, con varias de plomo á una temperatura elevada en una copelita echa por lo regular con huesos calcinados y pulverizados. En este ensayo se forma una aleacion triple, pero á poco rato se oxidan el plomo y el cobre, se vitrifican, se filtran por entre los poros de la copela y queda la plata pura en forma de un botoncito. (*Véase* el art. *Analisis*, en el Tomo 5°). Ademas de los usos precedentes sirve tambien la aleacion de cobre y plata para soldar esta; pero ha de tener para ello la ley de $\frac{300}{1000}$ ó $\frac{400}{1000}$, sin lo cual no sería bastante fusible.

Aleacion de oro y plata. Tiene mayor dureza que cualquiera de los dos metales, y mayor fusibilidad que la del oro. Su color varía: es verdoso si la cantidad de plata es pequeña, y blanco si asciende á $\frac{2}{3}$. En ningun caso se oxida esta aleacion con el gas oxígeno ó el aire atmosférico; y se hace fundiendo la plata y el oro en un crisol. El oro que se encuentra en la naturaleza, está siempre aleado con algo de plata, y lo mismo sucede con la plata respecto del oro: por lo que las barras de oro y de plata del comercio contienen siempre, las primeras un poco de plata, y las segundas algo de oro; y cuando las barras de plata contienen tres milésimos de oro hay utilidad en beneficiarle.

Combinando 708 partes de oro puro, con 292 de plata tambien pura, se hace una aleacion verde llamada *oro verde*. La plata sobre-dorada es plata dorada con una amalgama de oro. Este dorado se da del mismo modo que el del cobre (252).



Aleaciones de cobre (251).

257 El cobre forma seis aleaciones que merecen examinarse; y son la de cobre y estaño, arsénico, zinc, antimonio, plata, y oro. De las cinco primeras se ha hablado general y particularmente (253—2°, 254—2°, 255, 255—2° y 256), y la mas importante es la última, ó la de cobre y oro, que es mas ó menos dúctil, cualquiera que sean las cantidades de oro y cobre de su compuesto.

Aleacion de 1 parte de cobre y 9 de oro. Tiene un color amarillo de oro; es menos dúctil, mas dura, y mas fusible que él; no obra en el gas oxígeno seco ó húmedo á la temperatura ordinaria; absorve este gas al calor rojo, y si se funde se trasforma en óxido de cobre, y en oro casi puro; verificándose lo mismo con el aire que con el gas oxígeno; no existe en la naturaleza, y se obtiene fundiendo el oro y el cobre en un crisol.

Con esta aleacion se acuña en Francia la moneda de oro (*); los vasos, adornos y en general todos los demas utensilios de este metal se hacen tambien aleándole con el cobre y variando su ley, que en unos es de $\frac{920}{1000}$, en otros $\frac{840}{1000}$, y los hay hasta de $\frac{750}{1000}$, siendo tres las leyes de las obras de oro, mientras que solo hay dos en las de plata. Debe observarse que como el oro nativo contiene siempre una pequeña cantidad de plata, que no hay utilidad en estraer, se encuentra esta por precision en las monedas, como en todos los demas objetos de oro; de suerte que en rigor, son aleaciones triples que contienen siempre la cantidad de oro enunciada en la ley segun se ha dicho. La cantidad de plata que contiene el oro, dificulta mas la determinacion de la ley en la moneda, y alhajas de este último metal, que en las piezas del primero. En efecto, des-

(*) En las casas de moneda se usan crisoles de grafito muy gruesos para alear el oro al cobre, y crisoles de hierro batido para alear el cobre á la plata. En los dos casos se menea la mezcla con mucho cuidado, y se ensaya de cuando en cuando.

pues de separar de una pieza de plata, el cobre por el plomo á una temperatura subida, en una copela porosa, segun se dijo antes (256), es necesario despues de haber separado todo el cobre abstraer la plata, lo que solo se consigue bien con el ácido nítrico; y como la cantidad de plata es muy pequeña, resulta que el ácido no puede disolver mas que las partes de plata que se hallan en la superficie; y asi es preciso añadir plata á la aleacion, y por lo comun se pone el triple de la cantidad de oro. Este, la plata y el plomo, se colocan en una copela, y por este medio se obtiene, despues de la copelacion, una aleacion muy abundante en plata, que reducida á planchas, y puesta en contacto con el ácido nítrico, cede este á la plata su oxígeno, la disuelve, y se aisla el oro del todo puro, que pesado da la proporcion que entra en la aleacion (Tomo 5°, *Analisis, ó ensayo del oro*).

Aleaciones de oro.

258 De las que forma el oro, solo cinco deben estudiarse en particular; que son las de mercurio, plomo, plata, cobre, y platino, y de estas las cuatro primeras se han examinado (252, 254, 256 y 257).

Aleacion de platino y oro. Esta aleacion de que se han ocupado sucesivamente Lewis, Vauquelin y Hatchett, es notable por la gran cantidad de oro que necesita su composicion para tener un poco de color de oro. Se compone de 4 partes de este metal y 1 de platino: tiene el mismo color que el platino puro; y la de 11 veces mas oro que el platino aun es blanca, y tiene el aspecto de la plata empañada, siendo muy dúctil y elástica. Sin embargo, es mas fusible que el platino, y tanto mas, cuanto mayor es la cantidad de oro. No obra en el gas oxígeno y el aire mediante el calor ni el frio; pero la corroe el ácido nítrico, segun lo ha observado Vauquelin, aun cuando este ácido no tenga accion en los metales separados (377 — 2°). El oro y el platino no pueden alearse sino á una temperatura muy elevada, y es preciso servirse para ello de la forja.

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS MEDELLIN

Hubo un tiempo en que se temió que se hiciese moneda falsa aleando el platino con el oro; pero las propiedades de esta aleacion, han disipado aquellos temores, y tanto mas, cuanto es muy fácil reconocer por la copelacion en el aspecto que tome el boton, algunas milésimas de platino en el oro.

Aleaciones de hierro (251).

259 A pesar de que el hierro puede formar muchas aleaciones, las mas útiles y dignas de examinarse son tres, la de potasio, estaño y arsénico; y ya se ha tratado de ellas en general ó particularmente (252 — 2°, 253 — 2°, y 254 — 2°). Se añadirá á lo dicho: 1° respecto de la aleacion de hierro y platino que es muy fácil hacerla, que se funde con facilidad, y que por consiguiente no conviene poner el hierro en contacto con vasijas de platino á una temperatura elevada; 2° que es muy difícil alear el hierro con el cobre, lo que no se hace bien sino por medio del estaño; 3° que parece imposible alear el hierro con la plata; 4° que segun Boussingault, el siliceo se alea con el hierro, y le communica todas las propiedades del acero, y que el de Clouet no es mas que un compuesto semejante á este (*An. de quím. y fís.* XVI, 10).

Aleaciones de platino (251).

260 El platino solo forma dos aleaciones que deben considerarse en particular, y son las del arsénico y el oro, las cuales se han examinado (254 — 2°, 258), y se recordará que Boussingault logró fundir el platino en crisoles con una mezcla de arcilla y carbon, y que el boton le pareció que se componia de siliceo y platino. Tales son las diferentes aleaciones binarias usadas en las artes, ó notables por algunas propiedades que conviene conocer.

De las aleaciones ternarias y cuaternarias, etc.

261 Es indudable que se pueden hacer muchas aleaciones ternarias y cuaternarias, por que los metales se alean casi todos

unos con otros en todas proporciones (249). Sin embargo, se conocen pocas que son: 1° la triple de bismuto, de estaño y de plomo; 2° la triple de zinc, de mercurio y de estaño; 3° la cuádrupla de mercurio, de estaño, de bismuto y de plomo; 4° la cuádrupla de platino, de paladio, de iridio, y de rodio; 5° el cobre blanco, el cobre chino, ó aleacion cuádrupla de zinc, cobre, niquel y hierro.

Aleacion de 2 partes de mercurio, 1 de zinc y 1 de estaño. Es muy frágil y descomponible al fuego, de tal suerte que el mercurio se volatiliza, y el zinc queda aleado al zinc; se oxida poco á poco por el gas oxígeno á la temperatura ordinaria, le absorve con facilidad mediante el calor, y se trasustancia en óxidos de zinc, de estaño y de mercurio; y lo mismo se verifica con el aire, que con el oxígeno. Se hace fundiendo los tres metales en un crisol, y se usa en polvo, ó incorporada á una materia grasa para frotar los cojines de las máquinas eléctricas.

Aleacion de 8 partes de bismuto, 5 de plomo y 3 de estaño. Es de color gris de plomo, fusible á la temperatura del agua hirviendo, y aun á la de 90°; no obra en el gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria, y se oxida poco á poco en contacto con él estando húmedo; absorve á este gas mediante el calor, y forma óxidos de bismuto, plomo y estaño, efectuándose lo mismo con el aire que con el gas oxígeno; no existe en la naturaleza y se obtiene fundiendo los tres metáles en un crisol.

Sirve esta aleacion para *alisar* las medallas, y añadiéndole un poco de mercurio es mucho mas fusible, en cuyo caso pudiera servir para hacer inyecciones anatómicas.

Aleacion de platino, iridio, paladio y rodio. Existe esta aleacion en la naturaleza (164), estrayéndose de ella el platino, y se examinará cuando se trate de la estraccion de este metal (1214).

Cobre blanco ó cobre chino. Este es una aleacion cuya es-

portacion está prohibida en la China, y hasta estos últimos tiempos no se ha conocido su composicion. Fyfe que la ha analizado, la considera como compuesta de 25,4 de zinc, 40,4 de cobre, 31,6 de níquel y 2,6 de hierro.

Es casi tan blanca como la plata, y cuando se la suspende y se toca con los dedos, produce un sonido muy perceptible á la distancia de 1900 á 2152 varas. Es suceptible de mucho pulimento; maleable á la temperatura ordinaria y á la del calor rojo, pero muy frágil á la del albado. Con mucho cuidado se puede reducir á planchas delgadas y en hilos del grueso de una aguja fina. Su densidad es de 8,432. Calentada al aire se oxida y arde con una llama blanca (*An. de quím. y fís.* XXI, 98).

Segun Dick Lauder, el *tontenague* que se ha confundido con el cobre blanco, es una aleacion agria, y de un color que tira á gris, muy poco sonora y que los chinos esportan en gran cantidad para la India (*An. de quím. y fís.*, XXII, 441).

FIN DEL TOMO PRIMERO.