

INGENIERIA QUIMICA

Organo del Centro de Estudiantes de la Escuela de
Ingeniería Química de la Universidad de Antioquia.

DIRECCION:
Junta Directiva
del Centro
Apartado Nal. 20-36

ASESORES
Los profesores
internos

GERENTE:
A. Velásquez Arana.
Tel. 177-10

REDACTORES
Manuel Toro Ochoa
Alberto Bernal

AÑO 1º Medellín, marzo de 1948. — VOLUMEN I — NUMERO 3

Tarifa postal reducida. — Licencia N° 1718 de Ministerio de Correos y Telégrafos

La Dirección no asume responsabilidad por los conceptos que emiten sus colaboradores, a través de sus artículos.

ORIENTACION

Nacionalización de los Petróleos

Para Colombia, el problema del petróleo va teniendo día por día mayor trascendencia, máxime cuando está para expirar el contrato con la concesión de Mares. Son muchos los conceptos que sobre la sí o nó nacionalización de la riqueza de nuestro subsuelo se han emitido. Unas veces, tales conceptos han sido llevados dentro de un plano escuetamente patriótico y unas cuantas se han emitido dentro de una obscuridad mental, en donde han primado, a no dudarlo, intereses partidistas llevados por vinculaciones muy directas con los personajes motivadores de las disputas.

Al ocuparnos en estas breves líneas sobre problemas de tanta magnitud para el porvenir de la Patria, lo hacemos llevados por un alto interés colectivo y dentro de un razonamiento que a nuestra manera de ver es sensato y de alto valor justiciero.

Es conveniente que nos formemos una ligera idea de la trayectoria seguida en la vida de las explotaciones petrolíferas, para que así tengamos apreciación sobre la magnitud del problema que habremos de contemplar.

Hojeando rápidamente las páginas de la historia, contemplamos cómo en el país del Norte, aventureros se jugaban la vida en busca del codiciado "oro negro". Fueron muchas las ruinas que ocasionó, así como también numerosas las personas que alcanzaron feliz resultado en sus tesoneros empeños. En un principio, las perforaciones no obedecían a plan técnico alguno, ni mucho menos en lo referente a la refinación del producto conquistado. Es de advertir que por entonces los mercados eran prácticamente nulos, pues la kerosina para lámparas era el único consumo. Con el tiempo la ciencia fue presentando nuevos aspectos en la utilización de los derivados del petróleo y con ello, nuevas necesidades imperativas vino pidiendo el hombre.

Era indispensable avanzar día por día más. No solamente en el aspecto de buscar nuevos derivados y tecnificar sus procedimientos, sino en tratar de hallar medios mecánicos de alta técnica, que facilitaran los estudios del subsuelo para que el riesgo en las inversiones fuera menor. Los geólogos y geofísicos durante largos años han venido dando los mejores aportes para la industria del petróleo y hoy, gracias a los adelantos alcanzados en el estudio de la estratigrafía, se pueden llegar a conclusiones más exactas y darles mayor valor real a las inversiones. No obstante estos adelantos de perfección a que ha llegado la técnica, podríamos compilar datos fabulosos,

en donde se podría apreciar la cantidad de capitales invertidos sin halagadores resultados.

A no dudarlo, en Colombia nuestras Compañías petroleras, en su mayoría han invertido millones de dólares sin que aparezcan por parte alguna las ganancias consiguientes. Se ha llegado al caso en que una compañía inicie trabajos de perforación de un pozo con todos los estudios preliminares de rigor y no obstante ésto, en varios casos los cálculos resultan fallidos. O bien, no se encontró "oro negro" alguno, o cuando la marcha en la perforación se hacía en forma normal, de un momento a otro sobrevino una explosión instantánea de los gases acumulados entre las capas del subsuelo.

De lo anterior, podemos perfectamente percatarnos de las cuantiosas inversiones perdidas y no obstante ésto, las compañías siguen tesoneras en sus labores tendientes a buscar compensación en las pérdidas. Esto implica la destinación de mayores riesgos y a la vez de mayores posibilidades hacia una mejor retribución.

Ante la contemplación de la magnitud del problema industrial que hemos de contemplar en la industria del petróleo, estamos llevados a emitir nuestro concepto adverso a la nacionalización de esta rama de nuestra economía. Posiblemente se nos argüirá que nosotros no somos patriotas al opinar en tal forma. Pero se encuentran muy equivocados los que así piensan. Nosotros, por el carácter mismo de nuestras actividades, tenemos un concepto de la patria nítido. No es patriotismo llorón, falsamente mistificado. Nosotros queremos la Patria llenando una función activa. Está Colombia suficientemente capacitada para ponerse de lleno al frente de nuestra industria del petróleo? Lo ponemos en la más grande tela de juicio. Apenas estamos haciendo profesionales. Nos falta todavía un avance técnico que nos permita salir airoso en una empresa como la que nos ocupa la atención. Nos falta más tecnicismo en nuestra vida nacional. Debemos adquirir la capacidad idónea para empresas de esta magnitud. Nuestro Gobierno debe poner a nuestras escuelas de capacitación técnica e industrial al nivel de las propias necesidades nacionales. No es posible relegar la importancia que merecen estas instituciones forjadoras de nuestra futura independencia económica. Esto mirando la cuestión desde un plano meramente técnico. Pero si nos ponemos a analizarlo en otros aspectos, nos veremos más llevados al fracaso. Industrias de esta índole en manos de un gobierno, cualesquiera que sea su filiación política, estarían llamadas a serios tropiezos, esto, si no son fracasos. El desarrollo de una empresa industrial requiere continuidad en sus programas. Un gobierno puede ofrecerlos? No. Programas gubernamentales cambian con los individuos y con el tipo de gobierno que ejerce la autoridad. Un programa de obra gubernamental, en el estricto significado de la palabra, de cien kilómetros que avanza en su proyección, retroceden noventa y nueve al contabilizar sus resultados reales.

Las inversiones para alcanzar algún resultado positivo en una explotación petrolífera, requieren un riesgo de millones. Un gobierno se aventuraría a perder en una explotación, cinco, ocho o diez millones de pesos y aún más sin que ello no representara algo positivo para el erario? Lo ponemos en duda. En un país como el nuestro, en donde todo paso gubernamental se mide en función de la política, contemplaríamos las grandes campañas hechas a base de esas inversiones.

Por los anteriores considerandos, estimamos que los petróleos no deben nacionalizarse. Lo que se debe atender, es a obtener contratos más lucrativos. Que el País sea retribuido halagadoramente. El capital particular está más llamado a resultados más reales que el oficial. Tienen más independencia en sus actividades.

Haciendo meras comparaciones de la vida nacional, podríamos hacer paralelos entre una empresa particular y una oficial. La primera al cabo de unos años, muestra balances halagadores, en cambio éstas, con grandes inversiones se han obtenido el mínimo de buenos resultados. Todo lo consume el papeleo, las intrigas, que echan todo buen programa al saco de los descalabros.

Estudios más pormenorizados podríamos allegar para hacernos más enfáticos en nuestras afirmaciones. Pero creemos que estas breves notas sirvan para fundamentar nuestra tesis sobre no nacionalización de los petróleos, por los propios intereses nacionales.

La Ingeniería Química y la Ingeniería de Petróleos

Ingeniería Química — Objetivos

A fin de que el lector comprenda completamente las relaciones que guarda la Ingeniería Química con la Ingeniería de Petróleos, me voy a permitir, primeramente, hacer una breve síntesis de los objetivos de la Ingeniería Química y de sus principios fundamentales.

El Instituto Americano de Ingenieros Químicos ha definido la Ingeniería Química, en la forma siguiente:

“La **Ingeniería Química** es aquella rama de la Ingeniería que se ocupa del desarrollo y operación de los procesos manufactureros en los cuales ocurren cambios físicos y químicos en los materiales que se tratan. Estos procesos pueden descomponerse generalmente en series coordinadas de operaciones físicas unitarias y procesos químicos unitarios. El trabajo del Ingeniero Químico se relaciona principalmente con el diseño, construcción y operación del equipo y las plantas en las cuales se aplican éstas operaciones y procesos unitarios. La química, la física y las matemáticas son las ciencias fundamentales de la Ingeniería Química, y la economía su guía en la práctica”.

Para complementar esta definición, se puede formular la ecuación siguiente que nos define también la Ingeniería Química, pero en una forma inexacta aunque muy expresiva:

$$\text{INGENIERIA QUIMICA} = \text{procesos unitarios} + \text{operaciones unitarias} \\ \text{(cambios químicos)} \qquad \qquad \qquad \text{(cambios físicos)}$$

El **proceso unitario** es un concepto muy útil del cambio químico técnico y se le puede describir como “la **comercialización de una reacción química bajo tales condiciones que la hagan económicamente lucrativa**”. Esto incluye, como es natural, la maquinaria necesaria y la economía del proceso, así como las fases químicas y físicas que se presenten”. La **operación unitaria** es un cambio físico relacionado con el manejo industrial de los productos químicos o de los materiales que los acompañan; incluye los cambios físicos de energía o posición, como son la circulación de fluidos, transmisión de calor o la separación por tamaños.

Como ya se dijera anteriormente, todo proceso manufacturero puede descomponerse en series de operaciones unitarias y procesos unitarios, que nos permiten saber el **por qué** de un procedimiento industrial particular, más bien que la forma **cómo** se lleva a cabo. Esta simplificación proporciona un lazo de unión entre las diversas industrias manufactureras, evitando el tener que aprender de memoria aspectos puramente descriptivos.

—Principales procesos unitarios y operaciones unitarias—

Procesos unitarios	Operaciones unitarias
1 Combustión	1 Circulación de fluidos
2 Oxidación	2 Transmisión de calor
3 Neutralización	3 Evaporación
4 Electrólisis	4 Absorción gaseosa
5 Doble descomposición	5 Extracción con solventes
6 Nitración	6 Adsorción
7 Esterificación	7 Destilación y sublimación
8 Reducción	8 Secado
9 Halogenación	9 Clasificación
10 Sulfonación	10 Sedimentación y decantación
11 Hidrogenación	11 Filtración
12 Alquilación	12 Cristalización
13 Polimerización	13 Centrifugación
14 Pirólisis	14 Mezcla
16 Isomerización	
16 Aromatización	

La Ingeniería Química y la Ingeniería de Petróleos

La Refinación del Petróleo constituye una de las ramas más importantes de la Ingeniería Química. La industria utiliza la mayoría de las operaciones unitarias de la Ingeniería Química y su modernización durante los últimos 20 años puede atribuirse, en gran parte, a la adopción de los principios de la Ingeniería Química. Refiriéndonos a los Estados Unidos, el mayor productor de petróleo en el mundo, el número de graduados en Ingeniería Química, que entran a la industria del petróleo, para trabajar en el diseño, operación, producción, ventas y dirección técnica, es una clara prueba de la estrecha relación que hay entre la Ingeniería Química y la Ingeniería de Refinación del Petróleo. En los años recientes, los graduados en Ingeniería Química de los Estados Unidos han encontrado más empleos en la industria del petróleo que en otra cualquiera de las industrias químicas.

Veamos la forma cómo se fueron aplicando a la Refinación del Petróleo, los principios fundamentales de la Ingeniería Química. En los primeros años del desarrollo de la industria del petróleo sólo se aplicaban simples destilaciones, que fueron pronto reemplazadas por complicados procedimientos de refinación, en los cuales las operaciones y procesos unitarios eran de gran complejidad y gran tamaño. La refinación original comprendía, principalmente, una destilación y se practicaban las operaciones unitarias de circulación de fluidos, transmisión de calor y destilación. A estas transformaciones puramente físicas, se agregaron pronto algunas reacciones químicas de aplicación en la refinación adicional de los productos del petróleo. El creciente consumo de gasolina en exceso de la que suministraba la destilación directa, fue el mayor estímulo para el empleo del cambio químico en la refinación de los productos del petróleo. Esta situación, desarrollada después de 1912, obligó a la aplicación de la pirólisis a los productos del petróleo, en la cual las moléculas grandes de los aceites pesados eran descompuestas térmicamente en moléculas de menor punto de ebullición, apropiadas para la gasolina. Aunque esta pirólisis, que la industria llama "cracking", es aún el cambio químico más importante que tiene lugar en la industria del petróleo, en los años recientes, para satisfacer las demandas de mejores gasolinas y para utilizar los hidrocarburos del petróleo como materias primas para la manufactura de productos químicos (alcohol, acetona, etc), se han aplicado otros cambios químicos en gran escala. Entre éstos, se pueden citar: la alquilación, isomerización, polimerización, hidrogenación, ciclización, deshidrogenación y esterificación.

Refinación del Petróleo

Los procesos de la refinación del petróleo son relativamente simples en teoría; en la práctica actual, son muy complicados. Una refinería típica consta de una o más unidades llamadas "alambiques", las cuales incluyen un horno, un calentador de petróleo, una torre de destilación, equipo de intercambiadores de calor, enfriadores y condensadores; tanques de almacenamiento para las unidades anteriores; agitadores, continuos o discontinuos, para eliminar compuestos nocivos de azufre a los productos y darles un olor aceptable; filtros; tanques de mezcla; un sistema de cañerías para el recibo del petróleo crudo; bombas para la circulación del petróleo y los productos; un sistema de recuperación de vapor y muchos otros aparatos auxiliares. Además, es preciso incluir una planta para la generación de vapor.

Siendo la refinación del petróleo una típica industria con procesos químicos y operaciones físicas, hacemos a continuación un resumen de las principales operaciones unitarias y procesos unitarios que se usan, sin entrar, desde luego, en complicadas consideraciones al respecto.

Operaciones Unitarias.

1º—Circulación de fluidos

2º—Transmisión de calor.

3º—Destilación. Es, junto con la transmisión de calor, una de las operaciones más importantes. Las antiguas operaciones de destilación discontinua, han sido enteramente reemplazadas por continuas. El sistema actual consiste en calentar el petróleo crudo por bombeo a través de tubos colocados dentro del horno y una vaporización en la columna de fraccionamiento, la cual tiene varias salidas en determinados puntos que permiten un flujo lateral continuo de las diversas fracciones o productos.

4º—Absorción. Se usa generalmente para separar un constituyente de alto punto de ebullición de otros componentes de un sistema de vapores y gases. Generalmente, el medio absorbente es un aceite especial.

5º—Adsorción. Se usa para eliminar colores indeseables de los aceites lubricantes, por medio de arcilla activa.

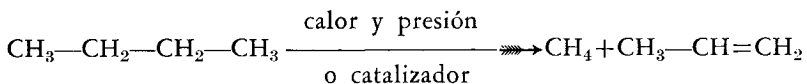
6º—Filtración.

7º—Extracción. Se refiere a la separación de un componente de un líquido por medio de la acción solvente de otro líquido. El procedimiento de extracción por medio de solventes es de gran importancia en la refinación posterior de los aceites lubricantes.

Procesos Unitarios.

El petróleo ofrece un campo tan fértil para la síntesis química, que es difícil hacer una lista de todos los procesos unitarios que pueden aplicarse a esta materia prima. Los ejemplos siguientes son unos pocos de las reacciones básicas más importantes.

1—Cracking o Pirólisis. Es el proceso por el cual moléculas grandes se convierten en moléculas más pequeñas por la aplicación de calor y catalizador.



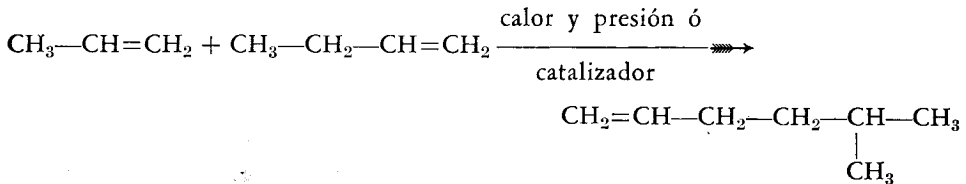
Hay varios procesos de cracking, todos con un mismo fundamento, pero diferentes en la disposición del equipo. La simple reacción química que se formuló arriba, —que no es tan sencilla, ya que ocurren a la vez reacciones de polimerización— requiere un equipo muy complejo, que incluye evaporadores, torres de fraccionación, torres de absorción, intercambiadores de calor y estabilizadores. La causa de esta complejidad en el equipo está en que el proceso de cracking, —como otros similares que describiremos más adelante— es, en realidad, una combinación de varias

operaciones. Por otra parte, los materiales de construcción que se usan deben resistir altas temperaturas y presiones, como por ejemplo, bombas para manejar petróleo a 800°F y 1500 lbs. de presión, ventiladores para circular los gases de chimenea a 1.200°F, torres de fraccionación de acero sin costura, cámara de reacción y deflegmadores soldados eléctricamente, materiales aislantes para altas temperaturas y otros.

El diseño de todo ese equipo es un problema de Ingeniería Química, difícil por la variedad de las condiciones de operación, la económica selección de los materiales de construcción, sus propiedades anti-corrosivas y otros factores que implica el proceso mismo. El Ingeniero Químico, por su enseñanza y entrenamiento, está en capacidad de diseñar y operar el equipo que se usa en los procesos manufactureros. Siendo los fundamentos del diseño los mismos que los fundamentos de la operación de una planta, no se puede esperar que un diseñador pueda tener completo éxito a menos que sea un operador experimentado, y viceversa, una planta no puede operarse económicamente o con franco éxito, sin un conocimiento del diseño. En efecto, los diversos métodos por los cuales se diseña una planta son los mismos que aquéllos que usa el operador cuando analiza su comportamiento.

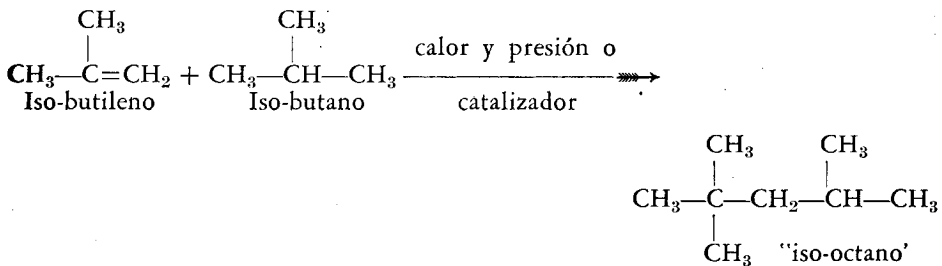
2°—Polimerización. La necesidad de disponer de agentes de gran poder anti-detonante para mezclarlos con las gasolinas obtenidas de la destilación directa o del cracking, con el fin de obtener gasolina de mejores cualidades, obligó al Ingeniero Refinador a desarrollar procesos como la polimerización y la alquilación.

La polimerización consiste en la unión de dos o más hidrocarburos en otro de cadena más larga y mayor punto de ebullición. En la refinación, se puede decir que consiste en la conversión de hidrocarburos gaseosos y livianos a un producto líquido cuyo punto de ebullición esté comprendido en el margen de la gasolina.



Para la polimerización se necesita un equipo que consiste, esencialmente, de un calentador y cámara catalíticas de reacción (polimerización catalítica); además, se deben incluir torres de fraccionación, intercambiadores de calor y sistemas de recuperación de gases. Se usan presiones hasta de 3.000 lbs. y temperaturas hasta de 1.1000°F según el proceso empleado. El manejo y diseño de ese equipo es un campo del Ingeniero Químico como puede apreciar el lector.

3°—Alquilación. Es la unión directa de hidrocarburos parafínicos y olefínicos. Es, fundamentalmente, el mismo proceso de la polimerización, con la ventaja de que sólo se necesita la mitad de moléculas olefínicas.

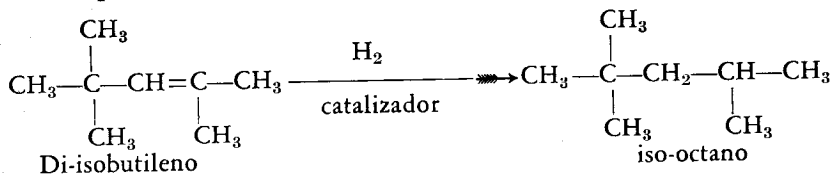


Para la Alquilación se requiere, como en los dos procesos anteriores, un equipo muy variado: cámaras de reacción, columnas de fraccionación, bombas para circulación de fluidos, refrigerantes, condensadores y otros, con el cual debe estar familiarizado un Ingeniero Químico tanto en su diseño como en su operación.

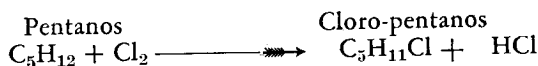
Para los procesos siguientes, en vista de la limitación del espacio, sólo se proce-

derá a su enunciación, sin entrar en nuevas consideraciones sobre sus relaciones con los principios que son el fundamento de la Ingeniería Química; por otra parte, dichas consideraciones son las mismas, en su mayor parte, que las ya expuestas para el cracking, polimerización y alquilación.

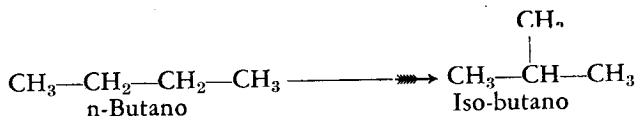
4º—**Hidrogenación.** Consiste en la adición de hidrógeno a los hidrocarburos no saturados, bajo alta presión y temperatura y en presencia de un catalizador, para producir un producto saturado.



5º—**Clorinación.** La clorinación de olefinas y parafinas proporciona productos muy útiles. El dicloro-etileno, preparado por la reacción del cloro con el etileno, se usa para la obtención de la gasolina "etílica". Los cloro-pentanos son la base para un proceso de síntesis de alcoholes amílicos.

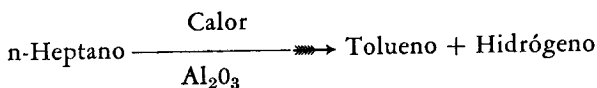


6º—**Isomerización.** Es un proceso unitario de la mayor importancia porque proporciona el iso-butano necesario en la Alquilación. La reacción es:



7º—**Ciclización.** Consiste en transformar un compuesto alifático, por medio de calor y presión, en un compuesto nafténico.

8º—**Aromatización.** Al igual que la reacción anterior, se trata de una des-hidrogenación catalítica. Ha sido un proceso de vital importancia durante la última guerra mundial, para la producción de tolueno para explosivos. Se pueden producir por ésta reacción benceno y otros hidrocarburos aromáticos.



Para que cualesquiera de los procesos unitarios o cambios químicos anteriores se pueda realizar es preciso combinarlo en forma acertada con una serie de operaciones físicas; las materias primas o los materiales en proceso, se someten a calentamientos, filtraciones, circulación a varios sitios de la planta, evaporaciones, destilaciones, absorciones, extracciones, cristalizaciones o sedimentaciones antes de efectuarse el cambio químico. Que repare el lector en que cualquier proceso que implique un cambio químico va necesariamente asociado a cambios físicos de común ocurrencia en la mayoría de las industrias químicas.

Alcance de los estudios de nuestra Escuela de Ingeniería Química

La Refinación del Petróleo, como hemos visto por todo lo anteriormente expuesto, es una industria con procesos químicos, en la cual predominan la mayor parte de las operaciones y procesos unitarios que son el fundamento de los estudios de Ingeniería Química. Dentro de nuestro Plan de Estudios son precisamente esas operaciones y procesos objeto de especial e intenso estudio, el cual, complementado con un curso sobre Refinación de Petróleos, capacitan científica y técnicamente a los graduados de ésta Escuela para trabajar en una refinería de petróleos o especializar-

se como Ingenieros Refinadores de Petróleo en muy corto tiempo. Al mismo tiempo, se puede hacer la afirmación, sin temor de incurrir en ligereza o vanidad, de que ninguna Escuela de Ingeniería Civil, de Minas, de Química Analítica o Industrial en el país posee un plan de estudios tan adecuado a la Refinación de Petróleos como la nuestra. No se trata de una afirmación aventurada, porque el trabajo que los Ingenieros de Minas pueden realizar en la Industria del petróleo comprende la búsqueda, perforación de pozos, extracción del crudo y su conducción hasta el pie de la refinería. La construcción de vías de penetración, edificios y campamentos, por otra parte, sería un terreno de la competencia de los Ingenieros Civiles. Pero el trabajo en las Refinerías para transformar el crudo en sus múltiples derivados es un campo de la exclusiva competencia de los Ingenieros Químicos. Nuestra Escuela de Ingeniería Química, que no desconoce éste hecho, ha creado ya un curso sobre Refinación de Petróleo, con el cual espera proporcionar un personal eficientemente preparado y capacitado para el trabajo en refinerías de petróleo, hecho que adquiere en la actualidad una importancia destacada en vista de la necesidad en que se halla el gobierno nacional de contar con esa clase de personal si, como se ha dicho tantas veces, aspira a explotar por su propia cuenta las petroleras de Barrancabermeja, las cuales han de revertir a la Nación en el año de 1951. Debe anotarse finalmente, que es urgentemente necesario que la Universidad dote a esta Escuela de Laboratorios de experimentación, en especial para cursos de Ingeniería Química, sin los cuales sus graduados no podrán compararse ventajosamente con los que entregan las Universidades americanas, porque en lo que respecta a plan de estudios y textos de enseñanza nuestra Escuela nada tiene que envidiar a aquellas.

MANUEL D. MIER L.
Alumno de último año

BIBLIOGRAFIA:—"Petroleum Refinery Engineering". W. L. Nelson
"American Petroleum Refining" H. S. Bell
"Chemical Process Industries". N. Shreve.

MISCELANEAS

PLANTA PILOTO EN MINIATURA:

Una Compañía de Pittsburgh ha completado una pequeña Planta Piloto de 15 galones de capacidad para ser empleada en la fabricación de resinas, plásticos, pinturas, barnices, y productos similares así como en la fabricación de productos químicos en general. Los fabricantes sostienen que es apropiada tanto para el desarrollo de la producción, como para la investigación en el Laboratorio. Las partes de la Planta son una caldera de vapor de 15 galones, tubería de vapor, condensador de reflujo y de salida, tubería, decantador y depósito para los productos condensados, además de los instrumentos de control. Estas características han sido combinadas con el objeto de proveer mayores facilidades a la investigación, desarrollo y evaluación de nuevos procesos. Todas las partes que van en

contacto con la carga, sus vapores o los productos condensados, son de material anticorrosivo. La cámara de reacción está diseñada para cualquier presión desde el mayor vacío hasta 150 libras por pulgada cuadrada.

INSECTICIDA FOSFORICO:

Poderoso insecticida que contiene un 40% de pirofosfato tetraetilico ha sido descubierto por la Monsanto Chemical de Saint Louis. Sus principales ventajas estriban en el bajo costo comparado con productos similares y más que todo, porque en pocos días, después de aplicado, se descompone en productos no venenosos, así que los frutales tratados con él pueden ser llevados al mercado sin lavado previo como ocurre con los insecticidas cúpricos o arsenicales. Su nombre comercial es Nifos T.

IMPUREZAS EN EL AGUA

SUS EFECTOS. — METODOS PARA REMOVERLAS.

GRADO DE PUREZA OBTENIDO. — LIMITE DE TOLERANCIA.

Nombre	Forma	Efecto y Límite de Tolerancia	Método para remover las impurezas	Grado de pureza obtenido
1 Oxígeno	Gas	Causa corrosión. L. de T. —Por debajo de 0.005 ppm para tubería de acero o calderas de alta presión.	a) Desaireación en caliente b) Desaireación en frío (al vacío)	a) 0 a 0.005 ppm. b) 0.1 a 0.3 ppm. dependiente de la temperatura
2 Acido Sulfhídrico	Gas	a) Causa corrosión b) Causa olor a "huevos podridos" L. de T. —Por debajo de 0.5 ppm	Aireación	Menos de 1 ppm si la alcalinidad no es muy alta.
3 Dióxido de Carbono	Gas	Causa corrosión si la alcalinidad es baja. L. de T. —Razón de alcalinidad: $\frac{\text{Alcalinidad}}{\text{CO}_2} = \frac{3}{1}$	Aireación	Menos de 5 a 10 ppm
4 Cloruros	Sólidos disueltos	Causa sabor salino si está presente en gran cantidad L. de T. a) Para usos generales 100 a 300* ppm aprox. b) Para usos farmacéuticos y similares 2 a 3* ppm	Desmineralización	0 a 3* ppm
5 Aceite	Coloidal	Causa espuma y depósitos en las calderas L. de T. —Para calderas menos de 0.5 a 1 ppm	Adición de floculante y filtración	Menos de 0.5 a 1 ppm

* Expresada en Ca CO₃

Nombre	Forma	Efecto y Límite de Tolerancia	Método para remover las impurezas	Grado de pureza obtenido
9 Fe ⁺⁺ y Mn ⁺⁺	Sólidos disueltos	a) Causa sabor y depósitos si está presente en alta cantidad b) Causa moho o herrumbre en la porcelana, el lino y otros objetos L. de T. —Para propósitos generales 0.3 ppm. Para usos especiales 0.11 ppm.	Aireadores, Alimentadores químicos, agitación y contacto. Luego filtración si el hierro y el Mn están ambos presentes en alto grado y hay gran cantidad de materia orgánica.	0.1 a 0.3 ppm
10 Silice	Sólidos disueltos	a) Causa escamas duras en las calderas b) Causa depósitos en las hojas de las turbinas L. de T. —a) Menos de 10 a 15 ppm, en calderas de alta presión, para evitar la costra de SiO ₂ . b) Menos de 3 a 5 ppm, en calderas de alta presión, para evitar depósitos en la turbina	a) Adición de Sulfato férrico en tanque de reacción, con material que aumente el contacto. Luego filtración. b) Desmineralización con o sin adición de fluoruro.	a) 2 a 3 ppm b) 0.1 a 0.5 ppm.
11 Anión SO ₄ =	Sólidos disueltos	a) Causa costras duras en las calderas si los iones Calcio y Magnesio están presentes b) El agua es purgativa si están presentes en alta cantidad. c) Causa un sabor amargo presente en gran cantidad. L. de T. —a) Para propósitos generales 100 a 300* ppm aprox. b) Para propósitos farmacéuticos y similares 2 a 3* ppm.	a) Tratamiento con BaCl ₂ b) Desmineralización	a) Aprox. 17 a 25* ppm b) 0 a 3* ppm

* Expresada en Ca CO₃

MANUEL TORO OCHOA
Alumno del último año

Referencia:

- (1) "The Chemical Process Industries" R. N. Shreve
- (2) "LIQUON". Publicación de "Liquid Conditioning Corporation" N. J.
- (3) White & Leighou (Ch. E. M.)

Nombre	Forma	Efecto y Límite de Tolerancia	Método para remover las impurezas	Grado de pureza obtenido
6 Turbidez o Sedimentos	Sólidos suspendidos	a) Causa depósitos b) Mancha el papel, el lino y otros productos textiles L. de T.—a) para propósitos generales menos de 5 ppm. b) para productos refinados o selectos menos de 1 ppm	a) Basta el filtro si la cantidad de sedimento basto es pequeña. b) Coagulantes del tipo Sludge si la cantidad de turbidez es grande. Luego filtrar.	a) menos de 5 ppm b) por debajo de 1 ppm
7 Dureza. — Constituida por todas las sales de Ca y Mg, tales como Ca(HCO ₃) ₂ , CaSO ₄ , CaCl ₂ , Mg(HCO ₃) ₂ , MgSO ₄ , MgCl ₂	Sólidos disueltos	a) Causa costras en las calderas b) En general, cuando se calienta causa depósitos c) Destruye el jabón, coagulándolo. d) Este coágulo se pega al cabello, a la seda, a los objetos de plata, al lino y a las fibras textiles en general. e) Destruye los detergentes y las materias de tinte. L. de T. a) Para calderas de alta presión, para Lavanderías y para propósitos textiles 0 a 2* ppm b) Para calderas a baja presión, si hay suficiente alcalinidad sódica presente, menos de 17 a 25* ppm c) Para usos municipales menos de 68 a 85* ppm d) Para uso doméstico. 68 a 85* ppm	a) Mezcla de cal y soda cáustica en frío. b) Mezcla de cal y soda cáustica en caliente. c) Zeolita sódica d) Hidrógenozeolita.	a) Menos de 34 a 85* ppm dependiente del exceso de soda usado b) Menos de 17 a 85* ppm dependiente del exceso de soda usado. c) 0 a 2* ppm d) 0 a 2* ppm
8 Metano	Gas	Causa fuego y riesgo de explosión L. de T. Menos 1 ppm	Aireación	Menos de 1 ppm

* Expresada en Ca CO₃

Cálculo de intercambiadores multitubulares

Por Oscar Trujillo T.
Ing. Químico

Se requiere calcular un intercambiador de calor para enfriar 10.000 lbs/h. de glicerina que están inicialmente a 300°F., usando 15.000 lbs./h. de agua, en contracorriente a una temperatura inicial de 65°F. La eficiencia del intercambiador se estima en 80%. Se dispone de intercambiador de 15 pies de longitud, formados por una cubierta de hierro fundido de las siguientes dimensiones:

Diámetro externo	3.500	pulgadas
Diámetro interno	3.068	"
Espesor	0.216	"
Area seccional interna	0.0513	pies cuad.

y 17 tubos de hierro de una pulgada N° 7 B. W. G., distribuídos simétricamente en el interior del tubo-cubierta.

Las dimensiones de los tubos son las siguientes:

Espesor	0.18	pulg.
Diámetro interno	0.64	pulg.
Diámetro externo	1.00	pulg.
Area seccional interna	0.00213	pies cuad.
Perímetro externo	0.2614	pies
Perímetro interno	0.1676	pies

Dar el número de intercambiadores en serie que se requieren

(NOTA: M usada a través de las operaciones equivale a μ)

$$1 - e = \frac{\Delta t_1}{T_1 - t_1} \therefore 1 - 0.80 = \frac{\Delta t_1}{300 - 65} \therefore \Delta t_1 = 57^\circ \text{ F}$$

$$T_2 = 57 + 65 = 122^\circ \text{ F}$$

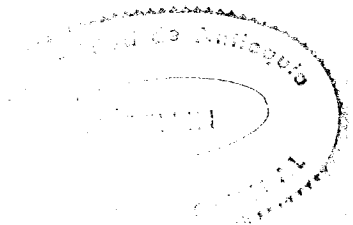
$$K = \frac{(15000)(1.00)}{(10000)(0.675)} = 2.22$$

$$K(t_2 - t_1) = T_1 - T_2 \therefore t_2 = \frac{300 - 122}{2.2} + 65 = 145^\circ \text{ F}$$

$$G. T. D. = 300 - 145 = 155^\circ \text{ F}$$

$$L. T. D. = 122 - 65 = 57^\circ \text{ F}$$

$$T_m = \frac{155 - 57}{2.3 \log \frac{155}{57}} = 98^\circ \text{ F}$$



En los tubos:

$$T_1 = 300^\circ \text{ F}$$

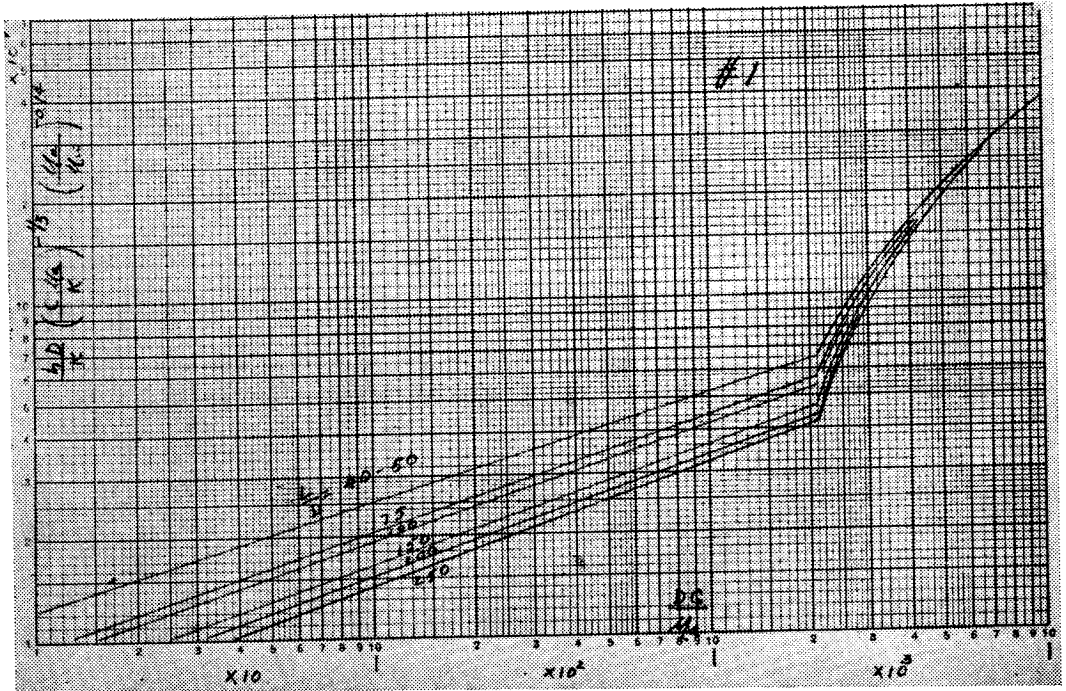
$$T_2 = 122^\circ \text{ F}$$

$$T_a = \frac{300 + 122}{2} = 211^\circ \text{ F}$$

$$D = \frac{0.64}{12} = 0.0533 \text{ pies.}$$

$$G = \frac{10000}{17 (0.00223)} = 264000 \text{ lbs./hr./pie}^2$$

$$Ma = (15) (2.42) = 36.3 \text{ lbs./hr./pie} \dots\dots\dots \text{ gráfico N}^\circ 3$$



$$Re = \frac{D G}{Ma} = \frac{(0.0533) (264000)}{36.3} = 388.0$$

Del gráfico de Sieder y Tate, N^o 1:

$$\frac{h D}{K_a} \left(\frac{Ca Ma}{K_a} \right)^{-1/3} \left(\frac{Ma}{M_w} \right)^{-0.14} = 2.6$$

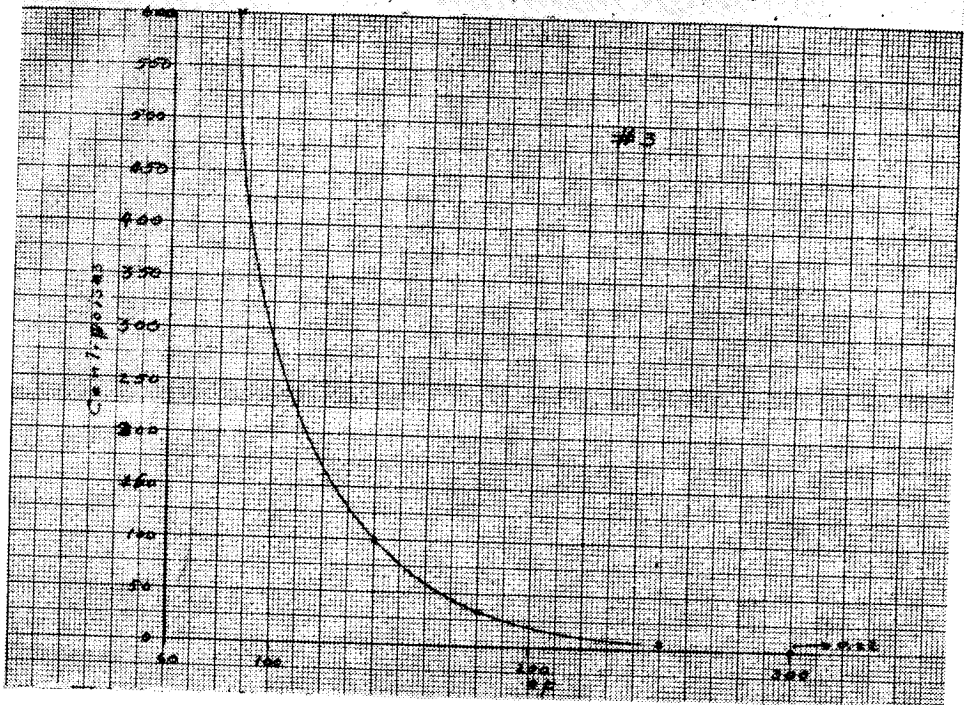
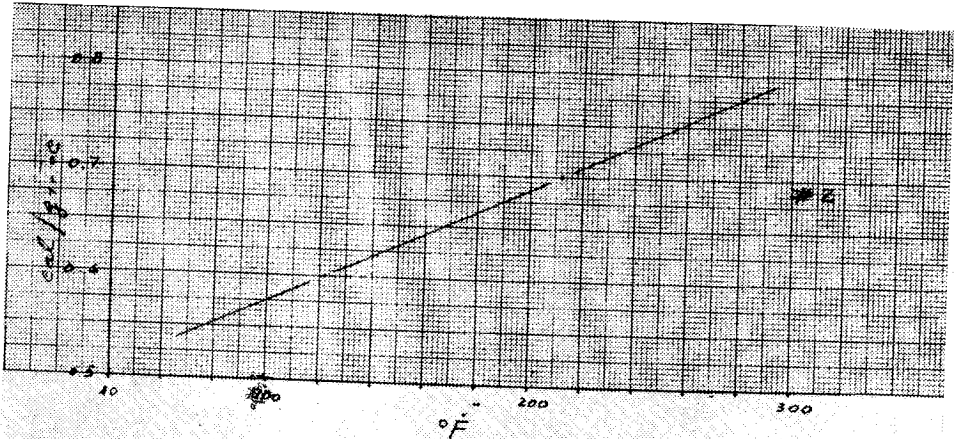
$$Ca = 0.7 \quad \text{B. T. U./16.}^\circ\text{F.} \dots\dots\dots \text{ gráfico N}^\circ 2$$

$$K_a = 0.164 \quad \text{B. T. U./hr./pie}^2\text{/}^\circ\text{F./pie} \dots\dots\dots \text{ gráfico N}^\circ 4$$

$$\left(\frac{Ca Ma}{K_a} \right)^{-1/3} = \left(\frac{K_a}{Ca Ma} \right)^{1/3} = 0.186$$

$$\left(\frac{Ma}{Mw} \right)^{-0.14} \left(\frac{Mw}{Ma} \right)^{0.14} = \frac{M^{0.14}W}{1.34}$$

$$h_1 = \frac{(2.6) (0.164) (1.34)}{(0.0533) (0.186) M^{0.14}W} = \frac{580}{M^{0.14}W}$$



Supóngase: $h_1 = 500$, $U_i = 150$ B. T. U./hr./pie²/°F

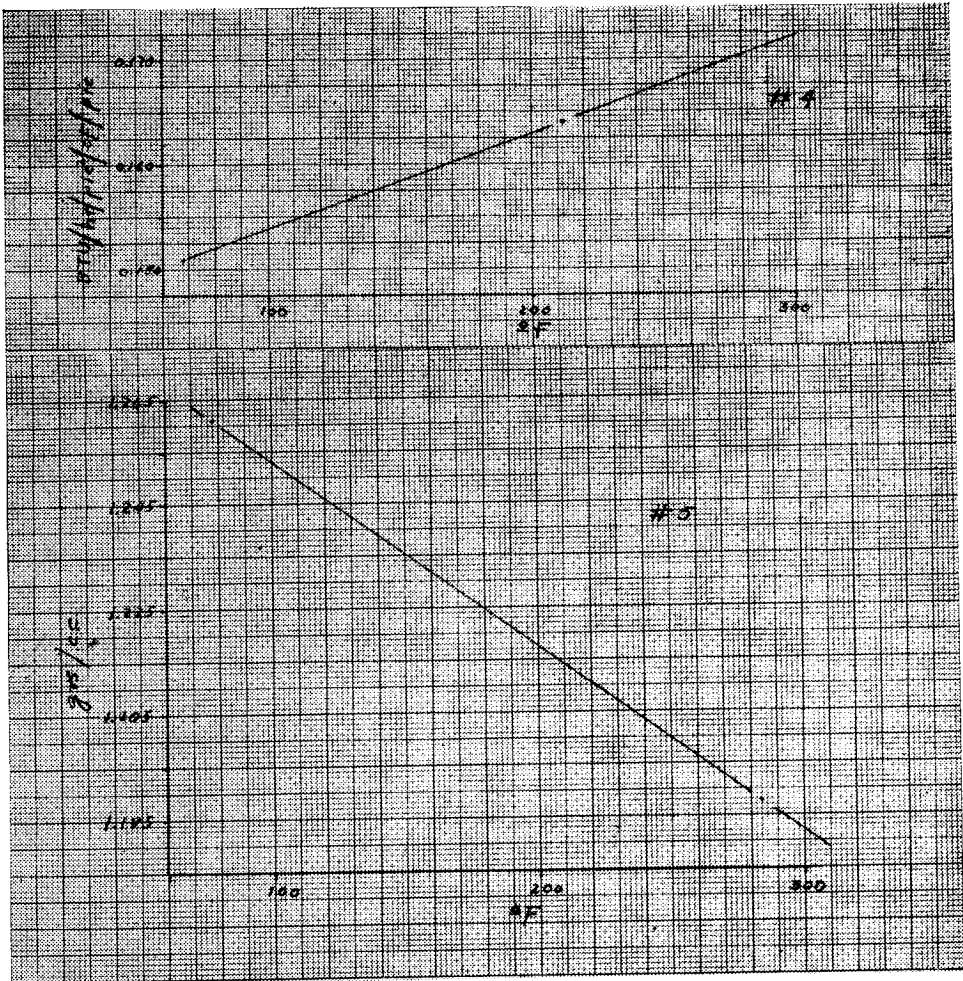
$$U_e = 150 \left(\frac{1.00}{0.64} \right) = 234 \text{ B. T. U./hr./pie}^2/\text{°F}$$

$$\Delta t \text{ aproximadamente, en la película de glicerina} = \frac{(98) (234)}{500} = 46^\circ\text{F}$$

$$T_w = T_a - \Delta t = 211 - 46 = 165^\circ\text{F}$$

$$M_w = (50) (2.42) = 121.0 \text{ lbs./hr./pie} \dots\dots\dots \text{ gráfico N}^\circ 3$$

$$M^{0.14} w = 1.195 \qquad h_1 = \frac{580}{1.195} = 485 \text{ B. T. U./hr./pie}^2/^\circ\text{F}$$



En la cubierta:

Area seccional interna 0.0513 pies²

perímetro mojado 17 (0.2614) = 4.44 pies

Area libre = 0.05130 - 17 (0.00223) = 0.01510 pies²

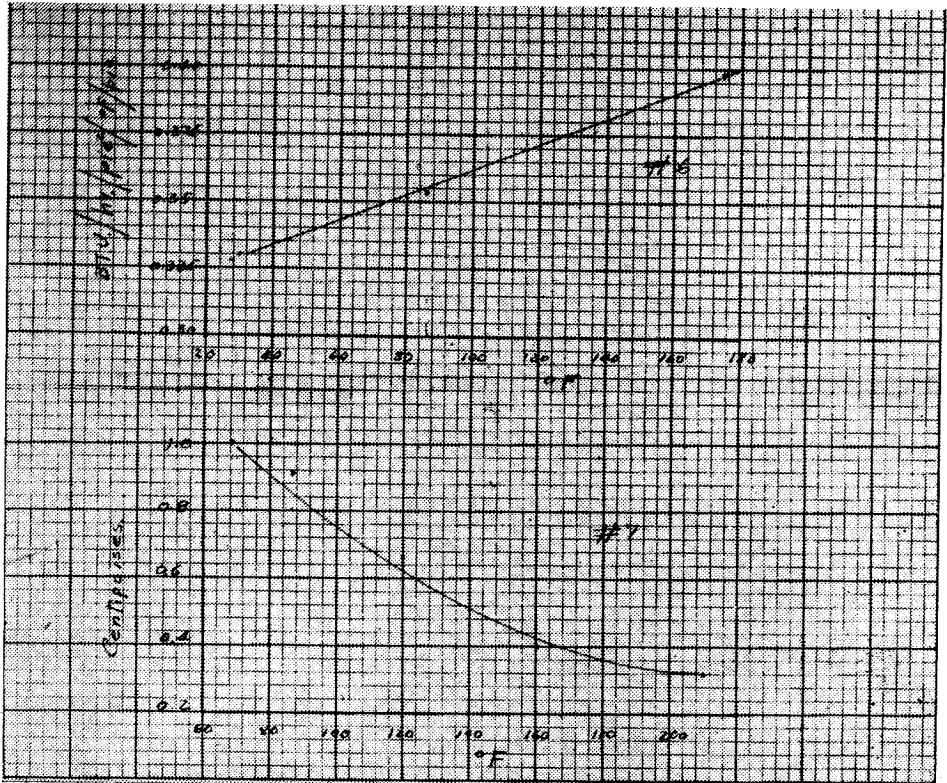
$$De = \frac{(4) (0.01510)}{4.44} = 0.01360 \text{ pies.}$$

$$G = \frac{15000}{0.01510} = 994000 \text{ lbs./hr./pie}^2 \quad t_1 = 65^\circ\text{F}$$

$$t_2 = 145^\circ\text{F} \quad t_a = \frac{65 + 145}{2} = 105^\circ\text{F}$$

$K_a = 0.365 \text{ B. T. U./hr./pie}^2/^\circ\text{F/pie}$ gráfico N° 6

$Ma = (2.42) (0.72) = 1.743 \text{ lbs./hr./pie}$ gráfico N° 7



$$Re = \frac{De G}{Ma} = \frac{(0.0136) (994000)}{1.743} = 7750$$

Del gráfico de Sieder y Tate, N° 1:

$$\frac{h_2 De}{Ka} \left(\frac{Ca Ma}{Ka} \right)^{-1/3} \left(\frac{Ma}{M_w} \right)^{-0.14} = 31$$

$$\left(\frac{Ca Ma}{Ka} \right)^{-1/3} = \left(\frac{Ka}{Ca Ma} \right)^{1/3} = 0.592$$

$$h_2 = \frac{(31) (0.365)}{(0.0136) (0.592)} \left(\frac{Ma}{Mw} \right)^{0.14} = 1400 \left(\frac{Ma}{Mw} \right)^{0.14}$$

Supóngase $h_2 = 1500$ B. T. U./hr./pie²/°F

$$\Delta t \text{ aproximadamente, en la película de agua} = \frac{(98) (150)}{1500} = 9.8^\circ\text{F}$$

$$t_w = t_a + \Delta t = 105 + 10 = 115^\circ\text{F}$$

$$Mw = (2.42) (0.625) = 1.51 \text{ lbs./hr./pie} \dots\dots\dots \text{ gráfico N}^\circ 7$$

$$\left(\frac{Ma}{Mw} \right)^{0.14} = 1.125$$

$$h_2 = (1400) (1.125) = 1575 \text{ B. T. /hr./pie}^2/\text{°F.}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_{s1}} + \frac{1}{h_w} + \frac{1}{h_{s2}} + \frac{1}{h_2}}$$

$$\frac{1}{h_1} = \frac{1}{485} \left(\frac{1.00}{0.64} \right) = 0.00322$$

$$\frac{1}{h_{s1}} = \frac{1}{330} \left(\frac{1.00}{0.64} \right) = 0.00473$$

$$\frac{1}{h_{s2}} = \frac{1}{1000} = 0.001$$

$$\frac{1}{h_2} = \frac{1}{1575} = 0.000635$$

$$K^1 \text{ para el hierro fundido} \left(\frac{115 + 65}{2} \right)$$

$$= 140^\circ\text{F} = 58 \text{ B. T. U./hr./pie}^2/\text{°F/pie.}$$

$$L^1 = \frac{0.18}{12} = 0.015 \text{ pies.}$$

$$Dm = \frac{1.00 + 0.64}{2} = 0.82 \text{ pulgs.}$$

$$\frac{1}{hw} = \frac{0.015}{58} \left(\frac{1.00}{0.82} \right) = 0.000315$$

$$U = \frac{1}{0.00989} = 102$$

$$A = \frac{(10000) (0.675) (300 - 122)}{(102) (98)} = 121.5 \text{ pies}^2$$

$$\text{Area de calentamiento por intercambiador} = (17) (0.2164) (15) = 66.7 \text{ pies}^2$$

$$\text{Corrección del área encontrada, por inexactitud del método} \\ (121.5) (0.10) = 12.15 \text{ pies}^2$$

$$\text{Area corregida} = 121.50 + 12.15 = 133.65 \text{ pies}^2$$

$$\text{Intercambiadores requeridos} = \frac{133.65}{66.70} = 2.0$$

Explicación de los gráficos:

$$\text{Gráfico N}^\circ 1 \dots\dots \frac{D G}{Ma} \text{ v. s. } \frac{h D}{K} \left(\frac{C M}{K} \right)^{-1/3} \left(\frac{Ma}{Mw} \right)^{-0.14}$$

Gráfico N° 2 Variación del calor específico, de la glicerina, con la temperatura.

Gráfico N° 3 Variación de la viscosidad, de la glicerina, con la temperatura.

Gráfico N° 4 Variación de la conductividad térmica de la glicerina con la temperatura.

Gráfico N° 5 Variación de la densidad, de la glicerina, con la temperatura.

Gráfico N° 6 Variación de la conductividad térmica del agua con la temperatura.

Gráfico N° 7 Variación de la viscosidad del agua con la temperatura.

Aproximaciones = La densidad y el calor específico del agua se supusieron constantes e iguales a 1.

Nomenclatura:

A = Area en pies²

Ca = calor específico a Ta (ta), B. T. U./lb./°F

D = diámetro interno, pies

De = diámetro hidráulico térmico, pies

G = velocidad de masa, lbs./hr./pie²

h₁ = h para la glicerina, B. T. U./hr./pie²/°F

h₂ = h para el agua, B. T. U./hr./pie²/°F

h_w = h para el hierro B. T. U./hr./pie²/°F

h_{s1} = h, por depósito, para glicerina, B. T. U./hr./pie²/°F

h_{s2} = h, por depósito, para agua tratada B. T. U./pie²/°F

Ka = conductividad térmica a Ta (ta) B. T. U./hr./pie²/°F./pie.

K¹ = conductividad térmica del hierro B. T. U./hr./pie²/°F./pie.

L = espesor de los tubos, pies.

Re = Número Reynolds.

T_1 = temperatura inicial de la glicerina, °F

T_2 = " final de la glicerina, °F

t_1 = " inicial del agua, °F

t_2 = " final del agua, °F

T_a = " media de la glicerina, °F

t_a = " media del agua, °F

T_w = " de la película de glicerina, °F

t_w = " de la película de agua, °F.

Ma = viscosidad a T_a (t_a), lbs./hr./pie

M_w = viscosidad a T_w (t_w) lbs./hr./pie

U_i = U basado en el arca interna B. T. U./hr./pie²/°F

U_e = U basado en el área externa B. T. U./hr./pie²/°F

Referencias.

Dodge Che. Eng. Thermodynamics pág. 365 369.

Ind. and. Eng. Che. Vol. 31, 597-603 (1939)

Ind. and. Eng. Che Vol. 28, 1429-1435 (1936)

Perry Chemical Eng. Handbook.

Handbook of Chemistry and Physics (1943)

Oscar Trujillo J.
Ing. Químico

Medellín, Febrero de 1948.

NOTA IMPORTANTE

Por un error de imprenta, salió en la página 102 renglón 8, lo siguiente:

$$\frac{h D}{K_a} \left(\frac{Ca Ma}{K_a} \right)^{-\frac{1}{3}} \left(\frac{Ma}{M_w} \right)^{-0.14} = 2.6$$

Debe leerse:

$$\frac{h D}{K_a} \left(\frac{Ca Ma}{K_a} \right)^{-\frac{1}{3}} \left(\frac{Ma}{M_w} \right)^{-0.14} = 2.6$$

Gracias.

MONOGRAFIA

Acido Sulfúrico - Abonos

Parece increíble que un producto químico tan activo como el ácido sulfúrico, sea al mismo tiempo uno de los más usados. Es de tan importante significación, que se ha hecho frecuentemente la observación de que el uso por habitante del ácido sulfúrico, es un índice del desarrollo técnico de una nación. El uso más importante es para la manufactura del fertilizante conocido con el nombre de superfosfato. En Colombia sólo existe una fábrica de ácido sulfúrico, Sulfácido, que produce 5 toneladas por día, producción que se aumentará considerablemente una vez se termine el montaje de una nueva planta de 15 toneladas por día. La fábrica de Sulfácido acaba de instalar una moderna unidad para la producción del superfosfato de Calcio, fertilizante de gran uso en la agricultura. Esta Revista, siempre alerta al desarrollo industrial de Colombia, aprovecha el establecimiento de éste nuevo renglón en la producción nacional, para presentar a sus lectores una monografía sobre la manufactura del ácido sulfúrico y del superfosfato de calcio.

Manufactura del H_2SO_4

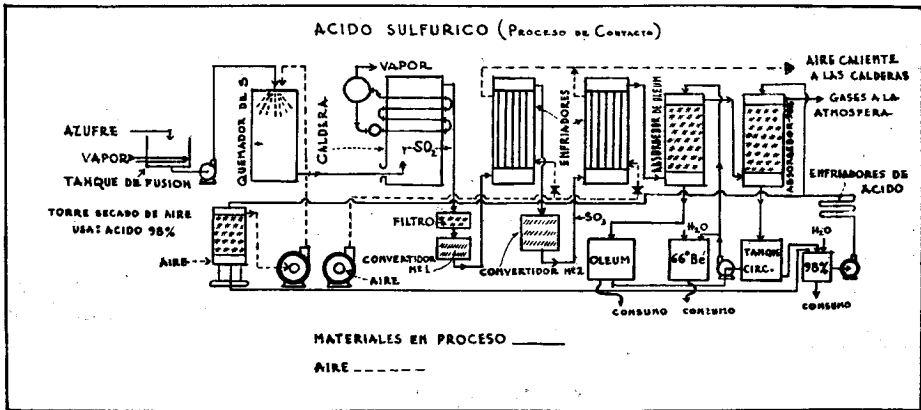
El ácido sulfúrico se puede fabricar ya por el proceso de las cámaras de Plomo o por el procedimiento de contacto. En el proceso de las cámaras de Plomo se obtiene un ácido algo débil, de un 70% de H_2SO_4 ; el proceso de contacto produce ácido del 100% y tipos aún más fuertes que contienen SO_3 en exceso (oleums). El proceso de las cámaras es el antiguo y está caracterizado por cámaras de reacción comparativamente grandes hechas de láminas de plomo; se ha mantenido en uso, principalmente, porque su producto es lo suficientemente concentrado y puro para la manufactura del superfosfato de calcio. El proceso de contacto, por otra parte, produce el ácido fuerte necesario para ciertas reacciones químicas, tales como las que se presentan en la manufactura de productos intermedios para los colorantes.

Proceso de Contacto

El proceso de Contacto vino a convertirse en un proceso industrial al comienzo de este siglo; hasta hace unos 20 años, el material de contacto era, principalmente, Platino finamente dividido sobre un transportador de asbesto o sulfato de magnesio. Desde 1926 se introdujo el pentóxido de vanadio como substancia de contacto, el cual se usa siempre soportado por un transportador inerte, tal como tierra diatomácea, la cual no se funde a la alta temperatura que se emplea. Su servicio ha sido tan eficiente, que se puede estimar que en años recientes, alrededor de más de la mitad del ácido de contacto ha sido manufacturado con la ayuda de un catalizador de Vanadio.

Todo proceso manufacturero puede descomponerse en una serie de operaciones unitarias o cambios físicos y otra serie de procesos unitarios o cambios químicos. Para el estudio del proceso de contacto, podemos dividir todo el proceso en las series unitarias siguientes:

- Transporte del Azufre a la planta (Op.)
- Fusión del Azufre (Op.)
- Bombeo y atomización del Azufre fundido (Op.)
- Combustión del Azufre (Pr.)
- Secado del aire para la combustión (Pr.)
- Recuperación de calor del enfriamiento del SO₂ (Op.)
- Purificación del SO₂ (Op.)
- Oxidación del SO₂ a SO₃ en los convertidores (Pr.)
- Transmisión de calor para lograr buenos rendimientos de SO₃ (Op.)
- Absorción del SO₃ en ácido sulfúrico, 99% — (Pr.)
- Enfriamiento del ácido sulfúrico que sale de las torres de absorción (Op.)
- Bombeo del ácido a las torres de absorción (Op.)



La energía desprendida por la oxidación del SO₂ a SO₃ y por la combustión del azufre, se disipa en parte en los enfriadores de aire y parte se utiliza para elevar el SO₂ a la temperatura de reacción en los convertidores. Como puede apreciarse en la figura, el calor de combustión del azufre se utiliza en parte por una caldera que genera vapor suficiente para fundir el azufre y para las necesidades de la planta. Una planta de contacto opera prácticamente en forma automática. A continuación, encontrará el lector algunas cifras obtenidas en una planta que produce 50 tons. por día.

Por cada tonelada de H₂SO₄ del 100%, se requieren:

{	Azufre	688 lb.
	Agua	4.000 gal.
	Electricidad	5 kw-hr
	Trabajo directo	0.64 hombre-hora
	Vapor	200 lb.

La caldera que disipa el calor de combustión de Azufre, suministra hasta 2.000 lb. de vapor.

Reacciones. Las reacciones son:



Como se puede ver arriba, la reacción de oxidación del SO₂ es reversible y exotérmica, debiéndose disipar el calor desprendido para evitar temperaturas excesivas. Se ha encontrado que la conversión del SO₂ disminuye con el aumento de temperatura; por tal motivo, es de desear que la reacción se verifique a una temperatura baja pero práctica. A 400°C., por ejemplo, son muy favorables las condiciones de equilibrio y permiten una conversión casi del 100%, pero, al mismo tiempo, la rata a que

se logra ese equilibrio es baja. A 500°C., la rata de reacción es 40 veces mayor que a 400°C.; a 550°C mucho mayor. Tenemos, por tanto, que escoger entre los equilibrios de conversión favorables a bajas temperaturas y las ratas de reacción favorables a mayores temperaturas. El procedimiento que se sigue en una planta de contacto aprovecha las dos consideraciones sobre el equilibrio y la rata de reacción, pasando primero los gases sobre una parte del catalizador a unos 575°C, temperatura a la cual es alta la rata, hasta que se haya convertido un 80% del SO₂. Luego, antes de que el gas pase sobre el resto del catalizador, se enfría hasta que la temperatura de los gases que pasan sobre la última porción del catalizador esté alrededor de 450°C. Los rendimientos que se obtienen usando éste procedimiento son mayores del 97% y la rata de reacción es muy rápida.

Como la reacción es reversible, es de desear que se verifique en un sólo sentido, hacia la derecha. La ley de las masas (efecto de concentración) nos permite otra consideración. Un aumento ya en SO₂ o en el Oxígeno, aumentará la formación del SO₃. El gas del quemador contiene 8% de SO₂, el cual requeriría sólo un 4% de O₂ para la reacción teórica de oxidación; sin embargo, siempre se suministrará un 10% ó más, un exceso de más del 150%, lo cual asegura un alto valor de conversión.

Control de la operación. La planta opera, prácticamente, en forma automática. No se requiere ningún trabajo de obreros, excepto para cargar el azufre. La operación del quemador de azufre se controla por la temperatura de los gases que salen, porque la temperatura afecta un pirómetro de resistencia. Si la temperatura baja, un puente de Wheastone queda desequilibrado, y la corriente, que pueda circular actúa sobre un control, el cual a su vez permite más vapor en la turbina sumergida dentro del azufre fundido; en esta forma, se entrega más azufre al quemador. El volumen de aire se mantiene constante. Si la temperatura de los gases de salida sube, la acción opuesta disminuye el valor para la turbina.

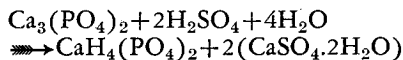
ABONOS:

La mayor parte del suministro alimenticio del hombre proviene del suelo, en la forma de vegetales y granos o de la carne de animales domésticos alimentados con los productos del suelo cultivado. Las plantas necesitan para su crecimiento tres importantes elementos en cantidades apreciables: Nitrógeno, ácido fosfórico (como P₂O₅) y óxido de potasio; además, aunque sean éstos tres elementos los más importantes, la planta requiere también otros elementos, pero en cantidades pequeñas; calcio, azufre, hierro, magnesio, boro, hidrógeno y oxígeno. El conocimiento de éstas necesidades de la vegetación descansa sobre la ciencia química; sobre éste conocimiento descansa, a su turno, la escogencia de los agentes fertilizantes. Una parte considerable de los fertilizantes o abonos que se usan, se producen, o al menos se modifican, por medio de operaciones químicas industriales. Con la ayuda de los abonos comerciales, se puede aumentar la productividad de una área dada y, por tanto, se puede también alimentar a un mayor número de personas.

Limitaremos el estudio de los varios tipos de abonos, únicamente a los abonos fosforados.

El Fósforo se aplica en varias formas. El fosfato de roca o fosfato tricálcico finalmente dividido se usa considerablemente; es insoluble en agua, pero la acción de la atmósfera lo descompone rápidamente. El superfosfato se usa muchísimo más que el anterior; su fosfato es soluble y, por tanto, de servicio inmediato para la planta. Finalmente, el triple superfosfato, con un mayor contenido de fósforo, se ha venido empleando gradualmente, ofreciendo costos de transporte más reducidos.

Superfosfato. El superfosfato se hace por la acción del H₂SO₄ de 50 a 55° Bé. (62 a 70%), sobre el fosfato tricálcico, el constituyente esencial del fosfato de roca. Se regula la cantidad de ácido que se agrega, de modo que se forme el fosfato monocálcico, soluble en agua:



El sulfato de calcio permanece mezclado con la sal monocálcica, y es ésta mezcla lo que constituye el superfosfato. Se forma también una cierta cantidad de fosfato dicálcico, CaHPO_4 , insoluble en agua. Los dos fosfatos juntos constituyen el "fosfato útil" del superfosfato. El superfosfato contiene un 16 a 18% de P_2O_5 .

Lo que no se sabe generalmente es que el superfosfato ordinario, lo mismo que otros fosfatos inorgánicos solubles, son rápidamente convertidos en el suelo en forma que son prácticamente insolubles. La reversión resulta en la formación de fosfatos de Ca. y Fe y Al insolubles en agua. Estos compuestos, sin embargo, son capaces de suministrar al suelo el fósforo suficiente para el crecimiento de las plantas, a causa, principalmente, de su fino estado de subdivisión.

Para hacer el superfosfato, el fosfato de roca se reduce a polvo. Se introducen iguales pesos de ácido frío y fosfato en polvo a un mezclador de hierro fundido, equipado con paletas y capaz de recibir 2 toneladas de fosfato de roca en cada carga. La masa se agita durante 2 minutos, se vacía rápidamente en el "den" colocado debajo, en el cual permanece 24 horas. La reacción que se iniciara en el mezclador continúa en el den, y causa un aumento de la temperatura a 100°C . Después del período de 24 horas en el den, se transporta la masa a las pilas de almacenamiento, donde se deja "curar" el superfosfato durante 8 a 10 semanas. Por "cura" se entiende la acción posterior del ácido libre sobre las porciones inalteradas del fosfato de roca. Mientras mayor es el período de cura, menor la cantidad de ácido que se necesita emplear.

Triple Superfosfato. Un material con tres veces más fosfato útil es el triple superfosfato, que contiene 48 a 49% de P_2O_5 . Es un producto mucho más concentrado, permitiendo economías en el transporte. Se hace por la acción del ácido fosfórico sobre el fosfato de roca:



No se forma sulfato de calcio, como en el caso del superfosfato, pero, en cambio, se obtiene más fosfato de calcio soluble.

Conclusión. Con el establecimiento de una planta para producir superfosfato por Sulfácido, se ha dado comienzo en Colombia a una verdadera industria de abonos. Las posibilidades de una industria de abonos son incalculables en nuestro país, si se tiene en cuenta que es la agricultura nuestra principal actividad y que las tierras se han venido agotando. Además, se podrían aprovechar inmensas tierras que ahora no se cultivan por ser estériles. No es aventurado pensar que nuestro principal producto agrícola, el café, del cual depende fundamentalmente nuestra economía, se verá algún día, tal vez muy pronto, avocado al problema de la falta de abonos.

MANUEL D. MIER L.
Alumno de 5º Año

Referencias:—Industrial Chemistry
Emil R. Riegel
Chemical Process Industries
R. Norris Shreve



Cálculo del Espesor Optimo en Aislación Térmica de Cañerías

Por *Hernán Gómez G.*
(Alumno de 5º año)

Como es bien sabido, según la ley de Fourier, la rata de flujo de calor a través de un muro es proporcional al área de la sección tomada en ángulo recto a la dirección del fluido de calor, a la diferencia de temperatura a través del muro, e inversamente proporcional al espesor de éste. La constante de proporcionalidad para representar esta ley en una fórmula es llamada k o conductibilidad térmica, la cual depende de la naturaleza del cuerpo a través del cual pasa el calor.

Ahora bien, en tuberías y cañerías que llevan sustancias a temperaturas diferentes a la del medio que las rodea exteriormente, ocurrirá que se establece un flujo de calor entre sus paredes, dando así origen a pérdidas de energía que pueden ocasionar variación en el estado físico de la sustancia conducida. Este es el caso de las cañerías que llevan vapor de agua y que están en contacto con el medio ambiente. Se establecerá entonces un fluido de calor hacia el exterior lo que trae por consiguiente una pérdida de energía. Para evitar esto se acostumbra recubrir exteriormente la cañería con una sustancia aislante, es decir, que su conductibilidad térmica sea muy baja, disminuyendo así la rata de calor perdido. Al poner esta sustancia en forma de capa sobre el tubo, claro está que aumentamos el grueso total de la cañería pero rebajamos el calor transmitido. Aparentemente podría creerse que con el aumento del espesor del aislante se lograría una economía en dinero, puesto que ahorramos energía, sin embargo hay que invertir capital en la compra del aislante y en su instalación. Además entre más gruesa sea dicha capa mayor será el costo. Se trata entonces de averiguar el espesor óptimo de aislación, que corresponde a aquel cuyo costo fijo de aislación sumado al costo de energía calórica perdida sea un mínimo con respecto a los costos correspondientes de los otros espesores.

Para entender mejor lo anterior, veamos un ejemplo cuyos datos son arbitrarios pero que ayudará a dar un concepto más claro de la cuestión:

Se tiene una cañería normal de 3 pulgadas que conduce vapor de agua a 162°C a través de una sala cuya temperatura es 24°C. Se quiere economizar calor, aislando la cañería con una capa de magnesia apropiada para tales fines. El costo de la aislación ya instalada, por metro es el siguiente:

Espesor en mm.	25	58	70
Costo/m.	\$ 1.72	\$ 4.00	\$ 5.25

El 15% de este costo es anualmente cargado a la lista de gastos. Se supone que 10⁶ Kcal valen \$ 1.38; se trabaja en el año durante 7200 horas. La pregunta es, que cuál de los tres espesores es el óptimo.

RESOLUCION:

(Los datos y fórmulas que a continuación se usan fueron tomados de McAdams, Heat Transmission).

Las pérdidas de calor en este caso se deberán:

- 1) Convección entre el vapor y las paredes de la cañería.
- 2) Conducción a través de la cañería y la aislación.
- 3) Radiación y convección entre la superficie exterior de la aislación y el ambiente.

Tenemos la fórmula siguiente:

$$\frac{d q}{d L} = \frac{t-t_a}{\frac{1}{h_i (\pi D_i)} + \frac{x_w}{k_w (\pi D_w)} + \frac{x}{k_m (\pi D_m)} + \frac{1}{(h_c + h_r) \pi D_s}} = \frac{t-t_a}{R t} \quad (1)$$

En donde:

$\frac{d q}{d L}$ = rata de transmisión del calor por hora, por metro.

t = temperatura del vapor en °C

t_a = temperatura ambiente en °C

x_w = grueso de la cañería

x = grueso de la aislación que cubre la cañería

D_i = diámetro interior de la cañería

D_w = diámetro medio de la cañería (m)

D_m = diámetro medio del aislante

D_s = diámetro de la superficie exterior de la aislación (m)

h_i = coeficiente de transmisión del calor para interior de la cañería

$$\frac{\text{Kcal}}{(\text{hr}) \text{m}^2 (\text{°C})}$$

h_c = coeficiente de transmisión de calor para convección natural.

h_r = coeficiente de transmisión de calor para radiación (Véase obra cit.)

k_w = conductibilidad térmica del muro del tubo $\frac{\text{Kcal—mt.}}{(\text{hr}) (\text{m}^2) (\text{°C})}$

k_m = conductibilidad térmica del aislante.

Para facilitar los cálculos suponemos que $h_c + h_r = 9.8$; y despreciamos el primer término del denominador por ser h_i demasiado alto en su valor y por consiguiente el valor de su relación es muy grande en comparación con los demás términos.

Para cañería normal de 3 pulg. tomamos los datos de McAdams, obra citada en su página 116 y convirtiendo a unidades métricas tenemos:

$D_i = 7.79 \text{ cm.}; D_o = 8.68 \text{ cm.}; x_w = 0.55 \text{ cm.}$

Si $R_w = \frac{x_w}{(k_w)\pi D_w}$ (2); donde $x_w = 0.0055$ m.;

$$k_w = 26 \frac{\text{Btu}}{(\text{hr}) (\text{pie}^2) (^\circ\text{F}/\text{pie})} = \frac{39 \text{ Kcal—m}}{(\text{hr}) (\text{m}^2) (^\circ\text{C})}$$

$$D_w = \frac{D_i + D_o}{2} = \frac{8.68 + 7.79}{2} = 8.23 \text{ cm.} = 0.0823 \text{ m.}$$

Reemplazando en (2); $R_w = \frac{0.0055}{(39) (0.0823\pi)} = 0.000545$

Si, $R_x = \frac{x}{k_m (\pi D_m)}$ (3); donde $x = 25$ mm. = 0.025 m.

$$k_m = \frac{0.04 \text{ Btu}}{(\text{hr}) (\text{pie}^2) (^\circ\text{F}/\text{pie})} = 0.06 \frac{\text{Kcal—m.}}{(\text{hr}) (\text{m}^2) (^\circ\text{C})} \quad (\text{McA., 384})$$

$$D_m = \frac{D_s - D_o}{2.3 \log \frac{D_s}{D_o}} = \frac{13.68 - 8.69}{2.3 \log \frac{13.68}{8.69}} = 11.0 \text{ cm.} = 0.11 \text{ m.}$$

Reemplazando en (3); $R_x = \frac{0.025}{(0.06) (0.11\pi)} = 1.210$

Si, $R_s = \frac{1}{(h_c + h_r) (\pi D_s)}$ (4); en donde, $h_c + h_r = 9.8 \frac{\text{Kcal}}{(\text{hr}) (\text{m}^2) (^\circ\text{C})}$

$$D_s = 0.1368 \text{ m.}$$

Reemplazando en (4) $R_s = \frac{1}{9.8 (0.1368\pi)} = 0.237$

Si $R_t = R_w + R_x + R_s = 0.000545 + 1.210 + 0.237 = 1.447$ (aproximando)

Pero por (1) $\frac{dq}{dL} = \frac{t-t_a}{R_t} = \frac{162-24}{1.447} = 97 \frac{\text{Kcal}}{(\text{hr}) (\text{m})}$

Haciendo cálculos semejantes para los dos espesores restantes y despreciando el valor de R_w por pequeño, tenemos:

Para 58 mm.

$$R_x = 2.250; R_s = 0.1597; R_t = 2.41; q = 57.3 \frac{\text{Kcal}}{(\text{hr}) (\text{m})}$$

Para 76 mm:

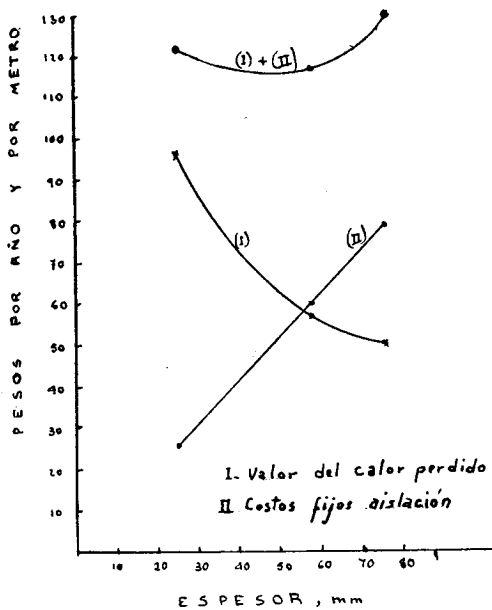
$$R_x = 2.58; R_s = 0.1355; R_t = 2.715; q = 50.8 \frac{\text{Kcal}}{(\text{hr}) (\text{m})}$$

Los costos del calor perdido por año serán los siguientes:

$$\text{Para 25 mm.: } \frac{(97) (7200) (1.38)}{10^6} = \$ 0.965/\text{m.}$$

$$\text{Para 58 mm.: } \frac{(57.3) (7200) (1.38)}{10^6} = \$ 0.57/\text{m.}$$

$$\text{Para 76 mm.: } \frac{(50.8) (7200) (1.38)}{10^6} = \$ 0.505/\text{m.}$$



Los gastos fijos por aislación por año y por metro son:

$$\text{Para 25 mm.: } (1.72) (0.15) = \$ 0.26$$

$$\text{Para 58 mm.: } (4.00) (0.15) = \$ 0.60$$

$$\text{Para 76 mm.: } (5.25) (0.15) = \$ 0.79$$

En el gráfico adjunto puede observarse dos líneas (1) y (2). Se cortan aproximadamente para 58 mm. y en la curva de los costos totales le corresponde a este espesor un mínimo de gastos. De aquí concluimos que el espesor óptimo es el de 58 mm.

REFERENCIA:

McAdams, Heat Transmission, 344 (1942)

Serían muchos los casos a los cuales podría referirme, pero yo tan sólo quiero una breve relación de estas cuestiones que revisten importancia suma en el propio porvenir de nuestro pueblo y en el máximo avance de nuestra industria.

Quiero hacer unas anotaciones más para vincularme mejor a nuestro medio industrial.

En las industrias de ácido sulfúrico, colorantes de alquitrán, preparación de sosa, potasa, sulfatos, explosivos, abonos, destilación de petróleo, purificación de grasas, industria textil y fábrica de acumuladores, se puede apreciar la inflamación de los órganos de respiración, de los pulmones, descalcificación de los huesos y formación de úlceras. Nuestra industria dentro de su técnica económica, pone especial atención a ésto? Lo sabemos que no.

El cloro también tiene sus repercusiones fatales sobre el organismo. Estas las podemos tener en las operaciones de blanqueo, platerías, etc.

El cloro ataca la piel, produce cianosis, debilita el pulso, trae enflaquecimiento y también la muerte.

Podría llenar hojas y hojas. Podría hacer un estudio sacado de una serie de visitas que efectuara a nuestras empresas industriales, y tendría para relatar hecho de notable importancia.

Conozco el caso de una empresa industrial que una vez intentó establecer ciertos medios de protección para el obrero. Pero éste, no acostumbrado a estos pormenores abandonó el sistema y la empresa no siguió instando por el asunto. Este es un hecho de notable importancia. Nuestros empresarios deben obligar en estos casos el uso de medios de protección. Es indudable que este representa mayores economías a la luz de la técnica industrial.

Nuestra industria debe mirar bien sus economías y una de ellas, es la de procurar mantener al obrero en el mejor estado de salud para que dé los mejores rendimientos.

MISCELANEAS

Recubrimiento para Hornos de Vidrio:

La Thermomullita, nueva variedad de Mullita material refractario usado para recubrir hornos en la producción de vidrio, ha sido introducida en la industria del cristal por los inventores Soviéticos. Usando un Aluminio doble fundido de baja calidad en lugar de Bauxita y Andalusita, y utilizando un proceso de manufactura fundado en la reacción de Goldschmidt en lugar de la electricidad, como fuente de calor, los inventores han reducido el costo de producción del vidrio enormemente. El nuevo material tiene la ventaja de poder ser producido en cualquier fábrica de vidrio sin gasto extra de instalaciones y su resistencia y propiedades anticorrosivas son enormes. Su límite de elasticidad es de más de 2.000 kilos por centímetro cuadrado y su resistencia a los efectos de la carga de vidrio colocada en el horno, es de 15 a 20 veces mayor que la de los materiales refractarios calcinados.

Cerdas de Caseína:

El Departamento de Agricultura de los Esta-

dos Unidos, ha anunciado el éxito en las aplicaciones industriales de su nuevo descubrimiento para hacer cerdas de la Caseína. La fibra artificial, desarrollada por Thomas McMeekin y sus colaboradores, atrajo el interés de numerosas compañías y una de ellas, Rubberset y Co. de New-ark, está abriendo formalmente una fábrica para la manufactura de cerdas y cepillos de la caseína por el nuevo proceso.

La cerda artificial se hace haciendo pasar una mezcla de caseína y agua por colorante apropiado, para someterla luego a las operaciones de acabado. El producto final, tiene una sección recta circular y un color negro comparable a la cerda natural o a la crin de caballo. Como otros productos artificiales puede dársele la longitud que se desee y un diámetro con ancho margen de variación. Entre sus muchas aplicaciones posibles está la de fabricación de brochas para pintar, pues es resistente a los aceites y disolventes orgánicos. La materia prima es la caseína de los desperdicios de nata de leche, pero es posible que otras materias protéicas derivadas de desperdicios agrícolas puedan emplearse con éxito.

Cuidemos a Nuestros Trabajadores

Por A. Velásquez Arana

Quiero ocupar brevemente la atención de nuestros lectores, sobre un tema de singular importancia para la mejor marcha de nuestra industria.

Se trata de llamar la atención sobre una serie de cuidados que es menester tener presentes en todo proceso industrial. No es el hecho de establecer una planta y contratar obreros para que desempeñen sus funciones rutinarias. Se trata de una cuestión más importante: el de establecer plantas químicas e industriales y mirar la mayor eficiencia laboral que puede dar el obrero. Esta última cuestión será la que merecerá especial atención en esta corta relación.

Tengo conocimiento claro sobre cierta displiencia que por lo general muestran nuestras empresas industriales, para acondicionar los mejores medios de protección para sus trabajadores. No hablo de una protección realizada sobre los hechos cumplidos en la vida del obrero. El técnico industrial, el supervigilante del personal, debe tener conciencia clara sobre la clase de ingredientes que ha de manipular el trabajador durante el día. Debe saber de antemano sus efectos nocivos para la salud. En esta forma se puede adelantar la verdadera protección del material humano: es la protección preventiva.

Nuestros dueños de industrias por lo general demuestran muy poco interés para dar al trabajador los medios de protección debidos, porque como primera medida, aprecian un desenvolvimiento más de dinero y es natural que para ellos no es muy halagador; pero no alcanzan a medir el futuro, en donde el obrero ha de seguir dando los mejores rendimientos para más halagüeñas utilidades; miran un presente económico; apreciación errada desde todo punto de vista técnico.

En los primeros meses del año pasado Mr. H.C. Stephenson, Inspector de Fábricas, dictó una importante conferencia ante la Asociación Británica de Químicos sobre "La protección contra los venenos industriales". En esta conferencia de importancia suma Mr. Stephenson, puso de relieve, el hecho de que en la mayoría de los casos de envenenamiento, se deben al óxido

de carbono y no a los venenos peligrosos como los cianuros. Expuso que es menester proteger al empleado bajo dos condiciones: (1) instalación normal, con el obrero en el exterior; (2) instalación en reparación, con el obrero en el interior.

En cuanto hace referencia a la primera condición tendríamos la de substituir los venenos por otros productos que ofrezcan menores peligros. En el caso de la alfarería, tendríamos el hecho de la substitución de los barnices con plomo por otros de menor contenido, y se ha llegado hasta suprimir enteramente el mencionado cuerpo.

Para el segundo caso tendríamos el cuidado que es menester tener en el escape de venenos a través de la maquinaria. Una cuestión interesante es la de eliminar completamente el polvo. Por ejemplo, en la fabricación de ladrillos de sílice, productos de amianto y acumuladores de plomo, se humedecen los materiales empleados. Otro medio de buen empleo, es el uso de transportadores encerrados herméticamente para la conducción de los materiales. En la industria del lavado en seco, en donde se emplea el tricloroetileno, la instalación está completamente cerrada para evitar el contacto de los artículos desde que entran sucios hasta que salen limpios.

No obstante el tipo de instalación de que se dispone, no dejan de haber escapes de vapores a través de las juntas y aberturas que de manera indispensable llevan. Por esta circunstancia se hace necesario acondicionar los medios del caso para prevenir sus nocivas consecuencias. En esta circunstancia habría que entrar a estudiar la forma en que la maquinaria está trabajando para poder establecer, si es el caso, una especie de subción interna. El desengrase en baño abierto trae fatales consecuencias, por los efectos tóxicos que sobrevienen.

En donde se vaya a manipular con materiales pulverulentos o en donde se efectúen trituraciones, es menester disponer de acondicionamientos especiales para evitar consecuencias futuras. La silicosis, marca progresos en nuestro medio laboral. El obrero se cuida poco por su persona y el patrón se muestra displicente para cuidar de él.

La Redacción

A NUESTROS LECTORES

Mucho sabríamos agradecer a nuestros numerosos lectores, el que se sirvieran enviarnos cualquier observación que sobre nuestra publicación estimen conveniente, para que ella pueda ir día por día perfeccionándose, en el deseo que ir haciendo de nuestra Revista un vocero de alta responsabilidad en la vida progresista de la Patria.

Para nosotros sería por demás satisfactorio, el que recibiéramos conceptos sobre posibles errores cometidos en nuestras entregas bien por parte de un descuido en la corrección de pruebas o bien por algún pecado de nuestros colaboradores

Queremos dejar constancia en breves líneas, nuestra inmensa gratitud por la gran acogida que ha tenido nuestra Revista en la diferentes zonas de actividad industrial de Colombia. Nos es placentero el registrar este hecho, pues ello implica para nosotros un estímulo para una más alta consagración, en el deseo de brindar un vehículo técnico en donde las más grandes inquietudes de la Patria tiendan a cristalizarse en el deseo de un supremo mejoramiento general.

Tenemos que registrar muy a nuestro pesar, el que en la presente entrega no aparezca por parte alguna, una información pormenorizada sobre las impresiones recibidas por los excursionistas que el año pasado recorrieron gran parte del país inspeccionando nuestra industria.

Los alumnos que actualmente están cursando el último año, están en mora de presentar un informe sobre sus impresiones. No es el hecho de hacer una excursión por hacerla simplemente. Entendemos que la Universidad al propiciar dentro de un plan justificado este sistema de actividades universitarias, que tiende a vincular a los estudiantes con los progresos alcanzados en nuestro mundo industrial, está el que el alumno estudie dentro del menor tiempo disponible sinnúmero de detalles que habrán de servir luego en la futura vida profesional.

En nuestros estudios profesionales se hace más imperiosa una menuda observación, a fin de relacionar el funcionamiento de un proceso industrial con los modernos conocimientos adquiridos en los estudios de Ingeniería Química.

Queremos decir desde estas columnas, que la dirección de la Escuela debiera exigir a los excursionistas un informe de sus actividades. Los profesores como orientadores y los alumnos como investigadores de nuestro mundo industrial, están perentoriamente obligados a rendir un informe. En los archivos de nuestra Escuela, deben reposar esa serie de informes, porque estimamos que ello forma parte de la historia educativa de nuestro plantel.

Conjeturamos: será acaso que las excursiones están dando resultados negativos? Porque si esto sucede, si nuestra Escuela no puede presentar un record de sus actividades, nos atrevemos a sugerir que las tales excursiones sean suprimidas.

Dentro del amplio programa de que dispone la Universidad para dotar a nuestra Escuela de todos los medios indispensables para que los programas de Ingeniería Química cumplan su más alto cometido dentro de la prospectación futurista de la Patria, está la de conseguir un cuerpo de profesores altamente idóneo, para que nuestros estudios tengan su más clara fisonomía. Porque hemos de convenir, que en nuestro medio, hasta el presente no se conoce suficientemente lo que en realidad representan los Estudios de Ingeniería Química. Nuestra Industria en su más alto grado, confunde sin mayores trabajos la Química Industrial con la Ingeniería Química. En esto radica el interés que la Universidad de Antioquia tiene para buscar un profesorado que se identifique con la profesión en el más amplio campo, a fin de que impulsen claramente la moderna profesión de la Ingeniería Química. Porque como ya lo decíamos en otra ocasión, la cuestión no está en dar títulos, lo indispensable es que el título adquirido, corresponda ampliamente a los estudios cursados, porque de otra manera se falsifica el significado profesional de nuestra carrera.

La Universidad dentro de una clara concepción

de nuestra carrera, se ha esforzado por conseguir los mejores profesores. De ello estamos agradecidos y sabemos valorar ese significativo esfuerzo. Ahora nos resta solicitarle a nuestras supremas Directivas, es una atención más intensa en cuanto hace relación al laboratorio de Ingeniería Química. Porque en realidad, ante la calidad de nuestro profesorado, se hace necesario que ellos disponga de los medios mecánicos indispensables para tecnificar de una mejor manera sus orientaciones.

Con la consecución del Dr. Alexis A. de Yakimac, se apunta la Universidad un verdadero éxito y nuestra Escuela adquiere una significativa responsabilidad en el campo de sus futuras investigaciones. Esperamos que la labor que ha de desarrollar el profesor Yakimac al frente de sus cátedras, compense en el más alto de los



Dr. Yakimac

grados el esfuerzo económico que ha hecho nuestra Alma Mater. Y estamos seguros, que los resultados sobre estos augurios serán de meritorio valor. Así nos lo da a entender la magnífica hoja de servicios del Dr. Yakimac y que para información de nuestra industria y de los altos centros y poderes oficiales, insertamos a continuación.

Una vez que el doctor Yakimac hubo de optar al título de doctor en Ciencias en la Universidad de París, entró al Instituto de Radium, como jefe del Departamento de Polonium, siendo llamado luego por Madame Curie como su colaborador personal. Una vez muerta Madame Curie, el doctor Yakimac colaboró con el Du-

que Maurice de Broglie de la Academia Francesa en el campo de los ensayos atómicos. Después fue nombrado Presidente y Director General de la Nueva Compañía de Radium y Laboratorio de Pruebas de substancias radioactivas; al mismo tiempo el profesor Yakimac hacía en el Instituto de Pasteur de París, importantes descubrimientos en el campo de la Microbiología Radioactiva, trabajos que continuó durante la guerra, en la Universidad de Ginebra. Una vez terminada la guerra, el profesor Yakimac se trasladó a los Estados Unidos en donde continuó sus trabajos en la Universidad Católica de Fotham, en New York. Encontrándose en esta ciudad, le fue ofrecida por parte de la Universidad de Antioquia varias cátedras en la Escuela de Ingeniería Química. En cuanto hace referencia a sus trabajos publicados, son muy numerosos y de indiscutible valor en el campo científico. A la vez el profesor Yakimac es poseedor de muchas patentes y justamente, ha descubierto un nuevo método de preparación de poderosos compuestos antibióticos, que abren amplias posibilidades en el campo antimicrobiano y en el tratamiento del cáncer. Entre otras condecoraciones recibidas, tiene la de las Palmas de la Academia, fuera de ser miembro oficial de la Academia Francesa, lo mismo que del círculo interaliado de París y del Club de los Lotos de New York.

En conversación que tuvimos con uno de los alumnos de la Escuela que hizo durante las vacaciones de Diciembre una rápida visita a los Estados Unidos, pudimos enterarnos de algunos datos generales relativos al estudio de la Ingeniería Química en el país del Norte que podrán ser de algún interés para conocimiento de nuestros lectores; trataremos en esta forma de dar unas breves ideas sobre nuestros pensum y métodos de estudio en relación con los que se hacen en el país más industrial del mundo, recalçando lo que existe en la Escuela y lo que aún nos falta por conseguir. Se podría hacer, en primer lugar, una diferencia entre el estudiante norteamericano y nuestro estudiante que determina parte de las características de los métodos de estudios respectivos. A grandes rasgos podemos decir que el nivel intelectual medio del norteamericano es inferior al del estudiante latino y su comprensión es menor, lo cual hace que los estudios en Norte América tiendan hacia una especialización dentro de la carrera más que una visión general de ella, como se hace entre nosotros; al mismo tiempo, notaremos que nuestro estudiante es más su-

perfidial y muchas veces se preocupa solamente por "pasar" una asignatura más bien que por aprenderla a conciencia, lo cual, unido a la falta de disciplina en el estudio, es causa de que el rendimiento del profesional Suramericano no sea el que podría esperarse de sus capacidades.

Al mismo tiempo, como es bien sabido, existe una marcada diferencia en la orientación de los estudios profesionales en los Estados Unidos, en relación a lo que ocurre en Colombia, pues en aquel país el estudiante termina el equivalente de nuestro Bachillerato con un conocimiento mayor de lo que será su carrera y ha profundizado más en ciertas materias que volverá a encontrarse durante el estudio propiamente profesional; de modo que esto en lugar de constituir algo completamente nuevo para él, es una continuación natural del Bachillerato y puede hacer su carrera con más provecho. Concretándonos más al estudio de la Ingeniería Química, el individuo que aspire a obtener un título que lo capacite para trabajar en la Industria, debe hacer cuatro años de Colegio, equivalente a nuestros cinco años facultativos, al fin de los cuales recibe el grado de Bachelor of Science en Ingeniería Química; si desea perfeccionarse más en su profesión o profundizar más en la Ciencia para dedicarse a la investigación, continúa los estudios llamados de Post Graduado, para obtener el grado de Master of Science y posteriormente el de Doctor en Ingeniería Química, completando así un total de ocho o nueve años desde el principio del Colegio.

El grado de Bachelor of Science corresponde al de Ingeniero Químico que confiere nuestra Escuela, si bien es cierto que existen algunas pequeñas diferencias que veremos someramente: observemos en primer lugar el Pénsum de Matemáticas: a primera vista parece que en los Estados Unidos se dedica un menor tiempo al estudio de esta rama de la Ciencia básica en nuestra Carrera, pues no aparece en los programas de estudio la Aritmética ni la Geometría Analítica y desde el primer año de Colegio se empieza a ver el Cálculo Infinitesimal; la razón de esta aparente deficiencia, está en que el estudiante había visto una cantidad grande de Matemáticas durante el Bachillerato especializado, así que está en condiciones de entrar más rápidamente a ver materias más adelantadas y durante los primeros tres semestres de su carrera termina los fundamentos que entre nosotros empleamos cinco semestres para completar. Respecto a Física y Química, otro par de materias que con las Matemáticas constituyen la iniciación al estudio de la Ingeniería Química, veremos que su estudio se lleva a ca-

bo durante los primeros cuatro semestres, estudiándolas más a fondo que entre nosotros y desde un punto de vista quizás más moderno, pues a ellos les llegan primero que a nosotros las ideas modernas sobre física nuclear y constitución de la Materia; eso sí, en Química Analítica nuestros tres semestres son más completos que los dos que se desarrollan en el país del Norte.

De este punto de la Carrera en adelante, pasamos de la etapa de preparación general y entramos en el estudio de las materias Técnicas que constituyen la verdadera esencia de la Ingeniería Química; en estas materias nuestra Escuela lleva una ventaja a las norteamericanas en el mayor número de asignaturas industriales que se desarrollan y en un semestre para verlas más a fondo, de tal manera que si uno de nuestros Ingenieros Químicos quisiera obtener el grado de Master of Science podría hacerlo en un año en lugar de los dos que ordinariamente requiere el Bachelor norteamericano.

Nos encontramos también en este momento con la verdadera deficiencia de los estudios colombianos que se acentúa más en nuestra carrera que es eminentemente práctica y es la falta de campo para experimentar prácticamente lo que se ha visto en Teoría y, la falta de Laboratorio y de Fábricas realmente científicas. En cuanto a Laboratorio podemos distinguir los de Química descriptiva y analítica por una parte y el de Ingeniería Química por otra; acerca de los primeros anotaremos que los que posee la Escuela actualmente son suficientes para sus necesidades, con la ventaja para el alumno de que en ellos tiene una mayor oportunidad para desarrollar su propia iniciativa y su esfuerzo personal, pues en Norte América los aparatos de precisión disminuyen en parte el esfuerzo del estudiante que puede confiar en ellos más bien que en sus capacidades; esto en lo referente a Análisis propiamente, pues en el caso del Laboratorio de Ingeniería Química su falta sí es de mayor trascendencia, pues la sola teoría en esa materia que es nuestra profesión, no es suficiente y exige complementarse con la mayor cantidad posible de práctica, para que el profesional salga de la Escuela a desarrollar sus estudios con el máximo de eficiencia.

Esta falla podría subsanarla la Escuela promoviendo una vinculación y cooperación íntima con las industrias, como ocurre en Estados Unidos, donde las Universidades encuentran su mejor auxiliar en las Fábricas, las que ayudan al estudiante a trabajar durante su tiempo libre y auxilian a las Escuelas con campo de práctica fácilmente asequible y con ayuda a sus Labo-

ratorios. Esta cooperación entre dos entidades que deberían ir tan unidas como la Fábrica y la Escuela Técnica, es una necesidad imprescindible en nuestro país, pues el profesional necesita encontrar en la Industria un ambiente familiar, como su campo de acción propio, y para la Fábrica es de alta importancia contar con profesionales técnicos que puedan dirigirla con mayor provecho y así la Industria vería las fallas del profesional, para corregirlas desde la Escuela y el alumno vería los defectos de la Fábrica para enderezarlos a tiempo y evitar perjuicios mayores, colaborando así ambos por el progreso del país.

Como conclusión de todo lo anterior podemos deducir que nuestra Escuela, mirada en cuanto a su Pénsum y orientación nada tiene que envidiar a la Norte Amricana y su organización es admirable; su única deficiencia como lo apuntamos, es la falta del Laboratorio de Ingeniería y Química que afortunadamente será transitoria pues entendemos que ya hay una buena cantidad de material pedido al exterior, y su desvinculación de la Industria, defecto grave este que es más bien culpa de nuestro medio que de la Escuela y para combatir el cual debemos trabajar todos unidos y no tardaremos en ver los efectos maravillosos que esto traería a Colombia.

MISCELANEAS

Contador de Geiger en Miniatura:

Un contador de Geiger Liliputiense de sólo una pulgada de longitud, ha sido perfeccionado por Edward Guyon, técnico de la Universidad de California. El pequeño instrumento hecho de acuerdo con un diseño convencional fue originalmente destinado para ser usado dentro de las venas de un ser humano o de un animal, donde podía detectar radiaciones demasiado débiles para atravesar la epidermis. Sin embargo su descubridor anotó, que el contador con su equipo de baterías pueden ser contenidas dentro de un estilógrafo y en ese caso podría cargarse en el bolsillo suministrando una cómoda manera de obtener indicación personal de niveles radioactivos.

Reactivos de Grignard:

La Arapahoe Chemicals de Colorado, ha anun-

ciado la fabricación en escala comercial del reactivo de Grignard metílico, como el primero de una serie de reactivos de Grignard utilizables en investigación y trabajos de Plantas Piloto. Aunque la reacción de Grignard ha sido considerada por largo tiempo como una de las más versátiles de la Química Orgánica, cada químico o fabricante había tenido que hacerse sus reactivos de Grignard con el consiguiente costo y pérdida de tiempo, tanto en el Laboratorio como en la Planta Piloto. El reactivo metílico puede obtenerse ahora como solución 2M de bromuro de Magnesio y Metilo en éter sulfúrico en cantidades desde 500 gramos en adelante. Este producto se emplea en la síntesis de hidrocarburos complejos, de alcoholes secundarios y terciarios, cetonas, etc., así como en la determinación de activos por el método de Zerewitinoff y para remover totalmente el alcohol de los solventes orgánicos.