

Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Químicas

Fabricación de
Eter Sulfúrico

TESIS

QUE PRESENTA EL ALUMNO MIGUEL
G. GARIBAY PARA SU EXAMEN FINAL
DE LA CARRERA DE QUIMICO TECNICO



MEXICO
CIA. IMPRESORA DE MEXICO, S. A.
1924

1108



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

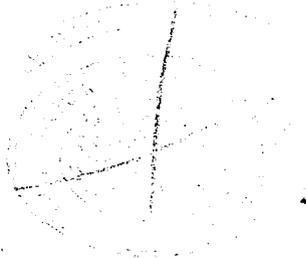
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

— FE DE ERRATAS —

PAG.	LIN.	DICE:	DEBE DECIR:
7	23	Los libros de ediciones	Los libros de ediciones
10	3	lizas y bellas que parecen dos puntos coloridos.	— — — — —
10	28	haya menejado esta planta se da cuenta que se la queda ad-	— — — — —
10	29-30	— — — — —	adherida la cera que
11	7	primero	primero
11	11-12	producto	producto
11	23	Edpnoibia	Euphorbia
13	24	exteriormente	exteriormente
14	25	nombre	nombre
15	28	de madera o un aro	de madera y un aro
16	5	no sabe una	no cabe una
16	10	que es encuentre.	que se encuentre.
16	28	la humedad y la	la humedad, y la
16	29	que sedimenta poco	se sedimenta poco
16	44	de una gábrica	de una fábrica
17	13	peviamente	previamente
17	26	tejado o lámina.	teja o lámina.
17	28	estar mas o menos	que esté mas o menos
17	32	— — — — —	Fig. No. 2.
17	39	cerado;	cerrado;
18	27	observara con	absorberá con
20	30	la solución obtenida se	la solución obtenida, se
20	37	sicho disolvente	dicho disolvente.
21	6	ser introducida	sea introducida
21	13	y dificultar	y dificulte
21	39	observar el calor	absorver el calor
22	4	refrigeración	refrigeración
23	29	transformador un gasto y de	transformador y un gasto de
23.	27	f0 wats	10 wats
24	21	rsultado	resultado.
24	27	el leohol	el alcohol
24	31	al alcohol	el alcohol
24	33	de su colofila	de su colofila
24	37	todo sols	todos los
25	3	las caras pueden ser	las ceras pueden ser
25	24	alifática a aromática	alifática o aromática
26	32	Indice de rafacción a	Indice de refracción a

Con todo Respeto:

A la memoria de mi Padre



A mi cariñosa Madre

A los míos.

A mis Maestros

A mi apreciable y estimado
Maestro Sr. Sr. Sr. Samuel
Canteras, con todo respeto
y afectuosamente.

W. Garibay

Dic - 20 / 24 -



— Prólogo —

Con objeto de hacer las observaciones y recoger los datos necesarios para la formación de este trabajo o tesis que presento para mi Examen Final de la carrera de Químico Técnico, me acerqué al señor Director de la Facultad, Profesor don Ricardo Caturegli, con el fin de obtener de él una carta de presentación para la Fábrica Nacional de Pólvora en Santa Fé, solicitando trabajar en esa fábrica con el fin antes mencionado. La carta se me proporcionó desde luego por el señor Director, estándole por ello muy agradecido.

El señor ingeniero don Ernesto Flores Vaca, Director e la Fábrica Nacional de Pólvora, accedió a mi solicitud y con la mejor buena voluntad me permitió la facilidad de que en los laboratorios de la misma fábrica hiciera las determinaciones y análisis que fueran del caso.

Así pues, desde estas líneas me permito dar las gracias al señor ingeniero Flores Vaca, a quien debo tantas atenciones.

Para terminar y con el objeto de dar claridad al tema que desarrollo lo he dividido en los siguientes capítulos:

I.— Consideraciones Generales.

II.—Procedimientos de Fabricación.
Alcohol.

III.— Materias Primas.
Acido Sulfúrico.
Instalación.

VI.— Fabricación.
Manipulación.

V.— Producto Fabricado: Eter.

VI.— Proyecto, Presupuestos, Precios, Estadísticas.

VII.— Bibliografía.



TESIS

CAPITULO I.

CONSIDERACIONES GENERALES

Con el nombre de éter sulfúrico o de éter simplemente se conoce en el comercio y en la industria el éter etílico y estando el producto industrial constituido por una mezcla de proporciones variables de éter, alcohol y agua.

Su nombre vulgar de éter indica, que es cuerpo orgánico que por su constitución está comprendido en la función química de los éteres, cuerpos resultantes de la deshidratación parcial de dos moléculas de alcohol, y que es el más importante de ellos. A su vez el de éter sulfúrico hace mención a su manera de prepararlo antiguamente y aun todavía ahora por medio del ácido sulfúrico.

Lo preparó por primera vez, Valerio Cordus en el Siglo XVI, por la acción del aceite de vitriolo sobre el espíritu de vino obteniendo un producto menos denso y más volátil que el espíritu de vino que él había empleado y quizá mezclado en gran parte con él.

Más tarde varios alquimistas lo prepararon también siguiendo el mismo procedimiento empleado por Cordus y todos ellos estuvieron de acuerdo en creer que el azufre del ácido sulfúrico entraba en su composición haciéndose después general la denominación de éter sulfúrico.

Posteriormente se probó por varios químicos, entre ellos Gay Lussac, que el azufre no entraba en la composición del éter pero la costumbre prevaleció como en tantas otras ocasiones y siguió y sigue llamándose aun con el inpropio nombre de éter sulfúrico.

Después Williamson investigando la preparación del éter demostró su constitución y aun desarrolló la teoría de su formación a partir del alcohol y del ácido sulfúrico comprobándolo más tarde con reacciones que no dejaron lugar a duda.

Se le prepara en síntesis general, como todos los éteres por deshidratación parcial de dos moléculas de alcohol: y pudiendo emplearse para esta deshidratación teórica el ácido sulfúrico, fosfórico, el óxido de aluminio, etc.

El eterificante generalmente usado es el ácido de sulfúrico.





CAPITULO II.

Procedimiento de Fabricación

Desde la época de Valerio Cordus, se conocía el procedimiento de fabricación del éter y en la práctica se había observado que si se agregaba al alcohol cierta cantidad de ácido sulfúrico se calentaba y se iba agregando poco a poco alcohol, entonces se desprecia el éter en forma de vapor con más o menos proporción de agua y alcohol, hasta que llegado un momento dado ya no destilaba más éter sino únicamente alcohol y agua.

El mecanismo de ésta reacción se explicaba de diversos modos. Al principio se creyó que el ácido sulfúrico sólo tenía el papel de deshidratar el alcohol, pero se desechó desde luego esta primera explicación ya que relativamente mínima proporción de ácido sulfúrico era capaz de eterificar grandes cantidades de alcohol.

Se daba también la siguiente explicación de la reacción: el alcohol se combina con el ácido sulfúrico dando ácido étil sulfúrico y agua:

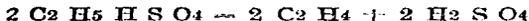


y éste último se descomponía por el calor en agua, anhídrido sulfúrico y éter:



el anhídrido sulfúrico en presencia del agua que se formaba en esta reacción y la anterior regeneraría el ácido sulfúrico, y este ácido formaría de nuevo con el alcohol ácido étil sulfúrico para continuar el ciclo de la reacción.

La reacción primera resultó verdadera, pero la segunda se desechó, ya que calentando en esas condiciones el ácido étil sulfúrico se obtiene eteno y no éter:



reacción reversible según las condiciones de temperatura y concentración del ácido.

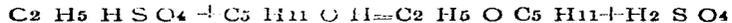
Pensose también en la posibilidad de que fuera una reac-

ción catalítica pero al fin por las investigaciones de Williamson se llegó a la verdadera explicación de su mecanismo.

La reacción uno, admitida como verdadera, el ácido étil-sulfúrico una vez formado se descompone en presencia de una nueva molécula de alcohol en éter y ácido sulfúrico que se combina con el resto del alcohol cerrando el ciclo de la reacción:



Esta explicación concuerda con la práctica y la reacción cuatro se confirma por que si en lugar de alcohol etílico se agrega una nueva molécula de un alcohol cualquiera, amílico por ejemplo, en la misma forma se obtiene un éter mixto amil etílico:

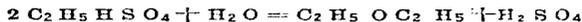


Esta reacción cíclica deja de verificarse luego que cierta cantidad de alcohol ha sido eterificada porque el agua que se forma en la reacción no siendo eliminada sino parcialmente, va diluyendo el ácido y éste ácido diluido, ya no es capaz de reaccionar con el alcohol para formar el ácido etilsulfúrico, primera fase de la eterificación.

El ácido sulfúrico se va también agotando aunque en pequeña parte por las reacciones secundarias que se verifican descomponiendo el ácido y dando anhídrido sulfúrico, principalmente, del cual hay que privar al éter destilado neutralizándolo ya sea con cal o sosa o ambas a la vez.

No obstante que este procedimiento antiguo como es, da resultados satisfactorios, se han intentado nuevos procedimientos de fabricación que si bien han sido factibles no son aplicables a la industria.

PROCEDIMIENTO SINTETICO.— Sintéticamente se preparó el éter absorbiendo el eteno en ácido sulfúrico concentrado en frío, para dar ácido étil sulfúrico que diluido y calentado desprendera éter:



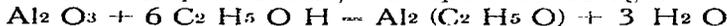
El eteno se obtendrá de las fábricas de gas del alumbrado o hidrogenado en presencia de un catalizador el acetileno producido por el agua sobre el carburo de calcio.



Se comprende que no es costoso este procedimiento, debido a los crecidos gastos que implica.

PROCEDIMIENTO DEL OXIDO DE ALUMINIO.— Los

vapores de alcohol en presencia de la alúmina pura, calentada a 250° C., en torres especiales son eterificados de acuerdo con las reacciones pseudo-catalíticas siguientes: los vapores de alcohol en presencia de la alúmina forman un alcoholato de aluminio poco estable, con separación de agua:



El procedimiento intermedio se descompone dando éter y regenerando el óxido de aluminio:



Este procedimiento podría tener como única ventaja suprimir la neutralización del éter, que es una operación poco costosa que siempre se lleva a cabo cuando se le obtiene por el ácido sulfúrico, pero por lo demás la alúmina relativamente pura vendría a tener el mismo precio del ácido sulfúrico o aun más y en cambio la instalación sería si nó de un costo excesivo si muy superior a la planta de éter por el ácido sulfúrico.

PROCEDIMIENTO DEL ACIDO BENCENSULFONICO:

Más viable que los anteriores y basado en primitivo procedimiento del ácido sulfúrico es éste que substituye como eterificante el ácido sulfúrico por el bencen-sulfónico, siendo las reacciones análogas a las del procedimiento de que se derivan:



Este procedimiento se ideó con el objeto de evitar las pérdidas de ácido y desprendimiento de anhídrido sulfuroso



por que en éstas condiciones no se verifican las reacciones secundarias que lo desprenden.

Sin embargo de estas ventajas y admitiendo que se obtengan rendimientos un poco superiores, el considerable aumento del costo del eterificador no lo hacen recomendable, sino en casos especiales.

MODIFICACIONES DIVERSAS DEL PROCEDIMIENTO DEL ACIDO SULFURICO: —La fabricación del éter comprende las siguientes fases: eterificación, condensación, neutralización y lavado, rectificación y recuperación del alcohol.

La eterificación se puede hacer en retortas especiales de plomo, que es como se hace comunmente, pero también se han recomendado torres de contacto especial en donde se hace actuar el ácido sulfúrico en forma de lluvia sobre los vapores ascendentes de alcohol recogiendo en la parte inferior de la torre el ácido sulfúrico diluido, mientras que

por la parte superior escapan los vapores de éter para ser después lavados, neutralizados y condensados.

Se hace también la distinción de procedimiento continuo y procedimiento intermitente. En el primero de éstos, los vapores de éter antes de condensarse pasan a una torre de neutralización y lavado en donde por la parte superior cae una lluvia de solución diluida de sosa pasando después a una columna rectificadora donde se condensa la mayor parte del agua y del alcohol, que se descargan a una nueva columna rectificadora para recuperar el alcohol dándosele una concentración requerida para ser de nuevo utilizado, mientras que el éter sube a un desflamador de retroceso y en seguida pasa por tambores purificadores de cloruro de calcio para ser condensado ya puro y rectificado. Se comprenden las ventajas que puede reportar este sistema continuo ahorrándose un poco del combustible, pero por otra parte la cantidad de solución de sosa circulante en las torres de neutralización es muy considerable y debiendo además los vapores de éter atravesar las torres a una temperatura tal, que no se condensan en ellas y sea arrastrado por la solución de sosa originando pérdidas.

La instalación no deja de ser complicada y costosa y para fábricas de producción limitada es preferible trabajar por el procedimiento intermitente.

Difiere ésta del anterior en que los vapores de éter son condensados directamente, se neutraliza después el éter crudo obtenido con solución de sosa al 20% y se lava con agua de cal en tanques neutralizadores provistos de aspas para la agitación de donde pasa a un rectificador de columna mantenido a una temperatura media de 30-34°C., los vapores de éter que se desprenden de la columna rectificadora atraviesan también un tambor de cloruro de calcio para retener los últimos vestigios de humedad, y pasar a un condensador tubular. Del rectificador de éter se descarga el líquido residual bastante rico en alcohol a un nuevo rectificador donde se recupera el alcohol que se obtiene con un grado alcohólico aproximado de 60-70° G. L. y que vuelto a rectificar hasta que alcanza la graduación requerida es usado nuevamente.

No obstante que se conoce ese procedimiento con el nombre de intermitente se puede llevar la operación de tal manera que la producción del éter rectificado sea continua, pues mientras se recoge una porción determinada de éter bruto condensado y se le lava y neutraliza, la porción anterior puede irse rectificando y el alcohol recuperarse al mis-

mo tiempo. La atención y vigilancia de esta instalación pueden ser encomendada a un reducido número de operarios.

Las retortas de reacción no se calientan a fuego directo porque siendo el éter muy volátil y su vapor más denso que el aire (D-2.56) extremadamente inflamable, se correría el riesgo de una explosión.

El calentamiento se efectúa generalmente con serpentines de vapor que se encuentran en el seno mismo de la mezcla alcohol sulfúrico. Otras veces la retorta interior de plomo se calienta con una camisa exterior en donde se encuentra aceite calentado por serpentines de vapor indirecto. Esta calefacción no presenta ventaja de consideración, por el contrario, aumenta los gastos con la intervención del aceite.

La calefacción eléctrica que se podría creer ventajosa bajo el punto de vista de su fácil manejo y de la regularización exacta de la temperatura, no es aprovechable por el alto precio de la energía eléctrica con relación a la producida por el carbón.

Por las consideraciones generales que anteceden y dada la capacidad de la planta de éter que se desea instalar, el procedimiento de fabricación empleado será el intermitente de retortas con calefacción indirecta de serpentines de vapor, que se detallará en la parte correspondiente a fabricación.



ácido nítrico, nitroso, arsénico, plomo, fierro y selenio, pero en tan pequeña escala que no llegan a ser perjudiciales a la fabricación. La única determinación cuantitativa que se lleva a cabo en el ácido es la acidez, mientras que la investigación de impurezas sólo se hace cualitativa a menos que ésta se encuentre en gran proporción.

INVESTIGACION CUALITATIVA DE LOS ACIDOS NITROGENADOS.— Prueba de la difenilamina.— Se disuelven uno a dos gr. de difenilamina en 10cc. de ácido sulfúrico exento de óxidos de nitrógeno. Se toman dos o tres cc. del ácido por investigar en un tubo de ensaye y se agrega 1 cc. de la solución de difenilamina inclinando el tubo con cuidado. En la zona de contacto de las dos soluciones se observará en presencia de ácidos nitrogenados un anillo color azul intenso.

Si el ácido por investigar es diluido se procede inversamente. Se comprende que el ácido sulfúrico de las cámaras de plomo contenga huellas de ésta impureza ya que el ácido nítrico se usa en la fabricación.

Se obtiene el ácido sulfúrico exento de óxidos de nitrógeno agregando un poco de sulfato de amonio y calentando.

Esta prueba no es concluyente en presencia del selenio.

PRUEBA DEL SULFATO FERROSO.— Se disuelve éste en agua caliente para formar una solución concentrada, se toma en un tubo de ensaye 2 cc. del ácido y con cuidado se agrega un 1 cc. de la solución anterior en la zona de contacto aparece un anillo café rojizo que indica la presencia de los ácidos nitrogenados.

Como esta prueba también la da el selenio debe de comprobarse su presencia como sigue: Se disuelve un poco de sulfato de sodio en ácido clorhídrico y se agrega una cc. al ácido para investigar, al calentar el tubo se forma un anillo rojo intenso en presencia del selenio.

INVESTIGACION DEL PLOMO.—Se diluye el ácido con tres veces el volumen de alcohol diluido; al cabo de un rato si contiene plomo se precipita al estado de sulfato de plomo blanco que se sedimenta. Esta impureza no es perjudicial, ya que la fabricación misma se lleva a cabo en retortas de plomo.

INVESTIGACION DEL FIERRO.—Se agrega al ácido una gota de ácido nítrico para oxidar el fierro y se calienta por un momento, se deja enfriar, se diluye con agua y se agrega sulfocianuro de amonio; en presencia del fierro se produce una coloración rojo sangre.

El ácido comercial generalmente lo contiene, porque en grandes cantidades se le expide en tambores de fierro.

mo tiempo. La atención y vigilancia de esta instalación pueden ser encomendadas a un reducido número de operarios.

Las retortas de reacción no se calientan a fuego directo porque siendo el éter muy volátil y su vapor más denso que el aire (D-2.56) extremadamente inflamable, se correría el riesgo de una explosión.

El calentamiento se efectúa generalmente con serpentines de vapor que se encuentran en el seno mismo de la mezcla alcohol sulfúrico. Otras veces la retorta interior de plomo se calienta con una camisa exterior en donde se encuentra aceite calentado por serpentines de vapor indirecto. Esta calefacción no presenta ventaja de consideración, por el contrario, aumenta los gastos con la intervención del aceite.

La calefacción eléctrica que se podría creer ventajosa bajo el punto de vista de su fácil manejo y de la regularización exacta de la temperatura, no es aprovechable por el alto precio de la energía eléctrica con relación a la producida por el carbón.

Por las consideraciones generales que anteceden y dada la capacidad de la planta de éter que se desea instalar, el procedimiento de fabricación empleado será el intermitente de retortas con calefacción indirecta de serpentines de vapor, que se detallará en la parte correspondiente a fabricación.





CAPITULO III.

MATERIAS PRIMAS

Las materias primas que entran en la fabricación del éter son, como base fundamental el alcohol y el ácido sulfúrico, pero utilizándose también indirectamente para la purificación del éter bruto, cal, sosa y cloruro de calcio.

Los caracteres y determinaciones que se verifican con el alcohol y el ácido son muy generales y respecto a la cal, sosa y cloruro de calcio no se hace determinación alguna y se usan directamente como se presentan en el comercio.

Acido sulfúrico:— El ácido sulfúrico empleado en la fabricación del éter es el comercial de alta graduación, 65-66°B., correspondiente a un por ciento de ácido sulfúrico real de 90 a 98% prefiriéndose el más concentrado, por su mayor poder esterificante, ya que diluido no reacciona con el alcohol.

La fabricación del ácido sulfúrico está fundada en la oxidación del anhídrido sulfuroso o anhídrido sulfúrico y su absorción por el agua o por el ácido sulfúrico diluido. Los procedimientos usuales son los siguientes: el de contacto, el de cámaras de plomo; el ácido obtenido en el primer procedimiento es el más puro ya que el anhídrido sulfúrico en la fabricación debe purificarse antes de entrar a los tubos catalizadores, y para su oxidación a anhídrido sulfúrico debido a que las impurezas perjudican en gran manera al catalizador.

El fabricado por las cámaras de plomo es menos puro que el anterior y dependiendo su pureza de la materia prima que se usa para la obtención del anhídrido sulfuroso. Cuando se usan piritas o minerales sulfurados los gases arrastran las impurezas propias del mineral principalmente; arsénico; mientras que cuando se quema directamente azufre el gas sulfuroso producido está casi exento de impurezas y se obtiene un ácido de mejor calidad.

Las impurezas generalmente presentes en el ácido son:

ácido nítrico, nitroso, arsénico, plomo, fierro y selenio, pero en tan pequeña escala que no llegan a ser perjudiciales a la fabricación. La única determinación cuantitativa que se lleva a cabo en el ácido es la acidez, mientras que la investigación de impurezas sólo se hace cualitativa a menos que ésta se encuentre en gran proporción.

INVESTIGACIÓN CUALITATIVA DE LOS ACIDOS NITROGENADOS.— Prueba de la difenilamina.— Se disuelven uno a dos gr. de difenilamina en 10cc. de ácido sulfúrico exento de óxidos de nitrógeno. Se toman dos o tres cc. del ácido por investigar en un tubo de ensaye y se agrega 1 cc. de la solución de difenilamina inclinando el tubo con cuidado. En la zona de contacto de las dos soluciones se observará en presencia de ácidos nitrogenados un anillo color azul intenso.

Si el ácido por investigar es diluido se procede inversamente. Se comprende que el ácido sulfúrico de las cámaras de plomo contenga huellas de ésta impureza ya que el ácido nítrico se usa en la fabricación.

Se obtiene el ácido sulfúrico exento de óxidos de nitrógeno agregando un poco de sulfato de amonio y calentando.

Esta prueba no es concluyente en presencia del selenio.

PRUEBA DEL SULFATO FERROSO.— Se disuelve éste en agua caliente para formar una solución concentrada, se toma en un tubo de ensaye 2 cc. del ácido y con cuidado se agrega un 1 cc. de la solución anterior en la zona de contacto aparece un anillo café rojizo que indica la presencia de los ácidos nitrogenados.

Como esta prueba también la da el selenio debe de comprobarse su presencia como sigue: Se disuelve un poco de sulfito de sodio en ácido clorhídrico y se agrega una cc. al ácido para investigar, al calentar el tubo se forma un anillo rojo intenso en presencia del selenio.

INVESTIGACION DEL PLOMO.—Se diluye el ácido con tres veces el volumen de alcohol diluido; al cabo de un rato si contiene plomo se precipita al estado de sulfato de plomo blanco que se sedimenta. Esta impureza no es perjudicial, ya que la fabricación misma se lleva a cabo en retortas de plomo.

INVESTIGACION DEL FIERRO.—Se agrega al ácido una gota de ácido nítrico para oxidar el fierro y se calienta por un momento, se deja enfriar, se diluye con agua y se agrega sulfocianuro de amonio; en presencia del fierro se produce una coloración rojo sangre.

El ácido comercial generalmente lo contiene, porque en grandes cantidades se le expide en tambores de fierro.

INVESTIGACION DEL ARSENICO.—El ácido se diluye con cinco veces su volumen de agua y se pasa sulfhídrico; el arsénico se precipita como sulfuro. Esta impureza se encuentra en pequeñas proporciones y raramente en los ácidos fabricados con azufre directamente.

DETERMINACION CUANTITATIVA DE LA ACIDEZ.
—Algunas veces y para ácidos no muy concentrados, se determina el por ciento de ácido sulfúrico real por medio de aerómetros Baumé y tablas especiales, pero a partir de una concentración no es exacta porque la densidad del ácido no sigue subiendo sino que baja al aumentarse el por ciento de ácido y entonces hay que recurrir a la titulación directa con sosa (véase tablas). Sin embargo, las tablas dan indicaciones bastante exactas.

Para pesar el ácido evitando pérdidas y hacer las titulaciones más fácilmente, se puede hacer uso de la pipeta de Lunge-Rey, que consiste en una pequeña pipeta de vidrio de dos a tres cc. que tiene en su parte superior una llave seguida de un ensanchamiento y otra llave superior. La pipeta está esmerilada en su parte superior y sirve de tapón a un pequeño frasco o capuchón de cuello esmerilado que cierra perfectamente evitando pérdidas de los ácidos volátiles. Para cargarse el ácido se abre la llave superior, se hace el vacío en el ensanchamiento y se vuelve a cerrar la llave, en seguida se sumerge la pipeta en el ácido, se abre la llave inferior y sube el ácido cuidando de que no llegue hasta la llave, se cierra ésta y se cubre la pipeta con el capuchón. Se pesa ahora la pipeta, se vacía un poco del ácido por titular en un matrón y se vuelve a pesar de nuevo, por diferencia se tiene el peso del ácido empleado. Luego se titula con sosa N/10 y usando como indicador el naranjado de metilo.

ANALISIS DEL ACIDO SULFURICO.—Muestra número 1:

Aspecto turbio y ennegrecido probablemente por materia orgánica, una vez asentado dejó un sedimento escaso blanquizo.

Densidad, 1.825.

Acidez en ácido sulfúrico por titulación, 90.13 por ciento.

Acidos nitrogenados, huellas.

Selenio, no contiene.

Fierro, huellas.

Sulfato de plomo, 0.059 por ciento.

Arsénico, no contiene.

Indeterminados y agua por diferencia, 9.80 por ciento.

Muestra número 2:

Aspecto turbio, no deja sedimento.

Densidad, 1.84.

Acidez en ácido sulfúrico por titulación, 96.70 por ciento.

Ácidos nitrogenados, huellas.

Selenio, no contiene.

Hierro, huellas.

Arsénico, no contiene.

Indeterminado y agua por diferencia, 3.30 por ciento.

Alcohol.—Se usa generalmente para la fabricación del éter alcohol rectificado del comercio de una graduación de 94-96° G. L. para obtener los mejores rendimientos, pero pudiendo emplearse alcohol de mucha más baja graduación, hasta de 90 y 92° G. L. disminuyendo los rendimientos por la gran cantidad de agua que contiene y la cual va diluyendo más rápidamente el ácido sulfúrico que va perdiendo su poder etrificante; y al mismo tiempo dando un éter menos puro por contener estos alcoholes impurezas que pueden pasar al producto fabricado haciendo más difícil su purificación para obtener un éter anestésico o medicinal.

Los alcoholes rectificadas industriales que se encuentran en el comercio son generalmente obtenidos de la fermentación de las melazas de azúcar de caña de los ingenios, donde tienen al mismo tiempo la destilería de alcohol aprovechando dichas melazas para la fabricación y obteniéndose alcoholes rectificados de muy buena calidad y algunos de un grado alcohólico superior a 96° G. L., que no contienen aldehídos, éteres ni alcoholes superiores sino en cantidades poco apreciables.

Las determinaciones analíticas que se hacen al alcohol, para el control de la fabricación a más de los caracteres organolépticos son:

Grado alcohólico.—Se toma directamente con alcoholómetros especiales; el más usado es el Gay-Lussac, que está graduado a 15° C. y da el grado alcohólico en volumen, cc. de alcohol en 100 cc. del espíritu a 15° C. Cuando se requiere mayor exactitud, se hace uso de las tablas que facilitan la corrección del grado alcohólico cuando este no se ha tomado a la temperatura standard de 15° C.

El grado alcohólico también se puede determinar indirectamente, por medio de tablas, después de haber tomado la densidad del producto por medio de la balanza de Westfal, de un densímetro o de un pignómetro.

Acidez.—Se toma directamente con papel tornasol y en caso de mayor exactitud titulando con potasa N/10 sobre

50 cc. de muestra y dando los resultados en miligramos de ácido acético por ciento, 1 cc. de sosa N/10 es igual a 6 miligramos de acético. En la industria solo se toma la acidez con papel tornasol y a menos de que resulte muy ácido se hace la titulación.

Aldehidos.—El generalmente presente es el acético y se investiga cualitativamente calentando en un tubo de ensaye lentamente y hasta la ebullición volúmenes iguales de alcohol y solución de potasa al 20 por ciento. Si el alcohol es puro queda incoloro, pero en presencia de aldehidos toma una coloración variable del amarillento al pardo rojizo, según la proporción de aldehidos contenida en el alcohol. Se aconseja también cualitativamente, la reacción de Rimini. Se destila una pequeña porción del alcohol en examen y al destilado se agregan unas gotas de nitroprusiato de sodio y una de piperidina; en presencia de aldehidos aparece una coloración azul intensa.

Alcoholes superiores.—(Alcohol amílico). Cuando se encuentra en alta proporción se reconoce por su olor al evaporar una porción de alcohol en un vidrio de reloj o sobre papel filtro. Se hace también la siguiente prueba: se calienta a B. M. hasta 100° C. por unos cinco minutos volúmenes iguales el alcohol y ácido sulfúrico; no debe pardear si el alcohol está exento de alcoholes superiores.

Una prueba industrial comunmente empleada para juzgar la calidad del alcohol y que dá resultados muy satisfactorios, es la siguiente, conocida con el nombre de prueba de permanganato. A 50 cc. de alcohol se agregan 10 cc. de solución de permanganato al 0.2 por mil y se observa el tiempo que transcurre hasta decoloración casi completa o un tinte muy ligero samón pálido. El alcohol puro anhido tarda hasta tres cuartos de hora en decolorarse, los rectificadros industriales de buena calidad entre diez y treinta minutos y los impuros de mala calidad pocos minutos y algunas veces hasta segundos.

ANALISIS DE ALCOHOL.—Muestra número 1:

Caracteres organolépticos, ordinarios.

Grado alcohólico, 93° G. L.

Reacción, neutra.

Prueba de potasa, negativa.

Prueba de ácido sulfúrico, muy ligera.

Resistencia al permanganato, 11 minutos.

Muestra número 2:

Caracteres organolépticos, ordinarios.

Grado alcohólico, 96° G. L.

Reacción, neutra.

Prueba de potasa, negativa.

Prueba de ácido sulfúrico, muy ligera.

Resistencia al permanganato, 14 minutos.

Muestra número 3:

Caracteres organolépticos, ordinarios.

Grado alcohólico, 96° G. L.

Reacción, neutra.

Prueba de potasa, negativa.

Prueba de ácido sulfúrico, negativa.

Resistencia al permanganato, 15 minutos.

Muestra número 4:

Caracteres organolépticos, ordinarios.

Grado alcohólico, 95° G. L.

Reacción, ligeramente ácida.

Prueba de potasa, negativa.

Prueba de ácido sulfúrico, negativa.

Resistencia al permanganato, 13 minutos.





CAPITULO IV.

FABRICACION

La fabricación comprende la instalación y la manipulación.

La instalación consta de las siguientes partes:

La retorta de reacción.—Está constituida de dos partes, la retorta propiamente dicha es cilíndrica de fundición y forrada de lámina de plomo de un cuarto de pulgada y tiene en su base una llave para dar salida a la mezcla residual de la operación.

La lámina de plomo de la retorta debe ser de buena calidad y de un por ciento de plomo superior a 98, porque de otra manera se perfora con facilidad por el ácido sulfúrico caliente debido a las impurezas de otros metales que contiene y pudiendo explicarse la rápida corrosión por la formación de pares eléctricos en los que el plomo es un polo y los metales que se encuentran presentes como impurezas el otro. Mientras más puro es el plomo, menor riesgo hay de que se perfora la lámina (recuérdese que el zinc Q. P. no es atacado por el ácido sulfúrico).

Una lámina de plomo analizada y cuantado el plomo en estado de sulfato de plomo, dió 98.35 por ciento de pureza.

Lateralmente y a una altura media tiene un tubo donde va el termómetro que está en contacto directo con la mezcla reaccionante, en el interior de la retorta y en el fondo se encuentra arrollado en forma de espiral el serpiente de vapor, de tubo de plomo de un diámetro interior de una pulgada y exterior de una y media pulgadas.

La tapadera de la retorta es de fundición y también forrada de plomo interiormente; tiene varias perforaciones: dos para dar paso a los tubos de entrada y salida del vapor, tres para los tubos de alimentación del alcohol, que son también de plomo y llegan casi hasta el fondo de la retorta para facilitar el íntimo contacto del alcohol con el ácido sulfúrico que no se efectuarían si los tubos anteriores alimentaran el

alcohol sobre a superficie de la mezcla reaccionante y originando que el alcohol destile antes de reaccionar. Otra perforación que se encuentra perfectamente cerrada y ajustada con un tapón de tornillo y empacaduras de asbestos durante la operación y que es por donde se carga el ácido. Una última perforación para dar paso a un termómetro de cristal de largo vástago con objeto de que pueda llegar hasta el seno de la mezcla reaccionante y graduado en grados centígrados. A la temperatura de 140° C. tiene una marca roja que indica que nunca debe pasarse de dicha temperatura durante la operación. Generalmente el termómetro no está en contacto directo con la mezcla, sino se encuentra sumergido en un tubo largo de plomo que es el que está en contacto directo.

En el centro y por la parte superior, se encuentra un tubo de plomo de dos pulgadas de diámetro, por donde salen los vapores de éter de la retorta para pasar al condensador de éter puro.

La tapa está sujeta a la retorta por medio de tornillos y entre una y otra se coloca una empacadura de asbesto. Estas empacaduras se colocan en todas las juntas de los aparatos de la instalación y se humedecen previamente para su colocación facilitando la adherencia de las partes metálicas.

El tubo de entrada del vapor tiene su llave de admisión y es conveniente que tenga también su manómetro generalmente graduado en libras para mejor controlar la operación. A su salida el tubo de vapor tiene una válvula de retención de las conocidas vulgarmente con el nombre de trampas y que no permiten que el vapor escape directamente dando solamente paso al agua condensada en los serpentines. De estas trampas hay varios tipos, de flotador, de resorte, etc., y la mayoría tiene en la parte superior una pequeña palanca móvil que se usa para regular la presión a que debe escapar el vapor. Estas válvulas no obstante su poco costo ahorran gran cantidad de combustible.

Tanques de alcohol.—El tanque general del alcohol está en el segundo piso, es de lámina, con una capacidad de 1,200 kilos y con un tubo de nivel de cristal; está comunicado con otro depósito más pequeño de 100 kilos de capacidad, también con su tubo de nivel y graduado éste en kilos de alcohol para facilitar la carga a la retorta de reacción con la que está conectada por un tubo con llave que se vifurca en tres antes de llegar a ella.

El tanque principal está también conectado con una tubería con el tanque de alcohol rectificado; la tubería tiene una bomba de mano para subir el alcohol rectificado y ser utili-

zado; está conectado también, con otra bomba de mano que se encuentra en el piso bajo para bombear el alcohol que lle-ge de fuera.

Sin embargo, en las instalaciones importantes, están substituidas las bombas de mano por compresoras de aire que suben el alcohol, haciendo la operación más fácil y más rápida.

Condensador de éter crudo.—Está constituido de un cilindro de lámina de 2.17 de alto por 78 cc. de diámetro y tiene en su interior un serpentín común de plomo, en la parte baja el tubo de entrada del agua de refrigeración y en la parte superior la salida; el serpentín termina en una campana de observación, de donde por la parte inferior se desprenden tres tubos, uno a un pequeño refrigerante, para evitar pérdidas de éter por volatilización, otro que descarga el éter condensado al tanque lavador y el último con una llavecita, sirve para tomar las muestras de éter en un momento dado.

Este y los demás condensadores se encuentran sostenidos por viguetas de acero doble 'F', empotradas en el muro de la caseta.

Tanque de neutralización y lavado.—Está colocado debajo de condensador y es cilíndrico, de lámina, en la parte superior tiene una tapadera móvil y dos perforaciones, una para el tubo del éter crudo condensado y la otra para dar paso al tubo de la lechada de cal para lavar el éter; lateralmente tiene un tubo de nivel y una llave para tomar muestras, en el fondo una llave y un tubo de salida del éter neutro y lavado que comunica con el rectificador de éter; en su interior y horizontalmente lleva un árbol de paletas que sirve para agitar y lavar bien el éter y que es accionado con una manija lateral.

Tanques de cal.—Son dos, de lámina, colocados en el segundo piso, uno grande que es donde se carga la cal para hacer la lechada y otro un poco más chico que recibe la lechada ya limpia y asentada sin sedimentos, que es la que se carga al tanque lavador, al que está conectada por un tubo con su llave.

Rectificador de éter.—Está compuesto de tres partes: caldera, columna de rectificación y desfiemador; el recalentador es de fierro cilíndrico, y con tapa atornillada que tiene dos perforaciones para los tubos de entrada y salida del vapor, otra para un tubo que conecta con el tanque lavador y una última, para un tubería que viene del tanque de depósito del éter rectificado para rectificarlo nuevamente en caso de que por alguna circunstancia se haga necesario. En su interior tiene su serpentín de vapor y lateralmente una tapadera ator-

nillada para poder limpiar de cuando en cuando sin desmontar la columna que descansa sobre de él; tiene además un tubo de nivel lateral y por abajo una llave que conecta con la caldera del rectificador de alcohol, y que sirve para pasar el residuo alcohólico de la rectificación del éter para recuperar el alcohol; por último lleva también en la parte superior su termómetro. Está sostenido por tres columnas pequeñas de mamostería de 86 centímetros de alto; el tubo de salida del vapor tiene una trampa análogo a la de la retorta.

La columna de rectificación es de cobre y compuesta de plátanos perforados; está montada sobre el recalentador.

El desflemador forma una sola pieza con la columna y está conectado con sus tubos de agua de refrigeración y con una llave de tres vías conecta a la parte superior del tambor purificador de cloruro de calcio.

Purificador de éter.—Es un cilindro hueco, de cobre, de 98 centímetros de alto por 30 centímetros de diámetro y está conectado por tuberías por una parte del desflemador y por la parte inferior con el condensador de éter rectificado. En la parte superior tiene una tapa atornillada que se quita a cada operación para cargar una nueva porción de cloruro de calcio, a uno lado y en la parte baja tiene otra tapa que se utiliza para limpiar el tambor y descargar el cloruro de calcio ya utilizado. Interiormente y un poco arriba del fondo se encuentra un aro de metal soldado al tambor que sirve de soporte a un disco perforado que sostiene el cloruro de calcio evitando que éste caiga al fondo y pueda obstruir el tubo que comunica con el condensador.

Condensador de éter rectificado.— Es tubular, de fierro arriba con el purificador de cloruro de calcio y además con los tubos de entrada y salida del agua de refrigeración, tiene también su campana de observación y un pequeño condensador de vapores de éter.

De la campana salen tres tubos con sus respectivas llaves uno conecta con el tanque general de almacenamiento de éter rectificado, otro con un depósito inmediato inferior en donde se pueden separar las cabezas y las colas y el último para tomar muestras.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ÉTER RECTIFICADO.— Es de fierro con tubo de nivel y tapa superior atornillada, por arriba está conectado con el tubo que sale de la campana de observación del éter rectificado, por abajo tiene una llave para descargar el producto y envasarlo.

Rectificador de alcohol.— Compuesto de recalentador y columna de rectificación: El recalentador es cilíndrico de

fundición, con tubos de entrada y salida de vapor, éste último tiene su trampa, y serpentín interior de calentamiento, lateralmente está conectado con el rectificador de éter del que se descarga el residuo alcohólico para recuperar el alcohol, en el fondo tiene una llave de descarga. Sobre la tapadera superior atornillado descansa la columna rectificadora de cobre de 2.20 de alto por 23 ctm. de diámetro, la columna tiene en lo alto un largo tubo que la conecta directamente al condensador de alcohol. Este es su condensador ordinario de 1.22 por 66 ctm. de diámetro con su campana de observación y tubo de conexión al tanque de alcohol rectificado, tanque ordinario de lámina, de capacidad de 500 kilos y con las tuberías siguientes: una inferior con llave para descargar nuevamente al rectificador a ser utilizado y otra superior junto a la tapadera móvil unida a una bomba de mano que sube el alcohol al tanque grande de depósito.

INSTALACION.

CALDERA.— Usándose en la instalación de calefacción por vapor se hace necesario una caldera para trabajar a 60 libras de presión, presión que requiere el vapor para alcanzar la temperatura de la operación, de 100 grados aproximadamente. A 60 libras de presión corresponde una temperatura del vapor de agua de 295° F., o sean 145° C., según las tables respectivas.

La capacidad de la caldera puede calcularse aproximadamente como sigue y teniendo en cuenta que la mezcla de ácido sulfúrico y alcohol por ser la reacción exotérmica se calienta por sí sola hasta la temperatura requerida, por lo cual el gasto de vapor a partir de ese momento se reduce a sostener la temperatura de la mezcla y proporcionar el calor perdido por radiación y el arrastrado por los vapores de éter crudo que destilan.

Ahora bien, considerando que se pierden 17 calorías, gramo por metro cuadrado de superficie por diferencia de un grado centígrado de temperatura por hora y que destilan 800 gramos de éter crudo por minuto, que arrastran 1,200 calorías gramo por segundo y que una caloría gramo es igual a 4.16 joules y un joule por segundo igual a un watt, reduciendo el calor expresado en calorías a watts por segundo y dividiendo por 746 watts correspondientes a un caballo de vapor se obtiene 6.5 H. P. Se ha considerado solamente la calefacción de la retorta le reacción, pero de la misma manera se calcularían los rectificadores de éter y de

alcohol que gastan éstos mucho menos debido a la baja temperatura a que trabajan. Con todo esto y dejando un margen de eficiencia para la caldera de un 25% se utiliza en la instalación una caldera de S H. P.

La caldera debe estar instalada a una distancia conveniente para evitar el peligro de una explosión, pero sin que la distancia sea exagerada para evitar pérdidas por radiación en los tubos de vapor que generalmente se cubren con un aislante térmico, asbestos por ejemplo, para disminuir hasta en un 70% esta pérdida por radiación.

Los tubos de vapor nunca deben ser subterráneos, ni llevarse contra las paredes y si recorren algún tramo a a intemperie, a más de aislante térmico se les cubre con chapote u otra substancia impermeable para reservarlos del agua.

MANIPULACION.

Antes de comenzar el trabajo de una planta cualquiera, es muy conveniente probar los aparatos y observar si hay escapes en las válvulas, llaves, juntas o empacaduras, etc., ya sea de vapor éter o alcohol para asegurar una buena marcha del trabajo durante el cual no habrá interrupciones sino debido a causas ajenas a reparaciones inevitables que se presentan en toda instalación.

Con objeto de asegurar la rapidez en las reparaciones y aun para asegurar el mismo trabajo normal de toda planta es muy conveniente contar con un pequeño taller mecánico y a no ser posible por lo reducida de ella con las herramientas y útiles más indispensables.

La manipulación comprende las siguientes fases: reacción, neutralización y lavado, rectificación y recuperación.

Reacción.— A lo primero que hay que proceder es a cargar la retorta con la mezcla inicial de alcohol y ácido sulfúrico y variando estas mezclas en proporciones diversas según el criterio del fabricante que puede elegir entre las muchas que se proponen, 3 a 5, 9 a 12, 5 a 9, etc., siendo estas proporciones en peso, y cargando una cantidad total de alcohol con la retorta, poco más de la mitad, la retorta de la instalación de que se trata tiene una capacidad aproximada de 1500 litros y se carga con una mezcla en las proporciones de tres de alcohol y 5.2 de ácido y siendo la cantidad 300 kls. y 520 respectivamente que reducidos a volumen dan aproximadamente 670 litros. El alcohol usado varía entre 90 y 96° G. L. y el ácido entre 1.82 y 1.84 de densidad. El total del alcohol etificado por operación es

aproximadamente de 1300 a 1600 kilos tomándose como base 1600 y considerándose 300 de la mezcla inicial y 1300 del de alimentación. Una vez llenos de alcohol el tanque general y el alimentador se carga la retorta de alcohol inicial (300 kilos) por el agujero especial de la tapa y después el ácido sulfúrico que viene en tambores de fierro y que para mayor comodidad puede cargarse con aire a presión y observando antes que las uniones de los tubos estén bien apretadas y con empuedaduras de asbesto para evitar los peligrosos escapes de ácidos.

Obsérvese que se vierte el ácido sulfúrico sobre el alcohol y no al contrario porque ocurriría un gran desprendimiento de calor al verter en mucho ácido poco alcohol y éste se evaporaría y carbonizaría en parte. Sin embargo al cargar el ácido hay que hacerlo poco a poco porque la reacción no obstante desprende gran cantidad de calor y la temperatura de la mezcla sube hasta cerca de 100° C., hay formación de espuma y se desprenden en parte vapores ácidos picantes, de alcohol y de éter. Se tarda en cargar el ácido de 45 minutos a una hora y una vez cargado se atornilla la tapa de carga y se comienza a calentar abriendo la llave de vapor, estando ya abierta desde antes, la llave del agua del condensador. Se sigue calentando la retorta y hasta que no comienza a destilar el éter se inicia la alimentación del alcohol que debe ser bien regulada calculando agregar el alcohol en la misma proporción que destila el éter.

Para la buena marcha de la operación concurren dos factores que hay que tener en consideración: la alimentación del alcohol y la temperatura de la retorta. Se dan los siguientes datos como indicaciones para controlar. Si se calienta demasiado el tubo de desprendimiento del éter, se desprenden muchos gases o sube al nivel del éter en la campana de observación debido a la presión de los gases y vapores de la retorta, principalmente eteno, el defecto puede ser motivado por demasiado calentamiento de la retorta o por escasa alimentación de alcohol. Se corrige cerrando un poco la llave de vapor o acelerando la entrada del alcohol. El perjuicio que reporta este defecto es a más de las pérdidas por desprendimiento de eteno y no de éter, que el poco éter que destila está muy impurificado por los productos anormales de la descomposición secundaria de la mezcla reaccionante entre otras impurezas se encuentran las siguientes: anhídrido sulfuroso y en parte anhídrido carbónico que vuelve demasiado ácido el éter crudo y que se traduce en un aumento de la cantidad de sosa necesaria para

neutralizar. Este desprendimiento de SO_2 y CO_2 , se comprende porque parte del alcohol, se carboniza por la alta temperatura y el ácido sulfúrico en presencia del carbón de anhídrido sulfuroso, anhídrico carbónico y agua diluyendo ésta el ácido:

Se forma también un producto complejo conocido con el nombre de aceite pesado de vino, líquido oleoso amarillento y de un olor penetrante, soluble en el alcohol y en el éter, insoluble en el agua de un punto de ebullición 180°C ., y densidad variable de 1.095 a 1.130. No es una substancia de composición bien determinada, contiene éster sulfúrico, pequeñas cantidades de éster etil sulfuroso y productos de condensación y polimerización del etileno como la eterina (C_2H_4)₂ que se utiliza algunas veces por su olor para aromatizar aguardientes.

Cuando sube mucho la temperatura durante la operación se observa también al descargar la mezcla residual de la retorta que en vez del color amarillo parduzco normal está francamente obscurecida.

Si la densidad del éter sube rápidamente indica que se ha alimentado mucho alcohol y que éste encontrándose en exceso y no habiendo suficiente ácido para reaccionar, destila sin esterificarse. Este efecto si bien no ocasiona pérdidas reales, si hace inútil el trabajo ya que la esterificación del alcohol que es lo que se persigue no se verifica. Puede suceder que si es demasiado el alcohol que se carga a la retorta el destilado esté formado por una sola solución homogénea, mientras que en el trabajo normal la muestra de éter destilado presenta generalmente dos zonas bien determinadas, una de éter y otra de asientos, en parte agua que destila. La manera de corregir el defecto es cerrar un poco la llave de alimentación del alcohol hasta conseguir normalizarla.

Si se calientan los tubos de carga del alcohol, la operación va demasiado rápida y la temperatura es demasiado alta, hay que disminuir el vapor.

En este caso el alcohol baja a la retorta con dificultad y suele suceder que la mezcla ácida suba por la tubería del alcohol. Es de urgente necesidad cerrar la llave de esa tubería para impedir siga subiendo la mezcla ácida y la corroa, hay también que cerrar el vapor y dejar enfriar un poco la retorta para volver a la marcha normal. Cuando la retorta está bastante llena por exceso de carga inicial si la temperatura sube suele darse, el caso de que si las em-

pacaduras entre la tapa y la retorta no están bien ajustadas escorra la mezcla entre ellas.

Por lo que se ha visto, las elevaciones de temperatura son las que causan mayores trastornos en la fabricación y por esto se procura mejor trabajar a una temperatura moderada que proporciona un trabajo normal.

Normalizado ya el trabajo de la retorta periódicamente, se toman muestras, por lo común de 500 cc., en una probeta de vidrio de un litro y con tapón esmerilado. A la muestra se le hacen las siguientes determinaciones: densidad del éter crudo, que es muy variable, y que como se dijo, da indicaciones de la marcha de la fabricación. Se puede tomar esta densidad con un densímetro común o con un pesa éter graduado en una escala Baume, para líquidos más ligeros que el agua y en los que el 10 corresponde al 1000 de los densímetros ordinarios y graduados arbitrariamente conforme a fórmulas especiales. Hay tablas que dan la correspondencia de una escala a otra.

Se determina también la cantidad de asientos que deja la muestra al reposar un momento; los asientos en su mayor parte están constituidos por el agua que ha destilado y que proviene de la reacción del ácido con el alcohol. Cuando la muestra tiene ya muchos asientos 200 a 300 cc. es una indicación de que la operación está por terminar.

La determinación del éter lavado consiste en agregar a la probeta 500 cc. de éter crudo y 500 cc. de agua; se tapa con tapón esmerilado y se agita, se deja reposar un momento y se observa la cantidad a que ha disminuido el éter en cc. con relación al volumen primitivo de éter. Esta disminución de volumen es ocasionada porque el alcohol y el agua que se encuentran mezclados con el éter, siendo solubles en el agua, pasan a ella separándose del éter que es insoluble, o más bien soluble en tan pequeña proporción, que apenas sí es de tomarse en consideración. Este dato se da en cc. de éter lavado por 500 cc. de muestra.

Densidad del éter lavado.—Se le toma al éter resultante de la prueba anterior y siendo de una regularidad casi constante muchas veces, se le considera igual a travez de toda la fabricación a 65°B.

Minutos por litro de éter.—Suele tomarse este dato que corresponde al tiempo que ha tardado en recogerse la muestra del éter crudo; no es tampoco un dato exacto, pero prácticamente da buenas indicaciones de la cantidad de éter que destila por hora. Este dato que al comienzo de la

destilación es de sólo algunos segundos, para terminar llega a ser de dos y hasta tres minutos.

El éter que destila al principio es el más ácido, lo mismo que el recogido al terminar la operación, pero tén-gase presente que también una elevada temperatura puede dar lugar a una alta acidez en el éter.

Para cargar con cierta regularidad el alcohol en cada instalación, se norma una cantidad determinada que debe cargarse por hora, siendo esta carga mayor al principiarse la operación y reduciéndose poco a poco hasta el final. En esta instalación se comienza por cargar 40 kilos de alcohol por hora y se va disminuyendo de 5 en 5 kilos, según la marcha de la operación, hasta cargar al final solamente 10 kilos de alcohol por hora.

Al final de este trabajo se encuentra un record del control de fabricación en que figuran, a más de los datos arriba indicados, la temperatura de la retorta de reacción durante el tiempo transcurrido en el trabajo; a la derecha hay también un margen para notas que firma cada empleado al terminar su turno y anota los incidentes durante él; entrada de alcohol, gasto de alcohol en su turno, suspensión temporal por falta de alcohol o vapor, etc.

Neutralización y Lavado.—Cuando la cantidad de éter crudo condensada y recogida en el tanque neutralizador llega al rededor de 500 litros, se le lava con 100 a 200 litros de agua de cal asentada, abriendo la llave correspondiente del tanque superior y en seguida por medio de la manija del tanque se le agita por varios minutos. Se toma entonces la acidez con anaranjado de metilo y se agrega una cantidad variable de solución al 20% de sosa cáustica comercial, aproximadamente 15 a 25 litros, se vuelve a agitar y se toma una nueva muestra para ver si quedó neutro el producto, después de lo cual se abre la llave inferior del tanque y se descarga el éter al rectificador.

Rectificación del Eter.—Antes de comenzar a calentar, hay que asegurarse que está cargado el tambor purificador, éste se carga por la parte superior con 15 kilos de cloruro de calcio granulado, anhidro que ya usado se unen entre sí los granos formando una masa compacta que se separa con dificultad del tambor; hay que estar seguros de que están abiertas también las llaves de agua, tanto del desflamador como del condensador. Hecho esto, se abre la llave de vapor y se calienta con cuidado sin que pase la temperatura de 35°C. para evitar que puedan despren-

derse también vapores de alcohol y agua en cantidad apreciable.

Los vapores de éter desprendidos se rectifican en la columna, pasan al desflemador y al purificador para ser condensados y salir a la campana de observación y de allí por la tubería respectiva al tanque de almacenamiento de éter rectificado.

Esta operación no necesita una vigilancia constante y su cuidado se reduce a mantener la temperatura requerida y observar de cuando en cuando la densidad de éter rectificado para asegurarse de la buena marcha de la rectificación. Para finalizar ésta, que dura por lo regular 8 horas, hay que estar observando con insistencia la densidad del éter destilado y cuando ésta comienza a subir de 730, se suspende la rectificación. En seguida se abre la llave de descarga del rectificador y se pasa el líquido alcohólico residual, al contiguo rectificador de alcohol.

Recuperación.—Esta se reduce a destilar la mayor porción posible de alcohol del residuo de la rectificación del éter. La operación se lleva de manera análoga a la anterior. Se abren las llaves del agua y de vapor y se calienta a una temperatura que no pase de 80°C. el alcohol de primera rectificación llega a dar hasta 75°G. L. aproximadamente. Para terminar la operación se sube un poco la temperatura a 90° ó 95° para recuperar la última porción de alcohol que en este caso tiene una graduación de 35 G. L., y obteniéndose en conjunto un alcohol de 50 a 60 G. L. Este alcohol tiene un olor particular y es ligeramente lechoso. Terminada la operación, se abre la llave del fondo y se descarga el rectificador para volver a cargarlo de nuevo y rectificar el alcohol obtenido hasta la graduación requerida.

Algunas veces, cuando no se requiere un éter muy puro y que sin embargo reúna los caracteres del éter medicinal, se le puede obtener evitando los gastos de rectificación, siempre que la eterificación se haya hecho con cuidado, neutralizando y lavando bien el éter crudo como de ordinario y dejando reposar y decantando se obtiene después un éter que puede entregarse directamente al comercio.

La mezcla residual que se descarga de la retorta de reacción al terminar el trabajo, es de un color café claro al pardo negruzco, bastante ácido y variando éste con el grado de agotamiento a que se ha llevado el ácido. Algunas de éstas mezclas residuales analizadas y titulada su acidéz con

sosa 1/2 normal, dió un promedio de acidéz en ácido sulfúrico de 67.40.

Este residuo ha sido siempre una carga al precio del éter, pues siendo la acidéz todavía considerable y no pudiendo ser aprovechado, se desperdicia éste ácido. Se ha tratado de utilizarlo de varias maneras. Algunos aconsejan añadir al residuo ácido sulfúrico concentrado fumante para regenerarlo en parte y volverlo a utilizar en nuevas operaciones pero no resulta económico porque origina un nuevo gasto de ácido para regenerarlo y aún ya regenerado resulta poco aprovechable y eficiente.

Podría también tratar de aprovecharse en la fabricación de ácido clorhídrico por el procedimiento antiguo del cloruro de sodio, porque en la primera parte de este procedimiento se usa ácido sulfúrico de 50°B. correspondiente a 52 % de ácido sulfúrico real, pero aún siendo factible éste aprovechamiento, un ácido de esta clase tendría que venderse a un precio muy reducido para con dificultad encontrar comprador y esa dificultad se acentúa en el país por la escasez o falta casi absoluta de fábricas de ácidos, o al menos que el mismo fabricante de éter tratara de utilizar esos desechos, montando una pequeña planta de ácido clorhídrico, solución que puede ser factible más bien para una fábrica de gran capacidad y donde se hayan asociadas varias industrias que se relacionan entre sí.

Para terminar la fabricación y como datos complementarios indispensables, se dan las siguientes indicaciones técnicas y administrativas ya que en una negociación de cualquier especie y más aún en una de carácter netamente industrial, es tan importante el orden y buena administración, como el control y dirección técnica de la fabricación.

Cálculo del rendimiento de fabricación:

De acuerdo con la reacción general de formación del éter se tiene que por cada dos moléculas de alcohol se obtiene una de éter o sea por cada 92 partes en peso de alcohol, se forman 74 de éter y reducido a porcientos tenemos 100 partes de alcohol producen teóricamente 84.40 kilos de éter o de otra manera para producir 100 kilos de éter se necesitan 124.3 de alcohol.

Si estas consideraciones teóricas las aplicamos a la medida de los datos prácticos administrativos de fabricación obtendremos el rendimiento o eficiencia del trabajo.

MEDIA DE LOS DATOS ADMINISTRATIVOS DE FABRICACION.

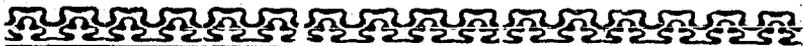
Alcohol a 96 G. L. empleados o sea alcohol a 94% en peso... 1.600 kilos.

Alcohol recuperado a 60 G. L. o sea alcohol 52 % en peso... 530 kilos.

Eter rectificado D-O.720, se obtuvieron... 8.00 kilos, 1,600 kilos de alcohol a 94, corresponden a 1,500 de alcohol absoluto, si de éstos restamos, 275 de alcohol absoluto que corresponden a los 530 kilos de alcohol a 52 que se habían recuperado obtendremos un total de alcohol efectivo empleado de... 1.225 kilos. Ahora bien, como 100 de alcohol producen 84.40 de éter 1.225 deberían producir 1.034 de éter, habiéndose obtenido 800 kilos corresponden éstos a un por ciento de 77.50 del éter que se debería haber obtenido. El rendimiento fluctúa de una a otra operación de un 5 o 6 por ciento y pudiendo tomarse como promedio de rendimiento un 80%.

Llevando el control de ésta manera y en tarjetas apropiadas en las que se hace constar fecha de la operación, rendimiento, precio por unidad, etc, se estará en condiciones de poder mejorar la fabricación en la forma que se estime conveniente, darse cuenta de las fluctuaciones de los precios en el mercado y en fin se tendrá una organización progresista y no estacionaria obteniéndose resultados efectivos que redundarán en provecho de la negociación misma.





CAPITULO V.

Producto Fabricado. - Eter

El éter es a la temperatura ordinaria un líquido incoloro, transparente, móvil, muy volátil y de un olor característico, sabor ardiente sobre la piel al evaporarse produce sensación de frío, menos denso que el agua, hierve a 35°C. a 760 milímetros y no misible con ella, de presión, y en la Ciudad de México hierve por término medio a 26°C.

Su densidad es de 0.736 a 0°C. y 0.7196 a 15°C. pero considerándosele en general de 0.720 a 15°C. Cuando se encuentra mezclado con alcohol y agua, las impurezas que son más comunes, entonces su densidad es variable de acuerdo con las proporciones de agua y de alcohol y teniéndose en cuenta que muestras de éter que tienen la misma densidad pueden estar formadas por proporciones variables de alcohol y agua mezclados con éter.

Pongamos por caso: que un éter marca 723 de densidad, puede contener o solamente alcohol o solamente agua, o contener los dos que es lo más común; en el primer caso tendrá 3% de alcohol, en el segundo, 0.60 por ciento de agua y en el tercer caso hay varias proporciones de agua y alcohol que satisfacen esa densidad, entre otras las siguientes: alcohol, 1%, agua, 0.40%, alcohol 2 por ciento, agua, 0.20 por ciento. (vease tabla de Souberain).

El éter es muy volátil y cuando se evapora rápidamente produciendo un frío intenso, propiedad que lo ha hecho aprovecharse para reducir una anestésia local. Es muy inflamable y sus vapores más densos que el aire, densidad 2.565, dá mezclas explosivas peligrosas aún con mínimas porciones de éter, 38 gr. por metro cúbico, y en cambio cuando pasan de 200 gr. de éter puede producirse la inflamación de los vapores con solo la chispa eléctrica o un cuerpo caliente a más de 200°C.

Es un magnífico disolvente de las grasas, colorantes, al-

coloides, etc.; pero sin embargo como disolvente tiene el defecto de ser muy inflamable inconvenientemente que se puede evitar mezclandolo con tetracloruro de carbono, mezclandolo en proporciones del 30 al 40 por ciento y ofreciendo este disolvente la ventaja que dada su gran volatilidad y su olor poco desagradable en la extracción de las grasas se obtienen estas de muy buena calidad.

Una mezcla de alcohol con éter disuelve algunos nitrocelulosas dando lugar a productos industriales de gran valor. Se obtiene el colodion disolviendo algodón nitrado en una mezcla de alcohol y éter.

Esta misma propiedad lo hace aplicable a la fabricación de pólvora sin humo, para gelatinizarla antes de moldearla y cortarla.

Se utiliza también industrialmente en la fabricación de la seda artificial procedimiento Chardonnet-Lhener, que usa para la fabricación de las fibras, celulosas nitradas disueltas en el alcohol y éter. Las fibras son después coaguladas por procedimientos especiales.

También se usa para la fabricación del celuloide por el procedimiento húmedo. Generalmente las fábricas de los productos anteriores en las que el éter entra como materia prima, no son consumidores de éter sino productores de él, porque cuentan con una planta de éter para producirlo con ventaja dentro de su instalación misma.

Para los diversos usos industriales anteriores, si bien es cierto que se necesita un éter puro, la pureza requerida no llega a los límites del éter anestésico, cuya preparación y purificación a partir del éter puro comercial es demasiado costosa y siendo el consumo del éter anestésico relativamente insignificante con relación a las grandes cantidades de éter comercial que se usan en estas industrias.

Para la obtención del éter anestésico a partir del éter comercial se le puede obtener como sigue: se agita con ácido sulfúrico puro al 30% que absorbe el agua y el alcohol y después se rectifica el éter decantado. Se le puede obtener también por medio de mezclas frigoríficas con las que se enfría el producto hasta que se separa el agua congelada, mien tras que el éter de punto de congelación más bajo 129°C. permanece líquido; tiene el inconveniente de que solo separa el agua pues el alcohol sigue mezclado al éter. Muy costosa pero más efectiva es la purificación destilando el éter sobre sodio metálico. En el laboratorio se obtiene lavando con agua el éter ordinario en un embudo de decantación, decantando y conservándolo sobre cloruro de calcio por varias horas des-

pués de haberlo agitado, se vuelve a decantar, se trata con sodio metálico en polvo, o en alambres hasta que ya no desprenda más hidrógeno y se le rectifica también sobre sodio. Se comprende el costo y laboriosidad de ésta purificación.

Se distinguen tres clases de éter, comercialmente hablando, según su pureza: éter anestésico, muy puro de densidad 0.720 a 15°C. y con 1% aproximadamente de alcohol; éter medicinal, con una densidad variable tolerándose hasta 0.726 a 15°C. y con proporciones variables de alcohol y agua y éter comercial de densidad superior a la anterior y mezclada con mucho alcohol.

ANÁLISIS DE ÉTER.

El análisis industrial del éter consiste en pruebas prácticas rápidas más o menos aproximadas que dan indicaciones muy apreciables acerca de la calidad de una muestra de éter en exámen.

Las determinaciones o pruebas analíticas que se hacen al éter a más de los caracteres organolépticos son los siguientes:

Densidad.— Se puede tomar como en el caso del alcohol con densímetros, (líquidos más ligeros que el agua) picnómetros, balanza de West-Fall y se dá generalmente a la temperatura de 15°C. siendo la densidad del éter puro a esa temperatura 0.71.96 y considerándose prácticamente 0.720. Cuando la determinación no se ha hecho a esta temperatura, entonces se puede indicar a la temperatura que se ha hecho la determinación o corregir la densidad con el siguiente factor: 0.0015 por diferencia de 1°C. de temperatura pero siendo más conveniente para evitar errores hacer en la posible la determinación a la temperatura de 15°C.

Punto de ebullición.— Para ésta determinación se procede como de ordinario se hace con otros líquidos, se toman 100cc. de la muestra en un matráz de destilación fraccionada de 250cc. con un tapón horadado que dá paso a un termómetro que cierra la boca del matráz y se conecta éste a un refrigerante calentándose después con cuidado a B. M. para que la temperatura no suba rápidamente y poder mejor observar el momento en que la columna de mercurio del termómetro quede estacionada en el punto de ebullición que permanece constante hasta el fin de la destilación. El punto de ebullición del éter en la Ciudad de México es de 26°C. y variando y siendo este tanto más alto cuanto más impuro es y llegando algunas veces hasta 30°C.

Acidéz.—El éter puro recién preparado es completamente neutro pero el del comercio suele ser ligeramente ácido ya sea por defecto de la fabricación, que no haya sido bien neutralizado el éter crudo o por defecto de conservación, porque el éter ordinario si no se encuentra al abrigo del aire y de la luz pronto sube de densidad y adquiere por oxidación reacción ácida.

La acidéz se toma directamente con un papel tornasol humedecido y en caso de observarse una acidéz demasiado alta se titula con sosa N|10 como sigue: 10cc. de la muestra se agitan bien con agua en un matráz y se titula con fenolfaleína hasta coloración rosa, dándose la acidéz en miligramos de acético por ciento y correspondiendo 1cc. de sosa N|10 o 6 miligramos. Se tolera 1 cc. de sosa o sean 6 miligramos por ciento.

Humedad.—Para ésta investigación se han propuesto varios indicadores ya que la prueba es generalmente cualitativa.

Si se agitan 10cc. de éter con 1cc. aproximadamente de sulfuro de carbono Q. P. se produce un enturbimamiento del líquido en presencia de la humedad.

El tanino puro y secado a la estufa a 126°C. cuando es agregado a un éter acuoso forma grumos y se adhiere a las paredes del recipiente que contiene el éter.

El papel impregnado de solución de cloruro de cobalto y secado a la estufa cambia del azul al rosa pálido en contacto de un éter acuoso.

Agitando una muestra de éter de 10cc. con az gramos de sulfato de cobre anhidrido este toma una coloración del verde claro al azul en presencia de humedad. El sulfato de cobre debe de ser secado recientemente y en polvo.

De estas pruebas rápidas la más usada es la del sulfato de cobre por ser la más cómoda y segura.

Raramente se hace la determinación cuantitativa del agua por considerarse de poco interés, pero pudiendo utilizarse los siguientes métodos: el del carburo de calcio por desprendimiento de acetileno que puede ser medido o absorbido con nitrato de plata amoniacal; el del carbonato de potasio gravimétrico y el de disminución de densidad, por agitación del éter con carbonato de potasa anhidro y valiéndose para esto de la tabla de Souberain que permite cuantear por diferencia el agua.

El éter comercial contiene un poco de agua y la prueba del sulfato de cobre hecha con cuidado puede ser muy sensible hasta 0.6% de agua.

Alcohol.—Es tan común esta impureza en el éter aún

en los de buena calidad que lo continen en pequeña proporción 1 por ciento aproximadamente, que la investigación cualitativa se hace inútil pues en todos los casos es positiva con la reacción del iodoformo que si bien no se obtiene precipitando, si se percibe el olor característico. En cuanto a la investigación cuantitativa se hace generalmente por métodos indirectos y de una manera aproximada por el procedimiento anterior de disminución de densidad que consiste en tomar la densidad del éter antes y después de haberlo agitado con carbonato de potasio anhidrido que absorbe el agua y deja solo una mezcla de éter y alcohol a 98°C.L. y obteniendo los resultados con la tabla especial de Souberain o Allens.

PEROXIDES Y AGUA OXIGENADA

Para la investigación de estas impurezas se usa de la reacción del bicromato de potasio que es oxidado, a ácido percrómico en solución ácida. Se toman en un tubo de ensaye varios cc. de éter, se agrega un poco de agua y se acidula con ácido sulfúrico; en seguida se agregan unas gotas de solución de bicromato de potasio y en presencia de estas impurezas se obtiene una coloración azul intensa muy perceptible en el éter y que al cabo de poco rato cambia al verde claro. También se acostumbra hacer esta investigación tomando 45 cc. de éter en un frasco de tapón esmerilado bien lleno, al que se agregan 5 cc. de solución de ioduro de potasio al 10%, se abandona en la obscuridad y al cabo de media hora el éter debe permanecer límpido e incoloro, en presencia de agua oxigenada toma un color amarillento.

Azufre.—Se reconoce éste agitando 10 cc. de éter con un globulillo de mercurio bien límpido y de superficie brillante, en presencia del azufre se ennegrese el mercurio y el líquido se pone ligeramente turbio, los éteres ácidos generalmente contiene azufre.

Prueba de evaoración.—Consiste esta prueba en evaporar sobre un papel filtro colocado en un vidrio de reloj 25 cc. de la muestra, que se agrega poco a poco y observar una vez evaporado si queda manchado el papel o se percibe, algún olor: en el primer caso, el éter contenía substancias, grasas disueltas y en el segundo, por el olor se reconocen impurezas no valátiles como el alcohol amílico o productos secundarios de descomposición formados durante la fabricación. Un éter de buena calidad deja límpido y sin ningún olor el papel.

Prueba de potasa.— Un pomo de tapón esmerilado de 100cc. se llena completamente del éter en exámen y se agrega un pedazo de patasa perfectamente bien seca, de un gramo y se guarda al abrigo de la luz por una hora al cabo de la caul la potasa debe presentarse en el mismo estado que an-

tes. En caso de mala calidad del éter la potasa se disuelve en parte formando un sedimento lechoso amarillo más o menos abundante y algunas veces la potasa no llega a disolverse tomando tan solo en su superficie un tinte rojizo. Esta prueba de control tan sencilla no obstante que no es característica de una impureza determinada ya que la potasa se disuelve por el agua, el alcohol, la acidez y el agua oxigenada, etc. y toma un color amarillento, por los aldehidos, dá indicaciones precisas de la calidad de un éter.

Disminución por agitación de agua.—Esta prueba consiste en observar la disminución del volumen del éter, por, agitación con un volumen igual de agua. En una probeta de 20cc. graduada en décimos de cc. se miden exactamente 10 cc. de agua destilada y se secan interiormente las paredes de la probeta con papel de filtro, en seguida se agregan 10 cc. del éter, y se agita rápidamente dejándolo reposar después de un momento en que la mezcla aparece turbia, pero luego poco a poco se separa el éter y el agua acusa un aumento considerable de volumen permaneciendo todavía turbia por algún tiempo. Al cabo de 5 o 10 minutos que el éter se ha separado completamente y el agua se muestra trasparente se lee el aumento de volumen del agua. El propósito de esta prueba es calcular aproximadamente la cantidad de alcohol y agua que contiene el éter pero salta a la vista desde luego que es una prueba que dista mucho de ser exacta pues se ponen en presencia tres líquidos, cuyas diferentes y recíprocas solubilidades de uno en otro hace muy complejo el sistema. Sin embargo las indicaciones que se obtienen son aceptables.

ANALISIS DE ÉTER SULFURICO

MUESTRA 1.

CARACTERES ORGANOLEPTICOS.

Color. — Incoloro.
Aspecto. — Transparente.
Olor. — Característico.

DETERMINACIONES

Densidad a 15°C. — 0.7261.
Punto de Ebullición. — 28.4°C.
Reacción. — Ligera ácida.
Humedad. — Huellas.
Alcohol. — Positiva.
H₂O₂ Peróxidos. — No contiene.

Azufre.—Positiva, (su enturbia).
Prueba evaporación.—Buena.
Prueba de Potasa.—Poco satisfactoria.
Disminución de volumen por agitación con agua.—6%.

MUESTRA 2.

CARACTERES ORGANOLEPTICOS.

Color.—Incoloro.
Aspecto.—Transparente.
Olor.—Característico.

DETERMINACIONES

Densidad a 15°C.—0.7205.
Punto de Ebullición.—26°C.
Reacción.—Neutra.
Humedad.—Negativa.
Alcohol.—Positiva.
H₂O₂ Peróxidos.—Negativa.
Azufre.—Negativa.
Prueba de evaporación.—Buena.
Prueba de Potasa.—Buena.
Disminución de volumen por agitación con agua.—2%.

MUESTRA 3.

CARACTERES ORGANOLEPTICOS

Color.—Incoloro.
Aspecto.—Transparente.
Olor.—Característico.

DETERMINACIONES

Densidad a 15°C.—0.7239.
Punto de ebullición.—26.8°C.
Reacción.—Neutra.
Humedad.—Ligeras huellas.
Alcohol.—Positiva.
H₂O₂ Peróxidos.—Negativa.
Prueba de evaporación.—Buena.
Prueba de Potasa.—Buena.
Disminución de volumen por agitación con agua.—4%.

MUESTRA 4.

CARACTERES ORGANOLEPTICOS

Color.—Incoloro.
Aspecto.—Transparente.
Olor.—Característicos.

DETERMINACIONES

Densidad a 15°C.—0.7293.

Punto de ebullición.—29°C.

Reacción.—Neutra.

Humedad.—Positiva fuerte.

Alcohol.—Positiva fuerte.

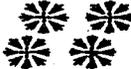
H₂O₂ Peróxidos.—Negativa.

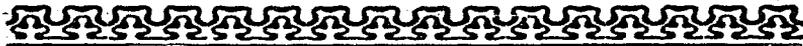
Prueba de evaporación.—Mala, olor alcohol amílico.

Prueba de Potasa.—Mala.

Azufre.—Positiva se enturbia.

Disminución de volúmen por agitación con agua.—12.5%.





CAPITULO IV.

Proyectos, Presupuestos, Estadística y Precios y Conclusión

De acuerdo con el proyecto que se desea y con los dibujos que se adjuntan, la instalación completa de la planta de éter tendría un costo aproximado de 14,200 pesos, siendo el detalle cómo sigue y refiriéndose a los aparatos descritos en Instalación:

Retorta de reacción y accesorios.....	\$ 2,500.00
Condensador de éter crudo y accesorios.....	500.00
Tanque "C" de neutralización y lavado.....	250.00
Tanques "G y H" de alcohol.....	350.00
Tanques "E y F" de cal.....	150.00
Depósito "M".....	100.00
Rectificación de éter crudo.....	4,500.00
Depósito "N" de éter rectificado.....	250.00
Rectificador de alcohol.....	2,000.00
Depósito de alcohol rectificado "O".....	250.00

Costo total de los aparatos.....\$10,850.00

DE LA PLANTA ANTERIOR

Costo total de los aparatos.....	\$ 10,850.00
Una caldera de vapor de 8 H. P.....	2,000.00
Gastos de instalación.....	1,350.00

Total.....\$ 14,200.00

Se consideran comprendidos en los gastos de instalación, las tuberías de conexión de agua, vapor y alcohol, trampas viguetas, etc., a más de la mano de obra.

Los aparatos de la instalación son alemanes importados por la casa de Clever y Lassaman y su importación no causa derechos aduanales si previamente se notifica a la Secretaría de Hacienda.

Sin embargo de estas facilidades de importación no sería difícil fabricar los aparatos de la instalación en el país que resultarían tan eficientes como los extranjeros y más baratos naturalmente.

PRESUPUESTOS DE FABRICACION

Pueden éstos calcularse por cien kilos de éter fabricado pero resulta más cómodo calcularlos por la cantidad total de producto fabricado por operación y calculando después el costo por unidad.

En estos presupuestos entran como factores: el material, los jornaleros o labor y los gastos indirectos.

En el material están comprendidos, el alcohol, ácido sulfúrico, cal, cloruro de calcio, sosa y combustible y se comprende que siendo sus precios muy variables en el mercado, el fabricante debe considerarse en el caso más desfavorable para que cuando éste se presente no sea afectado por él.

La mano de obra puede considerarse como constante, pero téngase presente en todo caso que en las fábricas de pequeña capacidad se acentúa este factor porque con poca diferencia se necesita el mismo personal que para una instalación en mayor escala.

Gastos indirectos son todos aquellos que de alguna manera están relacionados con la fabricación y administración y que no han sido incluidos en los anteriores; a saber, reparaciones, amortizaciones de capital, etc.

PRESUPUESTO DE FABRICACION

Alcohol a 96 G. l., 1225 kilos, a \$0.80	\$ 980.00
Acido sulfúrico de 66 Be., 520 kilos, a \$0.28	145.60
Cloruro de calcio gran., 15 kilos, a \$0.40	6.00
Sosa comercial, 10 kilos, a \$0.33	3.30
Cal, 30 kilos, a \$0.03	0.90
Carbón, 2 toneladas, a \$50.00	100.00

Total \$ 1,235.80

JORNALES:—

Un jefe de taller, 3 días, a \$6.00 diarios	\$ 18.00
Un empleado, 3 días a \$4.00 diarios	12.00
Dos obreros, 3 días a \$3.00 diarios	18.00

Mano de obra, total. \$ 48.00

Gastos indirectos 54.00

Costo total de 800 kilos de éter rectificado., 1337.80

Costo por unidad, 1.60
Este costo por kilo de éter es sin embases y puesto en fábrica.

ESTADISTICA Y PRECIOS

Las fábricas de éter que existen en el país son tan poco numerosas y en tan pequeña escala, que oficialmente sólo se tiene noticia de tres sin indicar la capacidad de producción, estando las tres ubicadas en el Distrito Federal.

En cuanto a las cantidades importadas de éter sulfúrico, no se pueden tampoco fijar con exactitud ya que los datos que obran en las oficinas oficiales son los siguientes:

El éter es un producto que paga derechos aduanales de importación siendo éstos de 60 centavos kilo legal, pero conforme a las tarifas de importación de la Secretaría de Hacienda y su reglamentación se considera como éter no solamente el éter sulfúrico, sino también ciertos otros productos etéreos y aromáticos. Fracción 543, Nota 193— "Éter a \$0.60 kilo legal.— "Se refiere a todos los alcoholes y eterolados que llevan el principio aromático de las frutas o que lo reproducen artificialmente. El más importante de éstos es el sulfúrico, pero son también de mencionarse los productos resultantes de la combinación de los alcoholes con los ácidos de los cuales toman su nombre. "Sigue después mencionando el éter acético, el nítrico, etc., y aclarando el punto, pero por lo que antecede se desprende que en los datos de importancia se encuentran englobados varios productos.

Importación mensual de Éter y su valor en el año de 1924.

Enero, 6,277 K. L., \$8,511 V. T., \$1.34 PU.

Febrero, 2,215 K. L., \$6,529 V. T., \$2.94 PU.

Marzo, 2,701 K. L., \$6,914 V. T., \$2.55 PU.

Se comprende la variabilidad del precio por unidad en virtud de que el producto importado no es homogéneo, sino que está formado de substancias de muy distinta índole y precio.

Sin embargo estos datos pueden dar alguna orientación respecto a la importación aproximada de éter sulfúrico en el país; 2 a 3 Toneladas mensuales que unidas a las 3 o 4 que se producen en el país harían un total de 5 a 7 Ton., de consumo mensual.

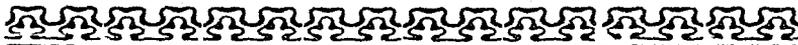
El precio del éter sulfúrico medicinal o farmacéutico que es el fabricado en el país, varía en el mercado de \$2.75 a \$3.50 entre los detallistas mientras que el anestésico se vende al doble o triple del anterior, es todo extranjero y viene embasado en frascos o ampolletas originales.

En el extranjero el precio del éter varia entre \$0.90 y \$1.30 pero haciéndose la distinción entre éter a 65 Be y a 66 Be, o rectificado y siendo los precios respectivamente los anteriores.

Para el éter anestésico embasado en ampollitas o frascos varias al precio por kilo con el tamaño de las ampollitas, siendo el más alto para el envasado en las de menor tamaño. Varía de \$1.00 a \$7.50 kilo.

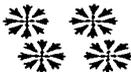
CONCLUSION:— Por los precios anteriores y los recargos de fletes, derechos, seguros, etc., se comprende que el éter sulfúrico medicinal importado resulta a un precio superior al fabricado en el país, mientras que el éter anestésico si es susceptible de importarse ya que éste no se fabrica en el país; por consiguiente la fabricación de éter sulfúrico es una industria lucrativa, mas aún si el éter rectificado obtenido se purifica hasta obtener el éter anestésico y se envasa, operación que duplica el precio del producto sin que los gastos de ella pueden ser comparables con el aumento de precio resultante.





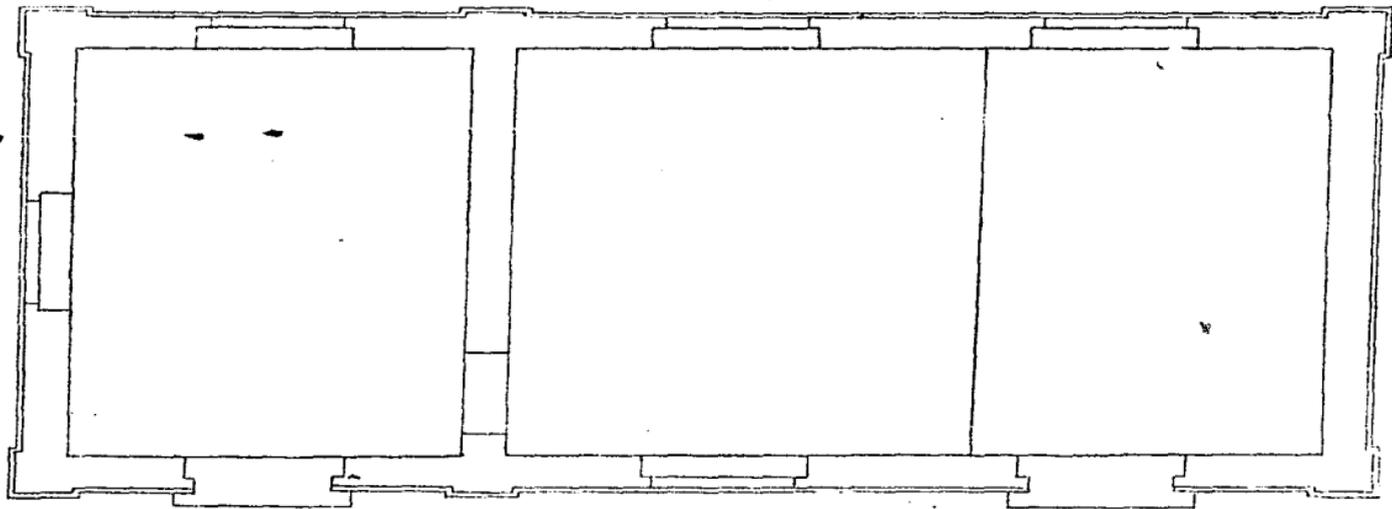
CAPITULO VII.
BIBLIOGRAFIA

- MARTIN.—INDUSTRIAL & MANUFACTURING CHEMISTRY.
ALLEN.—COMMERCIAL ORGANIC ANALYSIS.
MOLINARI.—QUIMICA GENERAL Y APLICADA.
VILLAVECHIA.—QUIMICA ANALITICA.
GODY.—MATERIAS EXPLOSIVAS.
SULLIVAN.—SULPHURIC ACID HANDBOOK.
LIDDELL.—HANDBOOK OF CHEMICAL ENGINEERING.



PLANTA DE ETER

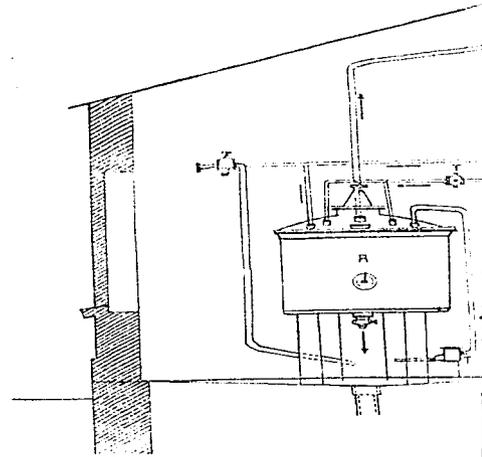
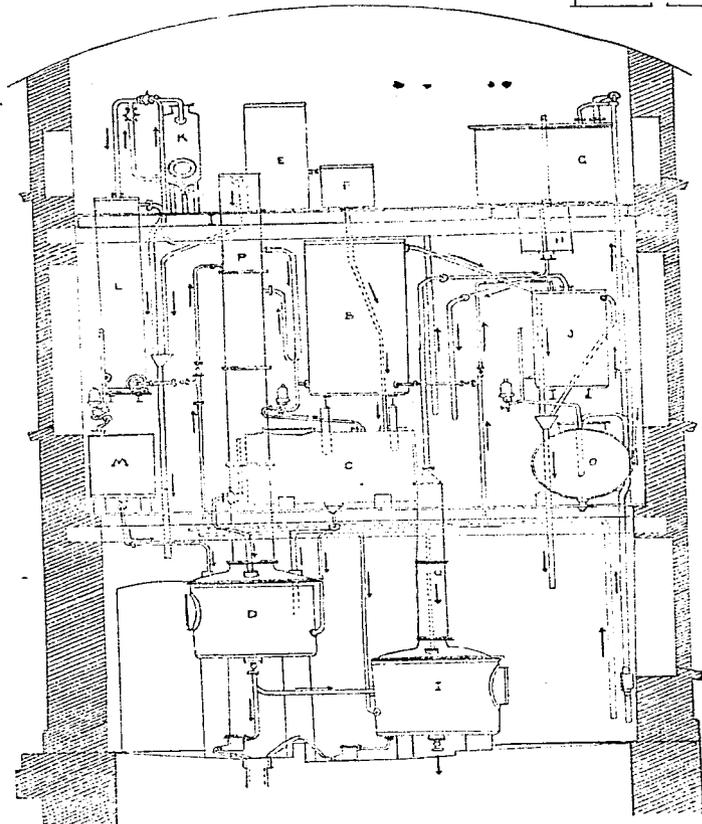
ESCALA 1-33.



W. J. G. Smith

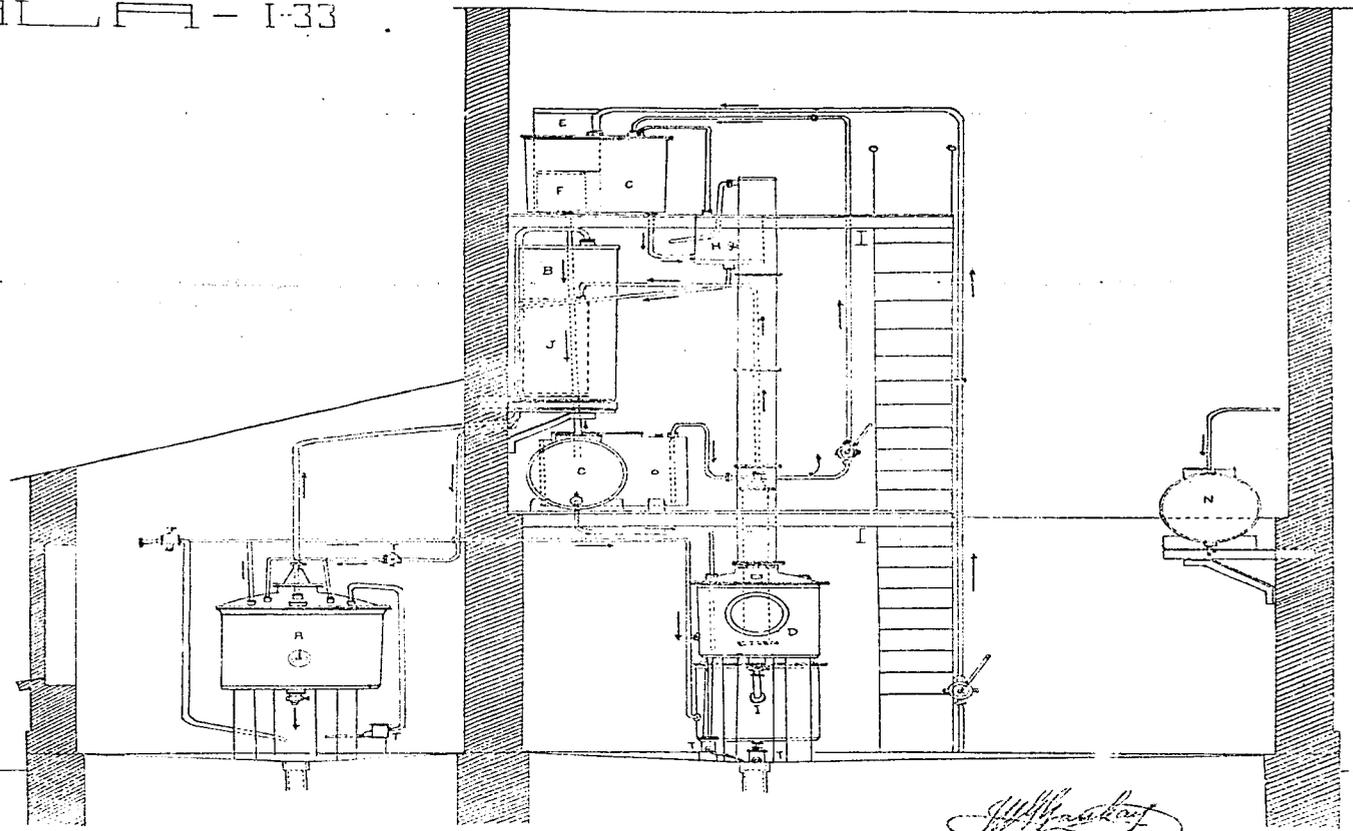
PLANTA — DE

ESCALA - 1-33



DEFETER

ALA-133



J. H. Mackay

Fé de Erratas

Pág.	Lin.	Dice	Debe decir
8	12	e	de
9	14	meno sdenso	menos denso
9	17	prepararon	prepararon
9	23	azufre	azufre
12	18	siendoeliminada	siendo eliminada
12	24	sulfurico	sulfuroso
12	35	C2H4 H	C2H4
13	6	Al2(C2H5O)6	Al2(C2H5O)6
13	7	procedimiento	producto
13	20	ácido	ácido
13	21	análogas	análogas
14	31	rectificadora	rectificadora
15	20	consideraciones	consideraciones
17	16	o	a
17	20	sulfúrico	sulfuroso
17	22	y	—
19	9	areómetros	areómetro
21	28	solu	solución de
21	31	salmon	salmon
23	14	eléctricos	eléctricos
25	7	Condensaodr	Condensador
25	14	volatizaeion	volatilización
26	9	análogo	análogo
26	44	aleohal	alcohol
27	14	el rectificador a	el rectificador el alcohol y llevarlo a la graduación requerida para volver a
27	17	INSTLACION.	INSTALACION.
28	7	pérlidas	pérdidas
28	12	tramo a a	tramo a la
28	14	reservarlos	preservarlos
28	22	a	o
29	32	al	el
30	23	efecto	defecto
31	24	ue	que
31	42	exalto	exacto
33	26	graduación	graduación
47	35	importación	importación
37	4	que el agua, hierve	que el agua y no miscible con elle, hierve

Pág.	Lín.	Dice	Debe decir
37	5	con ella, de presión	, de presión
37	24	produciendo	produce
37	25	rodueir	produceir
38	16	sera	seda
39	38	mercuro	mercurio
39	39	embullición	ebullición
40	27	az	1 a 2
40	33	cuantitiva	cuantitativa
41	5	-tando	-do
41	13	PEROXIDES	PEROXIDOS
41	33	evacuación	evaporación
41	44	patasa	potasa
42	28	indicaciones	indlicaciones
47	15	regamentaciones	reglamentaciones
47	25	importancia	importaciones

TABLAS DE PESOS ESPECIFICOS DE SOLUCIONES DE ACIDO SULFURICO.

PESO Especifico. -	GRADOS BAUMÉ	% en PESO DE H ₂ SO ₄	Un litro de Acido contiene: Kgs. H ₂ SO ₄	PESO Especifico. -	GRADOS BAUMÉ	% en PESO DE H ₂ SO ₄	Un litro de Acido contiene: Kgs H ₂ SO ₄	PESO Especifico. -
1.005	0.7	0.23	0.008	1.335	36.2	43.20	0.577	1.665
1.015	2.1	2.30	0.023	1.345	37.0	44.23	0.596	1.675
1.025	3.4	3.76	0.039	1.355	37.9	45.31	0.614	1.685
1.035	4.7	5.23	0.054	1.365	38.6	46.41	0.633	1.695
1.045	6.0	6.67	0.071	1.375	39.4	47.47	0.652	1.705
1.055	7.4	8.07	0.085	1.385	40.1	48.53	0.672	1.715
1.065	8.7	9.47	0.102	1.395	40.8	49.59	0.692	1.725
1.075	10.0	10.90	0.117	1.405	41.6	50.63	0.711	1.735
1.085	11.2	12.30	0.133	1.415	42.3	51.66	0.730	1.745
1.095	12.4	13.67	0.150	1.425	43.1	52.63	0.750	1.755
1.105	13.6	15.03	0.166	1.435	43.8	53.59	0.769	1.765
1.115	14.9	16.36	0.183	1.445	44.4	54.55	0.789	1.775
1.125	16.0	17.66	0.199	1.455	45.1	55.50	0.808	1.785
1.135	17.1	18.96	0.215	1.465	45.8	56.40	0.827	1.795
1.145	18.3	20.26	0.231	1.475	46.4	57.37	0.846	1.805
1.155	19.3	21.55	0.248	1.485	47.1	58.28	0.865	1.815
1.165	20.3	22.83	0.266	1.495	47.8	59.22	0.885	1.821
1.175	21.3	24.12	0.283	1.505	48.4	60.18	0.906	1.825
1.185	22.5	25.40	0.301	1.515	49.0	61.12	0.926	1.825
1.195	23.5	26.68	0.319	1.525	49.7	62.06	0.946	1.827
1.205	24.5	27.95	0.337	1.535	50.3	63.00	0.967	1.829
1.215	25.5	29.21	0.355	1.545	50.9	63.85	0.987	1.831
1.225	26.4	30.48	0.373	1.555	51.5	64.67	1.006	1.833
1.235	27.4	31.70	0.391	1.565	52.1	65.49	1.025	1.835
1.245	28.4	32.86	0.409	1.575	52.7	66.30	1.044	1.837
1.255	29.3	34.00	0.426	1.585	53.3	67.13	1.064	1.839
1.265	30.2	35.14	0.444	1.595	53.9	68.05	1.085	1.840
1.275	31.1	36.29	0.462	1.605	54.4	68.97	1.107	1.8415
1.285	32.0	37.45	0.481	1.615	55.0	69.89	1.128	1.8435
1.295	32.8	38.61	0.500	1.625	55.5	70.74	1.150	1.8455
1.305	33.7	39.77	0.519	1.635	56.0	71.57	1.170	1.8475
1.315	34.6	40.93	0.538	1.645	56.6	72.40	1.192	1.8495
1.325	35.4	42.08	0.557	1.655	57.1	73.23	1.212	1.8515

DE PESOS ESPECIFICOS

DE SOLUCIONES DE ACIDO SULFURICO.

(LUNGE)

PESO Especifico. ~	GRADOS BAUMÉ	% en PESO DE H ₂ SO ₄	Un litro de Acido contiene: Kgs H ₂ SO ₄	PESO Especifico. ~	GRADOS BAUMÉ	% en PESO DE H ₂ SO ₄	Un litro de Acido contiene: Kgs. H ₂ SO ₄
1.335	36.2	43.20	0.577	1.665	57.7	74.07	1.233
1.345	37.0	44.28	0.596	1.675	58.2	74.97	1.256
1.355	37.8	45.31	0.614	1.685	58.7	75.86	1.278
1.365	38.6	46.41	0.633	1.695	59.2	76.73	1.301
1.375	39.4	47.47	0.653	1.705	59.7	77.70	1.323
1.385	40.1	48.53	0.672	1.715	60.2	78.48	1.346
1.395	40.8	49.59	0.692	1.725	60.6	79.36	1.369
1.405	41.6	50.63	0.711	1.735	61.1	80.24	1.392
1.415	42.3	51.66	0.730	1.745	61.6	81.12	1.416
1.425	43.1	52.63	0.750	1.755	62.1	82.00	1.439
1.433	43.8	53.59	0.769	1.765	62.5	82.88	1.463
1.445	44.4	54.55	0.789	1.775	63.0	83.90	1.489
1.455	45.1	55.50	0.808	1.785	63.5	85.10	1.519
1.465	45.8	56.40	0.827	1.795	64.0	86.30	1.549
1.475	46.4	57.37	0.846	1.805	64.4	87.60	1.591
1.485	47.1	58.28	0.865	1.815	64.8	89.05	1.621
1.495	47.8	59.22	0.885	1.821	65.0	90.20	1.643
1.505	48.4	60.18	0.906	1.828	65.1	90.60	1.651
1.515	49.0	61.12	0.926	1.835	65.2	91.00	1.661
1.525	49.7	62.06	0.946	1.837	65.3	91.50	1.671
1.535	50.3	63.00	0.967	1.829	65.4	91.90	1.681
1.545	50.9	63.85	0.987	1.831	65.5	92.30	1.690
1.555	51.5	64.67	1.006	1.833	65.6	92.65	1.700
1.565	52.1	65.49	1.025	1.835	65.7	93.43	1.713
1.575	52.7	66.30	1.044	1.837	65.7	94.20	1.730
1.585	53.3	67.13	1.064	1.839	65.8	95.00	1.748
1.595	53.9	68.05	1.085	1.840	65.9	95.60	1.759
1.605	54.4	68.97	1.107	1.8415	...	97.70	1.799
1.615	55.0	69.89	1.128	1.8405	...	98.70	1.816
1.625	55.5	70.74	1.150	1.8395	...	99.45	1.830
1.635	56.0	71.57	1.170	1.8385	...	99.95	1.838
1.645	56.6	72.40	1.192				
1.655	57.1	73.23					

TABLA DE PROPIEDADES DEL VAPOR DE AGUA SATURADO.

- Kent -

Presion en libras	Temperatura		Calor total en unidades de calor sobre 32°F.			Calor latente de vaporización (L) $L = H - h$	Densidad o peso en libras de un pie cúbico de vapor	Volumen en pies cúbicos de una libra de vapor	Factor equivalente de evaporación a 212°F. F.				
	Fahrenheit		En el Vapor H	En el agua h									
1	101	99	1113	1	70	1043	1	0	00299	334	5	0	9661
2	126	27	1120	5	94	1026	1	0	00576	178	5	0	9738
3	141	62	1126	1	109	1018	3	0	00844	118	5	0	9786
4	153	09	1128	6	121	1007	2	0	01107	90	33	0	9822
5	162	34	1131	8	130	1000	3	0	01366	73	21	0	9852
6	170	14	1133	8	138	995	2	0	01622	61	65	0	9876
7	178	30	1135	8	145	990	5	0	01874	53	39	0	9897
8	182	22	1137	7	151	986	2	0	02125	47	08	0	9916
9	188	33	1139	4	156	982	5	0	02374	42	12	0	9934
10	193	28	1140	9	161	979	0	0	02621	38	15	0	9949
15	213	03	1146	0	181	968	1	0	03326	28	14	1	0003
20	227	25	1151	5	196	954	6	0	05023	19	21	1	0051
25	240	04	1155	1	209	946	0	0	06199	16	13	1	0099
30	250	27	1158	3	219	938	2	0	07360	13	59	1	0129
35	259	19	1161	0	228	932	3	0	08506	11	75	1	0157
40	267	13	1163	4	236	927	0	0	09644	10	27	1	0182
45	274	29	1165	6	243	922	0	0	1077	9	235	1	0205
50	280	35	1167	0	250	917	4	0	1183	8	413	1	0225
55	286	39	1169	4	256	913	1	0	1299	7	693	1	0245
60	292	51	1171	2	261	909	3	0	1409	7	097	1	0263
65	297	77	1172	7	267	905	5	0	1519	6	383	1	0280
70	302	71	1174	5	272	902	1	0	1628	6	143	1	0295
75	307	38	1175	7	275	898	2	0	1736	5	760	1	0309
80	311	80	1177	0	281	895	6	0	1843	5	426	1	0323
85	316	02	1178	3	285	892	3	0	1951	5	126	1	0337

TABLA DE PROPIEDADES DEL VAPOR DE AGUA SATURADO.

(Cont.)

Presión en Libras	Temperatura en Fahrenheit. —	Calor Total en unidades de calor sobre 32°F		Calor latente de vapo- rización (L) L = H - h	Densidad o peso en libras de un piecu- bico de vapor	Volumen en piescu- bicos de una libra de vapor	Factor cor- rección de evaporación a 212°F. f.							
		En el vapor: H	En el agua h											
90	320	04	1179	6	290	0	889	6	0	2058	4	359	1	0350
95	323	89	1180	7	294	0	886	7	0	2165	4	619	1	0362
100	327	58	1181	9	297	9	884	0	0	2271	4	403	1	0374
105	331	13	1182	9	301	6	881	3	0	2378	4	205	1	0385
110	334	56	1184	0	305	2	878	8	0	2484	4	026	1	0396
115	337	66	1185	0	309	7	876	3	0	2588	3	862	1	0406
120	341	05	1186	0	312	0	874	0	0	2695	3	711	1	0416
125	344	13	1186	9	315	2	871	7	0	2800	3	571	1	0426
130	347	12	1187	8	318	4	869	4	0	2904	3	444	1	0435
140	352	68	1189	5	324	4	865	1	0	3113	3	212	1	0453
150	358	26	1191	2	330	0	861	2	0	3321	3	011	1	0470
160	363	40	1192	8	335	4	857	4	0	3530	2	833	1	0486
170	368	29	1194	3	340	5	853	3	0	3737	2	676	1	0502
180	372	97	1195	7	345	4	850	3	0	3945	2	535	1	0517
190	377	44	1197	1	350	1	847	0	0	4153	2	403	1	0531
200	381	75	1198	4	354	6	843	3	0	4359	2	294	1	0545
225	391	79	1201	4	365	1	836	3	0	4576	2	051	1	0576
250	400	99	1204	2	374	7	829	5	0	4803	1	854	1	0605
275	409	50	1206	9	383	6	823	2	0	5043	1	691	1	0632
300	417	42	1209	3	391	9	817	4	0	5290	1	553	1	0657
325	424	82	1211	5	399	6	811	9	0	5540	1	437	1	0680
350	431	90	1213	7	406	9	806	3	0	5790	1	337	1	0703
375	438	40	1215	7	414	2	801	5	0	6000	1	250	1	0724
400	445	15	1217	7	421	4	796	3	0	6230	1	172	1	0745
500	466	57	1224	2	444	3	779	0	1	6650	0	939	1	0812

FABRICACION DE ETHER SULFURICO
RECORD DE TRABAJO.

Orden #396.

Julio 28/924.

Fecha	Orden	Tiempo	Temperatura de la Retorta.	Minutos por litro de Eter	Sedimentos	Densidad del Eter Crudo	Muestra Eter.	Eter Lavado.	Densidad Eter Lavado	Carga de Alcool por hora.	Observaciones.
28	396	10	92	0.00	20	57	50	400	50	40	
		11	92	0.00		56		400		40	
		12	92	0.00		55		400		40	
		13	92	0.00		54		400		40	
		14	92	0.00		53		400		40	
		15	92	0.00		52		400		40	
		16	92	0.00		51		400		40	
		17	92	0.00		50		400		40	
		18	92	0.00		49		400		40	
		19	92	0.00		48		400		40	
		20	92	0.00		47		400		40	
		21	92	0.00		46		400		40	
		22	92	0.00		45		400		40	
		23	92	0.00		44		400		40	
		24	92	0.00		43		400		40	
		25	92	0.00		42		400		40	
		26	92	0.00		41		400		40	
		27	92	0.00		40		400		40	
		28	92	0.00		39		400		40	
		29	92	0.00		38		400		40	
		30	92	0.00		37		400		40	
		31	92	0.00		36		400		40	
		32	92	0.00		35		400		40	
		33	92	0.00		34		400		40	
		34	92	0.00		33		400		40	
		35	92	0.00		32		400		40	
		36	92	0.00		31		400		40	
		37	92	0.00		30		400		40	
		38	92	0.00		29		400		40	
		39	92	0.00		28		400		40	
		40	92	0.00		27		400		40	
		41	92	0.00		26		400		40	
		42	92	0.00		25		400		40	
		43	92	0.00		24		400		40	
		44	92	0.00		23		400		40	
		45	92	0.00		22		400		40	
		46	92	0.00		21		400		40	
		47	92	0.00		20		400		40	
		48	92	0.00		19		400		40	
		49	92	0.00		18		400		40	
		50	92	0.00		17		400		40	
		51	92	0.00		16		400		40	
		52	92	0.00		15		400		40	
		53	92	0.00		14		400		40	
		54	92	0.00		13		400		40	
		55	92	0.00		12		400		40	
		56	92	0.00		11		400		40	
		57	92	0.00		10		400		40	

FABRICACION DE ETHER SULFURICO
RECORD DE TRABAJO.

Julio 28/924.

Orden #396.

Fecha.	Orden.	Tiempo	Temperatura de la Retorta.	Minutos por litro de Eter	Sedimentos	Densidad Eter Crudo	Muestra Eter	Eter Lavado	Densidad Eter Lavado	Cargañico-hol por hora	Observaciones.
30	396	12	33	30	80	56	50	300	56	15	
		11	33	30	90	55		310		15	
		11	34	30	70	57		280		10	
		11	35	30	50	58		290		10	
		11	35	30	60	59		300		10	
		11	35	30	70	56		320		10	
		11	35	30	70	55		320		10	
		11	35	30	90	54		300		10	
		12	35	30	100	55		310		10	
		12	35	30	100	54		290		10	
		12	35	30	100	56		310		10	

TABLA DE DENSIDADES CORRESPONDIENTES A GRADOS BAUME'
 (Liquidos mas ligeros que el agua)

(Francor)

°Bé	Densidad	°Bé	Densidad.	°Bé	Densidad.
		30	0.980	50	0.785
10	1.000	31	0.974	51	0.781
11	0.993	32	0.969	52	0.777
12	0.983	33	0.964	53	0.773
13	0.950	34	0.959	54	0.768
14	0.973	35	0.954	55	0.764
15	0.967	36	0.949	56	0.760
16	0.960	37	0.944	57	0.757
17	0.954	38	0.939	58	0.753
18	0.948	39	0.934	59	0.749
19	0.942	40	0.930	60	0.745
20	0.936	41	0.925	61	0.741
21	0.930	42	0.920	62	0.737
22	0.924	43	0.916	63	0.733
23	0.918	44	0.911	64	0.729
24	0.913	45	0.907	65	0.726
25	0.907	46	0.902	66	0.722
26	0.901	47	0.898	67	0.718
27	0.896	48	0.793	68	0.714
28	0.890	49	0.789	69	0.711
29	0.885			70	0.708

