

- b) Sus constantes físicas, es decir, su temperatura de fusión, ebullición, etc. (transformación de un estado a otro) deben ser consistentes a una presión determinada;
- c) Su densidad y su solubilidad debe ser consistentes y perfectamente determinada.

Por ejemplo: agua destilada: homogénea al ultramicroscopio; punto de fusión 0°C y de ebullición 100°C (a una atmósfera) y densidad 1 g/cm^3 .

Mezclas

No siempre las sustancias se presentan puras, a veces se encuentran asociadas con otra de distinta naturaleza, constituyendo *mezclas*.

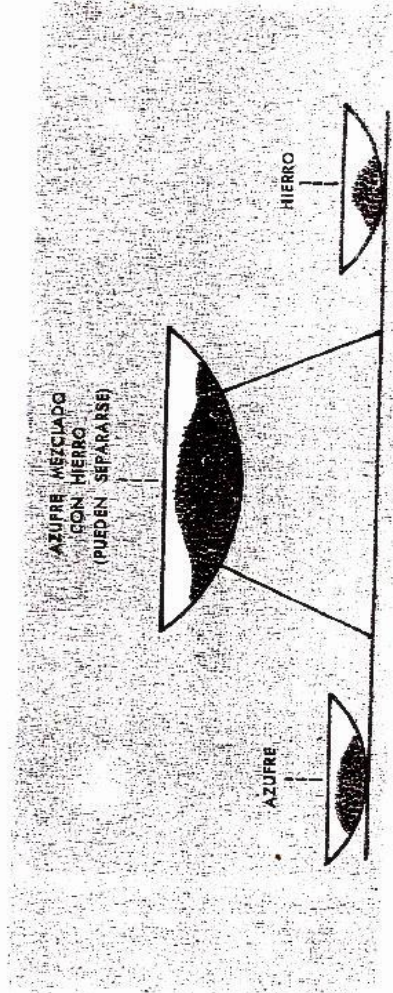
Por ejemplo, si colocamos en un mortero, azufre y hierro en polvo y los homogeneizamos removiendo los, obtendremos un polvo de color gris amarillento.

Las proporciones de esas dos sustancias pueden variar y, según la cantidad de hierro o azufre, ese polvo será más grisáceo o más amarillento. Este polvo, cualesquiera sea su color, es una mezcla, y si las sustancias están bien distribuidas, el aspecto a primera vista será el de una sustancia homogénea, pero observándola cuidadosamente con una lupa se apreciarán los componentes.

Inclusive, esos componentes podrán ser separados de la mezcla, ya que siguen conservando sus propiedades particulares. Por medio de un imán separaremos el hierro del azufre o tratando la mezcla con sulfuro de carbono separaremos el azufre del hierro.

Si en un tubo de ensayo colocamos una cierta cantidad de la mezcla de hierro y azufre, en polvos (B) y agregamos sulfuro de carbono (A) apredaremos que el azufre se disuelve (C) mientras que el hierro se mantendrá, incluído, en el fondo del tubo (D). Si el líquido agregado (A) a la mezcla (B) fuera ácido clorhídrico, observaríamos que el azufre permanece inalterado mientras que el hierro forma cloruro ferroso, desprendiendo hidrógeno.

Las mezclas son asociaciones de sustancias, en las cuales cada una de las componentes sigue conservando sus propiedades características. Esas componentes se reúnen sin conservar una relación de proporción y pueden separarse con relativa facilidad.



gunda y ésta es aún mayor que la del agua potable. Sin embargo si sometemos los tres líquidos a ciertos procesos físicos y mecánicos obtendremos un mismo tipo de agua (agua pura o destilada). ¿Por qué razón? Porque existen en las tres primeras otras sustancias denominadas impurezas que modifican las propiedades del agua pura.

El líquido así obtenido (agua destilada) es una sustancia pura y en ella comprobamos que sus propiedades físicas y químicas son constantes, independientemente del origen de su obtención, si se comparan en iguales condiciones de temperatura, presión, etc.

Diremos que:

Sustancias puras son aquellas que presentan, en igualdad de condiciones, propiedades características invariables.

Caracteres de una sustancia pura

Las condiciones fundamentales que debe reunir toda sustancia para ser considerada como sustancia pura son:

- a) Debe ser homogénea, es decir, exactamente igual en todas sus partes, aun observándola con ayuda del microscopio más potente (ultramicroscopio);

La homogeneidad es relativa. La presente fotografía permite "ver" los átomos de una punta de tungsteno sometido a un campo eléctrico. A pesar de ser la visión de una porción de elemento puro, aparentemente la materia presentada es heterogénea.

PRÁCTICA

Mezclas de azufre y hierro

Colóquese en un mortero azufre en polvo y polvo o medidas de hierro. Remuévase hasta conseguir un polvo de aspecto uniforme.

Examine con una lupa (se observarán las partículas amarillas del azufre y las grises del hierro). Colóquese un poco del polvo uniforme en un tubo de ensayo con agua (las partículas de azufre flotarán) las partículas de hierro se depositarán en el fondo).

Acérquese un imán a otra porción del polvo uniforme (las partículas de hierro serán atraídas, las de azufre, no).

PRÁCTICA

Separación de sólido y sólido mezclas:
 pol común y arena
 azúcar y arena

1. Colocar un poco de mezcla en un vaso de precipitados con agua y calentar ligeramente para favorecer la disolución del componente soluble.
2. Armar un embudo con su papel de filtro.
3. Filtrar la mezcla. El componente disuelto en agua atravesará el papel de filtro, el componente insoluble queda retenido.
4. El componente sólido puede secarse en una estufa de laboratorio, en un horno común con llama reducida, etc.
5. El componente soluble puede separarse del agua que utilizamos para disolverlo, evaporándolo lentamente el disolvente.

Efectuando distintas mezclas se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1. En la mezcla los componentes siguen conservando sus propiedades particulares.
2. Los componentes de una mezcla no se encuentran en proporciones definidas.
3. Las propiedades de la mezcla no son uniformes, dependen de las proporciones que se tomaron de cada componente.
4. Los componentes de una mezcla pueden separarse por medios sencillos (físicos y/o mecánicos).

Diferencia entre sustancia pura y mezcla

Las características diferenciales más importantes son:

SUSTANCIAS PURAS

Poseen una sola clase de molécula.

Por procedimientos físicos y mecánicos se mantienen inalteradas.

Presentan propiedades constantes y características (en iguales condiciones de presión y temperatura).

MEZCLAS

Poseen varias clases de moléculas, por lo que se forman con distintas sustancias puras.

Por procedimientos físicos y mecánicos separan las sustancias puras que contienen.

Presentan propiedades que varían según la proporción de las sustancias presentes (aun en iguales condiciones de presión y temperatura).

CASOS DE SEPARACIÓN

Los casos más importantes de separación de los componentes de una mezcla son:

- 1) Separación de sólido en sólido;
- 2) Separación de sólido en líquido;
- 3) Separación de sólido en gas;
- 4) Separación de líquido en líquido.

Separación de los componentes de una mezcla

Dijimos que los componentes de una mezcla pueden separarse por métodos físicos, mecánicos o fisicoquímicos.

En general, tendremos los siguientes casos:

1. SEPARACIÓN DE SÓLIDO EN SÓLIDO
 Para separar sólidos, los procedimientos más comunes son los siguientes:

- a) Solubilización;
- b) Tamización;
- c) Levigación.

a) Solubilización

Este procedimiento consiste en disolver uno o los dos componentes. Por ejemplo, si tenemos azúcar y carbonato de calcio mezclados podemos separarlos aprovechando la propiedad del azúcar de disolverse en agua, mientras el carbonato de calcio queda insoluble.

Luego, por filtración, se separa el carbonato de calcio y la solución azucarada. De la solución azucarada se separa el sólido por evaporación. En el supuesto caso que los dos sólidos fueran solubles en agua, como lo sería el de una mezcla de azúcar y sal, pueden disolverse en agua y separarse por cristalización fraccionada (pág. 62).

En caso de que la mezcla tuviera tres o más componentes, se combina alguno de los dos métodos indicados anteriormente con otros disolventes (alcohol, acetona, sulfuro de carbono, etc.).

b) Tamización

Es un procedimiento de separación de dos o más sólidos basado en el tamaño de sus partículas.

Si colocamos la mezcla sobre una malla metálica veremos que las partículas cuyo diámetro es menor que la malla, la atraviesan, mientras que las de diámetro mayor quedan retenidas. Esta operación se llama *tamizado* y la malla que se rodea con una armazón para darle solidez, *tamiz*.

Pueden utilizarse en lugar de mallas metálicas, tejidos de seda, hilo, etc., o también chapas perforadas.

El tamizado se utiliza para separar las harinas de cereales de sus cáscaras.

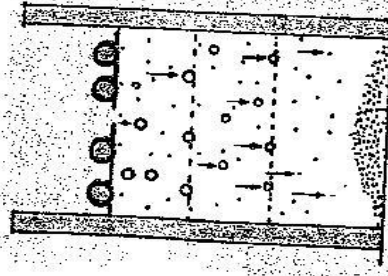
Por ejemplo: la harina de trigo del afrecho; el grano de girasol de la cáscara, etc.

¹ Se recomienda la lectura del capítulo referente a soluciones antes de estudiar este tema.

PRÁCTICA

Separación por tamización
 Se utiliza una mezcla de sólidos cuyas partículas tienen distintos tamaños. Por ejemplo, harina y arena.
 Se coloca la mezcla sobre un colador común y moviéndolo con suave golpes se afectuará la separación.
 Si se utilizan dos o tres coladores de malla distinta se podrán hacer separaciones de las partículas de distinto diámetro.

TAMIZACIÓN



Consiste en separar los sólidos por el tamaño de sus partículas. Para ello, la mezcla de sólidos se hace pasar a través de mallas, chapas perforadas, tejidos especiales, etc. de distintos tamaños de poros. En el tamizado expuesto, las partículas mayores quedan retenidas en la bandeja superior, mientras las de menor tamaño la atraviesan. En la segunda bandeja quedan retenidas las partículas medianas; en la tercera, las partículas pequeñas; mientras que en el fondo del tamiz se recogerá el polvo y las partículas muy finas que han atravesado todas las mallas.

c) Levigación

Si tenemos una mezcla de distintos sólidos cuya densidad o tamaño sean también distintos, podemos separarlos haciendo pasar sobre ellos una corriente de un líquido (generalmente agua). Las partículas más pequeñas o más livianas serán arrastradas a mayor distancia; las más grandes o pesadas apenas se moverán. Este procedimiento se usa mucho en la industria minera para separar las impurezas livianas (ganga) de los minerales pesados y es lo que comúnmente se llama *lavado* de los minerales.

Por ejemplo: el oro se separa de la ganga mediante levigación con agua.

2. SEPARACIÓN DE SÓLIDO EN LÍQUIDO

Los procedimientos más comunes son:

- a) *Filtración;*
- b) *Decantación;*
- c) *Centrifugación;*
- d) *Evaporación.*

a) *Filtración*

Es un procedimiento que consiste en hacer pasar una mezcla de sólido y líquido a través de una pared porosa llamada *filtro*. De esa manera, el sólido es retenido, mientras el líquido puede pasar a través de los poros de esa pared.

Se utilizan para construir el filtro los siguientes materiales: papel poroso, tela especial, lana de vidrio, arena, etc.

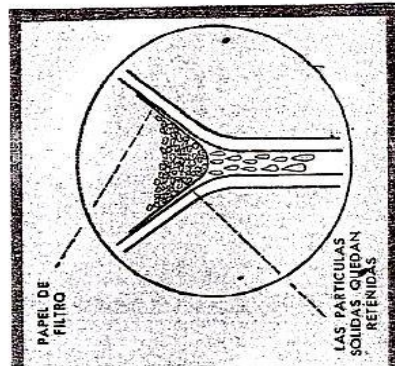
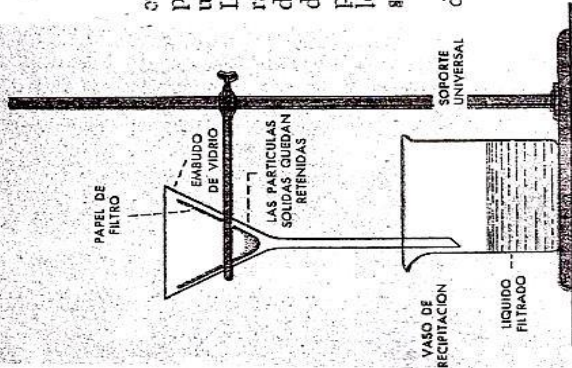
La filtración es uno de los procesos más utilizados en el laboratorio y en la industria. En el hogar es frecuente también utilizarlo para separar el polvo de café de la infusión, las impurezas de los jarabes, etc.

En la industria se utiliza un sistema de filtrado a presión que se realiza mediante prensas hidráulicas o filtros prensas de diversos tipos. Así se logra separar el aceite de oliva, el jugo de uva, etc.

FILTRACIÓN NORMAL

Los sólidos en suspensión pueden separarse de los líquidos por medio de la filtración.

DETALLES DE UNA FILTRACIÓN



b) *Decantación*

Consiste en separar un sólido de un líquido de distinta densidad, por acción de la gravedad.

Abandonando en una probeta de decantación una mezcla de arena y agua, se observa al cabo de cierto tiempo que la arena se ha depositado (sedimentado) en el fondo del recipiente. El agua sobrenadante se puede separar del sólido inclinando ligeramente la probeta o bien extrayéndola por succión con una pipeta o sifón (pág. 49).

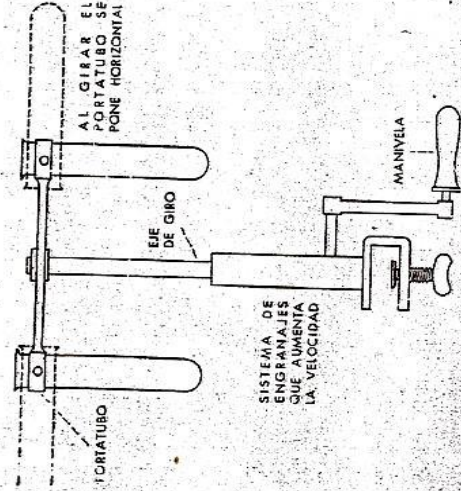
c) *Centrifugación*

La centrifugación es una operación que tiene por objeto acelerar la sedimentación de una sustancia.

Se emplea para ello aparatos denominados centrifugas que constan, por lo general, de dos, cuatro o más tubos metálicos cilíndricos cuyos extremos cerrados presentan forma cónica y cuyo otro extremo es abierto, lo que permite introducir en su interior tubos de vidrio de forma adaptable a aquéllos.

Estos tubos se hallan sostenidos por soportes especiales fijos a un eje central, el que gira por un sistema de ruedas dentadas bajo la acción de una fuerza aplicada sobre una manija exterior o bien por la acción de la corriente eléctrica.

Al adquirir la centrifuga una velocidad suficientemente elevada, los tubos adoptan posición horizontal y la fuerza centrífuga que se origina

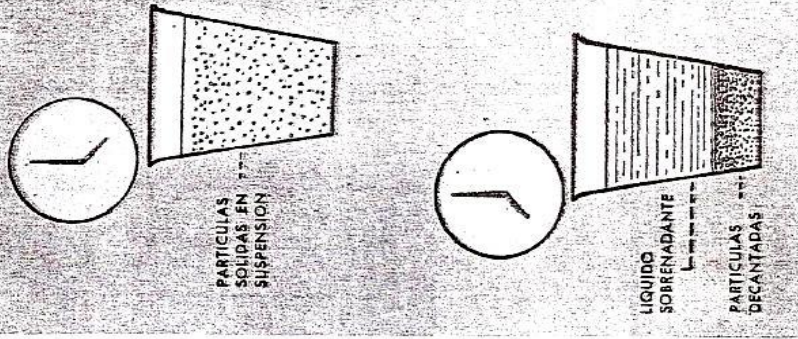


DECANTACIÓN

Cuando las partículas de un sólido insoluble se hallan en suspensión en un líquido, al cabo de cierto tiempo se depositan (decanan) por acción de la gravedad. La arena se deposita rápidamente, en presencia de agua. La arcilla, en iguales condiciones, lo hace lentamente.

CENTRIFUGACIÓN

En el grabado de la izquierda se representa una centrifuga de tubos. La centrifugación se utiliza para acelerar la sedimentación de una sustancia, permitiendo separar, rápidamente, un sólido en suspensión de un líquido.



PRÁCTICA

Centrifugación

En sendos tubos de centrifuga se colocan soluciones de nitrato de plomo; sulfato de plomo; sulfato manganeso y sulfato de zinc.

Se hace burbujear, en ellos, ácido sulfúrico. Se apreciará la formación de precipitados de distintos colores, que pueden separarse de la solución sobrenadante, luego de centrifugarlos por espacio de algunos segundos.

hace desplazar los componentes más densos de la mezcla hacia el fondo del tubo (por ser el lugar más alejado del eje de giro).

Al detenerse en su movimiento, los tubos metálicos readquieren posición vertical y al retirar los tubos de vidrio se podrá observar la nítida separación entre el sólido (presente en el fondo) y el líquido limpio sobrenadante.

En la industria la centrifugación es una operación corriente e importante, empleándose centrifugas rotativas de diversos modelos como ser las desnatadoras, usadas en la industria lechera, y que tienen por objeto separar la crema de la leche (producto liviano) del suero de la leche (sustancia de mayor densidad).

d) Evaporación

Consiste en separar un sólido de un líquido eliminando éste por calentamiento. Si en un vaso de precipitado colocamos agua en la que se ha disuelto, previamente, una cierta cantidad de azúcar o de sal y luego lo sometemos a la acción del calor, apreciaremos, al cabo de un cierto tiempo, que el agua se ha evaporado dejando en el fondo del recipiente el azúcar o la sal añadida.

3. SEPARACIÓN DE SÓLIDO EN GAS

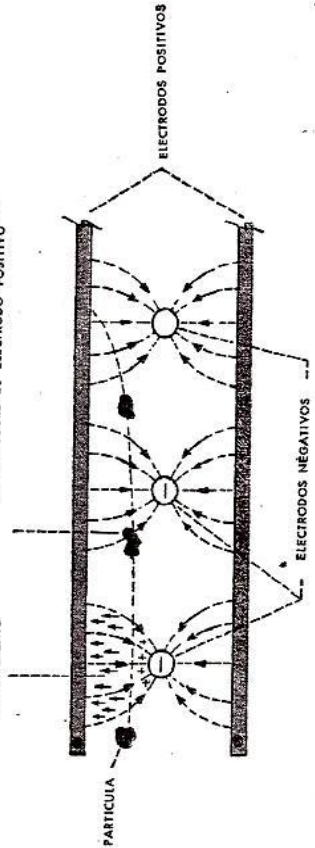
La separación de un sólido suspendido en un gas, por ejemplo, partículas de carbón suspendido en los gases de una combustión (humo), se efectúa por filtración o haciéndolo pasar entre dos placas metálicas cargadas eléctricamente. En este último caso las partículas sólidas se separan depositándose sobre las placas metálicas.

SEPARACIÓN DE UN SÓLIDO SUSPENDIDO EN UN GAS

Si los gases de una combustión pasan a través de placas electrificadas (en el dibujo los electrodos negativos son barras perpendiculares al papel) las partículas sólidas se ionizan y se depositan sobre uno de los electrodos.

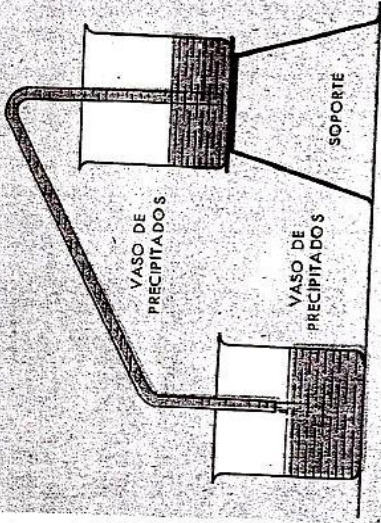
EN ESTE CASO LA PARTICULA SE CARGA NEGATIVAMENTE DEBIDO A LA FORTALEZA DEL ELECTRODO NEGATIVO.

LA PARTICULA CARGADA NEGATIVAMENTE SE DEPOSITA SOBRE EL ELECTRODO POSITIVO



SIFÓN

Los sifones son tubos doblados (generalmente en forma de U) que se utilizan, por lo general, para separar dos líquidos no miscibles o bien para trasladar un líquido de un recipiente a otro ubicado en un nivel más bajo. Para su buen funcionamiento es importante que no quede aire en su interior, pues de lo contrario la presión del mismo impediría la circulación del líquido.



4. SEPARACIÓN DE LÍQUIDO EN LÍQUIDO

Se pueden presentar dos casos:

Que los líquidos no sean miscibles;
Que los líquidos sean miscibles.

a) Separación de dos líquidos no miscibles

Dos líquidos no miscibles, como aceite y agua, se separan por decantación. Para ello se los coloca en una probeta de decantación, se los deja un cierto tiempo y cuando se han separado en dos capas perfectamente definidas, se vuelca con cuidado el líquido sobrenadante.

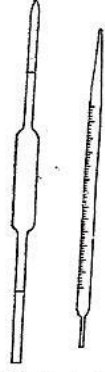
En los laboratorios se prescinde de esa operación de volcado utilizando sifones, pipetas y ampollas o embudos de decantación.

Los sifones son tubos doblados (generalmente en U) de ramas desiguales. Si la rama más corta se introduce en el líquido superior hasta cerca de la superficie de separación y se succiona por el otro extremo, el líquido de la capa superior se escurre y separa del líquido de la capa inferior. Las ampollas o embudos de decantación tienen las formas indicadas en la figura de página 7-A.

Para separar mezclas de líquidos no miscibles se los coloca en el interior y una vez que se forma la superficie de separación, se abre la llave y se deja escurrir el líquido de la capa inferior. Cuando todo éste ha pasado, se cierra la llave y se tendrán perfectamente separados los dos componentes de la mezcla.

PIPETAS

Las pipetas utilizadas en la separación de líquidos no miscibles, son tubos largos de vidrio, que pueden tener o no un ensanchamiento en la parte central. Para separar el agua del aceite, por ejemplo, se sumerge la pipeta hasta que su extremo aguzado esté cerca de la superficie de separación de los dos líquidos y se succiona por el otro extremo hasta que el aceite llegue a un nivel próximo a la boca. Entonces, rápidamente se separan los labios y se tapona ese extremo con el dedo pulgar. De esa manera, el vacío parcial que se ha producido por la succión y que permitió el llenado de la pipeta, se mantiene. Ahora, puede retirarse la pipeta cargada con aceite y separarla del agua que queda.



PRÁCTICA

Destilación de agua y alcohol

Amar un aparato de destilación fraccionada (fig. inferior). En el balón se coloca una mezcla de 20 cm³ de alcohol y 150 cm³ de agua. Se efectúa la destilación siguiendo las indicaciones dadas en la parte teórica. Se observará que a los 78,3°C se mantiene la temperatura (destila la mayor parte del alcohol). Luego, comienza a elevarse nuevamente hasta que a los 100°C destila el agua si la presión atmosférica es la normal (1 atm.).

APARATO DE DESTILACIÓN

El aparato de destilación más empleado en la química se halla representado en este dibujo. Consiste en un balón, que contiene la mezcla de líquidos a separar, conectado a un refrigerante que condensa los vapores que se desprenden del balón y pasan por él. La probeta de la derecha recibe el producto separado.

b) Separación de líquidos miscibles

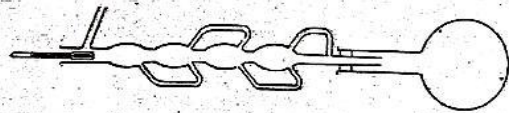
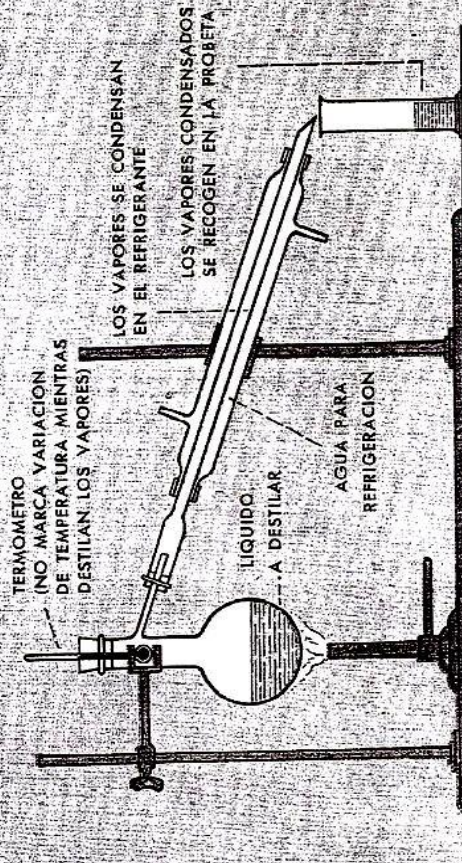
El procedimiento más común es la destilación. La destilación es una operación que consiste en transformar un líquido en vapor y en condensar nuevamente éste, en un recipiente aparte, por disminución de temperatura.

Destilación simple. Este procedimiento permite eliminar de una sustancia las impurezas que la acompañan. Por ejemplo, partiendo de agua corriente se puede obtener agua pura (destilada). Para ello se coloca en un balón de destilación (balón con tubo lateral) la mitad, aproximadamente, de su volumen de agua y se conecta con un aparato (denominado refrigerante y del cual existen diversos modelos) que tiene por finalidad producir la condensación de los vapores que pasan por su interior.

El extremo final de éste se hace coincidir con la boca de un Erlenmeyer o de cualquier otro recipiente, donde se recoge el líquido puro.

Se calienta el balón que lleva insertado en su boca un termómetro; observamos en éste que la temperatura asciende gradualmente hasta llegar a los 100°C (si la presión es de una atmósfera), instante en el cual el agua entra en ebullición y la columna mercurial permanece constante.

El vapor de agua producido pasa por el tubo lateral y en contacto con la pared interior fría



COLUMNA FRACCIONADORA

En el dibujo se ha representado una columna utilizada en las destilaciones de dos o más líquidos de puntos de ebullición cercanos. Permite separar a los mismos en mezclas donde el aparato común de destilación no daría resultado satisfactorio.

del refrigerante (generalmente refrigerado con agua) se transforma en pequeñas gotas que se recogen en un recipiente colector.

La destilación se detiene cuando se han evaporado aproximadamente las tres cuartas partes del agua; en el balón se observará un líquido algo oscuro (debido a la descomposición de materia orgánica) que contiene todas las sales presentes en el agua corriente.

El agua destilada obtenida en ciertas circunstancias es necesario destilarla nuevamente, obteniéndose la denominada agua bidestilada.

Destilación fraccionada. Es la que permite separar dos o más líquidos miscibles entre sí, basada en el distinto punto de ebullición que poseen.

Se emplea un aparato semejante al utilizado en la destilación simple.

Supongamos tener una mezcla de éter, alcohol y agua de puntos de ebullición 35°, 78° y 100°C, respectivamente (a presión normal de una atmósfera).

Se coloca la mezcla en el balón de destilación y se calienta. Observamos que la columna mercurial asciende hasta que al llegar a los 35°C se detiene; de acuerdo con lo visto, vemos la emisión de vapores que se condensan en el refrigerante transformándose en líquido que se recoge en un Erlenmeyer. Esta porción se comprobó que es éter.

Al cabo de un cierto tiempo (cuando ha destilado todo el éter) la columna mercurial comienza a ascender nuevamente (a pesar de haber mantenido continuamente el calentamiento) y se detendrá al llegar a los 78°C, temperatura a la cual se desprenden abundantes vapores que al condensarse, y recibirse en otro Erlenmeyer nos prueban ser de alcohol.

Finalmente la temperatura vuelve a ascender hasta alcanzar los 100°C a partir de cuyo instante destilará el tercero y último componente de la mezcla (agua) que se recoge en otro recipiente.

PRÁCTICA

Destilación de agua y cloroformo

Es un ejemplo de dos líquidos no miscibles entre sí. El cloroformo es de menor densidad que el agua y sobrenada sobre ella. Si el sistema se calienta en el aparato de destilación común, indicado en la página anterior, se observará que se comporta en forma análoga a una mezcla de líquidos miscibles. Primeramente se desprende el líquido de punto de ebullición más bajo (cloroformo) y luego que éste se ha separado la temperatura comienza a elevarse nuevamente hasta llegar a los 100°C, donde comienza a destilar el agua.

PRACTICA

Destilación al vacío

Ciertas sustancias (fundamentalmente orgánicas) se descomponen cuando se calientan a su punto de ebullición (a 1 atm). Para evitar esto se recurre a la destilación al vacío que consiste en disminuir la presión que actúa sobre la sustancia (por medio de una bomba o trompa de vacío), con lo que se logra que disminuya también el punto de ebullición de la misma. Por consiguiente, la sustancia podrá ahora destilarse sin que sufra descomposición, pues su temperatura de ebullición será inferior a la de descomposición.

Cuando los puntos de ebullición de las sustancias que constituyen la mezcla están próximos (llamados también columnas fraccionadoras) que tienen por objeto permitir el paso del vapor más volátil reteniendo los vapores más densos que lo acompañan (impurificándolos) a los que envía nuevamente al balón de destilación. Existen diversos modelos de estos aparatos.

Cuando la sustancia a destilar se descompone a su temperatura de ebullición, es necesario realizar esta operación a presión reducida (destilación al vacío) con lo que se logra que el punto de ebullición de la sustancia disminuya en varios grados y por ende se evite su descomposición.

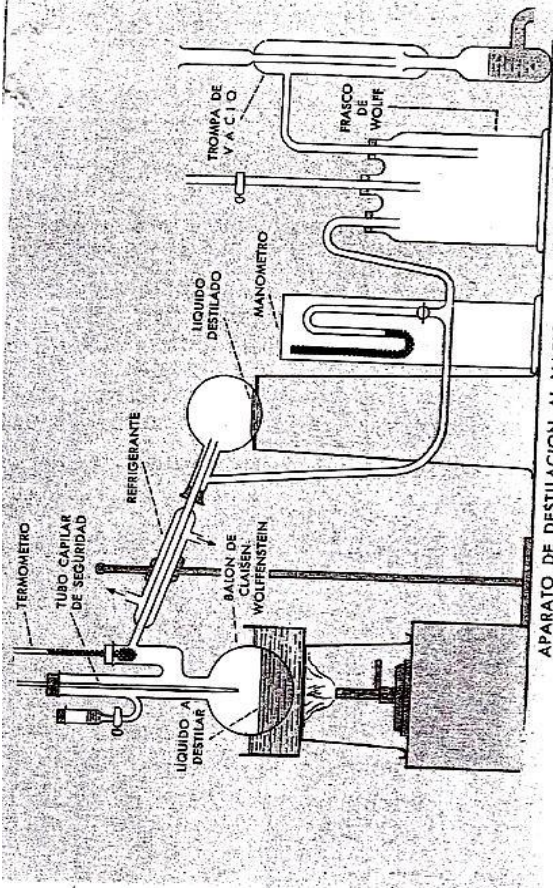
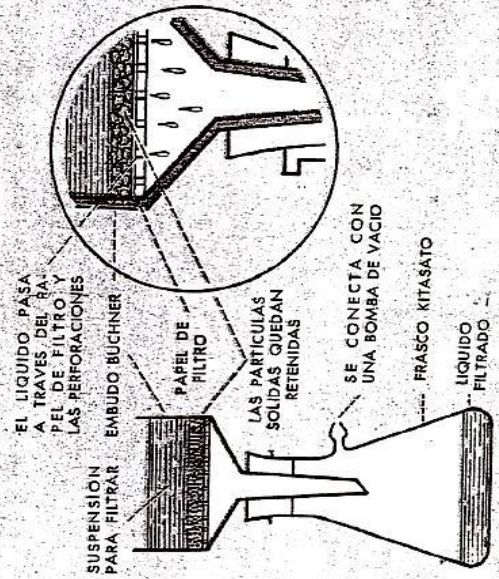
SEPARACIÓN DE LÍQUIDO EN GAS Y DE GAS EN LÍQUIDO

El gas disuelto en un líquido se puede separar por simple calentamiento. También se puede lograr el mismo resultado disminuyendo su presión.

En cuanto al líquido suspendido en un gas, como es el caso frecuente de gotitas de agua arastradas por gases de combustión, puede separarse mediante filtración a través de tubos que contengan algodón o lana de vidrio o haciendo circular ese gas a través de tubos que contengan

FILTRACIÓN AL VACÍO

Se utiliza, convenientemente, cuando se desea separar rápidamente un sólido en suspensión del líquido sobrenadante. Para ello se emplean los embudos Büchner cuya parte inferior está perforada y donde reposa el papel de filtro que tiene por finalidad retener las partículas sólidas. El embudo se conecta con un kitasato y éste último, por medio de su tubuladura lateral, con una bomba de vacío o bien con una trompa de agua.



cloruro de calcio, ácido sulfúrico, etc., que fijan el agua por ser deshidratantes.

6. SEPARACIÓN DE GAS EN GAS

El método más empleado es la licuefacción o licuación de los gases, el cual consiste en llevarlos, por enfriamiento y variación de presión, al estado líquido y luego someterlos a una destilación fraccionada. Por este método pueden obtenerse oxígeno y nitrógeno del aire. Los detalles de este método pueden estudiarse en el texto Química Inorgánica, de los mismos autores.

TELEMANIPULADOR

En los trabajos con elementos radiactivos el operador, protegido por un muro de ladrillos de plomo, puede inspeccionar su trabajo a través de una ventanilla de un vidrio, también de plomo.

