



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE DE 2008

## “OPERACIONES FÍSICAS, BÁSICAS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS”

AUTOR JAVIER RUIZ HIDALGO
TEMÁTICA SEPARACIÓN DE MEZCLAS
ETAPA BACHILLERATO

### Resumen

En este artículo vemos una serie de operaciones básicas de separación, así como una serie de posibles aplicaciones de estas operaciones para la realización de algunas prácticas de laboratorio. Las operaciones básicas que tratamos en este artículo son: cribado, decantación, filtración, ósmosis inversa, cristalización, secado, extracción, destilación y cromatografía.

### Palabras clave

Mezcla, disolución, soluto, disolvente, cribado, criba, decantación, embudo de decantación, filtración, kitasatos, embudo buchner, ósmosis, ósmosis inversa, presión osmótica, membrana semipermeable, cristalización, cristizador, secado, extracción, destilación, destilador, columna de destilación, columna de rectificación y cromatografía.

### 1. INTRODUCCIÓN

En este artículo hacemos, un repaso sobre algunos métodos físicos de separación de mezclas y disoluciones.

#### 1.1. Mezclas

Hay que tener presente que entendemos por mezclas, a sistemas materiales que no se pueden separar en sustancias más simples, empleando únicamente métodos físicos. Dentro de las sustancias puras encontramos los elementos y los compuestos.

Una mezcla es un sistema material, que se puede separar en sustancias más simples empleando únicamente métodos físicos.

Las mezclas son sistemas materiales heterogéneos, en los cuales se pueden distinguir por lo menos dos fases distintas.

#### 1.2. Disoluciones

Una disolución es una mezcla homogénea, por lo que una disolución es un sistema material homogéneo, que se puede separar en sustancias más simples, empleando únicamente métodos físicos. Estas operaciones de separación, pueden ser el hilo conductor para la realización de prácticas de laboratorio, para primero de bachillerato.

## 2. CRIBADO

Es una operación física de separación, en la que separamos unas partículas sólidas de otras en función de su tamaño. Este método se puede aplicar, para mezclas de dos sustancias sólidas distintas, de manera que cada una de ellas tenga partículas de distinto tamaño.

Para poder cribar es necesario el empleo de una criba. Una criba es una maya que permite el paso de las partículas que sean más pequeñas que el poro, e impide el paso de las partículas que sean más grandes.

En la construcción podemos encontrar un ejemplo cotidiano de cribado, se toma la arena que va mezclada con pequeñas piedras de un tamaño superior. Mediante el cribado separamos las piedras de la arena fina, ya que para la construcción la arena fina es necesaria, mientras que las piedras más grandes no suelen ser necesarias.

Cuando dejamos reposar la leche, se separa una capa de nata de la leche, se puede “colar” la leche con la nata quede en el colador. La razón de realizar esta separación es que la nata no resulta agradable al tomarla mezclada con leche.

## 3. SEPARCIÓN DE MEZCLAS EMPLEANDO ALGUNA PROPIEDAD ESPECIAL DE ALGUNO DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA

En este apartado vamos a ver algún ejemplo de separación de mezclas, aplicando alguna propiedad específica de alguno de los componentes.

Supongamos que tenemos una mezcla de arena y limaduras de hierro, si a esta mezcla la acercamos ferromagnética y que en presencia del campo magnético generado por el imán, se separan las partículas de hierro y se quedan pegadas al imán.

## 4. DECANTACIÓN

La decantación es un método de separación que se basa, en que los componentes de una mezcla tienen distinta densidad. De manera que aprovechando la diferencia de densidad, se pueden separar esos dos componentes.

Si tenemos dos líquidos no miscibles y de distinta densidad, encontramos uno sobre otro, abajo el más denso y arriba el menos denso. La interfase es una región en la cual no se ve perfectamente la separación entre los dos componentes. Para separar perfectamente las dos fases y conseguir una interfase mejor definida podemos emplear alguna sustancia capaz de modificar la tensión superficial, podemos emplear un poco de cloruro de sodio.

Para la separación anterior podemos emplear un embudo de decantación.



Por decantación se pueden separar sólidos que estén en suspensión en un líquido.

Un ejemplo de esta separación por decantación la podemos encontrar en la depuración de aguas fecales. Se deja en un estanque en reposo el agua con la materia orgánica en suspensión, si le añadimos un floculante, este aglutina a las partículas sólidas formando partículas más grandes que al tener más peso precipitan hasta el fondo. Por este sistema se separan todas las partículas sólidas del agua.

También podemos separar dos sólidos con diferentes densidades por decantación. Este método es tanto mejor cuanto mayor sea la diferencia de densidad de los dos sólidos.

Como ejemplo podemos partir de los productos de una aluminotermia, realizada sobre sílice, como producto de la reacción nos queda silicio pero aún puede quedar mucha sílice. La sílice es mucho menos densa que el silicio, por lo que podemos intentar separar ambos componentes por decantación. En este caso la decantación la realizamos con dos sólidos en polvo. Usaremos agua en un vaso de precipitados y añadimos la mezcla, la agitamos bien y retiraremos rápidamente el agua, con ella se separará la mayor parte de la arena, nos queda en el fondo del vaso de precipitados el silicio impurificado con algo de arena, si repetimos varias veces el proceso, podemos separar totalmente los dos componentes.

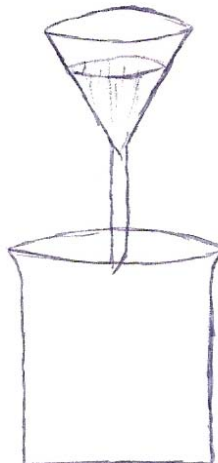
En este principio se basa la técnica de buscar oro en los ríos por bateo. En este procedimiento se aprovecha que el oro es mucho más denso que la arena de los ríos con la que está mezclada.

En las depuradoras también se pueden eliminar algunas sustancias líquidas o partículas sólidas del agua por flotación, (aceites por ejemplo). Para ello debemos separar la capa que flota sobre el agua. El agua y esas sustancias se separan ya que son sustancias de distintas densidades.

## 5. FILTRACIÓN

La filtración es una operación física de separación, que tiene un fundamento semejante al cribado, pero en este caso las sustancias que se separan son un líquido y un sólido en suspensión.

Se necesita para la realización de la separación, una superficie permeable al fluido, de manera que al filtrar la suspensión, el líquido atraviesa la superficie permeable, mientras que el sólido queda retenido en ella.

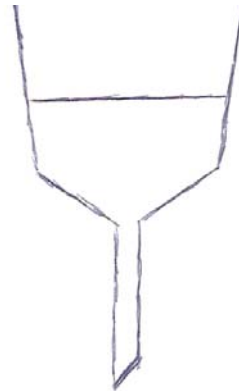


La filtración se puede realizar empleando como superficie permeable: papel de filtro, una capa de arena, algún filtro de tipo textil, etc.

En el laboratorio podemos trabajar con papel de filtro, este se coloca sobre un embudo, es conveniente que el papel de filtro esté doblado, ya que así aumentamos la superficie de contacto con el líquido y eso nos permite aumentar la velocidad de filtrado. Bajo el embudo situamos un vaso de precipitados.

La disolución en suspensión puede filtrarse por efecto de la fuerza de la gravedad, visto en el caso anterior.

La dispersión también se puede filtrar, empleando la fuerza de succión que nos proporciona una trompa de vacío. En este caso se necesita un papel de filtro circular, un embudo especial (embudo buchner) y un matraz kitasatos.



Se necesita utilizar una depresión que aspire la disolución, para que el proceso de filtración sea mucho más rápido, que por efecto de la fuerza de la gravedad.

La bomba que genera la depresión es una trompa de vacío, conectada a uno de los grifos del laboratorio.

La filtración sólo se puede realizar sobre soluciones coloidales, nunca sobre soluciones verdaderas, ya que en estas últimas, pasarían todos los componentes de la disolución a través del filtro, y no podríamos realizar la separación.

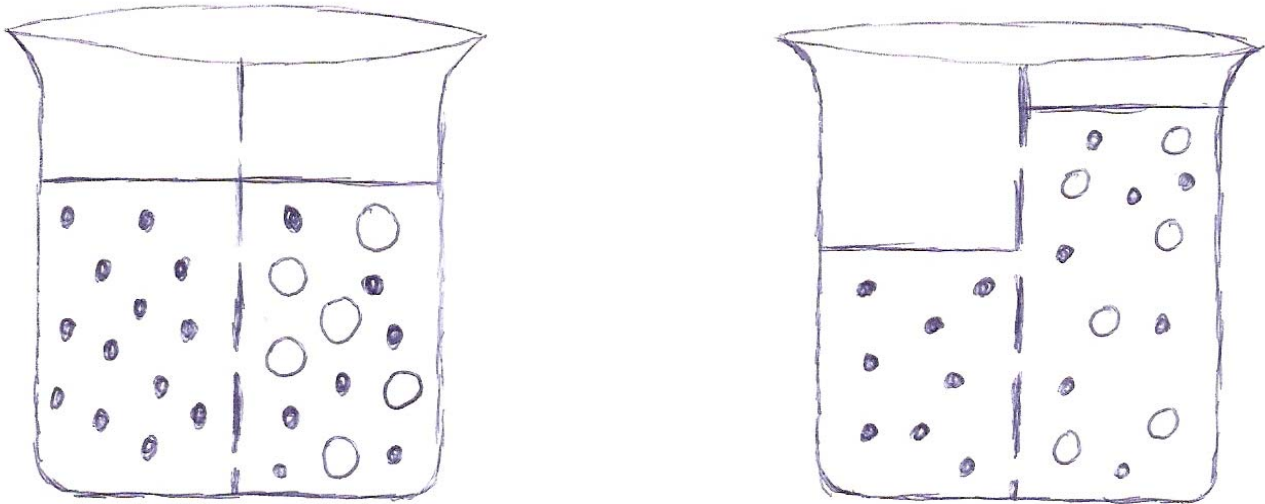
## 6. ÓSMOSIS INVERSA

La ósmosis inversa es una operación física de separación, mediante la que conseguimos separar parcialmente uno de los componentes de una disolución. De manera que obtenemos uno de los componentes puro y por el otro la disolución más concentrada. Por este procedimiento no se pueden separar totalmente los componentes de una disolución.

Para la realización de de esta operación de separación, se necesita un recipiente que tenga una membrana semipermeable.

Una membrana semipermeable para una disolución, es aquella que permite el paso de uno de los componentes (para este componente es permeable), mientras que impide el paso del otro componente (con respecto al segundo componente la membrana se comporta como impermeable).

Si en un extremo de este recipiente, colocamos la disolución, y en el otro el componente permeable puro, (ambos a la misma altura) pasa parte del componente permeable del primer recinto al segundo recinto. Ver dibujo adjunto.



Se genera así una diferencia de altura entre las dos partes del recipiente, eso nos indica que debe haber una presión capaz de mantener esa diferencia de altura, y debe ser igual a la presión hidrostática de esa columna. A esta presión se le llama presión osmótica.

Si comunicamos una presión superior a la presión osmótica sobre la disolución, se produce el fenómeno contrario, es decir comienza a salir el líquido permeable de la disolución hacia el otro lado del recipiente.

Este procedimiento se puede emplear para muchas aplicaciones industriales, una de las más destacadas es la obtención de agua dulce partiendo de agua del mar. Este proceso presenta algunos problemas que son los siguientes:

- Las membranas semipermeables no son muy resistentes, por lo que se pueden romper con relativa facilidad.

- Se suelen acumular muchas partículas de cloruro sódico sobre la superficie de la membrana, lo que dificulta cada vez más el paso del agua. Este problema se puede resolver colocando una hélice que genere una agitación forzada.
- La gestión de las soluciones concentradas puede ocasionar problemas medioambientales, ya que dichas salmueras, si se vierten en el litoral, pueden aumentar la salinidad de esa zona, interviniendo sobre la flora y fauna de esas aguas costeras.
- Por último, para la realización de la ósmosis inversa, necesitamos proporcionar altas presiones, lo que conlleva un gasto energético muy grande y hace que el proceso en todo su conjunto deje de ser rentable.

## 7. CRISTALIZACIÓN

Es una operación física de separación, que podemos aplicar cuando tengamos una disolución de un sólido en un líquido.

Esta operación consiste en aumentar la temperatura de la disolución hasta llegar a la ebullición. Se continúa calentando durante un tiempo, para conseguir disminuir el volumen de disolución. Al hervir la disolución sólo pasa a vapor el disolvente, nunca el soluto.

Una vez que tenemos la disolución lo suficientemente concentrada, esta se vierte sobre un recipiente que sea poco profundo y muy ancho, y se deja en reposo el tiempo que sea necesario para que se termine de evaporar el disolvente.

Cuando el disolvente se ha evaporado completamente, nos queda en el recipiente sólo el soluto, pero eso sí en estado sólido y cristalizado.

Al recipiente que se utiliza para realizar este proceso se le llama cristizador, ya que el resultado final es la obtención del sólido cristalizado.



Los cristales que obtenemos por este procedimiento, serán más grandes y estarán mejor formados cuando:

- El proceso de cristalización se realice en el tiempo necesario.
- El proceso de cristalización se realice en el espacio necesario.
- El proceso de cristalización se realice en reposo.

## 8. SECADO

Es una operación física de separación, por la cual podemos separar una mezcla formada por un sólido y un líquido, eso sí el sólido no debe ser soluble en el líquido.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE DE 2008

Para la realización del secado, se puede recurrir a una fuente de calor, esta causa un aumento de la temperatura. Con dicho aumento de temperatura, conseguimos aumentar la velocidad de evaporación del líquido, que en la mayoría de los casos es el agua.

Otra posible vía de secado es exponer la mezcla a una corriente de aire, el aire arrastra al líquido y así sólo nos quedará el sólido.

Cuando trabajamos con la combinación de ambos factores, obtenemos la situación más óptima y conseguimos secar mejor y más rápido la mezcla. Por lo tanto la situación ideal es hacer pasar una corriente de aire caliente sobre la mezcla.

## **9. EXTRACCIÓN**

La extracción es una operación física de separación, consistente en separar los componentes de una disolución, empleando un líquido que puede disolver a uno de los componentes, pero que al otro componente lo puede disolver mucho menos.

Se puede emplear para separar una disolución de dos líquidos, así como para separar una disolución de un sólido en un líquido.

Para la realización de la extracción a nivel de laboratorio, se puede emplear el embudo de decantación. Si queremos que el proceso sea más efectivo, es conveniente repetir el proceso varias veces y así quedarán mucho mejor separados los dos componentes.

## **10. DESTILACIÓN**

Es una operación física de separación, con la que podemos separar disoluciones líquido-líquido, cuando los componentes de la disolución tienen puntos de ebullición diferentes.

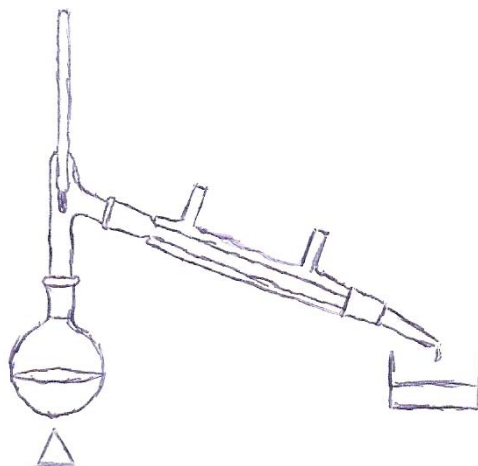
### **10.1. Destilación**

A nivel de laboratorio, se coloca la disolución a calentar en un matraz, cada uno de los componentes de la disolución tienen distinto punto de ebullición. Cuando se alcanza el punto de ebullición del más volátil, este comienza a hervir mientras que el otro componente aún no está hirviendo, ya que su punto de ebullición aún no se ha alcanzado. Cuando hierve el primero de los componentes este pasa a vapor, mientras que la disolución se va enriqueciendo progresivamente en el componente menos volátil. Es necesario poner un termómetro en contacto con el vapor, para poder deducir cuál de los componentes es el que está hirviendo.

Para recuperar el vapor, este se pasa por un destilador, de forma que recuperamos al componente más volátil en estado líquido.

Un destilador, es un dispositivo cambiador de calor, en el que entra por un extremo vapor, en el destilador se produce el cambio de estado, y por el otro extremo sale líquido (el vapor condensado). El vapor encuentra en su paso una serie de conducciones, por las cuales circula en contra corriente el fluido refrigerante frío, que generalmente es el agua. De manera que el vapor se enfría hasta transformarse en un líquido, mientras que el fluido refrigerante se calienta.

Con los alumnos se puede montar una práctica de laboratorio, para realizar la destilación del vino, en la que podemos separar el alcohol del vino.



## 10.2. Rectificación

Cuando las temperaturas de los dos componentes de la disolución es muy próxima, hacemos pasar el vapor por parte del líquido condensado, a este proceso se le denomina destilación fraccionada o rectificación.

La rectificación se realiza en las columnas de rectificación. Las columnas de rectificación pueden estar formadas por varios pisos o platos, de manera que en los pisos más bajos encontramos en el líquido una concentración mayor del componente menos volátil y una concentración menor en el componente más volátil, mientras que en los pisos más altos encontramos una concentración mayor del componente más volátil y una concentración menor del componente menos volátil.

Estas columnas de platos o pisos, pueden ser sustituidas por columnas de relleno. El relleno debe ser una sustancia totalmente inerte, que sólo sirva para enfriar de una forma gradual el vapor.

Las columnas de relleno son totalmente equivalentes a una columna de platos.

A nivel industrial se emplean bastante las columnas de relleno.

En la industria petroquímica se somete a un proceso de destilación al crudo, pero esta destilación que se realiza con una columna de relleno, nos permite obtener distintas fracciones, dependiendo de a que altura de la columna extraigamos el producto, de manera que en la parte superior encontramos los componentes más volátiles que son a su vez los de menor peso molecular, a medida que bajamos en la columna, iremos encontrando fracciones cada vez más pesadas, menos volátiles y con mayor peso molecular. En la caldera llega a quedar un residuo muy pastoso que es el asfalto, que se puede emplear para la construcción de carreteras.

## 11. CROMATOGRAFÍA

### 11.1. Tipos de cromatografía

Es una técnica física de separación, con la que se pueden separar los componentes de una mezcla, al hacer pasar esa mezcla arrastrada por una fase móvil por el seno de una sustancia inerte (fase estacionaria), de manera que cada uno de los componentes de la mezcla se desplaza con velocidades distintas, y así unos se adelantan y otros se atrasan, en definitiva se separan los componentes de la mezcla.





ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE DE 2008

Hay muchos tipos de cromatografía, ver la tabla siguiente.

Tipos	Fase móvil	Fase estacionaria
Cromatografía en papel	Líquido	Sólido
Cromatografía en capa fina	Líquido	Sólido
Cromatografía de gases	Gas	Sólido o líquido
Cromatografía líquida de fase inversa	Líquido (polar)	Sólido o líquido (menos polar)
Cromatografía líquida en fase normal	Líquido (menos polar)	Sólido o líquido (polar)
Cromatografía líquida de intercambio iónico	Líquido (polar)	Sólido
Cromatografía líquida de extracción	Líquido	Sólido
Cromatografía líquida de adsorción	Líquido	Sólido
Cromatografía de fluidos supercríticos	Líquido	Sólido

Pero estas técnicas de separación requieren unos cromatógrafos que son extremadamente caros, por lo que estas técnicas no se pueden realizar en un instituto.

### 11.2. Cromatografía en papel

La cromatografía plana en papel sin embargo, si se puede hacer en un laboratorio de instituto.

Una práctica de cromatografía en papel puede consistir en lo que se detalla posteriormente. Colocamos en un vaso de precipitados un disolvente orgánico, o una mezcla de ellos, en el borde del vaso se coloca una varilla y sobre ella ponemos una tira de papel de filtro que llegue hasta el disolvente. En el papel de filtro colocamos varias manchas de tinta de rotuladores de distinto color y de distintas marcas. Las manchas de los rotuladores, deben estar por encima de la línea del disolvente. El disolvente empieza a subir por el papel por capilaridad, en su camino de ascenso, encuentra las manchas de rotulador, y arrastra a los distintos componentes que forman cada una de las manchas. Como cada componente se mueve (al ser arrastrado por el líquido orgánico) con distinta velocidad sobre el papel de filtro, esto hace que cada mancha de tinta se desdoble en manchas de distintos colores, unas se atrasan y otras se adelantan.

### BIBLIOGRAFIA

Martínez de la Cuesta, Pedro José (2004). *Operaciones de separación en ingeniería química: métodos de cálculo*. Madrid: MacGraw-Hill.

Maccabe, Warren L. (1991). *Operaciones básicas de ingeniería química*. Madrid: MacGraw-Hill.

King, C. Judson (1980). *Procesos de separación*. Barcelona: Reverte.

Treybal, Robert E. (1988). *Operaciones de separación por etapas en equilibrio en ingeniería química*. Barcelona: Reverte.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 13 – DICIEMBRE DE 2008

Autoría

---

- Nombre y Apellidos: Javier Ruiz Hidalgo
- Centro, localidad, provincia: IES Américo Castro, Huetor-Tajar, Granada
- E-mail: javierruizh@hotmail.com