

A esa temperatura por encima de la cual no es posible licuar a un gas se la llama **TEMPERATURA CRÍTICA**.

Los vapores para ser condensados no requieren enfriamiento previo, por lo tanto podemos considerarlos gases que se hallan por debajo de la temperatura crítica.

Recordar:

Para que un vapor condense basta enfriarlo o comprimirlo.

Para que un gas se licúe primero debe ser enfriado por debajo de la temperatura crítica y luego comprimido.

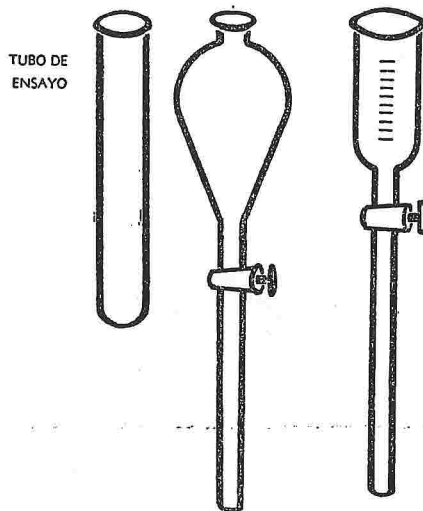
### Sublimación y volatilización

**SUBLIMACIÓN:** es el pasaje del estado de vapor al estado sólido sin pasar por el estado líquido.

**VOLATILIZACIÓN:** es el pasaje del estado sólido al de vapor sin pasar por el estado líquido.

La volatilización se puede observar en el dióxido de carbono sólido conocido con el nombre de "hielo seco". También se volatiliza la naftalina y, a baja presión, el yodo.

PROBETAS DE DECANACIÓN



TUBO DE ENSAYO

El término volatilización también se emplea para indicar el pasaje de líquido a vapor de algunos líquidos que evaporan con facilidad y que, ya dijimos, se denominan volátiles.

Cuando un sólido volatiliza, su vapor puede sublimar. Así los vapores de naftalina, si se reciben en una pared fría, pasan al estado sólido.

## SISTEMAS MATERIALES

Si colocamos en un recipiente un poco de agua cuya composición queremos determinar, si en un tubo de ensayo colocamos azufre cuyo punto de fusión deseamos hallar, si en una polea queremos encontrar la relación potencia-resistencia y en fin si a un cuerpo, parte de un cuerpo, conjunto de cuerpos o conjunto de partes de cuerpos para estudiarlos en uno o más de sus diversos aspectos los aislamos convenientemente, decimos que estamos estudiando un *sistema material*.

En todos los casos separamos el sistema con la intención de estudiarlo.

La química estudia los sistemas materiales.

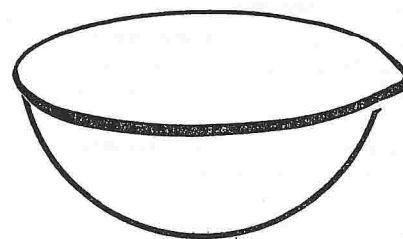
Se denomina sistema material a un cuerpo aislado, conjunto de cuerpos, parte de un cuerpo o parte de un conjunto de cuerpos que se consideran para estudiarlos.

Los sistemas materiales son clasificados en sistemas homogéneos y sistemas heterogéneos atendiendo a su estado de agregación.

### Sistemas homogéneos y sistemas heterogéneos

Si se tiene una porción de agua con sal (diluida) y se estudian sus propiedades físicas y químicas y luego se repite el mismo análisis con otra porción y se observa que las propiedades de las dos porciones son iguales y lo mismo sucede con cualquiera nueva porción que se analice se dice que el sistema agua salada es homogéneo.

El aire seco y filtrado, el agua destilada, el agua con sal diluida son ejemplos de sistemas homogéneos, pues cada uno de ellos en cual-



CAPSULA DE PORCELANA

quier punto de su masa posee iguales propiedades cualitativas.

**SISTEMA HOMOGÉNEO:** es aquel sistema que en todos los puntos de su masa posee iguales propiedades físicas y químicas.

Si observamos un sistema homogéneo, por ejemplo agua destilada, no encontraremos discontinuidad, esto es ninguna superficie de separación en el sistema agua, ni aun con el ultramicroscopio. Por eso también se define así:

**SISTEMA HOMOGÉNEO:** es el sistema que no presenta solución en su continuidad ni aun con el ultramicroscopio.

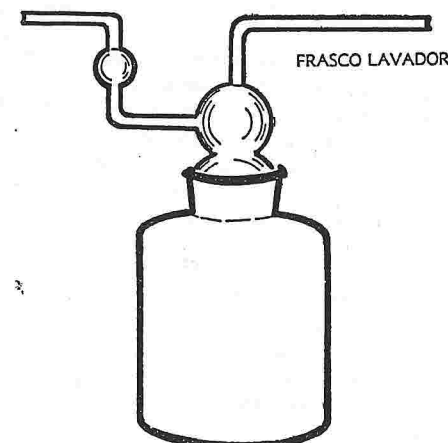
El agua con arena, el agua con hielo, el granito (cuarzo-mica y feldespato), la niebla (aire y gotas de agua) son sistemas que no presentan en toda su masa las mismas propiedades intensivas.

Además, en ellos se pueden observar superficies de separación. Son medios discontinuos ya sea a simple vista, con lupa, microscopio o ultramicroscopio.

Por eso se definen así:

**SISTEMA HETEROGÉNEO:** es el sistema que en diferentes puntos del mismo tiene distintas propiedades físicas y químicas. Presenta solución en su continuidad (superficies de separación).

Hay otros sistemas en los que no se observan superficies de discontinuidad, pero la



FRASCO LAVADOR

variación de propiedades se manifiesta en una forma gradual y continua.

Puntos próximos de estos sistemas tienen propiedades semejantes, pero analizando porciones muy separadas una de las otras; manifiestan propiedades diferentes. Son los *sistemas inhomogéneos*.

La atmósfera terrestre es un ejemplo de esta clase de sistemas.

**SISTEMA INHOMOGÉNEO:** es el sistema que no presenta superficies de discontinuidad, pero cuyas propiedades varían en forma gradual y continua.

### Fase

En los sistemas heterogéneos las superficies de discontinuidad limitan fases. Por ejemplo: agua y aceite, dos fases; agua y hielo, dos fases. La fase agua se halla separada de la fase hielo por superficies bien determinadas; la fase aceite se halla, también, separada de la fase agua por superficies. Además la fase agua, la fase hielo y la fase aceite son sistemas homogéneos aunque los sistemas agua-aceite, y agua-hielo sean heterogéneos.

**FASE:** es cada uno de los sistemas homogéneos que componen un sistema heterogéneo, separadas unas de otras por superficies de discontinuidad.

### Componente y constituyente

En el caso del sistema agua-hielo-aire podemos distinguir tres fases o constituyentes: aire-hielo-agua, y solamente dos componentes: el agua (líquida y sólida) y el aire. En el caso del agua-hielo-vapor de agua hay tres fases o constituyentes y un solo componente: el agua en sus tres estados: sólido líquido-vapor.

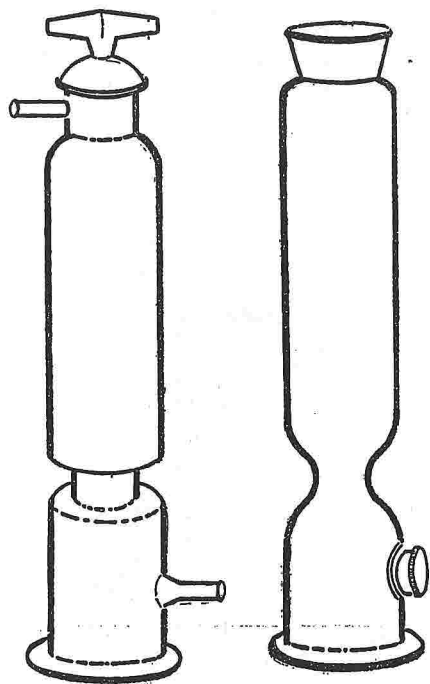
### Separación de fases

Se llama así al proceso por el cual de un sistema heterogéneo se separan los diversos sistemas homogéneos o fases que lo componen.

#### 1º) Solubilización

Permite separar un sólido de otro.

Por ejemplo arena y sal. Se disuelve uno de los componentes del sistema: la sal, en agua. Luego se completa con:



PROBETA DESECADORA

PROBETA DESECADORA

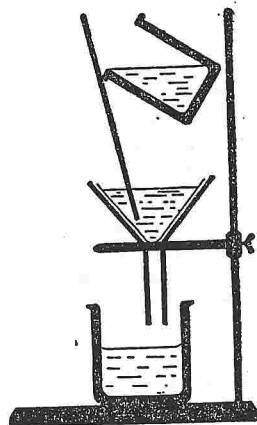
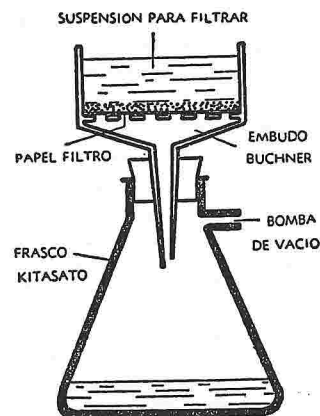
#### 2º) Filtración y evaporación

La filtración permite separar una fase sólida, la arena, de una líquida, el agua salada, luego se separa el agua de la sal por evaporación.

Los filtros están contruidos con materiales diversos: papel de filtro, algodón, lana de vidrio, etc.

La filtración se puede hacer a presión normal, o al vacío según indican los esquemas.

Con este último procedimiento se logra aumentar la velocidad de la filtración.

Fig. 1  
Filtración normal.Fig. 2  
Filtración al vacío

#### 3º) Decantación

Se emplea para separar un sólido de un líquido aprovechando su diferente densidad.

Se usan vasos de precipitación. El líquido que sobrenada se separa inclinando el vaso o por medio de un sifón, según la figura.

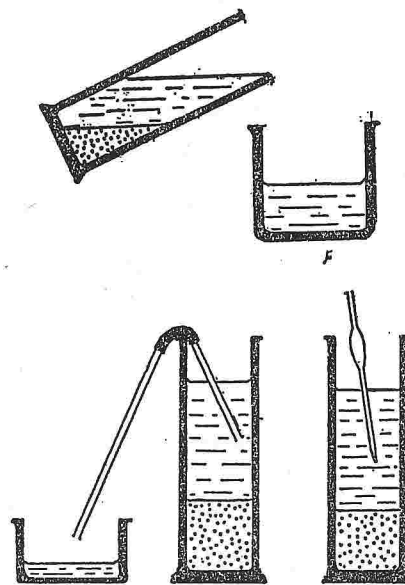


Fig. 3

También se emplea la decantación para separar líquidos no miscibles de diferente densidad.

En este caso se usan embudos de decantación según el esquema. El líquido más denso ocupa la parte inferior y el menos denso la parte superior. Abriendo la llave se recogen los líquidos en diferentes vasos de precipitación.

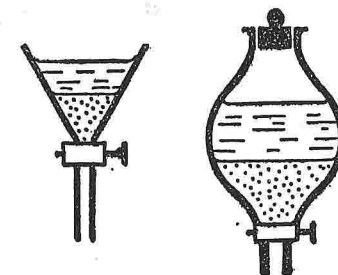


Fig. 4

#### 4º) Centrifugación

Acelera, por medio de la fuerza centrífuga, el proceso de la decantación.

Esta es más rápida según aumente el número de vueltas en un período de tiempo determinado.

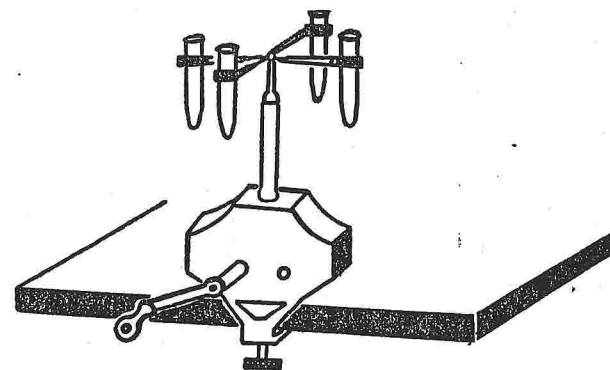


Fig. 5

## 5º) Levigación

También llamado de arrastre por una corriente de agua.

La corriente, por su velocidad, arrastra las partículas más livianas y deja las más pesadas.

Así se levigan las arenas auríferas; el agua arrastra a la arena y deja los trozos de roca y las pepitas de oro que sedimentan en canaletas especiales.

## 6º) Tamización

Este procedimiento complementa al anterior.

El tamiz deja pasar agua y arena fina; retiene el oro y la arena gruesa. Sirve también para separar sólidos, por ejemplo: harina de cereales de la cáscara o talco de granos incompletamente molidos, etc.

## 7º) Sublimación

Permite separar sustancias que volatilizan y subliman de las que no, por ejemplo: yodo de arena (ver práctica Nº 1).

Por este procedimiento se extrae el ácido benzoico de la resina de benjuí, se purifica la naftalina etc.

## Clasificación de los sistemas homogéneos

Los sistemas homogéneos se clasifican en sustancias puras o especies químicas y soluciones.

Las sustancias puras están formadas por una sola sustancia. Poseen propiedades específicas o intensivas constantes y además características, es decir propias y exclusivas de ellas.

Así la sustancia pura hielo funde a 0° C y ninguna otra sustancia tiene ese punto de fusión; solamente el hierro funde a 1500° C, ninguna sustancia, excepto el mercurio, tiene una densidad de 13,6 g/cm<sup>3</sup>, etc.

Además las sustancias puras resisten los procedimientos mecánicos y físicos del análisis. Esto significa que por ningún procedimiento mecánico o físico de una sustancia pura se pueden obtener porciones que no sean esa misma sustancia pura.

**SUSTANCIA PURA:** son sistemas homogéneos con propiedades intensivas constantes que resisten los procedimientos mecánicos y físicos del análisis.

Las soluciones son también sistemas homogéneos, pero por medios físicos pueden ser resueltos en fracciones, esto es en las sustancias puras que las constituyen. Por ejemplo de la solución de sal en agua por destilación (método físico) se pueden separar dos fracciones: sal y agua.

En una solución hay más de una sustancia.

**SOLUCIÓN:** Es un sistema homogéneo constituido por dos o más sustancias puras o especies químicas.

A los procedimientos por los cuales de un sistema homogéneo se obtienen dos o más fracciones se los llama *métodos de fraccionamiento del sistema*.

## Sistemas homogéneos

Sustancia pura o especie química	Solución
Homogéneo	Homogéneo
No fraccionable por medios físicos. Propiedades físicas invariables y características.	Fraccionables por medios físicos
Composición definida para cada sustancia.	No existen proporciones definidas para que un soluto se disuelva en un solvente: puede variar la concentración.

## Fraccionamiento de un sistema homogéneo

Como ya se ha dicho, los sistemas homogéneos que no sean sustancias puras se pueden fraccionar.

Existen varios procedimientos:

## 1) Destilación

Esta operación consiste en transformar un líquido en vapor y luego condensar el vapor por enfriamiento.

La destilación varía según el tipo de solución de que se trate, a saber:

## a) Destilación simple

Se emplea este método para separar el disolvente, de las sustancias sólidas disueltas en él.

Se obtiene, por este procedimiento el agua destilada.

Para ello se coloca en un balón con tubo lateral (balón de destilación) agua corriente y se conecta el balón al refrigerante según el esquema.

El refrigerante se llama de Liebig, aunque el originario de Liebig era de metal.

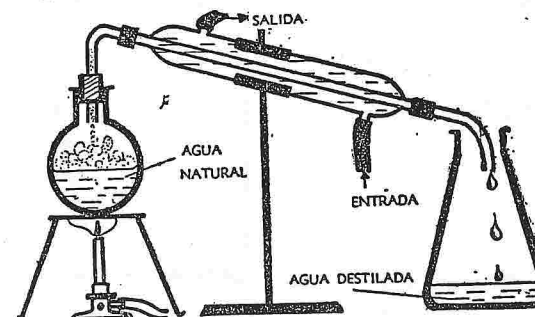


Fig. 6

Además hay otros modelos de refrigerantes diferentes a los del esquema. El balón se tapa con un tapón que lleva atravesado un termómetro.

Cuando el termómetro marca 100° C el agua hierve y los vapores condensan en el refrigerante.

El líquido se recoge en un vaso de precipitación o en un Erlenmeyer.

En el refrigerante la corriente de agua fría es contraria a la de los vapores, según indican las flechas.

El agua del balón se oscurece debido a la descomposición de la materia orgánica.

Se suspende la operación cuando en el balón queda un cuarto del líquido inicial.

## b) Destilación fraccionada

Se emplea para separar dos o más líquidos mezclados, de diferentes puntos de ebullición.

La separación es más fácil si los puntos de ebullición de los líquidos son muy diferentes.

Los líquidos que destilan no son totalmente puros. Por ejemplo si se destila alcohol y agua, al llegar el termómetro a los 78° C se

detiene y los vapores que condensan en el refrigerante son de alcohol (con algo de agua).

Luego que destiló el alcohol, la temperatura sube a 100° C y destila agua (con muy poco alcohol).

Para lograr obtener los líquidos puros se emplean las *columnas fraccionadoras, deflegmadores o columnas rectificadoras*.

Una de ellas es la de Lebel Henniger del esquema. (Fig. 7.)

Al pasar los vapores por las olivas, en A condensan los vapores de punto de ebullición

más elevado y a B llegan los más volátiles que son los primeros en destilar por el refrigerante de Liebig a la temperatura que indica el termómetro.

Los líquidos que quedan en las olivas sirven de lavadores para los vapores que siguen desprendiéndose de la solución.

Cuando el nivel de esos líquidos pasa el nivel del sifón vuelven de oliva en oliva hasta llegar de nuevo al balón.

Este procedimiento se usa para destilar petróleo, alcoholes, etc.

## Cristalización

Se emplea este método para separar sólidos que cristalizan de la solución en la que se hallan disueltos.

Por ejemplo: sal de agua; azufre disuelto en sulfuro de carbono.

Si una solución de azufre en sulfuro de carbono se coloca en una cápsula de porcelana y se deja el sistema en reposo, luego de unas horas se observan hermosos cristales octaédricos de azufre.

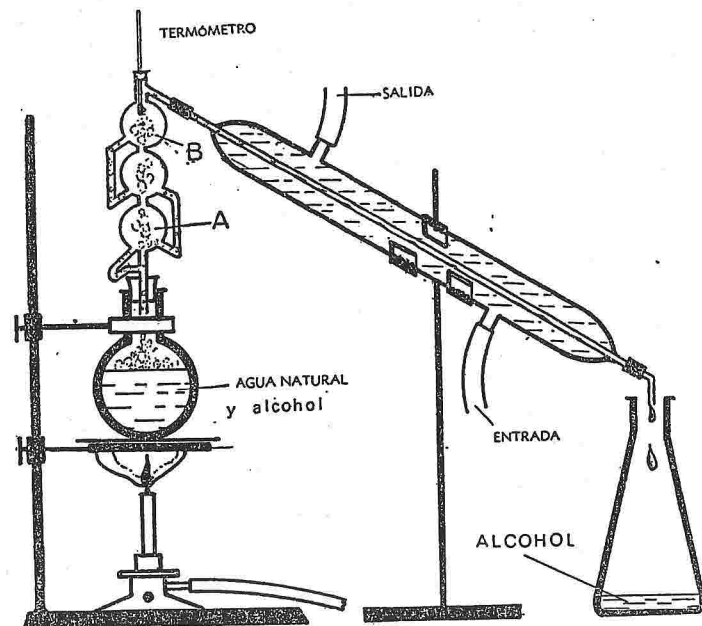


Fig. 7

## TRABAJOS PRACTICOS

## I) Cuestionario

- 1) Dé 2 ejemplos de propiedades intensivas y 2 de propiedades extensivas.
- 2) En dos vasos de precipitación hay respectivamente agua y alcohol ¿qué propiedades específicas, le permiten identificar el agua y el alcohol?
- 3) Indique, en los siguientes sistemas, cuáles son homogéneos y cuáles heterogéneos.
  - a) Agua destilada.
  - b) Agua y aceite.
  - c) Tinta china.
  - d) Agua con hielo.
  - e) Agua y arena.
  - f) Sal común.
  - g) Varios trozos de hielo.
  - h) Agua con sal (diluida).
- 4) En los sistemas heterogéneos anteriores indique las fases.
- 5) Indique cómo separaría los siguientes sistemas:
  - a) Agua y sal.
  - b) Agua y arcilla.
  - c) Aceite y agua.
  - d) Arena, sal y creta.

6) Indicar cuáles son sustancias puras y cuáles soluciones:

- a) Agua.
  - b) Agua + sal.
  - c) Agua y tinta.
  - d) Aire filtrado y seco.
- 7) Indique, con un ejemplo, separación de fases y fraccionamiento.
- 8) En el sistema agua-hielo-vapor de agua, indique los componentes y los constituyentes.
- 9) Indique sistemas heterogéneos formados por:
  - a) Una fase líquida y una sólida.
  - b) Dos sólidas.
  - c) Dos sólidas y una líquida.
  - d) Dos líquidas.
  - e) Dos líquidas y dos sólidas.
- 10) Indique las características de los compuestos definidos.
- 11) ¿Cómo proceder a controlar la pureza de una masa de azufre?
- 12) Separe los siguientes sistemas homogéneos en soluciones y sustancias puras: agua potable; aire seco y filtrado; agua; óxido de mercurio.

13) Dé 2 ejemplos de sistemas homogéneos sólidos, líquidos y gaseosos.

14) Señalar, entre las propiedades de las sustancias que se enumeran, las extensivas y las intensivas:

- a) Peso.
- b) Olor.
- c) Masa.
- d) Punto de fusión.
- e) Volumen.
- f) Peso específico.
- g) Sabor.
- h) Calor de vaporización.
- i) Superficie.
- j) Punto de ebullición.
- h) Dureza.
- l) Calor de fusión.
- m) Forma cristalina.
- n) Color.

15) Indicar cuáles de los siguientes sistemas se pueden fraccionar o no:

- A) Salmuera.
- B) Agua pura.
- C) Nafta.
- D) Agua de mar.
- E) Alcohol.
- F) Petróleo.

16) Se agita polvo de carbón en una solución de sal de cocina. El polvo de carbón es insoluble.

Debe señalarse:

- a) ¿El sistema es homogéneo o heterogéneo?
- b) Describa, brevemente, qué procedimientos

emplearía para separar la sal, el agua y el polvo de carbón.

c) ¿Cuántas y cuáles son sus fases?

17) Un sistema está formado por 3 trozos de cinc, una solución de cloruro de cinc en agua, nitrógeno gaseoso y vapor de agua.

Contestar:

- a) ¿Cuáles son las fases?
- b) ¿Cuáles los componentes?
- c) ¿Cuáles son los constituyentes?

## II) Experiencias de clase y para ser realizadas por los alumnos

## EXPERIENCIA Nº 1

**Objeto:** Separación de fases.

**Materiales:** mortero, espátula, vaso de precipitación, balón, tela metálica, soporte de Bunsen, mechero.

**Sustancias:** yodo - arena - agua.

**Procedimiento:** mezclar en el mortero arena con yodo y colocarlo en un vaso de precipitación.

Colocar sobre tela metálica el vaso de precipitación y sobre éste, el balón lleno con agua. Calentar suavemente hasta que el yodo sublimado en las paredes alcance el borde del vaso de precipitación.

Dejar enfriar.

Durante la experiencia observar:

La volatilización del yodo (vapores violetas) y luego su sublimación en las paredes del vaso de precipitación.

Observar los cristales de yodo en la parte inferior externa del balón.

## EXPERIENCIA Nº 2

**Objeto:** separación de fases.

**Materiales:** vasos de precipitación embudo - papel de filtro - varilla vidrio - soporte - tela metálica mechero.

**Sustancias:** arena - creta - sal.

**Procedimiento:**

Se coloca el sistema creta-arena y cloruro de sodio en un vaso de precipitación de 100 cm<sup>3</sup> en forma tal que el sistema ocupe el vaso hasta 1 cm de altura y se añade doble volumen de agua. Se agita hasta disolución y se filtra.

El líquido filtrado se coloca en una cápsula o cristizador y se evapora lentamente el agua a calor suave. Se observan los cristales de sal.

En el filtro y en el vaso de precipitación quedan arena y creta.

Se pasa el sedimento del filtro al vaso de precipitación por lavado con agua, se añade más agua,

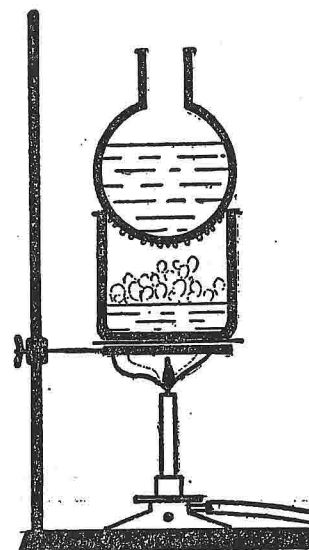


Fig. 8