

## ESTADOS DE LA MATERIA.

El notable novelista Julio Verne, nos muestra en sus escritos el conocimiento de los principios fundamentales de la física, como en el siguiente fragmento:

-Pero el aire se irá haciendo cada vez más denso. ¿No alcanzará al fin una densidad como la del agua?

-Naturalmente, cuando la presión sea 770 atmósferas.

-¿Y cuando la profundidad sea mayor?

-La densidad será mayor.

-¿Y cómo vamos a descender entonces?

-Nos llenaremos los bolsillos de piedra.

Esto es lo que nos dice Julio Verne, pero si comprobamos los hechos de que habla este fragmento, resulta otra cosa. Para esto no tendremos que bajar hasta el centro de la Tierra, ya que al finalizar esta unidad, serás capaz de:

## OBJETIVOS.

- 1.- Definir los enunciados relativos a cada uno de los conceptos, términos y principios incluidos en este capítulo.
- 2.- Distinguir los estados físicos: sólido, líquido y gaseoso.
- 3.- Explicar los conceptos de densidad, peso específico y densidad relativa.

- 4.- Identificar una sustancia calculando su densidad, a partir de los datos apropiados y una tabla de datos de densidades de distintas sustancias.
- 5.- Calcular el peso específico de una sustancia, a partir de los datos apropiados.
- 6.- Graficar temperatura contra tiempo, a partir de los puntos de ebullición y punto de fusión de una sustancia, marcando los 3 estados físicos de dicha sustancia.
- 7.- Clasificar en orden de menos dilatante a más dilatante, o viceversa, para los mismos cambios de temperatura, una lista de sustancias dados sus coeficientes de dilatación térmica, lineal o volumétrica.

#### PROCEDIMIENTO.

- 1.- Lectura rápida y completa del capítulo para que te enteres del material a estudiar.
- 2.- Lectura para subrayar lo más importante del capítulo.
- 3.- Resumen de lo que consideres más importante del tema.
- 4.- Analiza despacio cada uno de los términos, antes de seguir con los demás objetivos.
- 5.- Analiza en forma detallada, cada uno de los ejemplos resueltos en tu texto.
- 6.- Resuelve los problemas dados en la autoevaluación, tratando de obtener las respuestas dadas al final de los problemas.
- 7.- Resuelve problemas de otros textos de Física que tengas a tu alcance, ya que la práctica en tu material es lo que hará que obtengas mejores resultados.
- 8.- Cualquier duda que tengas no te quedes con ella, consúltala con tus compañeros, o si lo prefieres, con tu maestro.

#### PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a la evaluación de esta unidad deberás entregar, en hojas tamaño carta, los problemas noes del capítulo IV de tu libro de texto completamente resueltos.

## CAPÍTULO IV.

### ESTADOS DE LA MATERIA.

#### 4-1 LA MATERIA.

La materia se compone de partículas. Estas pueden ser *moléculas*, que son las partículas más pequeñas de una sustancia que puede existir de manera estable e independiente; o *átomos*, que son las partículas más pequeñas de un elemento que puede existir solo o en combinación con otros átomos de los mismos elementos u otros diferentes.

Una de las propiedades más importantes de los átomos es su capacidad de actuar sobre otro a distancia. Algunos átomos cuando están próximos se atraen entre sí, mientras que otros muestran una fuerza de repulsión. Cuando al aproximarse dos o más átomos se atraen y se combinan para formar una molécula, ésta se comportará como partícula unitaria. Dependiendo de la cantidad de átomos que formen a las moléculas, éstas pueden ser:

- 1.- Monoatómicas. Por ejemplo, helio (He), neón (Ne), Kriptón (Kr).
- 2.- Diatómicas. Por ejemplo, hidrógeno (H<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>).
- 3.- Triatómicas. Por ejemplo, ozono (O<sub>3</sub>), bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O).

A las moléculas con más de dos átomos se les llama poliatómicas.

#### 4-2 ESTADOS DE LA MATERIA.

La materia se puede presentar en tres estados, formas o fases:

- 1.- Estado sólido.
- 2.- Estado líquido.
- 3.- Estado gaseoso.

En el estado sólido, las partículas están cerca unas de otras, en un patrón fijo. En el estado líquido, las partículas no suelen estar tan cerca como en los sólidos, ni se mantienen en un patrón fijo; y en el estado gaseoso, la separación promedio entre ellas es relativamente grande y, como en el caso de los líquidos, no se mantiene un patrón fijo.

Los sólidos tienen volúmenes y formas definidas. Se clasifican en cristalinos y amorfos. Los cristalinos tienen sus partículas dispuestas en estructuras regulares y las de los amorfos están distribuidas al azar. Además de las fuerzas que unen a las partículas de un sólido, el movimiento de dichas partículas es muy importante. Las partículas de un sólido se mantienen en posiciones relativamente fijas debido a las fuerzas de enlace; sin embargo, poseen un movimiento de vibración en torno a sus posiciones fijas. La amplitud de su vibración y la energía vibratoria resultante se relacionan con la temperatura del sólido. Cuando la temperatura es baja, la energía cinética es pequeña y cuando sube, ésta aumenta.

En los líquidos, sus moléculas están en continuo, rápido y desordenado movimiento, por ello los líquidos se pueden difundir. Debido a su disposición molecular ligeramente más abierta que los sólidos y a la mayor movilidad de las moléculas, su índice de difusión es considerablemente más rápido que en los sólidos.

Con los líquidos podemos tener un volumen definido, pero su forma es variable. En los gases, la mayoría de las moléculas son partículas independientes que se desplazan a altas velocidades. Se han obtenido pruebas de lo anterior al observar tres propiedades de los gases.

1.- *Expansión o dilatación.* Un gas no tiene forma ni volumen definidos, en lugar de ello, se expande y llena completamente cualquier recipiente. Esto indica que las moléculas de gas son partículas independientes.

2.- *Presión.* Un globo inflado puede reventarse debido a la fuerza que ejerce el aire en su interior sobre su superficie interna. Esta fuerza es el resultado del bombardeo continuo de la superficie interna por miles de millones de moléculas en movimiento. Al incrementarse el número de moléculas en el interior del globo, mediante la introducción de más aire, aumenta el número de colisiones contra la superficie interna, se incrementa la presión sobre la superficie interna y el globo se dilata.

3.- *Difusión.* Ésta es demasiado rápida, lo cual demuestra que el movimiento de las moléculas del gas es bastante rápido.

La difusión de gases es a través de sólidos porosos, es un proceso importante el cual se produce a través de las membranas de las plantas, animales y seres humanos, permitiendo que el oxígeno llegue a las células vivas y escape el bióxido de carbono. Los isótopos del uranio se separan por medio de los índices diferentes de difusión del  ${}_{92}^{235}\text{UF}_6$  y el  ${}_{92}^{238}\text{UF}_6$ , dos hexafluoruros gaseosos del uranio, a través de una barrera porosa adecuada.

Si un sólido se calienta suficientemente, se puede derretir o licuar y si se continúa calentando, puede ser hervido o vaporizado. En el caso del agua, la naturaleza ejecuta todos los cambios de estado: el hielo derretido se vuelve agua, y el agua se evapora; el vapor de agua o las nubes se condensan para dar origen a la lluvia, y la lluvia se congela para formar el hielo o el granizo. Aun cuando pueden requerir algunas veces calor o frío extremado, todas las sustancias se pueden transformar de un estado a otro cualquiera.

#### 4-3 PUNTO DE FUSIÓN O SOLIDIFICACIÓN.

Cuando una sustancia en estado sólido se coloca al fuego de un mechero o de una estufa (se le está agregando energía), la energía de sus moléculas empieza a aumentar. Si a esta sustancia le podemos medir su temperatura en determinados lapsos de tiempo sin quitarlo del fuego, ésta también estará aumentando. Al aplicarle el calor suficiente, veremos que la sustancia estará transformándose en una sustancia líquida y en ese instante la temperatura no cambiará aunque le sigamos aplicando calor. Cuando esta sustancia sólida se transforma completamente en una sustancia líquida, otra vez empezará a subir su temperatura.

Lo anterior es similar si a una sustancia líquida le vamos quitando energía. La temperatura irá disminuyendo hasta que la sustancia empiece a solidificarse en donde la temperatura permanecerá constante. Al terminar de solidificarse toda la sustancia, la temperatura puede seguir disminuyendo si le seguimos quitando energía.

Esto es el punto de fusión o de solidificación, ya que éstos se definen como la temperatura en la cual una sustancia en estado sólido pasa al estado líquido, o del estado líquido al sólido, sin existir un cambio de temperatura.

##### Ejemplo 1.

Si colocas unos pedazos de hielo en un recipiente y éste a la vez lo colocas al fuego de una estufa; además, tienes un termómetro a la mano para checar la temperatura de la sustancia cuando empieza a transformarse en agua, observarás que el termómetro marcará aproximadamente 0°C y hasta después de que todo el hielo se haya transformado en agua se verá que aumenta la temperatura.

En la tabla 4-1 tienes una lista de sustancias, cuyos puntos de fusión se han obtenido en el laboratorio. Cada sustancia tiene su propio punto de fusión.

TABLA 4-1. Punto de fusión, calor latente de fusión, punto de ebullición y calor de vaporización de algunas sustancias corrientes.

Sustancia	Punto de fusión 0°C	Calor de fusión cal/g	Punto de ebullición 0°C	Calor de vaporización cal/g
Agua	0	80	100	540
Aire	- 212	5,5	- 191	51
Aluminio	658	77	1800	-
Cobre	1080	42	2310	-
Dióxido de azufre	73	24	- 10	95
Estaño	232	14	2270	-
Helio	- 271	-	- 268	6
Hidrógeno	- 259	14	- 252	108
Hierro	1530	6	2450	-
Mercurio	- 39	2,8	357	65
Nitrógeno	- 210	6,1	- 195	48
Oro	1063	16	2500	-
Oxígeno	- 219	3,3	- 184	51
Plata	962	21	1955	-
Platino	1760	27	3910	-
Plomo	327	5,9	1525	-
Silicio	1420	-	3500	-
Wolframio	3400	-	5830	-

#### 4-4 PUNTO DE EBULLICIÓN.

Algo similar sucede cuando un cuerpo en estado líquido cambia al estado gaseoso.

*El punto de ebullición se define como la temperatura en la cual una sustancia en estado líquido pasa al estado gaseoso o viceversa, sin existir un cambio de temperatura.*

Con el mismo ejemplo, que tú puedes realizar, observarás que el hielo que ya transformaste en agua en el caso anterior, aumenta su temperatura hasta casi 100°C, en ese instante parece que el termómetro ya no sube más. Esto se debe a que hemos llegado al punto de ebullición.

En la tabla 4-1 también se dan valores del punto de ebullición de algunas sustancias. Al igual que el punto de fusión, el punto de ebullición es distinto en cada una de las sustancias. Debido a ello estos dos fenómenos nos pueden servir para identificar sustancias.

#### 4-5 GRÁFICA TEMPERATURA-TIEMPO.

Si tenemos la precaución de tomar un cronómetro y cada determinado lapso de tiempo leemos lo que marca el termómetro, obtendremos una serie de datos similares a los siguientes:

0 seg	-9°C	250 seg	43°C
3 "	-6°C	300 "	68°C
6 "	-3°C	350 "	93°C
9 "	0°C	370 "	100°C
12 "	0°C	400 "	100°C
20 "	0°C	450 "	100°C
40 "	0°C	500 "	100°C
100 "	0°C	600 "	100°C
160 "	0°C	700 "	100°C
170 "	3°C	800 "	100°C
200 "	18°C	900 "	100°C

Cuando una sustancia está en su punto de ebullición y el recipiente está abierto, el vapor o gas se irá al ambiente. Por lo tanto, la masa de agua que teníamos irá disminuyendo.

Con estos datos podemos obtener una gráfica sobre un par de ejes coordenados. En sus principios generales, esta gráfica es similar para cada una de las sustancias, pero habrá que recalcar que cada sustancia tiene sus propios puntos de fusión y ebullición. Además, algunas sustancias son más rápidas que otras en el cambio de estado.

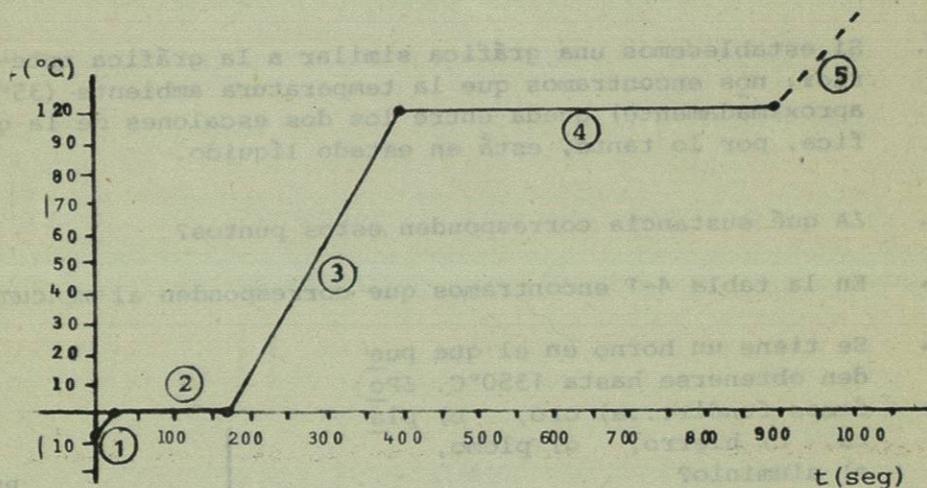


Fig. 1.

En la sección marcada con el número (1), la sustancia está completamente en estado sólido. En la sección (2) la sustancia se está transformando de sólido a líquido. En la sección (3) la sustancia está completamente en estado líquido. En la sección (4) la sustancia se está transformando del estado líquido al gaseoso y en la sección (5) la sustancia está completamente en estado gaseoso.

Esta gráfica es de gran utilidad para capítulos posteriores.

Analiza despacio las siguientes preguntas y respuestas.

P. Al calentar un metal se encontró que se fundía a  $232^{\circ}\text{C}$ . ¿A qué metal nos referimos?

R. Al analizar en la tabla 4-1 nos encontramos que el *estaño* es el que se funde a  $232^{\circ}\text{C}$ .

P. Una sustancia X tiene un punto de fusión de  $-39^{\circ}\text{C}$  y un punto de ebullición de  $357^{\circ}\text{C}$ . ¿En qué estado se encuentra a la temperatura ambiente?

R. Si establecemos una gráfica similar a la gráfica anterior, nos encontramos que la temperatura ambiente ( $35^{\circ}\text{C}$  aproximadamente) queda entre los dos escalones de la gráfica, por lo tanto, está en estado líquido.

P. ¿A qué sustancia corresponden estos puntos?

R. En la tabla 4-1 encontramos que corresponden al *mercurio*.

P. Se tiene un horno en el que pueden obtenerse hasta  $1350^{\circ}\text{C}$ . ¿Podemos fundir... a) oro, b) plata, c) hierro, d) plomo, e) aluminio?

R. a) Sí se podrá fundir oro, ya que su punto de fusión es  $1063^{\circ}\text{C}$ .

b) Sí se podrá fundir plata, ya que su punto de fusión es  $962^{\circ}\text{C}$ .

c) No se podrá fundir hierro, ya que su punto de fusión es  $1530^{\circ}\text{C}$ .

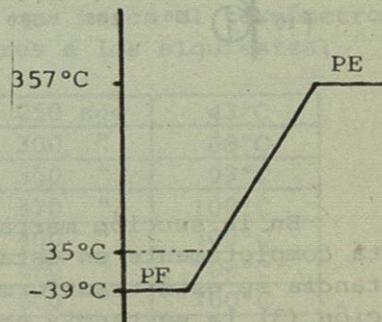


Fig. 2.

Cuando una sustancia está en su punto de ebullición y el recipiente está abierto, el vapor o gas se irá al ambiente. Por lo tanto, la masa de agua que teníamos irá disminuyendo.

Con estos datos podemos obtener una gráfica sobre un par de ejes coordenados. En sus principios generales, esta gráfica es similar para cada una de las sustancias, pero habrá que recalcar que cada sustancia tiene sus propios puntos de fusión y ebullición. Además, algunas sustancias son más rápidas que otras en el cambio de estado.

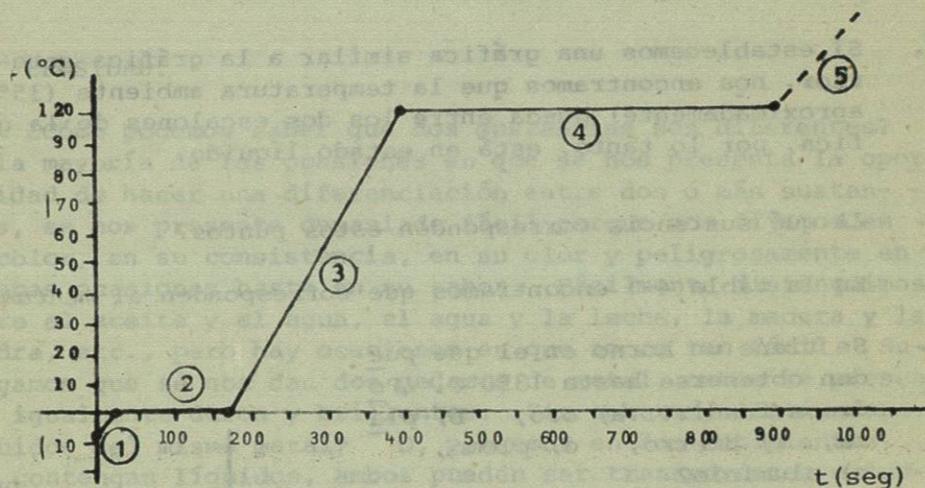


Fig. 1.

En la sección marcada con el número (1), la sustancia está completamente en estado sólido. En la sección (2) la sustancia se está transformando de sólido a líquido. En la sección (3) la sustancia está completamente en estado líquido. En la sección (4) la sustancia se está transformando del estado líquido al gaseoso y en la sección (5) la sustancia está completamente en estado gaseoso.

Esta gráfica es de gran utilidad para capítulos posteriores.

Analiza despacio las siguientes preguntas y respuestas.

P. Al calentar un metal se encontró que se fundía a  $232^{\circ}\text{C}$ . ¿A qué metal nos referimos?

R. Al analizar en la tabla 4-1 nos encontramos que el *estaño* es el que se funde a  $232^{\circ}\text{C}$ .

P. Una sustancia X tiene un punto de fusión de  $-39^{\circ}\text{C}$  y un punto de ebullición de  $357^{\circ}\text{C}$ . ¿En qué estado se encuentra a la temperatura ambiente?

R. Si establecemos una gráfica similar a la gráfica anterior, nos encontramos que la temperatura ambiente ( $35^{\circ}\text{C}$  aproximadamente) queda entre los dos escalones de la gráfica, por lo tanto, está en estado líquido.

P. ¿A qué sustancia corresponden estos puntos?

R. En la tabla 4-1 encontramos que corresponden al *mercurio*.

P. Se tiene un horno en el que pueden obtenerse hasta  $1350^{\circ}\text{C}$ . ¿Podemos fundir... a) oro, b) plata, c) hierro, d) plomo, e) aluminio?

R. a) Sí se podrá fundir oro, ya que su punto de fusión es  $1063^{\circ}\text{C}$ .

b) Sí se podrá fundir plata, ya que su punto de fusión es  $962^{\circ}\text{C}$ .

c) No se podrá fundir hierro, ya que su punto de fusión es  $1530^{\circ}\text{C}$ .

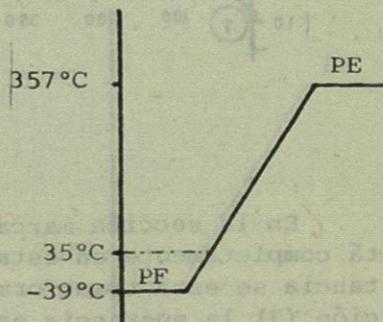


Fig. 2.

d) Sí se podrá fundir plomo, ya que su punto de fusión es  $327^{\circ}\text{C}$ .

e) Sí se podrá fundir aluminio, ya que su punto de fusión es  $658^{\circ}\text{C}$ .

P. ¿Alguno de los metales de la pregunta anterior se podrá alcanzar a evaporar?

R. No, ninguno alcanzaría la temperatura de ebullición.

#### 4-6 DENSIDAD.

¿Cómo podemos saber que dos sustancias son diferentes? En la mayoría de las ocasiones en que se nos presenta la oportunidad de hacer una diferenciación entre dos o más sustancias, se nos presenta demasiado fácil porque nos fijamos en su color, en su consistencia, en su olor y peligrosamente en algunas ocasiones hasta en su sabor. Fácilmente distinguimos entre el aceite y el agua, el agua y la leche, la madera y la piedra, etc., pero hay ocasiones en que no es tan fácil. Supongamos que se nos dan dos pedazos de metal, ambos se presentan igualmente duros y brillantes. Sin embargo, ¿están constituidos del mismo metal? O, pensemos en dos recipientes que contengan líquidos, ambos pueden ser transparentes e inodoros; ¿son un mismo líquido o son diferentes?

Para poder dar una respuesta a estas preguntas, debemos hacer ciertas pruebas para descubrir las diferencias que no aparecen a simple vista. Pesando los pedazos de metal no descubriremos las diferencias, dos objetos pueden estar hechos de materiales diferentes y, sin embargo, tener la misma masa.

Podremos tratar de doblar los dos pedazos de metal. Pero, uno puede ser grueso y difícil de doblar y el otro delgado y fácil. Sin embargo, los dos trozos pueden estar hechos de la misma sustancia. Por otra parte, podemos encontrar los