

EQUIPO DE
TERMOLOGÍA
manual del profesor



EQUIPO DE TERMOLOGÍA MANUAL DEL PROFESOR



equipo DE TERMOLOGÍA



ANUÁRIO DE TERMOLOGIA
1991

Depósito Legal: M. 27.706 - 1991

equipo DE

TERMOLOGIA

MULTEC

INDICE DE PRÁCTICAS

CALOR Y TEMPERATURA .TERMOMETRÍA

- 1.- Diferencia entre calor y temperatura.
- 2.- Comprobación de los puntos fijos de un termómetro.

EQUILIBRIO TÉRMICO. CALORIMETRÍA

- 3.- Equilibrio térmico.
- 4.- Capacidad calorífica.
- 5.- Equivalente en agua de un calorímetro.
- 6.1.- Determinación del calor específico en un sólido
- 6.2.- Determinación del calor específico en un líquido
- 7.- Curvas de calefacción de líquidos.

DILATACIÓN DE SÓLIDOS Y LIQUIDOS

- 8.- Dilatación lineal de sólidos. Medida del coeficiente de dilatación lineal.
- 9.- Dilatación cúbica de sólidos.
- 10.1- Dilatación de líquidos. Medida del coeficiente de dilatación aparente.
- 10.2.- Dilatación anómala del agua.
- 11.1.- Observación de la dilatación de gases.
- 11.2.- Leyes de gases. Ley de Boyle-Mariotte, Ley de Caharles y Ley de Gay-Lussac.

CAMBIOS DE ESTADO

- 12.1.- Cambio de estado del agua.
- 12.2.- Curva de calentamiento del hielo.
- 12.3.- Curva de fusión y solidificación de la naftalina.
- 13.- Calor latente de fusión.
- 14.- Calor latente de vaporización del agua.
- 15.- Mezclas frigoríficas. Mezcal de hielo y sal.
- 16.- Separación de sustancias por destilación.
- 17.- Sublimación de la Naftalina
- 18.- Evaporación

PROPAGACIÓN DEL CALOR

- 19.- Propagación del calor por conducción.
- 20.- Propagación del calor por convección.
- 21.- Propagación del calor por radiación. Medida de la energía radiante. El Actinómetro.
- 22.1.- La interacción entre dos sistemas de diferente temperatura(I)
- 22.2.- La interacción entre dos sistemas de diferente temperatura(II)
- 22.3.- El calor absorbido por las sustancias.

TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS

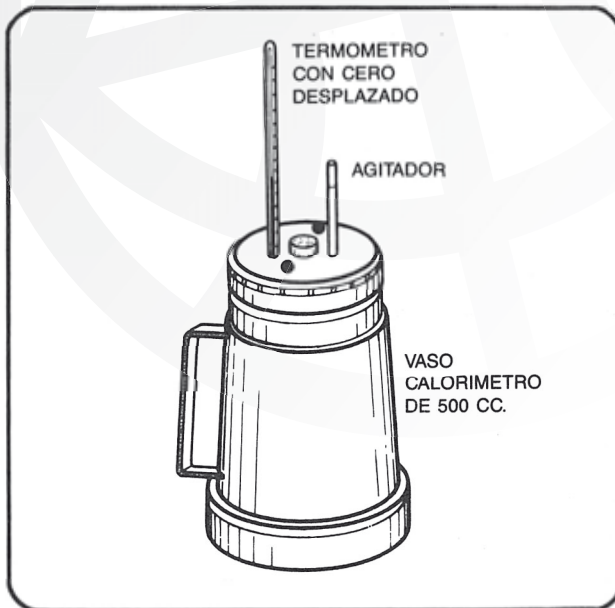
- 23.- Transformación del calor en energía mecánica. Máquina térmica.
- 24.1. Transformación de energía eléctrica en calor.
- 24.2.- Transformación del calor en energía eléctrica. El Termopar.

ESTUDIOS TERMODINÁMICOS

- 25.- Proceso espontáneo. Reacción de un ácido con un metal estudios termodinámicos.
- 26.- Reacciones exotérmicas y endotérmicas.
- 27.- Equilibrio de solubilidad y temperatura.
- 28.- Calor de reacción ácido-base.
- 29.- Entalpía de neutralización
- 30.- Entalpía o calor de combustión de un líquido

DESCRIPCION MATERIAL

CALORIMETRO



El calorímetro es un recipiente que consiste esencialmente en un vaso metálico rodeado de material aislante y provisto de una tapa aislante con unos orificios para situar el termómetro y el agitador. Por tanto, el calorímetro es un aislante térmico.

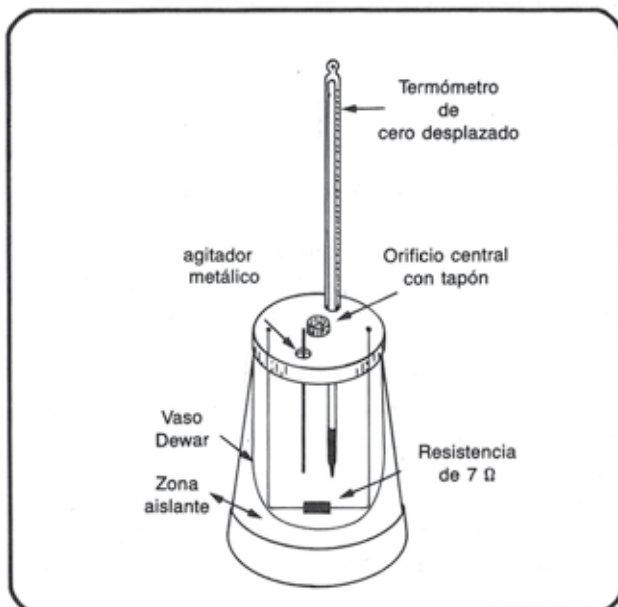
Por medio del calorímetro se puede medir la energía térmica transferida entre dos cuerpos que se hallen a diferente temperatura, o el calor específico de un cuerpo.

Quando se utiliza un calorímetro hay que tener en cuenta la cantidad de calor que absorbe el agitador, el termómetro y el vaso calorímetro (accesorios). Imaginariamente, los accesorios pueden sustituirse por una masa de agua que absorba la misma cantidad de calor y que se denomina «equivalente en agua» del calorímetro.

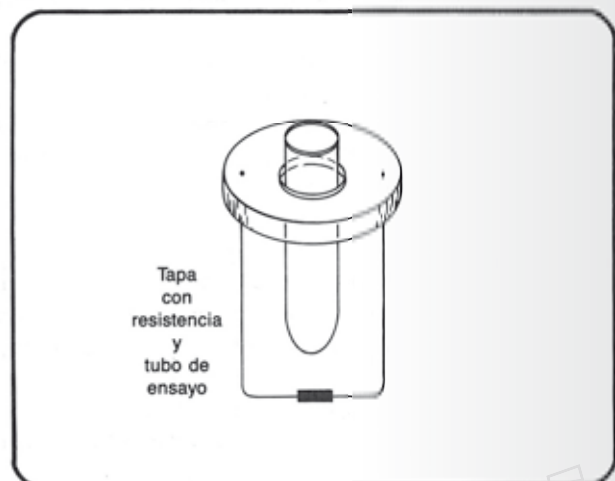
Antes de utilizar el calorímetro debe determinarse el equivalente en agua.

Presenta también este calorímetro un orificio central para introducir un tubo de ensayo, a fin de realizar experiencias sobre equilibrio térmico y otras.

La tapa del calorímetro lleva incorporada una resistencia de 7 ohmios para calentar suavemente los líquidos introducidos.



En la sección del calorímetro se aprecia con mayor detalle el vaso Dewar y los accesorios, en su posición aproximada dentro del mismo.

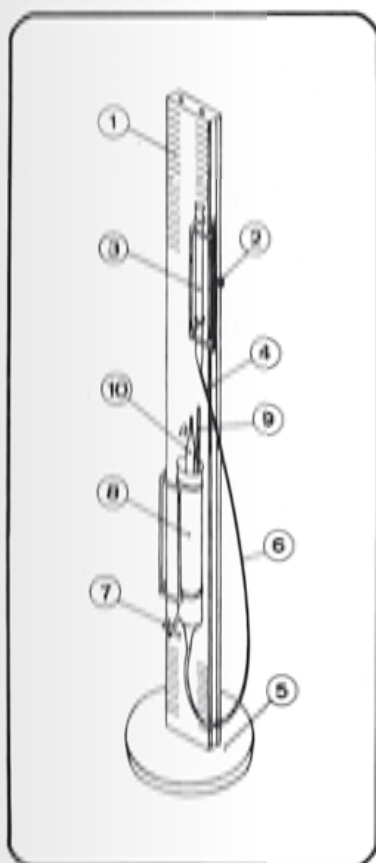


APARATO PARA EL ESTUDIO DE LOS GASES (DEL MATERIAL GENERAL)

DESCRIPCION

Se compone de una vasija de cristal cilíndrica con llave inferior para desagüe, en cuyo interior van alojados, un termómetro 0-100°, dividido en grados centígrados, y una bureta graduada en décimas de centímetro cúbico, con llave.

A esta primera vasija se une, por un tubo flexible, una segunda bureta sin graduación, que es deslizable a lo largo de unas varillas guías sobre una escala de 0 a 100 centímetros, dividida en milímetros.



PARTES PRINCIPALES COMPONENTES

- 1) Escala graduada en mm. de 0-100 cm.
- 2) Mandos.
- 3) Bureta con sistema de deslizamiento sobre varilla guía.
- 4) Varilla guía.
- 5) Plataforma soporte.
- 6) Tubo flexible.
- 7) Llave de desagüe.
- 8) Vasija cilíndrica de cristal.
- 9) Termómetro.
- 10) Bureta graduada en décimas de centímetro cúbico.

FUNCIONAMIENTO

ISOTERMAS:

- A) Colocamos las buretas (10) y (3) a la misma altura y abrimos la llave de la primera.
- B) Se vierte mercurio en la (3) hasta que el nivel en las buretas sea el mismo al comunicarse por el tubo flexible.
En estas condiciones cerramos la llave de paso de la bureta (10) graduada, con lo cual queda encerrado en (10) una masa de aire que ocupa un volumen que leemos en dicha bureta. La presión en este instante es igual a la atmosfera leída en un barómetro, sea ésta P_a .
- C) Ahora elevamos la bureta (3) deslizándola sobre la varilla guía (4) y observaremos que el nivel de mercurio asciende en la (10), lo cual indica una disminución de volumen. Leemos el nuevo volumen V' y medimos el desnivel en mm. entre las superficies libres del mercurio en ambas buretas de la escala (1), entonces la presión ahora será $P_a + h$ (siendo P_a la presión atmosférica inicial del experimento leída en mm. de mercurio. Repitiendo el experimento varias veces, de la misma forma obtendremos distintos valores, cuyo producto p_v será constante.
Para experimentos de precisión habría que corregir la altura o desnivel con arreglo a la gravedad de cada lugar.

ISOBARICAS:

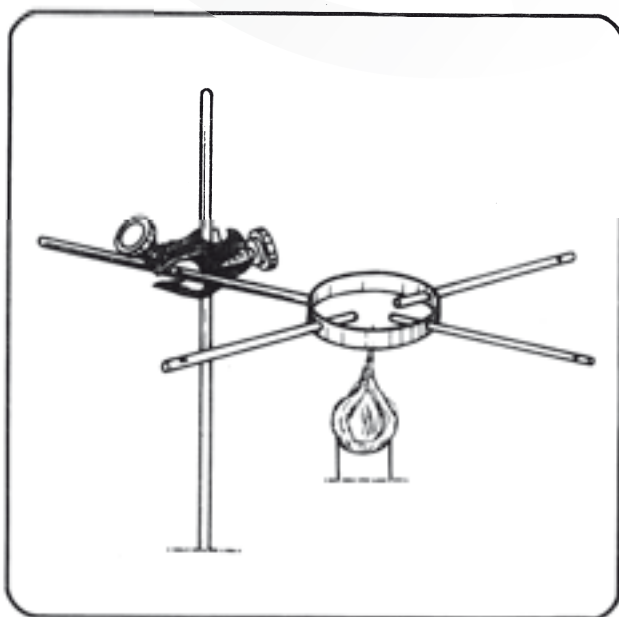
Puesto en condiciones el aparato según el apartado anterior y encerrada una cantidad de aire determinada, realizaremos este experimento como sigue:

- A) Llenamos la vasija (8) de agua caliente, cuya temperatura leemos en el termómetro (9).
- B) Haciendo diversas lecturas a distintas temperaturas, observaremos que hay unos desniveles en la bureta (10) que serán las variaciones de volumen correspondientes a los cambios de temperatura, al mantenerse la presión constante (atmosférica en ese momento) aplicamos la fórmula correspondiente.

ISOCORAS:

Iniciamos el experimento en las mismas condiciones del anterior, pero para mantener el volumen inicial leído en la bureta (10) al variar la temperatura con el agua caliente, tendremos que hacer ascender la pieza (2) por las varillas de las guías (4) y entonces veremos en la escala graduada en milímetros (1) los desniveles o cambios de presión que se producen durante el experimento, éstos se registrarán por la fórmula correspondiente.

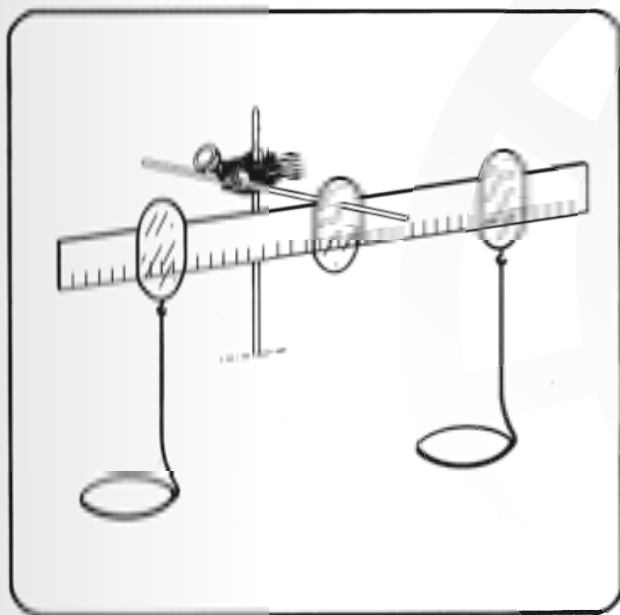
APARATO PARA CONDUCCION DEL CALOR



Consta de un anillo metálico con mango soporte, con tres varillas metálicas de diferente sustancia, pero con la misma longitud.

Las varillas poseen en los extremos unos taldros para situar trocitos de parafina o unas cerillas.

BALANZA DE EVAPORACION



Balanza para medida de masas, utilizable como «balanza de evaporación» sin más que comparar iguales proporciones de masas de líquidos a fin de estudiar su evaporación y los factores que la afectan.

Antes hay que equilibrar la balanza.

MICROHORNO ELECTRICO

DESCRIPCION:

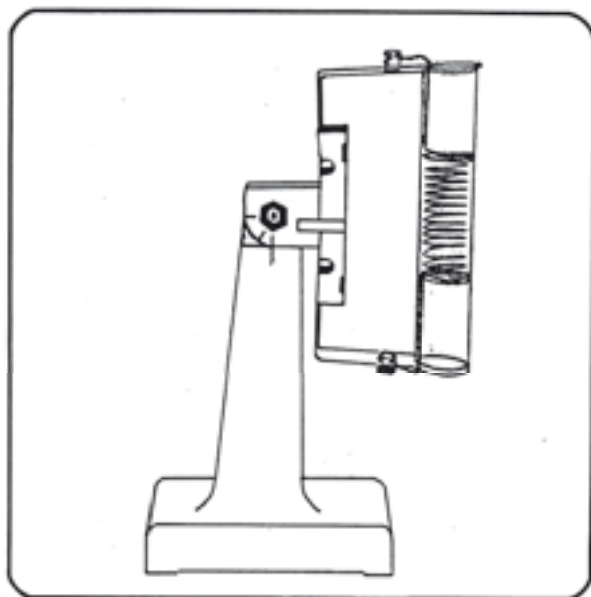
Se utiliza para realizar experiencias de FÍSICA Y QUÍMICA por medio del tubo de ensayo de 12 mm. aprox.

Está construido de manera que el alumno puede observar el fenómeno que ocurre en el tubo de ensayo, lo que representa una ventaja pedagógica.

También resulta económico pues se usan pequeñas cantidades de productos para los ensayos, utilizando una salida de baja tensión (6 a 12 V. c.c.) de una fuente de alimentación eléctrica del laboratorio, evitándose el uso más costoso del gas.

Presenta absoluta seguridad, no sólo por su alimentación de baja tensión, sino también por la ausencia de llama, porque se evita la manipulación del gas y porque se puede inclinar el soporte de tubos en la dirección más adecuada para evitar riesgos.

El microhorno transforma la energía eléctrica en térmica, efecto de Joule, por medio de una resistencia eléctrica. Posee un tubo transparente envolviendo la resistencia para protegerla y soportar los tubos de ensayos.



CARACTERISTICAS

— Pie y plaqueta en plástico reforzado: nylon cargado de vidrio, resistente al calor.

— La plaqueta pivotante posee dos orificios para introducir las bananas de dos conexiones a la alimentación eléctrica. Dos láminas inoxidable soportan el tubo y la resistencia, y transmiten la energía eléctrica.

— El tubo de vidrio de 100 x 20 mm. es resistente al calor y a los cambios térmicos.

— La resistencia está constituida de un hilo de Níquel-Cromo de 0,6 mm. de diámetro y 2,6 ohmios de resistencia, sujeto en sus dos extremidades por las láminas.

— Alimentación de 6 V a 12 V. en c.c., alcanzando de 210 °C a 420 °C por el centro de la resistencia, pero la fuente se puede regular con un reostato.

DIMENSIONES:

80 x 80 mm. y 180 mm. de altura.
Masa 130 gr.

EXPERIENCIAS

Se pueden realizar experiencias sobre reacciones exotérmicas y endotérmicas, entalpías de reacción, etc. en el estudio de fenómenos químicos. Y las siguientes en el aspecto termodinámico-físico:

- Medidas de temperaturas de líquidos.
- Curvas de calentamiento, de líquidos.
- Puntos fijos del termómetro.
- Equilibrio térmico.
- Cambios de estado.
- Curvas de fusión y vaporización.
- Obtención de vapor de agua.
- Propagación del calor en metales y en líquidos.
- Dilatación de sólidos, líquidos y gases.
- Transformación de energía eléctrica en energía térmica.
- Máquinas térmicas.

Y OTRAS.



equipo DE

10 multec

TERMOLOGÍA



RELACIÓN DE MATERIAL

ITEM	UDS.	MATERIAL
1	1	Actinómetro
2	1	Aguja de dilatómetro, con escala y soporte para tubos de dilatación
3	1	Amperímetro analógico
4	1	Anillo y bola de Gravesande
5	1	Aparato de conducción del calor, con 5 varillas
6	1	Aro con vástago de 8cm de diámetro
7	1	Balanza
8	2	Base soporte.
9	1	Calorímetro de doble cuerpo de cobre plateado al níquel, de medidas 70x65 mm, de 225 ml. de capacidad. Insertado en el interior de un recipiente externo de 110x100 mm. Con tapa transparente, con orificios para agitador metálico, tapón monohoradado y resistencia.
10	1	Capsula de porcelana de 100 ml.
11	1	Cilindro de aluminio, con gancho 50 mm. x 15 mm Ø
12	1	Cilindro de hierro, con gancho 50 mm. x 15 mm Ø
13	1	Cronómetro digital
14	1	Cuentagotas, con tetina
15	1	Embudo de vidrio de 75 mL
16	1	Gradilla para tubos de ensayo
17	1	Hilo con gancho
18	1	Manómetro en “U”, en soporte
19	1	Matraz erlenmeyer, 250ml
20	1	Mechero de gas con cartucho
21	1	Molino para turbina, con cazoletas
22	3	Nuez doble
23	1	Papel milimetrado
24	1	Pinza para buretas
25	1	Pinza semiautomática
26	1	Pinza madera para tubos de ensayo
27	1	Pipeta 10 ml.
28	1	Probeta graduada, 250 ml
29	1	Regla graduada
30	1	Rejilla con fibra de vidrio de 15x15 cm.

ITEM	UDS.	MATERIAL
31	1	Resistencia para calorímetro. Con dos bornes de 4 mm, conectados a una bobina de calentamiento de hilo constantan, La resistencia de la bobina es de 6 ohmios aproximadamente e intensidad de corriente para uso de 0,5 A con un máximo de 1 A.
32	2	Tapón bihoradado
33	4	Tapón monohoradado
34	2	Termómetro de -10 a 110 C
35	1	Termómetro de -10 a 110 C con 0 desplazado
36	1	Termopar
37	3	Tubo de ensayo grande 150X18
38	1	Tubo de silicona, conjunto de diferentes medidas
39	1	Tubo de vidrio, conjunto formado por dos rectos y dos acodados
40	1	Tubo capilar de vidrio recto 1x6x600 mm
41	1	Tubo capilar de vidrio recto de 1x6x300 mm
42	1	Varilla de dilatación, de aluminio, hierro y cobre
43	1	Varilla de vidrio, agitador
44	1	Varilla metálica con gancho para molino y termómetro
45	2	Varilla para base soporte
46	1	Vasos de precipitado, forma baja, 500ml
47	2	Vasos de precipitado, forma baja, 250ml
48	2	Vidrio de reloj, 60 mm Ø.
49	1	Voltímetro analógico.
50	1	Carpeta de Guía de Experiencias para alumno
51	1	Manual de profesor.
52	1	MALETA DE PVC , especialmente diseñada con los huecos necesarios para conservar en perfecto estado el material durante su traslado y almacenaje.
53	1	CD conteniendo la Guía de Experiencias del profesor y del alumno.
54	1	Video en DVD.



CALOR Y TEMPERATURA

TERMOMETRIA



2017-2021
MULTEC

equipo DE

14 multec

TERMOLOGÍA



ACTIVIDAD 1

DIFERENCIA ENTRE CALOR Y TEMPERATURA

OBJETIVO: Establecer la diferencia entre temperatura, como medida del nivel térmico alcanzado por un cuerpo, y calor, como transmisión de energía entre cuerpos a diferente temperatura.

A mayor número de moléculas de agua, corresponde menor energía a cada una, vibrando con menor amplitud.

La materia está constituida de partículas (átomos o moléculas) en constante movimiento. Por tanto, posee energía interna. ¿Cómo se puede aumentar esa energía interna? Es decir, ¿cómo se puede aumentar la temperatura? De diversas formas:

1. Calentando la sustancia, es decir, proporcionándole energía en forma de calor, a fin de que sus partículas se muevan más rápidamente.

2. Trabajando sobre la sustancia, por ejemplo, agitándola. El trabajo no se introduce en la sustancia, sino que es sólo un medio de transmitir energía. Desde el exterior se gasta energía, realizando trabajo, transmitiéndola a la sustancia.

3. Sometiendo la sustancia a una presión, con lo cual se comprime y sus partículas se mueven más rápidamente. Realmente al ejercer la presión, hemos realizado un trabajo, aumentando la energía interna.

Por tanto, el calor y el trabajo nos permiten aumentar la energía interna de una sustancia.

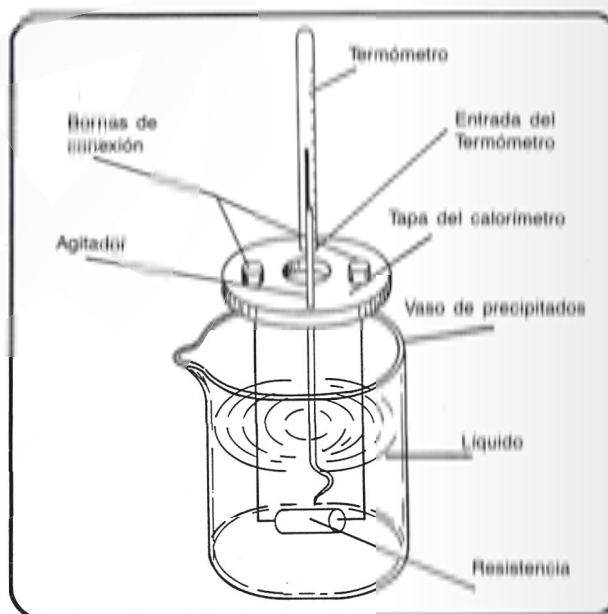
Son formas de transmisión de la energía de unos cuerpos a otros.

CUESTIONES

1. Experiencias sencillas para entender la diferencia entre calor y temperatura:

Calentar con una cerilla una moneda y con otra un trozo grande de hierro. Ambos objetos reciben igual cantidad de calor, sin embargo si se toca la moneda quema (mayor temperatura).

Tomar la probeta y el vaso de precipitados. Introducir en cada uno de ellos 200 ml. de agua. Los dos tienen igual cantidad de agua, sin embargo el líquido alcanza mayor altura en la probeta.



El calor es la energía que se transmite entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura. El nivel térmico de un cuerpo se puede medir objetivamente estableciendo una escala numérica, para lo cual se emplea una propiedad de la materia que varíe sencillamente por su valor térmico.

En el caso del mercurio, esta propiedad es el volumen de este líquido, que varía a medida que se calienta. La altura que el mercurio alcanza en un tubo, es pues una medida del nivel térmico de un cuerpo, es decir, de su temperatura.

OBSERVACIONES

Con el mismo flujo de calor, masas diferentes de una misma sustancia alcanzan distintas temperaturas.

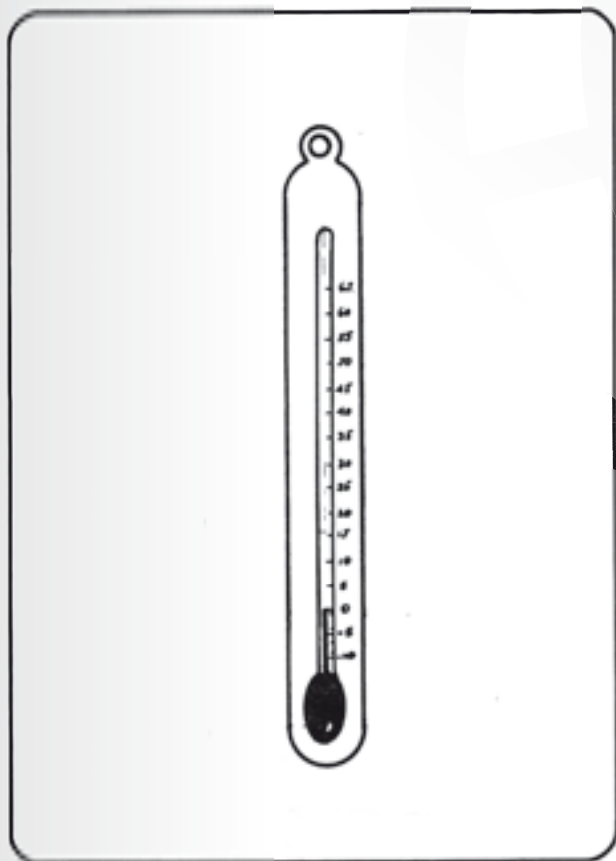
A mayor cantidad de sustancia la temperatura o nivel térmico alcanzado es menor, pues la agitación térmica de las partículas de la sustancia, en mayor cantidad, es menor.

ACTIVIDAD 2

COMPROBACION DE LOS PUNTOS FIJOS DE UN TERMOMETRO

OBJETIVO: Comprobar los puntos fijos de un termómetro, es decir, la exactitud de su escala.

Medir la temperatura de diversos sistemas y estudiar la escala de un termómetro, comparándola con la escala absoluta.



Suele escogerse el mercurio como sustancia dilatante más adecuada, porque tiene un coeficiente de dilatación constante. Este líquido se aloja en un depósito de vidrio, que se prolonga por un tubo estrecho, cerrado en su parte superior y en donde se ha efectuado el vacío.

También se utilizan otros líquidos, como el alcohol, más adecuados para temperaturas bajas.

Al aumentar la temperatura se dilatan el depósito o bulbo, el tubo de vidrio y el líquido termométrico. Pero el líquido se dilata más que el vidrio,

ascendiendo por el tubo capilar al aumentar la temperatura y descendiendo al disminuir ésta.

Se establece la relación entre la dilatación y la temperatura, construyendo una escala con dos puntos fijos, que corresponden a la temperatura de fusión del hielo y de ebullición del agua. Marcados estos puntos fijos, se divide la escala en partes iguales. En la escala centígrada o Celsius, se asigna a dichos puntos los valores 0 y 100 (a 1 atm.) respectivamente.

OBSERVACIONES

1. Tener en cuenta que el agua hierve a 100°C en lugares donde la presión atmosférica es 1 atm. o 760 mm. Hg. Si la presión es inferior a 1 atm. (regiones elevadas), la temperatura de ebullición de agua podrá ser inferior a 100°C (a 700 mm. Hg. es $97,7^{\circ}\text{C}$).

Si la presión es superior a 1 atm., la temperatura de ebullición es también superior a 100°C (a 780 mm. Hg. es $100,7^{\circ}\text{C}$).

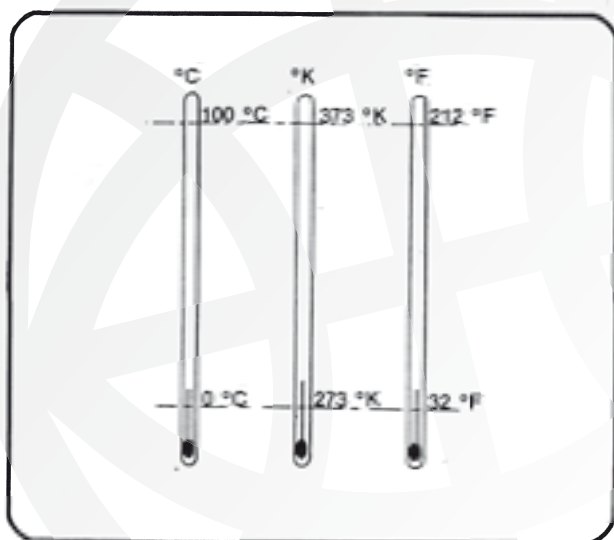
2. El valor constante obtenido en la fusión del hielo deberá coincidir con el cero de escala del termómetro, salvo error en la construcción del aparato de medida. El punto fijo comprobado se llama «temperatura de fusión del hielo, 0°C ».

En la ebullición del agua, el valor constante obtenido debe coincidir con el 100 de la escala, si el valor de la presión atmosférica es de 760 mm. Hg. (1 atm.) y si el aparato no presenta error de construcción.

3. Una tabla con los resultados experimentales obtenidos podría ser la siguiente:

TIEMPO (min.)	$\frac{1}{2}$	1	1,5	2	2,5	3
PUNTO FIJO DE FUSION	-2°C	-1°C	$0,5^{\circ}\text{C}$	0°C	0°C	0°C
PUNTO FIJO DE EBULLICION	96°C	98°C	99°C	100°C	100°C	100°C

4. En el croquis siguiente se indican los puntos fijos y equivalencias de escalas:



La unidad fundamental de temperatura en el S.I. es el grado Kelvin. Los puntos fijos en una escala Kelvin son el 273° K, para fusión del hielo, y el 373° K, para ebullición del agua. El cero absoluto, 0° K, está situado 273 divisiones, aproximadamente, más bajo el punto fijo de fusión del hielo.

Cero grados Kelvin son:

$$0^{\circ} \text{ K} = 0^{\circ} \text{ C} - 273 = -273^{\circ} \text{ C}$$

La escala Fahrenheit tiene el punto fijo de fusión del hielo en el 32° F y el punto de ebullición del agua en el 212° F. Un grado Fahrenheit es más pequeño que un grado centígrado o que un grado Kelvin:

La relación entre escala Fahrenheit y la centígrada es:

$$\frac{^{\circ} \text{ C}}{100} = \frac{^{\circ} \text{ F} - 32}{180}$$

ó

$$\frac{^{\circ} \text{ C}}{5} = \frac{^{\circ} \text{ F} - 32}{9}$$

Existe un límite para la temperatura más baja que se puede alcanzar, el cero absoluto, que vale -273° C .

En el Sistema Internacional, se utiliza la escala absoluta de temperaturas o escala Kelvin, cuyo

punto cero coincide con el cero absoluto, como hemos visto. Pero es de uso más frecuente la escala Celsius o centígrada, que ya conocemos.

El punto de fusión del hielo se marca con 0 y el de ebullición del agua con 100. Cada división de la escala absoluta, grado Kelvin ($^{\circ} \text{ K}$) tiene la misma amplitud que el grado centígrado, $^{\circ} \text{ C}$.

Para obtener la temperatura en grados Kelvin hay que sumar, a la temperatura en grados centígrados, 273.

$$^{\circ} \text{ K} = ^{\circ} \text{ C} + 273$$

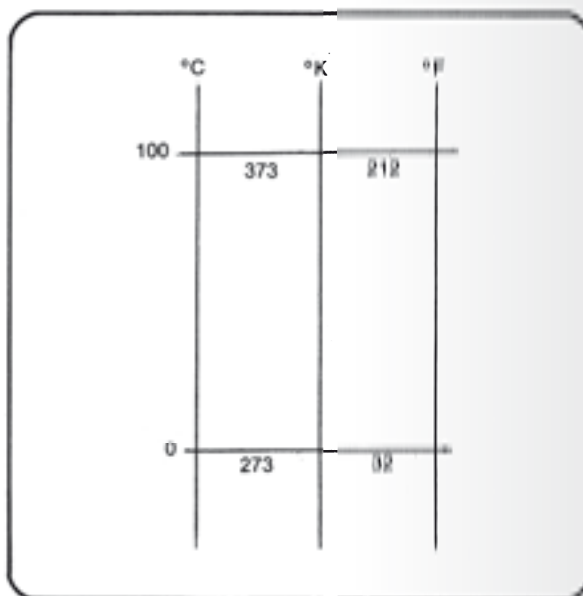
CUESTIONES

1. Para realizar ejercicios gráficos de cambios de temperatura se construye el ábaco siguiente:

En un folio se trazan tres líneas verticales, una para cada escala. Se traza una línea horizontal que marque en las tres escalas el punto fijo de fusión del hielo y otra a gran distancia de la anterior, que señale el punto de ebullición del agua.

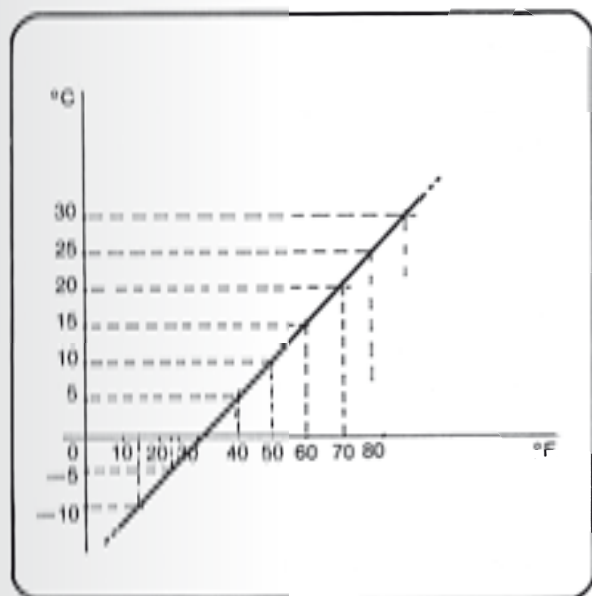
Dividir el segmento comprendido entre el 0° C y el 100° C en cien partes, el comprendido entre el 273° K y el 373° K también en cien partes y el segmento entre 32° F y 212° F en ciento ochenta partes.

Con este ábaco realizar cambios de unidades,



2. Al completar una tabla de valores, basados en la ecuación $\frac{^{\circ} \text{ C}}{5} = \frac{^{\circ} \text{ F} - 32}{9}$ se obtiene:

$^{\circ}\text{C}$	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
$^{\circ}\text{F}$	14	23	32	41	50	59	68	77	86



Al representar gráficamente estos valores, situando los grados centígrados en ordenadas y los Fahrenheit en abscisas, resulta la gráfica indicada.

En este gráfico se pueden realizar cambios de una temperatura a la otra. Por ejemplo 65° F equivalen, aproximadamente, a unos 18° C, tomando 65° F en el eje de abscisas, trazando una vertical hasta cortar a la línea recta obtenida y trazando desde el punto de corte una horizontal hasta el eje de ordenadas.

Este es un método de interpolación gráfica.

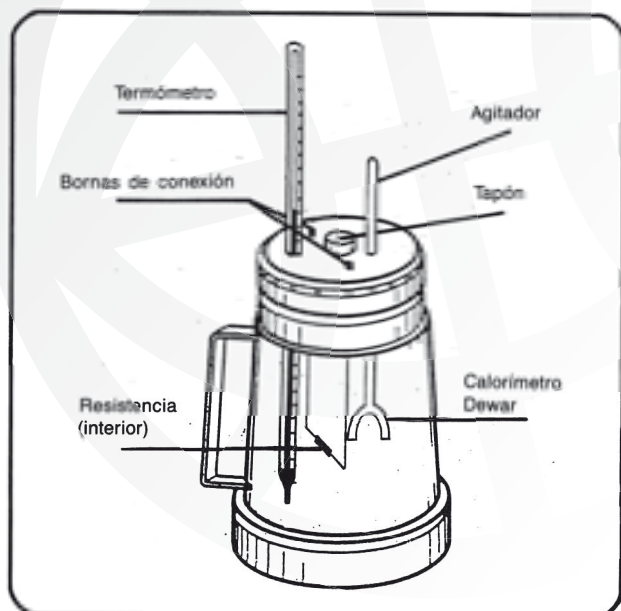


EQUILIBRIO TERMICO CALORIMETRIA

ACTIVIDAD 3

EQUILIBRIO TERMICO

OBJETIVO: Comprobar que, al poner en contacto dos cuerpos a diferente temperatura, se produce un flujo de calor del más caliente al más frío, hasta que la temperatura es la misma en ambos (temperatura de equilibrio térmico).

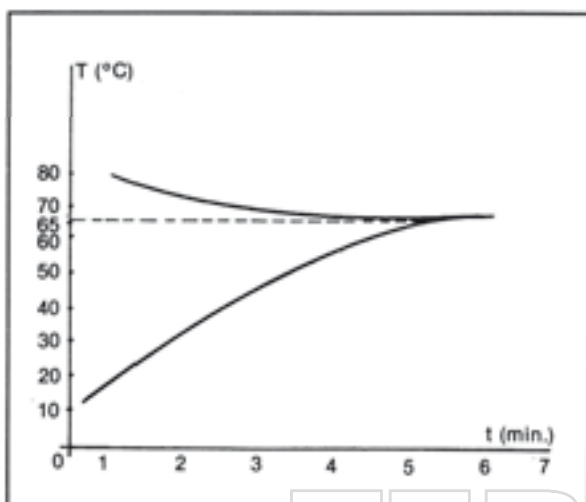


RESULTADOS

Supongamos que se obtiene los siguientes resultados aproximados:

TIEMPO (medio min.)	TEMPERATURA DEL AGUA CALIENTE ($^{\circ}$ C)	TEMPERATURA DEL AGUA FRÍA ($^{\circ}$ C)
1	75	20
2	71	32
3	69	42
4	67	50
5	66	56
6	65	64
7	65	65

Al representar gráficamente el equilibrio térmico se obtiene una gráfica similar a la siguiente:



Se observa que el agua caliente se va enfriando hasta que su temperatura se mantiene constante, a unos 65° C.

El agua fría se calienta, va aumentando su temperatura hasta alcanzar también igual temperatura de equilibrio.

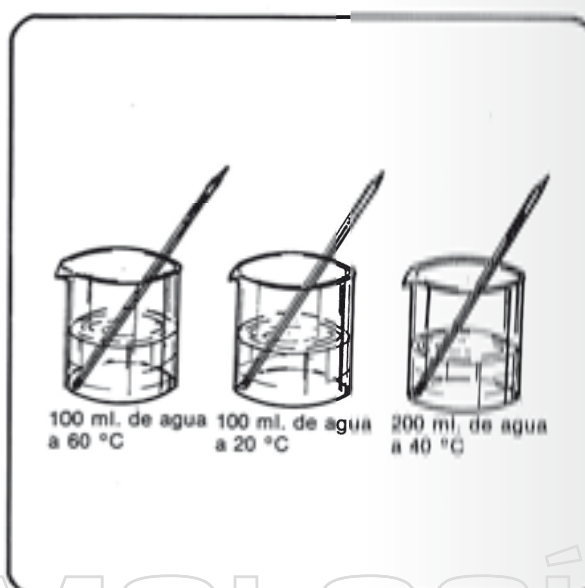
La variación de temperatura respecto al tiempo, es menor tanto al enfriarse el agua caliente como al calentarse el agua fría.

OBSERVACIONES

1. Con masas distintas de agua caliente y fría la temperatura de equilibrio no es el valor medio de las temperaturas de ambas.

2. Dos sistemas se hallan en equilibrio térmico cuando puestos en contacto o mezclados alcanzan igual temperatura.

3. Si se mezclan 100 ml. de agua a 60° C con 100 ml. de agua a temperatura ambiente, por ejemplo a 20° C, al medir la temperatura final de equilibrio resulta 40° C.



APLICACIONES

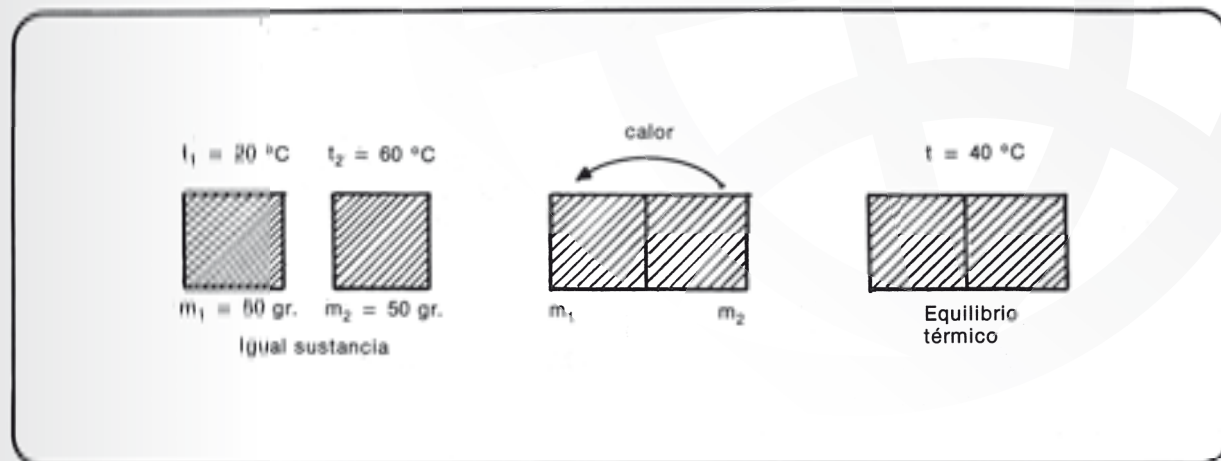
1. El aire que esté junto a una placa solar o radiador comunica energía al aire frío, hasta que se consigue el equilibrio térmico, es decir, hasta que todo el aire se halla a igual temperatura. En ese instante la placa se para automáticamente mediante un termostato.

2. Los termostatos funcionan debido al equilibrio térmico que se establece entre el mercurio y el medio que se mide.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Cuando dos cuerpos, que se hallan a diferente temperatura, se ponen en contacto, se produce una transmisión de energía del cuerpo más caliente al más frío, hasta que se produce el equilibrio térmico, es decir, hasta que ambos cuerpos se hallan a igual temperatura.

Si se trata de masas iguales de la misma sustancia, la temperatura final de equilibrio será la media aritmética de las temperaturas de ambas masas.



Si mezclamos, o ponemos en contacto, sustancias diferentes, la temperatura de equilibrio no es

la media, sino que depende de la naturaleza y cantidad de cada sustancia.

ACTIVIDAD 4

CAPACIDAD CALORIFICA

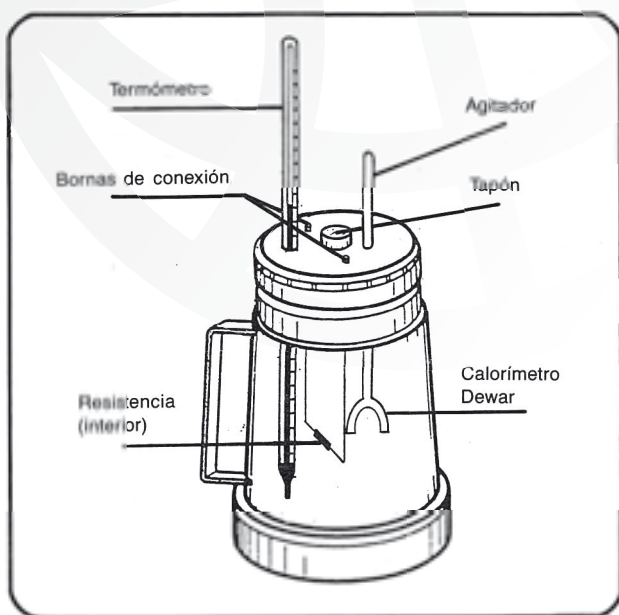
OBJETIVO: Comprobar que el etanol y el agua poseen diferentes capacidades caloríficas.

MATERIAL:

Calorímetro
Resistencia de inmersión
Termómetro

Etanol
Probeta graduada
Tetracloruro de carbono

DESARROLLO:



Introducir 100 ml. de etanol en el vaso del calorímetro.

Calentar con la resistencia de inmersión durante unos minutos, cuidando de no sobrepasar los 60° C, aproximadamente.

Anotar el tiempo de calentamiento.

Repetir el procedimiento, calentando 100 ml. de agua durante el mismo tiempo anterior.

Observar que las temperaturas alcanzadas, en igual intervalo de tiempo son diferentes.

Experimentalmente, se comprueba que proporcionando la misma energía a igual masa de diferentes sustancias, se produce en ellas diferentes incrementos de temperatura.

La capacidad calorífica de un cuerpo es la energía necesaria para aumentar 1° C su temperatura. Se mide en julios/° K, en el Sistema Internacional, o también en cal./°C.

FUNDAMENTO TEORICO

Si proporcionamos la misma energía a igual masa de diferentes sustancias se producen diferentes elevaciones de temperaturas. Esto se puede explicar admitiendo que existe una característica de las sustancias, llamada capacidad calorífica.

La capacidad calorífica de una sustancia es la energía necesaria para aumentar 1° C su temperatura. Sus unidades son julio/° C. También se puede expresar la capacidad calorífica en cal/° C y el calor específico en cal/g° C.

ACTIVIDAD 5

EQUIVALENTE EN AGUA DE UN CALORIMETRO

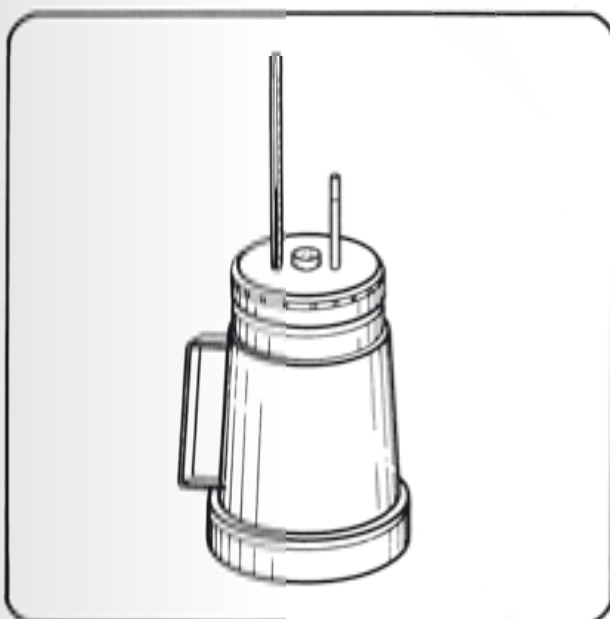
OBJETIVO: Determinar el equivalente en agua de un calorímetro (método de las mezclas).

MATERIAL:

Resistencia de inmersión
Base y varilla de soporte
Nuez doble
Aro soporte y rejilla
Mechero de gas

Vaso de precipitados
Probeta graduada
Termómetro de -10° a $+110^{\circ}$
Calorímetro con agitador
Termómetro con cero desplazado

DESARROLLO



Introducir 200 ml. de agua en el vaso calimétrico. Disponer en su alojamiento el agitador y el termómetro.

Comprobar que el depósito de mercurio del termómetro queda sumergido en el agua y tapar el calorímetro. Remover suavemente durante unos segundos y anotar la temperatura t_1 .

Calentar 200 ml. de agua hasta unos 60° C por medio de la resistencia o en un vaso montando un equipo de calentamiento. Medir la temperatura del agua caliente t_2 con ayuda del otro termómetro, e inmediatamente verterla en el calorímetro.

Tapar y agitar la mezcla, observando la escala del termómetro. Cuando se alcance una temperatura de estabilización t , anotarla.

RESULTADOS

Supongamos que los valores determinados son los siguientes:

Masa de agua fría	$m_1 = 200 \text{ g.}$
Temperatura del agua fría	$t_1 = 15^{\circ} \text{ C}$
Masa de agua caliente	$m_2 = 200 \text{ g.}$
Temperatura del agua caliente	$t_2 = 60^{\circ} \text{ C}$
Calor específico del agua	$C_e = 1 \text{ cal./g. } \times ^{\circ} \text{ C}$
Temperatura de equilibrio	$t = 35^{\circ} \text{ C}$

CALCULOS

Calor cedido por el agua caliente:

$$Q = m_2 \times (t_2 - t) = 200 \times (t_2 - t) = 200 \times (60 - 35) = 5.000 \text{ cal.}$$

Calor ganado por el agua fría:

$$Q = m_1 \times C_e \times \Delta t = (200 + E) \times (t - t_1) \text{ donde } C_e = 1 \text{ cal./g}^{\circ} \text{ C para el agua.}$$

$$Q = (200 + E) \times (35 - 15) = (200 + E) \times 20 \text{ g}^{\circ} \text{ C.}$$

Igualar ambas cantidades de calor, sustituir los valores obtenidos y despejar E (en gramos).

$$5.000 = (200 + E) \times 20 \quad E = 50 \text{ g.}$$

OBSERVACIONES

A pesar de las precauciones que se pueden tomar, no toda la energía que cede el agua caliente la capta el agua fría, porque también se calienta el termómetro, el agitador, la tapa y todo el vaso calorimétrico. Los accesorios del calorímetro pueden imaginariamente sustituirse por una masa de agua que absorba la misma cantidad de calor. Esta masa de agua es el llamado equivalente en el agua del calorímetro, que es una constante para cada aparato a determinar antes de usarlo.

APLICACION

Idear una experiencia que permita calcular el calor desprendido por el cuerpo humano mediante una bañera, agua y un termómetro.

Se determina el equivalente en agua de la bañera mezclando agua caliente y fría, como hemos

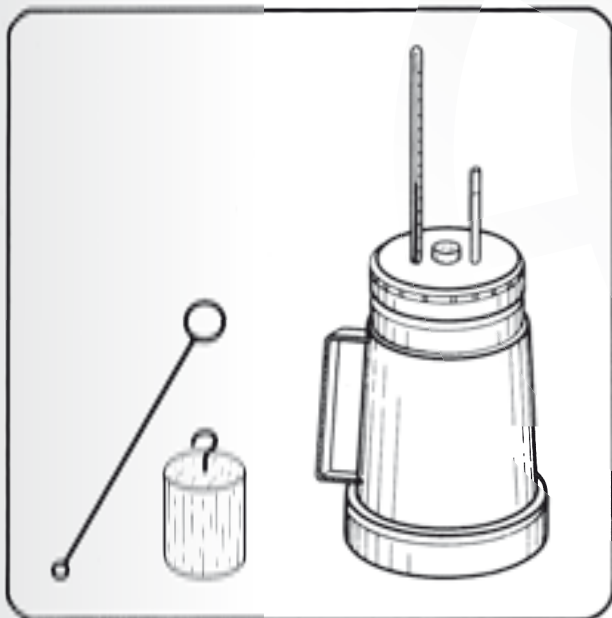
indicado en esta actividad. Después se introduce el cuerpo en una masa conocida de agua a menos de 25° C y al cabo de cierto tiempo se mide la temperatura de equilibrio y se realizan análogos cálculos que los realizados anteriormente. El calor desprendido por el cuerpo humano será igual al absorbido por el agua, es decir:

$$(m + E) (t - t_1)$$

ACTIVIDAD 6

DETERMINACION DE CALORES ESPECIFICOS

OBJETIVO: Determinar el calor específico de un cilindro metálico y del etanol.



A.

RESULTADOS

Supongamos que se obtienen los siguientes resultados:

Masa de agua del calorímetro	$M_1 = 250 \text{ g.}$
Temperatura del agua del calorim.	$t_1 = 20^\circ \text{ C}$
Masa del bloque metálico	$m_2 = 42 \text{ g.}$
Temperatura del bloque	$t_2 = 100^\circ \text{ C}$
Equivalente en agua	$E = 50 \text{ g.}$
Calor específico del agua	$1 \text{ cal./g.}^\circ\text{C}$
Temperatura de equilibrio	$t = 22^\circ \text{ C}$

CALCULOS

Suponiendo que la masa del bloque sea de 42 grs., igualar el calor cedido por el bloque al calor ganado por el agua fría:

$$m \times C_e \times (t_1 - t) = (250 + E) \times (t - t_1);$$

$$42 \times C_e \times (100 - 22) = (250 + 50) \times (22 - 20);$$

$$3276 \times C_e = 600$$

Se ha considerado que el calor específico del agua es $1 \text{ cal./g.}^\circ \text{C}$ y que el equivalente en agua del calorímetro, E , es conocido. Despejar el calor específico del metal, C_e .

$$C_e = 0,18 \text{ cal./g.}^\circ \text{C}$$

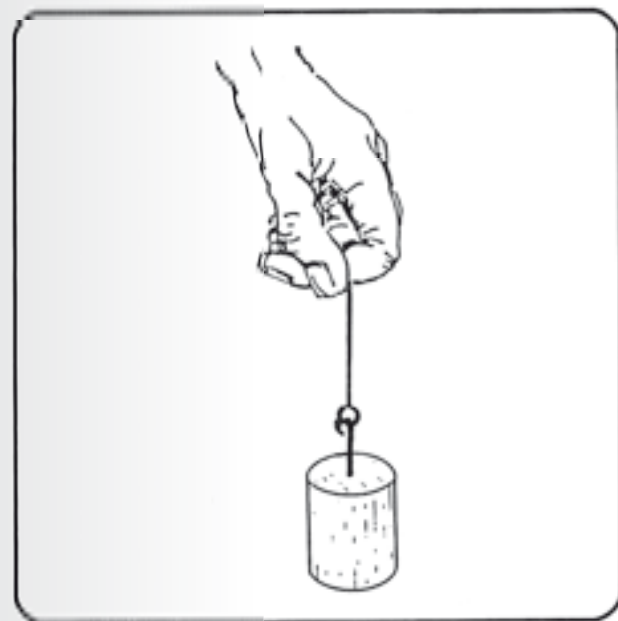
Repetir la experiencia con el bloque de hierro.

CUESTIONARIO

Comparar los valores obtenidos con los datos en la tabla de calores específicos y calcular el error absoluto $e = \text{calor específico-teórico} - \text{calor específico hallado}$ y el error relativo en tanto por ciento.

ADVERTENCIA

Conviene que el calorímetro se halle a una temperatura algo inferior al medio ambiente. Por eso, si se echa agua del grifo se consigue esto.



Al principio, el calorímetro, ganará algo de calor por radiación del exterior, pero se compensará con el calor perdido cuando se caliente el agua en su interior.

B.

CALCULOS

Determinar el calor cedido por el aluminio,

$Q_1 = m \times Ce' \times (t_2 - t)$ y el calor absorbido por el alcohol:

$Q_2 = m \times Ce \times (t - t_1)$ y el calorímetro
 $Q_3 = E \times (t - t_1).$

Se cumple que $Q_1 = Q_2 + Q_3$, es decir:
 $m \times Ce' \times (t_2 - t) = m_1 \times Ce \times (t - t_1) + E \times (t - t_1)$

Conociendo el equivalente en agua del calorímetro y el calor específico del aluminio, determinar el calor específico del alcohol.

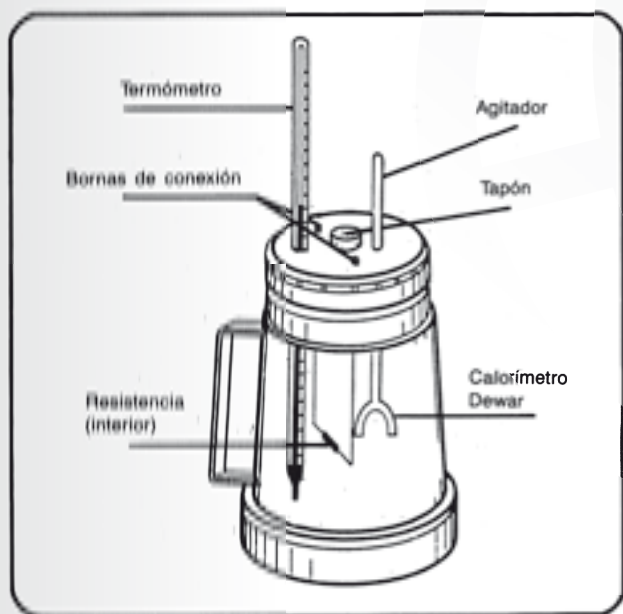
Realizar otras determinaciones y hallar el valor medio.

Tomando como valor exacto del calor específico del alcohol etílico el dado en la tabla de calores específicos, hallar el error absoluto en esta determinación y el error relativo en tanto por ciento.

ACTIVIDAD 7

CURVAS DE CALEFACCIÓN DE LIQUIDOS

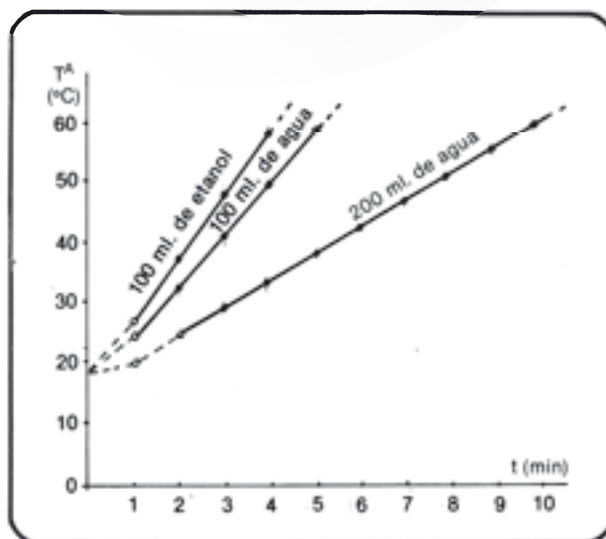
OBJETIVO: Construir las curvas de calefacción del agua y del alcohol etílico.



Resultan dos tramos en cada gráfica. El primer tramo (parte inferior de la gráfica) es curvo y dura hasta que se establece un flujo de calor constante (en este período se calienta el vaso, el agitador, el termómetro y los elementos del soporte).

El segundo tramo (de unos 30° C a 60° C) es prácticamente recto, lo que indica que el líquido aumenta su temperatura de forma regular.

Gráfica temperatura-tiempo, para cada caso.



RESULTADOS

Tabla de resultados aproximados:

Tiempo (m.)	Temp. (° C) (200 g. agua)	Temp. (° C) (100 g. agua)	Temp. (° C) (100 g. etanol)
0	18	18	18
1	20	25	27
2	25	34	40
3	30	43	50
4	34	52	60
5	40	60	—
6	43	—	—
7	48	—	—
8	52	—	—
9	57	—	—
10	60	—	—

Se calienta más rápido el alcohol, pues posee menor calor específico y está en menor cantidad.

Después los 100 ml. de agua.

CONCLUSIONES

La cantidad de calor que puede absorber o ceder un cuerpo, es proporcional a la variación de temperatura que experimenta, a su masa y depende de la naturaleza del cuerpo. Expresándolo matemáticamente: $Q = m \times C_e \times \Delta t$, donde C_e es la constante (calor específico) que depende de la naturaleza del cuerpo.

Aunque el calor es una forma de transmisión de energía y se mide en julios en el Sistema internacional, en la práctica se usa la caloría, que se define como la cantidad de calor necesaria para elevar al temperatura de 1 gr. de agua de 14,5° C, a 15,5° C bajo la presión atmosférica normal.



DILATACION DE SOLIDOS Y LIQUIDOS



ALCANTARA / SOURCE 70 40 100 100

30 multec
equipo DE

TERMOLOGÍA



ACTIVIDAD 8

DILATACION LINEAL DE SÓLIDOS

OBJETIVO: Comprobar que un tubo metálico se dilata al calentarlo y que dicha dilatación lineal depende del metal utilizado.

Medir la dilatación de dos tubos metálicos y calcular el coeficiente de dilatación lineal de cada uno.

OBSERVACIONES:

La dilatación lineal es el aumento de longitud que experimenta un sólido en una dirección. Coeficiente de dilatación es el aumento de longitud que experimenta la unidad de longitud del sólido al elevar su temperatura en un grado centígrado.

El aumento de longitud de un sólido es directamente proporcional a la longitud inicial y al incremento de temperatura:

$$l - l_0 = l_0 \times \alpha \times t$$

donde α , constante de proporcionalidad, es el coeficiente de dilatación lineal, que se mide en $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Todos los sólidos no se dilatan igual, en la experiencia se observa que el aluminio se dilata más que el hierro, como se comprueba por poseer mayor coeficiente de dilatación lineal.

RESULTADOS Y CALCULOS:

	HIERRO	ALUMINIO
t° inicial, t_1	19° C	19° C
t° final, t_2	98° C	98° C
longitud inicial, l_0	40 cm.	40 cm
dilatación, l	0,39	0,72

Calcular el coeficiente de dilatación lineal de cada metal. Para ello aplicar:

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 \times \Delta t} = \frac{\Delta l}{l_0 (t_2 - t_1)} \quad (^{\circ}\text{C}^{-1})$$

Para el hierro: $\alpha = 12,5 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$,
Fe

Para el aluminio: $\alpha = 23 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$,
Al

Se puede comprobar con los cuerpos metálicos, de diferente metal, que la dilatación depende de la naturaleza de la sustancia. Por ejemplo, el aluminio tiene un coeficiente de dilatación lineal (varilla de aluminio) de $23 \times 10^{-6} \text{ } (^{\circ}\text{C}^{-1})$, esto significa que una varilla de aluminio de 1 m. de longitud se dilata $23 \times 10^{-6} \text{ m.}$ (0,000023 m.), al elevarse su temperatura 1° C.

Y que una varilla de hierro (coeficiente 12×10^{-6}) de un metro se dilata $12 \times 10^{-6} \text{ m.}$ cuando se eleva su temperatura 1° C.

ACTIVIDAD 9

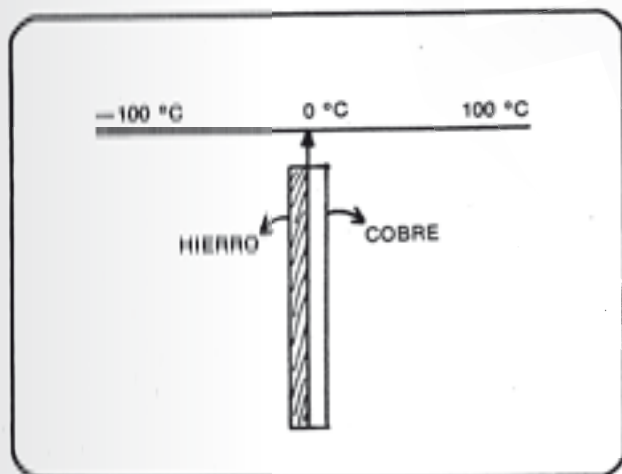
DILATACION CUBICA DE UN SOLIDO

OBJETIVO: Comprobar que los sólidos se dilatan en sus tres dimensiones, por efecto del calor.

MATERIAL:

Base y varilla soporte
2 Nuez doble
Mechero de gas
Anillo de S'Gravesand

Esfera metálica con mango
Vaso de precipitados
Aro y rejilla



OBSERVACIONES

La dilatación cúbica de un cuerpo es directamente proporcional a su volumen y al incremento de temperatura. Se cumple:

$$V = V_0 = K \times \Delta t,$$

donde V y V_0 son los volúmenes final e inicial, respectivamente del cuerpo, Δt la variación de temperatura y K el coeficiente de dilatación cúbica, o aumento que experimenta la unidad de volumen del cuerpo al aumentar 1°C su temperatura.

Las fuerzas desarrolladas en la dilatación por el calor o en la contracción por enfriamiento son muy grandes. Una viga de hierro, al dilatarse, puede romper un muro, lo que indica que debe dejarse espacio suficiente para la dilatación.

APLICACION

Una aplicación de la dilatación de los sólidos es la fabricación de termómetros bimetálicos, cuyo fundamento es la diferente dilatación que experimentan dos láminas metálicas, de diferente metal, fuertemente unidas. Al calentarse dobla por el lado del metal que menos se dilata. Una aguja solidaria se mueve sobre una escala marcando la temperatura. (Ver figura).

APLICACIONES

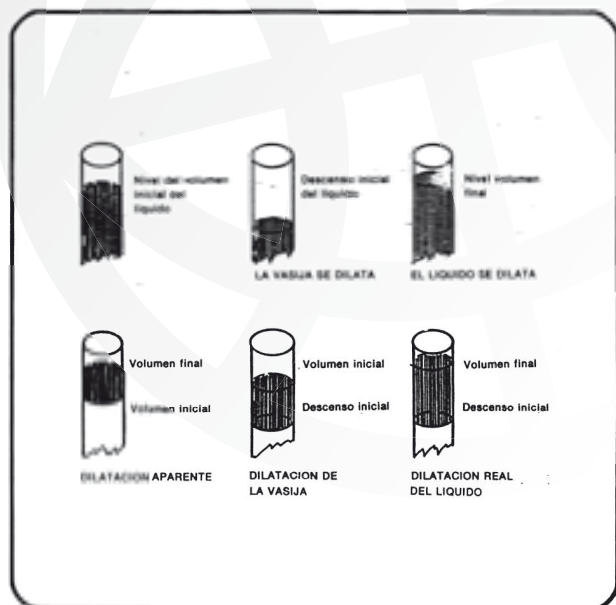
1. Cuando se enciende una estufa se dilata y al apagarla se contrae el metal. Esto es la causa de que cruja en ambos casos.
2. El tapón de un frasco de vidrio puede ser extraído calentando suavemente la boca del frasco.
3. Los vidrios gruesos se rompen al calentarlos porque se producen tensiones interiores.
4. Los hilos de los tendidos eléctricos se dilatan por el calor.
5. En los lugares desérticos se producen grandes cambios de temperaturas y las rocas se dilatan y contraen sucesivamente. Debido a las tensiones originadas se cuarteán superficialmente, incluso pueden llegar a pulverizarse, como les ocurre a los granitos (rocas compuestas de cuarzo, feldespato y mica).

ACTIVIDADES 10.1 y 10.2

DILATACION DE LIQUIDOS

OBJETIVO: Observar la dilatación del agua por efecto del calor, distinguir entre dilatación real y dilatación aparente, y determinar el coeficiente de dilatación aparente.

Comprobar que el agua es más densa a 4°C que a 0°C .



FUNDAMENTO TEORICO

Quando se dilata un líquido es necesario tener en cuenta que se dilata simultáneamente el recipiente que lo contiene.

La dilatación aparente es la que se aprecia directamente y corresponde a las dilataciones del líquido de la vasija.

La dilatación real es la verdadera dilatación del líquido y se obtiene sumando a la dilatación aparente la dilatación de la vasija.

En las figuras de arriba se representa el nivel que alcanza la dilatación en el tubo capilar.

En las de abajo se representan las dilataciones producidas y observadas.

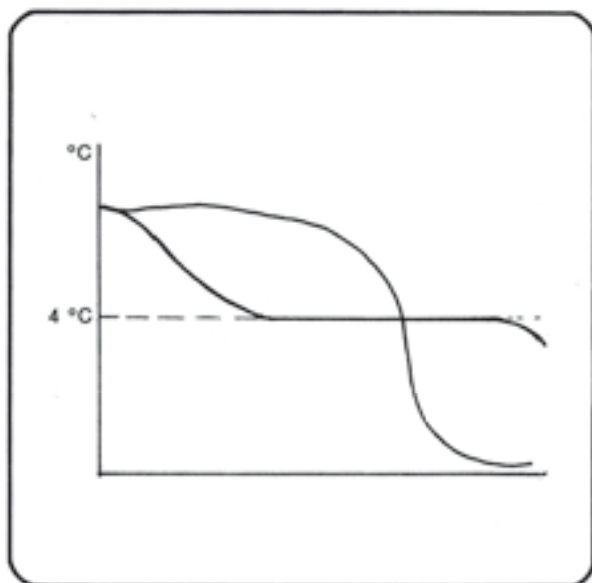
Los líquidos aumentan de volumen al calentarlos (dilatación cúbica). La dilatación aparente corresponde a dos dilataciones simultáneas, la del líquido y la de la vasija. La dilatación real del líquido se obtiene sumando a la dilatación aparente el aumento de volumen experimentado por la vasija.

CONSECUENCIAS

El agua a 4°C es más densa que a 0°C . Esto se explica porque la temperatura de un lago helado es inferior en la superficie, por donde comienza a congelarse, manteniéndose a unos 4°C en el fondo y permitiendo que se conserve la vida acuática.

La curva temperatura-tiempo de la experiencia es de la forma indicada.

El termómetro situado en la superficie del agua presenta un rápido descenso de temperatura, mientras que el otro se mantiene constante a 4°C , en que la densidad del agua es máxima.



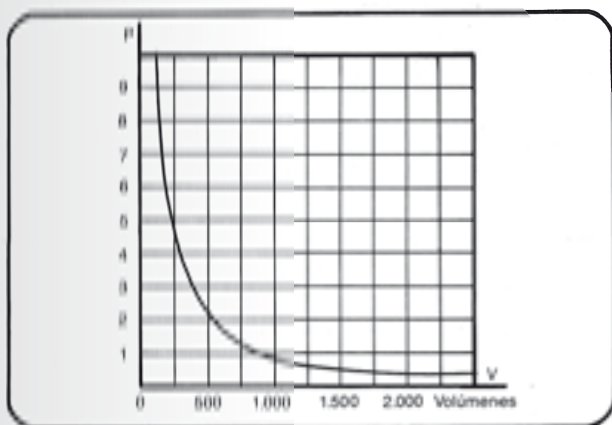
FUNDAMENTO TEÓRICO:

«Cuando la temperatura de un gas permanece constante, el producto del volumen por la presión a que se halla sometido es constante.» Esto indica, que ambas magnitudes son inversamente proporcionales:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 ; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Si la presión se duplica el volumen se reduce a la mitad, o viceversa.

Se trata de la ley de Boyle-Mariotte, cuya representación gráfica $P \cdot V$ es una curva llamada hipérbola equilátera.



Cuando aumenta la temperatura de una determinada masa de gas, manteniendo constante la presión, el gas se dilata de acuerdo con la expresión:

$$V = V_0 (1 + \alpha t)$$

siendo α el coeficiente de dilatación de los gases a presión constante.

El coeficiente α tiene el mismo valor para todos los gases. Su valor es:

$$\alpha = \frac{1}{273}$$

Como consecuencia, se puede escribir:

$$V = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right) = \frac{273 + t}{273} = V_0 \frac{T}{T_0}$$

de donde resulta

$$\frac{V}{T} = \frac{V_0}{T_0} = \text{cte.}$$

siendo T y T_0 las temperaturas absolutas.

La ley de Charles o 1.ª Ley de Gay-Lussac establece que, «a presión constante, los volúmenes que ocupa una determinada masa de gas son directamente proporcionales a las temperaturas absolutas».

La representación gráfica es una línea recta, que indica la proporcionalidad directa existente entre V y T .

La 2.ª Ley de Gay-Lussac establece que, a volumen constante, la presión de una determinada masa de gas varía con la temperatura de acuerdo con la expresión:

$$P = P_0 (1 + \beta t)$$

El coeficiente β de variación de presión a volumen constante es constante y coincide numéricamente con el coeficiente de dilatación a presión constante α . Es decir:

$$\beta = \alpha = \frac{1}{273}$$

Como consecuencia, se puede escribir:

$$P = P_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right)$$

de donde resulta:

$$\frac{P}{T} = \frac{P_0}{T_0} = \text{cte.}$$

siendo T y T_0 las temperaturas absolutas.

Así pues, la 2.ª Ley de Gay-Lussac se puede enunciar:

«A volumen constante, las presiones de una determinada masa de gas son directamente proporcionales a las temperaturas absolutas.»

Al representar gráficamente P frente a T se obtienen una línea recta.

APLICACIONES:

Los manómetros son aparatos destinados a medir la presión de los gases y vapores. Los hay de barométricos, de aire libre, de aire comprimido y metálicos.

Los manómetros metálicos están basados en la deformación de una cápsula metálica elástica, en

cuyo interior se ha practicado el vacío, cuando actúa la presión a medir. En el exterior, actúa la atmosférica. Luego, en realidad, la medida que proporciona es la diferencia de ambas.

Los demás manómetros utilizan mercurio como líquido desplazable, aunque también se puede utilizar agua. Los manómetros de aire comprimido se basan en la ley de Boyle-Mariotte.

Otra aplicación de las leyes de los gases son las bombas de vacío, o neumáticas; se utilizan para extraer los gases de un recipiente, para disminuir la presión interior.

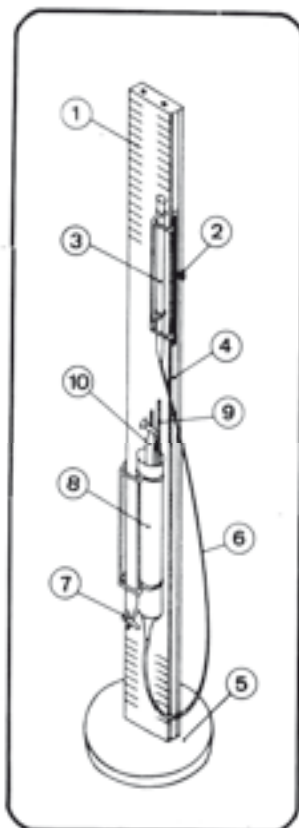
APARATO PARA EL ESTUDIO DE LAS LEYES DE LOS GASES:

DESCRIPCION:

Se compone de una vasija de cristal cilíndrica con llave inferior para desagüe, en cuyo interior van alojados, un termómetro 0-100°, dividido en grados centígrados, y una bureta graduada en décimas de centímetro cúbico, con llave.

A esta primera vasija va unida, por un tubo flexible, una segunda bureta sin graduación, que es deslizable a lo largo de una varillas guías sobre una escala de 0 a 100 cm. dividida en mm.

PARTES PRINCIPALES COMPONENTES:



1. Escala graduada en cm. de 0-100 cm.

2. Mandos.

3. Bureta con sistema de deslizamiento sobre ranura guía.

4. Ranura guía.

5. Plataforma soporte.

6. Tubo flexible.

7. Llave de desagüe.

8. Vasija cilíndrica de cristal, con sistema de deslizamiento sobre ranura guía.

9. Termómetro.

10. Bureta graduada en décimas de centímetro cúbico.

TEORIA

Sabemos que, en los gases, el volumen v es función de la presión p y de la temperatura t , por lo tanto; podemos escribir que $F(p, v, t) = 0$. Esta ecuación representa una superficie en un espacio de tres dimensiones, y al hacer sucesivamente constantes t , v , p es como si cortáramos la superficie por planos paralelos a los planos coordenados.

Para fijar ideas, diremos:

A) t constante: variaciones de volumen con la presión a temperatura constante ISOTERMA.

B) p constante: variaciones de volumen con la temperatura constante ISOBORA.

C) v constante: variación de la presión con la temperatura a volumen constante: ISOCORA o ISOMETRICA.

A) ISOTERMAS: A temperatura constante, el volumen ocupado por una masa gaseosa invariable esté en razón inversa a su presión (Ley de Boyle Mariotte) o bien que a temperatura constante el producto presión es constante.

$$\frac{V}{V'} = \frac{P'}{P}; Vp = V'P' = Cte. = K$$

B) ISOBARAS:

$$V_t = V_0 (1 + \alpha t); \alpha = \frac{1}{273}$$

V_0 = volumen a 0° C

V_t = volumen a t° C

t = temperatura en ° C

C) ISOCORAS:

$$P_t = P_0 (1 + \beta t); \beta = \frac{1}{273}$$

P_0 = presión a 0° C

P_t = presión a t° C

t = temperatura en ° C

REPRESENTACION GRAFICA

Si tomamos en un sistema de ejes coordenadas como abscisas los valores de v y como ordenadas los valores de p (ejes de Clepeyron).

Las ISOTERMAS vendrán representadas por una hipérbola equilátera referida a sus asíntotas.

Las ISOBARICAS como una paralela al eje de volúmenes.

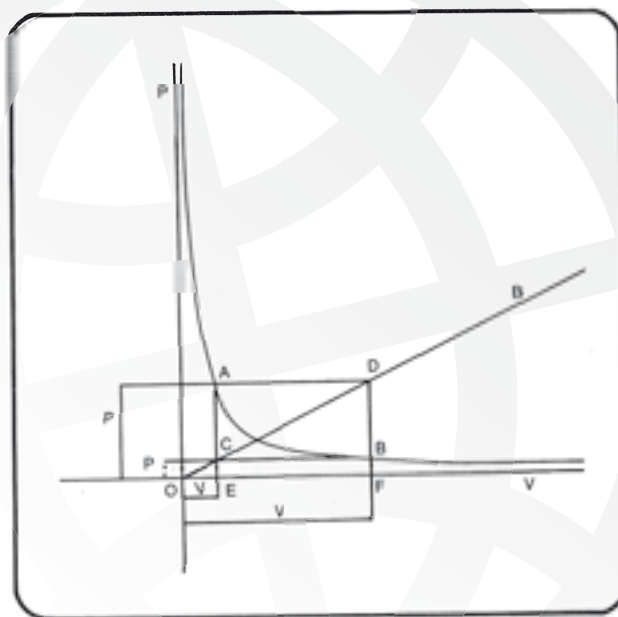
Las ISOCORAS por una paralela al eje de presiones.

Conociendo un punto A cualquiera de la isoterma pueden determinarse los demás, mediante la siguiente construcción gráfica: se trazan las secantes O S, cuyas intersecciones C y D, con las paralelas A D y A C, trazadas por el punto A a los ejes, nos determinan el rectángulo ABCD, cuyo vértice B pertenece a la curva, pues los triángulos semejantes ODF y OCE nos dan

$$\frac{OE}{OF} = \frac{EC}{FD},$$

que es lo mismo que:

$$\frac{V}{V'} = \frac{P'}{P}$$





CAMBIOS DE ESTADO

ACTIVIDAD 12.1.

CAMBIOS DE ESTADO

OBJETIVO: Observar la solidificación, fusión, vaporización y condensación del agua.
Representar gráficamente las temperaturas del calentamiento del hielo en función del tiempo.

Construir la gráfica temperatura frente a tiempo.

Observar que la temperatura del hielo asciende hasta que se estabiliza a 0°C (fusión). A partir de ahí la temperatura aumentará hasta unos 100°C (vaporización), estabilizándose de nuevo durante cierto tiempo.

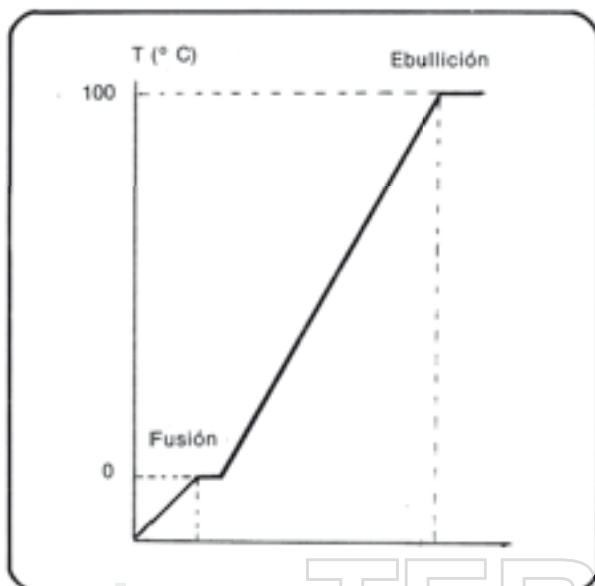
Todo el proceso ha tenido lugar a presión atmosférica.

RESULTADOS:

Resultados aproximados:

TIEMPO (minutos)	TEMPERATURA AL CALENTAR
0	-8
2	-4
4	0
6	0
8	0
10	6
12	12
14	20
16	27
18	34
20	51
22	59
24	71
26	84
30	98
34	100
36	100
38	100

La gráfica $T^{\circ} = f(t)$ es de la forma indicada.



La temperatura crece linealmente con el tiempo hasta llegar a los 0°C , en que se produce la fusión de hielo, permaneciendo constante.

Después vuelve a crecer linealmente hasta los 100°C , en que se produce la vaporización (ebullición) del agua.

CUESTIONES Y APLICACIONES

1. Al solidificarse, el agua aumenta de volumen. Esto puede producir la rotura de las tuberías y radiadores.

Las rocas se cuartean cuando se hiela el agua en sus intersticios o poros. El hierro fundido que sale de un alto horno también aumenta su volumen al solidificarse, lo que permite reproducir exactamente una pieza cuando se vierte en un molde.

2. La destilación es un proceso que permite separar los componentes de una disolución aprovechando las diferentes temperaturas de ebullición de los componentes.

3. Los alimentos colocados en una olla a presión se cuecen más rápidamente, pues en ella la presión es muy elevada y el agua puede hervir a más de 100°C . La alta temperatura del interior destruye los gérmenes patógenos, esterilizando las ropas y utensilios. Con agua a 100°C no se conseguiría esto.

FUNDAMENTO TEORICO

La materia se presenta en la naturaleza, fundamentalmente, en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Los cambios de estado se esquematizan a continuación.

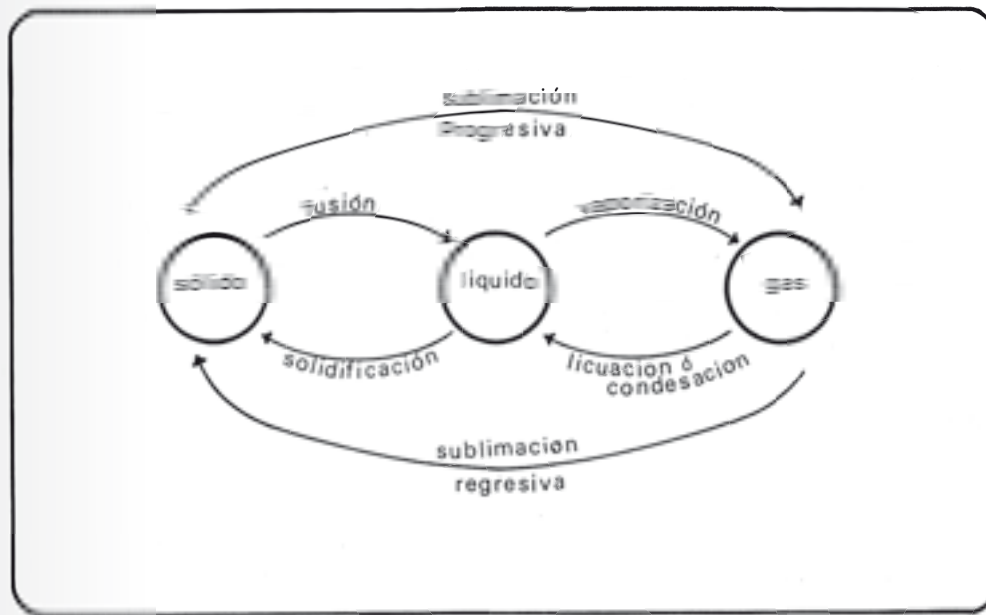
La fusión es el cambio de estado que experimenta un sólido cuando pasa a líquido. El proceso contrario se llama solidificación.

Para que se produzca la fusión hay que proporcionar calor al sólido.

Las leyes de la fusión son:

1. Toda sustancia funde a una temperatura fija, que es su punto de fusión.

2. El punto de solidificación es igual al punto de fusión.



3. Mientras dura la fusión (o la solidificación).

4. La presencia de una impureza disminuye el punto de fusión.

5. En general, las sustancias se dilatan al fundirse y se contraen al solidificarse, excepto el agua.

La vaporización es el paso del estado líquido al gaseoso. Se puede producir de dos formas: por evaporación (que se produce en la superficie de los líquidos a cualquier temperatura) y por ebullición (que se produce en toda la masa del líquido y a la temperatura de ebullición).

Las leyes de ebullición son:

1. Todo líquido hierve, a presión normal, a una temperatura determinada llamada punto de ebullición.

2. La temperatura permanece constante durante la ebullición.

3. Las impurezas hacen variar la temperatura de ebullición de un líquido.

4. La presión atmosférica influye en el punto de ebullición.

ACTIVIDAD 12.2

CURVAS DE FUSION Y SOLIDIFICACION

OBJETIVO: Observar la fusión y solidificación de la naftalina y construir las curvas de calentamiento y enfriamiento.

RESULTADOS:

Tabla de resultados aproximados:

TIEMPO (minutos)	Temperatura calentamiento	Temperatura enfriamiento
2	44	78
4	55	75
6	64	75
8	73	75
10	75	73
12	75	66
14	82	60

Teniendo en cuenta que el calor de vaporización del agua es de 539 cal./g, determinar el error cometido en esta experiencia.

Para mayor precisión se recomienda realizar varios ensayos y hallar el valor medio de L_v .

RESULTADOS

Si la masa total de agua, al final de la experiencia es de 208,5 g. y la colocada inicialmente es de 200 g., la masa de vapor condensado será de 8,5 g.

12. Tabla de resultados aproximados:

Masa inicial de agua	$m_1 = 200$ g.
T° inicial del agua	$t_1 = 20^\circ$ C
Equivalente en agua del calorímetro	$E = 50$ g.
Temperatura del vapor de agua	$t_2 = 100^\circ$ C
Masa del vapor condensado	$m_2 = 8,5$ g.
Temperatura de equilibrio	$t = 40^\circ$ C

CALCULOS

Calor ganado por el agua fría:

$$Q = (m_1 + E) \times C_e (\text{agua}) \times (t - 20) = 250 \times (40 - 20) = 5.000 \text{ cal.}$$

Calor cedido por el vapor:

$$Q = m_2 \times L_v + m_2 \times C_e (\text{agua}) (100 - t) = 8,5 \times L_v + 8,5 \times (100 - 40) = 8,5 \times L_v + 8,5 \times 60 = (8,5 \times L_v + 510) \text{ cal.}$$

igualando:

$$5.000 = 8,5 \times 510$$

$$4.400 = 8,5 \times L_v ; \quad L_v = 528 \text{ cal./g.}$$

El rendimiento de la experiencia se obtiene relacionando el resultado obtenido con valor dado en una tabla de calores latentes, es decir son 540 cal./g.

$$\frac{540}{528} = \frac{100}{X} ; \quad X = 97,7\% \text{ (Rendimiento).}$$

CONCLUSION

El calor latente de vaporización de un líquido es el calor necesario para vaporizar un gramo del mismo. Viene medido en cal./g.

Al llegar cerca de los 80° C la temperatura permanece constante unos minutos, se obtiene pues, un tramo recto horizontal en la gráfica que corresponde a la fusión de la naftalina.

En la curva de enfriamiento, al llegar a esa temperatura, se obtiene también un tramo horizontal. Durante este tiempo en que la temperatura permanece constante, se verifica la solidificación de la naftalina.

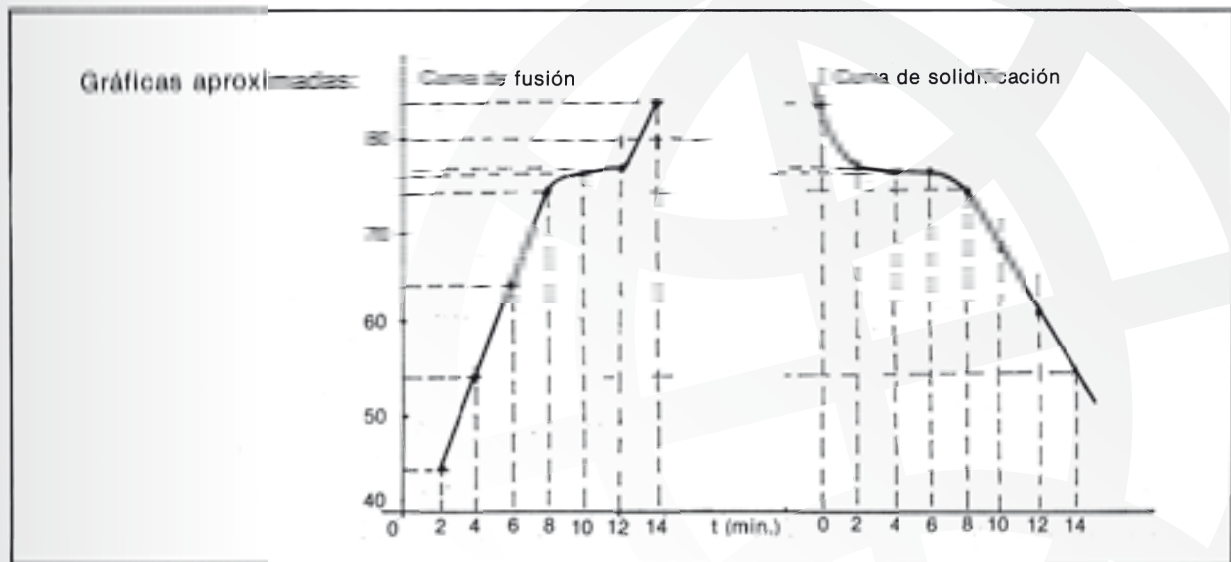
La temperatura de la naftalina cuando comienza a fundir es de unos 75° C y también cuando se halla totalmente fundida.

El tramo inclinado de la parte de arriba de la curva corresponde al aumento de temperatura de la naftalina ya líquida.

Durante la fusión y la solidificación la temperatura permanece constante.

El punto de fusión de la naftalina es, según nuestra experiencia, de unos 75° C.

Al fundir, la naftalina se dilata. Cuando solidifica disminuye su volumen, como se puede comprobar en la experiencia.



FUNDAMENTO TEORICO:

Las sustancias pueden ser identificadas por sus puntos de fusión o solidificación. La naftalina tie-

ne una temperatura de fusión de 80° C. Durante el cambio de estado la temperatura permanece constante.

ACTIVIDAD 13

CALOR LATENTE DE FUSION

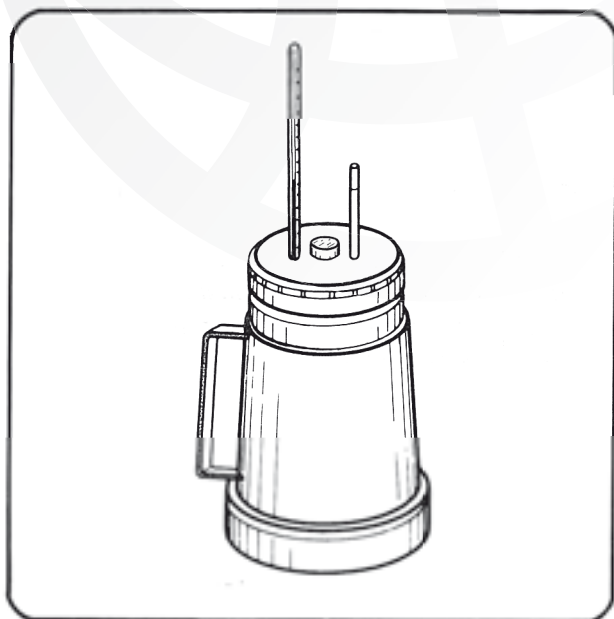
OBJETIVO: Medir el calor latente de fusión del hielo.

MATERIAL:

Vaso de precipitados
Agitador
Probeta graduada
Calorímetro con accesorios
Termómetro -10 a $+110^{\circ}\text{C}$
Papel de filtro

Base y varilla soporte
Nuez doble
Aro soporte y rejilla
Mechero de gas
Hielo

DESARROLLO:



Completar una tabla de valores como la siguiente:

Equivalente en agua	$E = \dots\dots\dots \text{g.}$
Masa inicial de agua	$m = \dots\dots\dots \text{g.}$
Temperatura inicial del agua	$t_1 = \dots\dots\dots ^{\circ}\text{C}$
Temperatura final de equilibrio	$t = \dots\dots\dots ^{\circ}\text{C}$
Masa de hielo fundido	$m' = \dots\dots\dots \text{g.}$

Calcular el calor ganado por el hielo:

$$Q = Q_1 + Q_2 = L_F \times m' + m' \times (t - 0) = m' (L_F + t),$$

Calcular el calor cedido por el agua caliente:

$$Q = (m + E) \times (t_1 - t)$$

Preparar hielo en estado fundente en el vaso de precipitados. Para ello, situar unos trozos de hielo en el vaso y añadir unos mililitros de agua para iniciar la fusión.

Remover un poco, hasta que la temperatura sea de 0°C .

Introducir en el calorímetro 200 mililitros de agua a unos 40°C . Anotar la temperatura.

Poner en el calorímetro unos 100 gramos de hielo fundente. Tapar el calorímetro y agitar suavemente, hasta que todo el hielo haya fundido.

Anotar la temperatura final de equilibrio.

Medir el volumen total contenido en el vaso calorimétrico y determinar la masa de hielo fundido.

donde hemos tomado como calor específico del agua $1 \text{ cal./g.}^{\circ}\text{C}$.

Igualar y despejar L_F en cal./g.

Conviene repetir la experiencia y hallar el valor medio del calor de fusión.

Conociendo el calor de la fusión del hielo, determinar el error cometido en esta experiencia.

RESULTADOS:

La masa de hielo introducida en el calorímetro se calcula al final, restando el volumen total de agua de la mezcla y el volumen inicial del agua.

Tabla de resultados aproximados:

MAGNITUDES	1º ensayo	2º ensayo
Equivalente en agua	$E = 50\text{ g.}$	$E = 10\text{ g.}$
Masa inicial de agua	$m_1 = 200\text{ g.}$	$m_1 = 200\text{ g.}$
Temperatura inicial del agua	$t_1 = 40^\circ\text{ C}$	$t_1 = 70^\circ\text{ C}$
Temperatura final de equilibrio	$t = 5,5^\circ\text{ C}$	$t = 10^\circ\text{ C}$
Masa de hielo fundido	$m_2 = 100\text{ g.}$	$m_2 = 100\text{ g.}$

CALCULOS

— Calor ganado por hielo:

$$Q = m_2 \times L_F + m_2 \times (t - 0) \\ = 100 \times L_F + 100 t$$

(Calor de fusión) (Calor para elevar la temperatura del agua de 0° C a $t^\circ\text{ C}$)

— Calor cedido por el agua y el calorímetro:

$$Q = (m_1 + E) (t_1 - t) = 250 (40 - T).$$

$$100 \times L_F + 100 t = 250 (40 - t); \\ 100 \times L_F + 100 t = 10.000 - 250 t; \\ 100 \times L_F + 100 \times 5,5 = 10.000 - 250 \times 5,5; \\ 100 \times L_F + 550 = 10.000 - 1.375;$$

$$L_F = \frac{8.075}{100} = 80,75\text{ cal/g.}$$

En el segundo ensayo:

$$100 \times L_F + 100 t = 150 (70 - t); \\ 100 \times L_F + 100 \times 10 = 150 (70 - 10); \\ 100 \times L_F + 1.000 = 10.500 - 1.500; \\ 100 \times L_F = 8.000 \\ L_F = 80\text{ cal./g.}$$

El valor medio es de 80.375 cal./g.

El valor medio es muy aceptable.

CONCLUSION

El calor latente de fusión es el calor necesario para transformar 1 gramo de sustancia en estado sólido a la temperatura de fusión al estado líquido a la misma temperatura.

ACTIVIDAD 14

CALOR LATENTE DE VAPORIZACION

OBJETIVO: Medir el calor latente de vaporización del agua.

RESULTADOS:

Si la masa total del agua, al final de la experiencia es de 208,5 g. y la colocación inicialmente es de 200 g., la masa de vapor condensado será de 8,5 g.

12. Tabla de resultados aproximados.

Masa inicial de agua	$m_1 = 200 \text{ g.}$
Tª inicial del agua	$t_1 = 20^\circ \text{ C}$
Equivalente en agua del calorímetro	$E = 50 \text{ g.}$
Temperatura del vapor de agua	$t_2 = 100^\circ \text{ C}$
Masa del vapor condensado	$m_2 = 8,5 \text{ g.}$
Temperatura de equilibrio	$t = 40^\circ \text{ C}$

CALCULOS:

Calor ganado por el agua fría:

$$Q = (m_1 + E) \cdot C_e (\text{agua}) \cdot (t - 20) = 250 \cdot (40 - 20) = 5.000 \text{ cal.}$$

14. Calor cedido por el vapor:

$$Q = m_2 \cdot L_v + m_2 \cdot C_e (\text{agua}) (100 - t) = 8,5 \cdot L_v + 8,5 \cdot (100 - 40) = 8,5 \cdot L_v + 8,5 \cdot 60 = (8,5 \cdot L_v + 510) \text{ cal.}$$

Igualando:

$$5.000 = 8,5 \cdot L_v + 510, \\ 4.490 = 8,5 \cdot L_v ; \quad L_v = 528 \text{ cal./g.}$$

El rendimiento de la experiencia se obtiene relacionando el resultado obtenido con el valor dado en una tabla de calores latentes, es decir son 540 cal./g.

$$\frac{540}{528} = \frac{100}{X} ; \quad X = 97,7\% (\text{rendimiento})$$

CONCLUSION

El calor latente de vaporización de un líquido es el calor necesario para vaporizar un gramo del mismo. Viene medido en cal./g.

ACTIVIDAD 15

SUBLIMACION

OBJETIVO: Observar la transformación directa de un sólido en gas (sublimación).

MATERIAL:

Cápsula de porcelana
Base y varilla soporte
Dos nueces dobles
Pinzas
Aro soporte y rejilla

Mechero de gas
Papel de filtro
Matraz Erlenmeyer
Naftalina

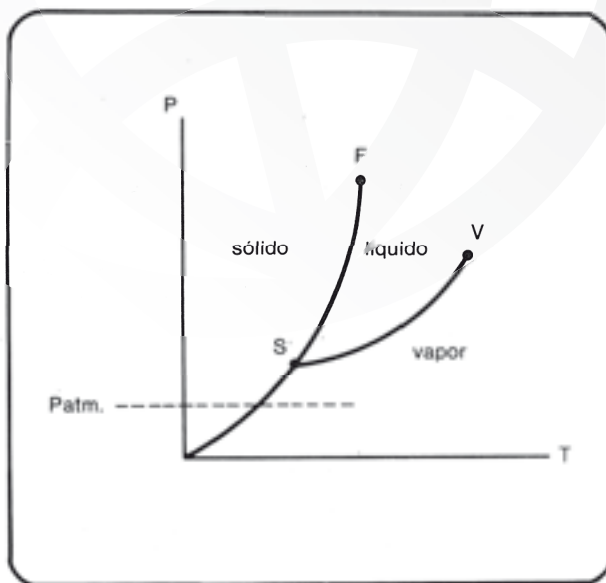
CONCLUSIONES

Ciertos sólidos como la naftalina, el yodo y el hielo seco, pasan directamente al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido, incluso a temperatura ambiente.

Una vez en estado gaseoso pueden adquirir su estado primitivo por liberación de energía térmica.

En la gráfica se representan las tres curvas de equilibrio de la fusión, vaporización y sublimación.

Las curvas se cortan en el denominado punto triple, en el que el sólido, líquido y vapor están en equilibrio entre sí a cierta presión. Las curvas separan tres zonas correspondientes a las fases sólida, líquida y gaseosa. A la presión ordinaria no puede existir el sólido en estado líquido. Al calentar el sólido a dicha presión, sublima.



ACTIVIDAD 16

EVAPORIZACION. FACTORES QUE INFLUYEN

OBJETIVO: Observar la evaporación de un líquido y determinar los factores que influyen en la misma.

FUNDAMENTO TEORICO:

La evaporación es la vaporización producida en la superficie de un líquido a temperatura inferior que la de ebullición.

En la superficie libre de un líquido se escapan las partículas móviles, pasando al estado de vapor. Esto hace que la temperatura del líquido disminuya.

Hay varios factores que influyen en la velocidad de evaporación:

- 1.—La naturaleza del líquido. Si es más o menos volátil.
- 2.—A mayor superficie libre mayor rapidez de evaporación.
- 3.—A mayor temperatura mayor rapidez.
- 4.—Las corrientes de aire favorecen la evaporación.
- 5.—A menor humedad atmosférica mayor es la presión.

MATERIAL:

Soporte pie
2 varilla soporte
Nuez doble
Aro soporte
Rejilla
Mechero de gas
Vaso de precipitados

Matraz erlenmeyer
Trozo de papel filtro
Tubito cuentagotas
Probeta graduada
Tubo de ensayo
Cápsula de parcelana
Etanol

MONTAJE



1. Preparar el equipo de calentamiento para calentar el agua hasta unos 60° C.
2. Enfriar la superficie exterior del matraz erlenmeyer.

PROCEDIMIENTO Y EVALUACIÓN

3. Cuando el vapor de agua toca la superficie externa del matraz se condensa. Se observa que para que se produzca la evaporación, no es necesario llegar a la temperatura de ebullición del líquido.
4. En la evaporación se absorbe calor del recipiente, y del propio líquido. Al evaporarse el alcohol, la mano se enfría pues esta cede calor al líquido.
5. Al empapar dos trozos de papel de filtro con etanol y agua, respectivamente, se observa que el etanol se seca antes, es decir, el alcohol se evapora más rápidamente, por ser un líquido, más volátil, es decir, la cohesión entre sus partículas es más débil.

La evaporización depende de la naturaleza del líquido.

6. Se observa que a mayor superficie libre del líquido mayor es la evaporación. Se evapora antes el alcohol de la cápsula.

7. Al soplar sobre el alcohol, se evapora más rápidamente; La ventilación favorece la evaporación.

8. A mayor temperatura mayor rapidez de evaporación. El agua caliente se evapora antes que la fría.

9. Los factores que influyen en la evaporación son: la temperatura, la superficie libre, la naturaleza del líquido, la ventilación y la sequedad atmosférica.

10. La evaporación se produce en la superficie libre del líquido. La ebullición en toda la masa del mismo y a una temperatura determinada.

APLICACIONES

— La piel se reseca cuando se toma el sol, porque con el calor solar se evapora el agua de la piel.

— Las quemaduras se alivian con un trapo mojado en vinagre, porque la evaporación de este líquido es rápida produciendo frío en la zona quemada.

— Porque al envolver el recipiente con el trapo mojado, la evaporación del agua del trapo enfría al recipiente y al líquido que contiene.

— Al evaporarse el éter, absorbe calor del tubo de ensayo enfriando el agua hasta llegar a congelarse.

— Al evaporarse el agua de las calles absorbe calor del medio ambiente, enfriándolo.

— Se extiende la ropa para que la superficie de evaporación sea mayor.

— Porque la mayor temperatura aumenta la evaporación.

— La evaporación es más rápida en clima seco porque la atmósfera contiene poco vapor de agua.

— Porque en un cuarto de baño hay más humedad en el aire.

— Con un secado se ayuda a la evaporación, ya que la corriente de aire disminuye la presión sobre la superficie del líquido favoreciendo la evaporación.

— Al abanicarse se favorece al evaporación refrescándose más la persona.

— Si una persona sudada y se expone a una corriente de aire, el sudor se evapora rápidamente produciendo un enfriamiento también rápido, lo que puede dar lugar a un constipado.

ESTUDIO DE LA EVAPORACION CON LA BALANZA

Con la balanza pueden ser puestos de manifiesto los fenómenos de evaporación de las moléculas más energéticas que hay en la superficie de un líquido, como se aprecia en el esquema por zonas de energía de la superficie de un líquido.

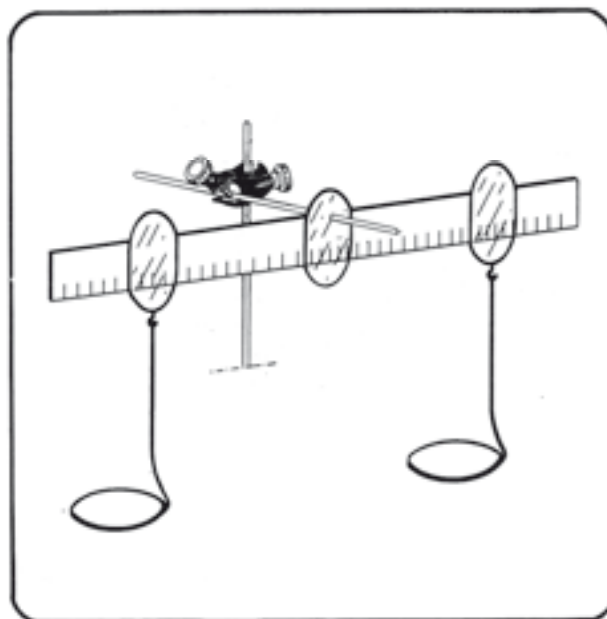
Es sencillo comprobar cómo la evaporación depende de diversos factores:

a) La naturaleza del líquido, según el número de moléculas presentes en la zona de mayor energía.

b) La superficie, porque si ésta es mayor, también lo es el n.º de moléculas de energía cinética máxima.

c) La temperatura, pues aumenta la energía de las moléculas al aumentar esta magnitud.

d) Agitación del aire superficial pues hace que disminuya la presión atmosférica en la superficie libre favoreciendo la evaporación, por desplazamiento del equilibrio establecido en la superficie.





PROPAGACION DEL CALOR



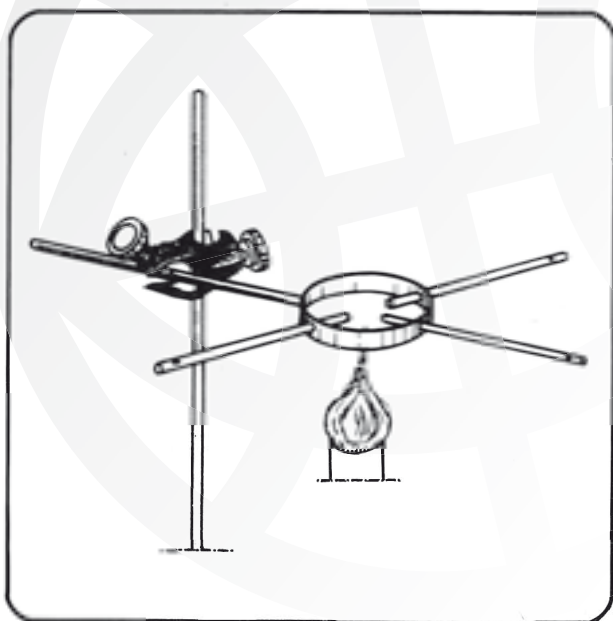
50 multec **equipo** DE

TERMOLOGÍA 

ACTIVIDAD 17

PROPAGACION DE CALOR POR CONDUCCION

OBJETIVO: Comprobar que el calor se transmite con distinta velocidad por diversos metales.



OBSERVACIONES:

En primer lugar, se derrite la cera colocada en la varilla de aluminio, después la situada en la varilla de latón y por último la de hierro. El aluminio posee mayor conductividad calorífica: 0,48 calorías por centímetro, segundo y grado centígrado.

Aunque el cobre posee elevada conductividad térmica, el latón, aleación de cobre y zinc, no posee tanta, debido a la presencia de este último metal.

Los metales son buenos conductores por poseer estructuras cristalinas compactas, comunicándose energía de movimiento (energía cinética) de unas partículas a otras.

El calor se transmite, en estos casos, por conducción. Las partículas materiales del sólido que están en contacto con el vapor de agua adquieren una elevada energía cinética, chocan con sus

inmediatas, transmitiéndoles energía de agitación, con lo cual se va elevando la temperatura.

Hay cuerpos buenos conductores del calor, como los metales.

En cambio, otros sólidos no son buenos conductores e incluso son aislantes, como es el caso del plástico, la madera, etc.

la buena conductividad calorífica de los metales obliga a poner mangos de sustancias aislantes a los utensilios domésticos de metal.

APLICACIONES

1. Para comprobar que el agua conduce mal el calor puede realizarse la siguiente experiencia. Colocar en el fondo de un tubo de ensayo un trozo de hielo sujeto con un lastre o malla metálica, para que no ascienda, y llenarlo de agua. Calentar la parte superior del agua. Se observa que llega a hervir antes de que se funda el hielo.

2. La lana de vidrio, la porcelana y otros cuerpos porosos conducen mal el calor, debido a la gran cantidad de aire que contienen en sus poros. El aire es un mal conductor del calor.

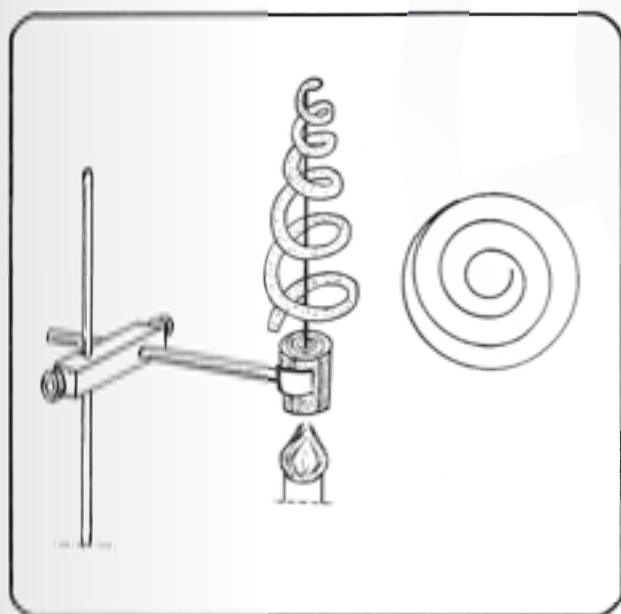
3. Al colocar una rejilla o tela metálica sobre una llama, se corta ésta. El metal de la tela posee elevada conductividad calorífica, evitando que la alta temperatura de la llama se propague.

4. Cuando se anda descalzo sobre el suelo se nota mayor sensación de frío que sobre una moqueta, porque el suelo es un buen conductor del calor, absorbiendo mayor cantidad de calor del cuerpo humano.

NOTA:

La experiencia puede repetirse introduciendo en cada orificio de las varillas una cerilla pequeña.

OBJETIVO: Comprobar que el calor se propaga a través de los cuerpos sólidos por conducción, a través de los fluidos por convección y sin soporte material por radiación.



B) Radiación

Colocar la mano en las proximidades de una lámpara encendida. Observar que se desprende calor del filamento.

Apagar la lámpara y comprobar que el calor ya no se transmite.

La propagación del calor por radiación consiste en una transmisión de radiaciones u ondas electromagnéticas, como las de la luz, la radio, la televisión, etc. Así llega hasta nosotros el calor solar. Esta forma de transmitirse la energía no necesita de un medio material.

Las radiaciones caloríficas atraviesan muchos medios sin calentarlos, como el aire seco (medios diatérmicos).

Otros se calientan (medios atérmicos). El aire es diatérmico para los rayos solares, pero no para los procedentes de la tierra caliente. El cristal es diatérmico a los rayos solares, pero bastante atérmico al calor procedente del interior de un vivienda.

La energía radiada se transmite por el espacio, incluso vacío, como fenómeno ondulatorio transversal de velocidad la de la luz en forma de ondas electromagnéticas, mostrándose como ondas eléctricas, infrarrojos, luz visible ultravioleta, rayos X y rayos γ .

La Ley que relaciona la energía radiada por unidad de tiempo por la superficie de un cuerpo a la temperatura absoluta es la de Stefan: $R = \delta \cdot e \cdot T^4$; donde R es la cantidad de energía mediada por unidad de superficie y tiempo, y e es el poder emisivo del cuerpo, que depende del pulimento de la superficie y su color.

Las superficies negras y mates emiten más calor que las de otro color, o que las pulimentadas.

APLICACIONES

1. Construir una espiral con un trozo de papel y situarla sobre la cabeza de una aguja larga, cla-

OBSERVACIONES

A) Convección

Al calentar un líquido por su parte inferior, aumenta la temperatura en esta zona, el líquido se dilata, y por tanto, disminuye su intensidad. Por ello, las capas inferiores ascienden, siendo sustituidas por las capas frías superiores.

Así se establecen unas corrientes de convección, que se manifiestan con el serrín. Igual ocurre con los gases. En este caso, la transferencia de energía se produce por movimiento de las partículas en el seno del fluido.

En las chimeneas se establece el «tiro» gracias a la convección gaseosa. También se funda en la convección el sistema de calefacción central, el movimiento del aire atmosférico, las corrientes marinas, etc.

Observando el movimiento convectivo del agua se entiende el fundamento de la calefacción central. Al calentar el agua, ésta se dilata, y por tanto disminuye su densidad, ascendiendo en las tuberías.

vando ésta en un tapón. Situar la llama del mechero debajo del tapón y observar cómo gira la espiral debido a las corrientes de convección del aire que calienta la llama por radiación. La espiral puede obtenerse recortando un círculo de papel tal como se indica en la figura.

2. Los productos gaseosos procedentes de la combustión de una chimenea ascienden al disminuir su densidad, junto con el aire caliente. Las masas de aire frío de la habitación se desplazan hacia el hogar.

Un radiador calienta de forma similar. El aire caliente asciende por encima del radiador y las masas de aire frío descienden hasta calentarse, vuelven a subir, etc. Fundamentalmente, un radiador calienta por convección, no por radiación.

3. Los vientos alisios se deben a corrientes convectivas de aire que se originan entre las zonas cercanas a los polos y las zonas ecuatoriales. Cerca de la superficie terrestre se desplazan zonas de aire frío hacia el Ecuador y en la parte más alta de la atmósfera corrientes de aire caliente hacia los Polos.

Las brisas marinas se originan, también, debido a la diferencia de temperatura entre la tierra y el mar. De día el aire caliente de la costa asciende y se origina corriente de aire fresco procedente del mar. Durante la noche sucede de forma contraria.

4. Efecto invernadero:

Los rayos solares atraviesan el vidrio que rodea un invernadero, penetrando en su interior. Los cuerpos de dentro se calientan y emiten también radiaciones térmicas, pero de distinta frecuencia y longitud de onda que las solares.

Las radiaciones térmicas de los cuerpos calientes no atraviesan el vidrio, quedando dentro.

EL ACTINOMETRO

CONSIDERACIONES TEORICAS

El Sol constituye una fuente básica de energía para la Tierra. La más barata, más fácil de adquirir y la primera utilizada directamente por los seres vivos. Es por ello por lo que el hombre ha vuelto a considerar el aprovechamiento de la energía solar como una vía alternativa a la crisis energética actual.

La energía recibida del Sol en la superficie terrestre puede oscilar (para un día despejado) entre 1 y 5 kilowatios hora por metro cuadrado, de la que una tercera parte se refleja directamente y el resto se convierte en calor (que se disipa o interviene en el ciclo de la lluvia y en otros fenómenos meteorológicos) menos una pequeñísima cantidad (0,03 por 100) que es utilizada directamente por las plantas verdes en la fotosíntesis.

La cuantificación de esta energía solar recibida constituye, por lo tanto, una interesante actividad inicial que puede servir para valorar la importancia de la misma y establecer comparaciones con otros tipos de energía. Esta determinación la realizamos empleando un actinómetro.

El actinómetro es un sencillo aparato que consta de dos termómetros (uno de bulbo blanco y otro de bulbo negro) sostenidos en el aire mediante un soporte adecuado. Como consecuencia del diferente comportamiento energético de ambos colores al ser expuestos a la radiación solar, se producirá un calentamiento superior en el bulbo de color negro que quedará registrado por una dilatación mayor de su columna termométrica. Anotando los valores de los incrementos térmicos registrados en ambos termómetros y aplicando la ley de Stefan-Boltzmann («La energía emitida por un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta») podremos calcular el valor de la energía recibida del Sol por metro cuadrado de superficie.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

1. Móntese el actinómetro tal y como se indica en la figura adjunta y antes de exponerlo a la radiación solar, realícese la lectura de ambos termómetros.

2. Los datos obtenidos deberán anotarse en una «Hoja de registro» similar a la que se incluye a continuación y en ella se anotará la temperatura inicial $H(t_0)$ del termómetro de bulbo blanco y la temperatura inicial del termómetro de bulbo negro $H(t_0)$, con sus casilleros correspondientes.

3. Una vez emplazado el actinómetro sobre una superficie estable manténgase durante minutos, hasta que se estabilicen las columnas termométricas.

Anótese a continuación las temperaturas finales de ambos termómetros (t'_b = temperatura final del termómetro del bulbo blanco y t'_n = temperatura final del termómetro de bulbo negro).

4. Calcúlese los correspondientes incrementos

ACTIVIDADES 18 y 19 PROPAGACION DEL CALOR POR CONVECCION Y RADIACION (Cont.)

térmicos de ambos termómetros ($\Delta t_b = t'_b - t_b$ y $\Delta t_n = t'_n - t_n$) y anótese los valores obtenidos en el casillero correspondiente.

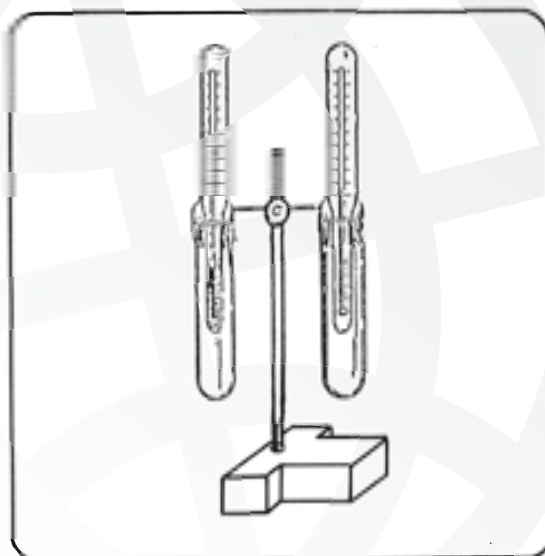
A continuación se calculará el cociente de estos incrementos $\frac{\Delta t_b}{\Delta t_n}$ y se indicará su valor en la «Hoja de Registro».

En el casillero de «Observaciones» se indicarán aquellas circunstancias que pudieran influir en el resultado (estado del cielo, emplazamiento, época de año...).

5. Utilizando la tabla adjunta y conociendo los valores del «cociente de incrementos»:

$$\frac{\Delta t_b}{t_n}$$

y la «temperatura final del termómetro de bulbo blanco» $H(t'_b)$ podremos obtener el valor de la energía recibida por metro cuadrado de superficie, expresada en julios/segundo o vatios.



6. Repetir con las radiaciones térmicas de la llama del mechero, situando el actinómetro a diversas distancias. ¿Cómo varía la energía absorbida según la distancia de foco?

TABLA DEL ACTINOMETRO

Energía solar recibida expresada en juliossegundos o watios por m² de superficie.

TEMPERATURA FINAL DEL TERMOMETRO DE BULBO BLANCO. (°)	Cociente de incrementos termométricos $\frac{\Delta t_s}{\Delta t_n}$															
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
15	3,9	8,9	15,8	24,6	35,5	48,3	63,1	79,8	98,6	119,2	141,9	166,6	193,2	221,7	252,9	286,9
16	4,0	9,0	16,0	25,0	36,0	49,0	64,0	80,9	99,9	120,9	143,9	168,9	195,9	224,8	256,8	292,8
17	4,1	9,1	16,2	25,3	36,5	49,6	64,8	82,1	101,3	122,6	145,9	171,2	199,6	228,0	259,4	295,4
18	4,1	9,2	16,4	25,7	37,0	50,3	65,7	83,2	102,7	124,3	147,9	173,6	201,9	231,1	263,0	299,0
19	4,2	9,4	16,7	26,0	37,5	51,0	66,7	84,4	104,1	126,0	150,0	176,0	204,1	234,3	266,6	302,6
20	4,2	9,5	16,9	26,4	38,0	51,7	67,6	85,5	105,6	127,7	152,0	178,4	206,9	237,5	270,3	305,3
21	4,3	9,6	17,1	26,8	38,5	52,4	68,5	86,7	107,0	129,5	154,1	180,9	209,8	240,8	274,0	308,0
22	4,3	9,8	17,4	27,1	39,1	53,2	69,4	87,9	108,5	131,3	156,2	183,3	212,6	244,1	277,7	310,7
23	4,4	9,9	17,6	27,5	39,6	53,9	70,4	89,1	110,0	133,1	158,4	185,8	215,5	247,4	281,5	313,5
24	4,5	10,0	17,8	27,9	40,1	54,6	71,3	90,3	111,5	134,9	160,5	188,4	219,5	250,8	285,3	316,3
25	4,5	10,2	18,1	28,2	41,2	55,4	72,3	91,5	113,0	136,7	162,7	190,9	221,4	254,9	289,2	319,2
26	4,6	10,3	18,3	28,6	41,8	56,1	73,3	92,7	114,5	138,5	164,9	193,5	224,4	257,8	293,1	322,1
27	4,6	10,4	18,6	29,0	42,3	56,9	74,3	94,0	116,0	140,4	167,1	196,1	227,4	261,1	297,0	325,0
28	4,7	10,6	18,8	29,4	42,9	57,6	75,3	95,2	117,6	142,3	169,3	198,7	230,5	264,6	301,0	327,9
29	4,8	10,7	19,1	29,8	43,5	58,4	76,3	96,5	119,2	144,2	171,6	201,4	233,5	268,1	305,0	330,8
30	4,8	10,9	19,3	30,2	44,0	59,2	77,3	97,8	120,7	146,1	173,9	204,1	236,5	271,7	309,1	333,7
31	4,9	11,0	19,6	30,6	44,6	59,9	78,3	99,1	122,3	148,0	176,2	206,8	239,6	275,3	313,2	336,6
32	5,0	11,2	19,8	31,0	45,2	60,7	79,3	100,4	124,0	150,0	178,5	209,5	243,0	278,9	317,3	339,5
33	5,0	11,3	20,1	31,4	45,8	61,5	80,4	101,7	125,6	152,0	180,9	212,3	246,1	282,6	321,0	342,4
34	5,1	11,5	20,4	31,8	46,4	62,4	81,4	103,1	127,2	154,0	183,2	215,0	249,1	286,3	325,0	345,3
35	5,2	11,6	20,6	32,2	46,8	63,2	82,5	104,4	128,9	156,0	185,6	217,9	252,7	290,1	329,0	348,2
36	5,2	11,8	20,9	32,6	47,0	64,0	83,6	105,8	130,6	158,0	188,1	220,7	256,0	293,8	334,3	351,1

Tabla elaborada por el equipo de autores. Queda prohibida su reproducción sin la correspondiente autorización de Sogeresa.



TRANSFORMACIONES ENERGETICAS

ACTIVIDAD 20

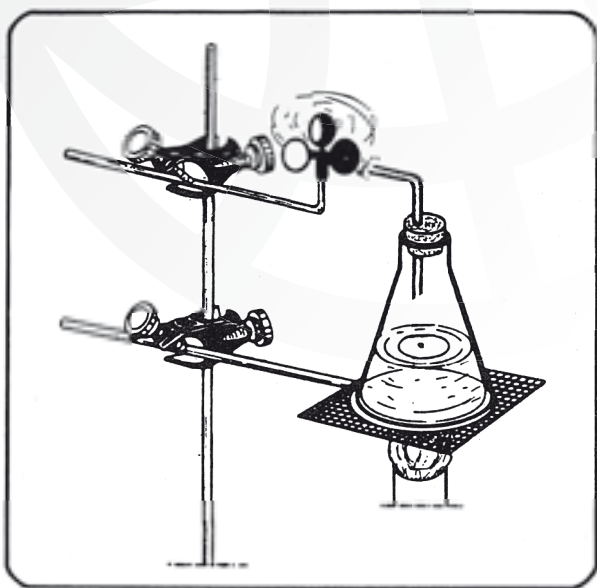
TRANSFORMACION DE ENERGIA TERMICA EN MECANICA

OBJETIVO: Que el alumno comprenda que la energía se puede transferir de un tipo a otro y que analice lo sucedido cuando se simula un dispositivo de transformación de la energía térmica en mecánica.

MATERIAL

Matraz erlenmeyer
Tapón horadado
Tubo acodado

Molino con turbina
Mechero de gas
Base, varilla y 2 nueces dobles.



Las máquinas térmicas se basan en esta transformación de calor en energía mecánica. Es el caso de las máquinas de vapor, los motores diésel y los motores de explosión. Las turbinas de vapor aprovechan la caída de presión en el interior del recipiente para que fluya el vapor de agua por las toberas, debido a que parte de su energía se transforma en energía cinética.

El vapor choca con los alabes del motor, realizando un trabajo mecánico por el cual comunica energía cinética a dichos alabes.

Los motores de explosión se utilizan en los vehículos y en la industria. Utilizan una mezcla de aire y vapor de gasolina. Un motor de explosión de cuatro tiempos está formado por un cilindro que contiene las siguientes partes: Émbolo o pistón, válvulas, bujía, etc. En el primer tiempo se abre la válvula de admisión y entra gasolina en el cilindro.

En el segundo tiempo se produce la compresión de la mezcla por acción del émbolo.

En el tercer tiempo salta la chispa produciéndose la explosión. En el cuarto tiempo son expulsados los gases procedentes de la combustión de la mezcla carburante.

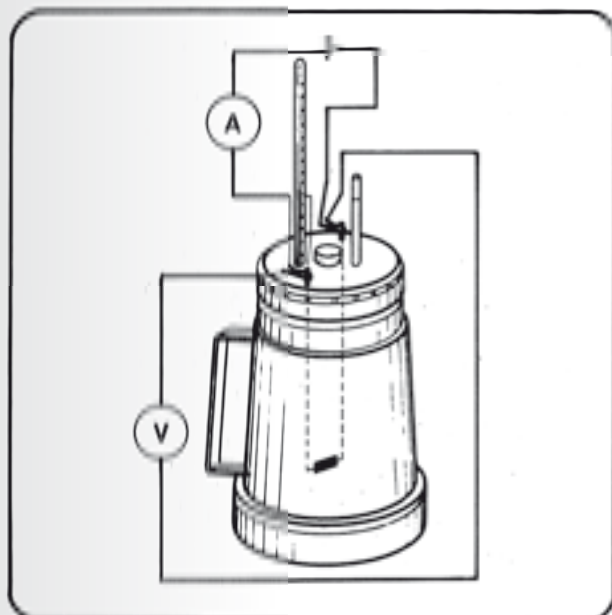
DESARROLLO

Al realizar el montaje situar las aspas del molino en la posición adecuada para que el vapor que sale por el tubo acodado pueda girar.

Se produce transformación de calor en energía cinética, permitiendo el movimiento del molino.

El modelo montado representa una turbina de vapor que al girar, puede originar corriente eléctrica conectada a un motor-generador.

OBJETIVO: Comprobar la Ley de Joule, de la transformación de energía eléctrica en calorífica, determinando el equivalente mecánico de la caloría.



Masa de agua del calorímetro	$m = \dots\dots\dots$ g.
Equivalente en agua	$E = \dots\dots\dots$ g.
Temperatura Inicial del agua	$t_1 = \dots\dots\dots$ °C
Temperatura final de equilibrio	$t = \dots\dots\dots$ °C
Diferencia de potencial	$V = \dots\dots\dots$ V.
Intensidad de corriente	$I = \dots\dots\dots$ A.
Tiempo cronometrado	$t = \dots\dots\dots$ S.

Energía suministrada por la corriente en el tiempo «t»:

$$E_n = I^2 \times t = I \times V \times t$$

Calor ganado por el agua:

$$Q = (m + E) \times (t - t_1) \text{ en calorías}$$

$$Q = J \times (m + E) \times (t - t_1) \text{ en julios}$$

Igualar y despejar el equivalente mecánico «J», en julios/cal.

Determinar el error absoluto:

$$e = J - 4,18$$

y el error relativo:

$$E = \frac{e}{4,18} \text{ en porcentaje.}$$

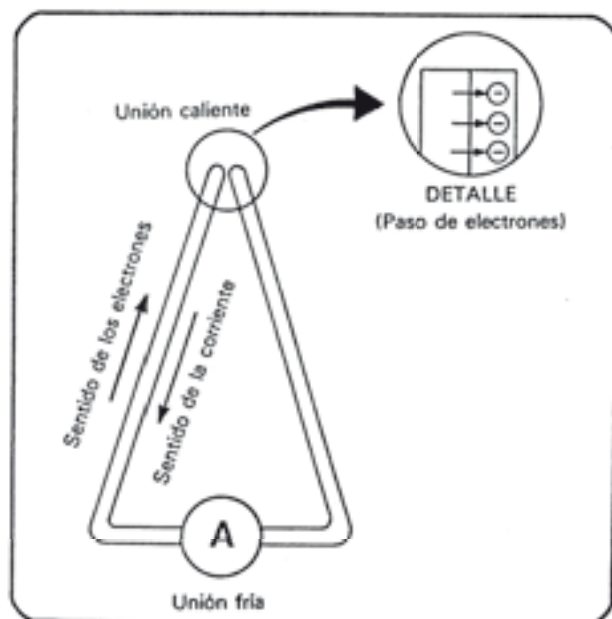
ACTIVIDAD 21.2 TRANSFORMACION DE ENERGIA CALORIFICA EN ELECTRICA, TERMOPAR

OBJETIVO: Conocer una nueva forma de producción de corriente eléctrica, utilizando un termopar, por calentamiento de la soldadura de dos metales.

MATERIAL NECESARIO

Termopar (hierro-constantan)

Amperímetro o Polímetro



ANALISIS DE RESULTADOS. CUESTIONES:

4 y 5. La aguja se desvía cuando se calienta la zona de unión de los metales y entonces se comporta como un generador de corriente. Se establece una diferencia de potencial entre la unión que se calienta y la unión fría, situando en la zona el amperímetro.

6. En sentido contrario al del apartado 2.

7. El termopar del equipo está formado por hierro y constantan.

El constantan es una aleación de níquel y cobre y como su nombre indica su resistencia es constante para un intervalo grande de temperaturas.

8. El efecto aumenta con la temperatura, pues se genera mayor flujo de electrones.

9. Cuando dos metales diferentes se ponen en contacto y se calienta la zona de unión, se genera un flujo de electrones por establecerse una tensión eléctrica, origen de corriente continua. Es el efecto termoeléctrico o Seebeck.

10. Los pares termoeléctricos pueden ser utilizados como termómetros, para ello se mantiene una soldadura a 0° C y la otra en el medio cuya temperatura se desea conocer. Si se calibra en grados centígrados en el amperímetro se podrá leer directamente la temperatura. Las pilas termoeléctricas están basadas también en el efecto termoiónico, consisten en una sucesión de termopares, de los cuales se mantienen a la «sombra» las soldaduras impares y las pares son sometidas a la radiación. Se origina así una corriente eléctrica.

MONTAJE:

1. Antes de calentar la soldadura no se observa paso de corriente, aunque teóricamente se establece una pequeña corriente no detectable.

METODO EXPERIMENTAL:

2. Al calentar la zona de unión o soldadura de los dos metales se observa el paso de corriente, pues se mueve la aguja en el amperímetro.

3. Se invierte el sentido del desplazamiento de la aguja del aparato de medida. Por tanto, se invierte el sentido de la corriente.





EL MICROHORNO



UNIVERSIDAD DE CORDOBA

equipo DE

64 multec

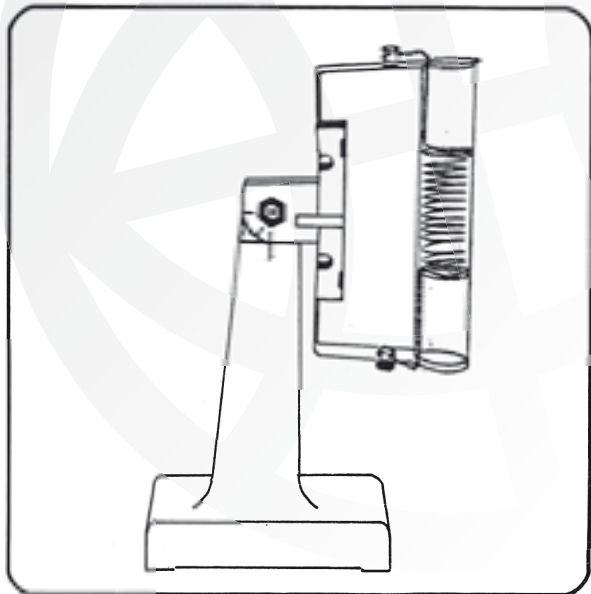
TERMOLOGÍA



ACTIVIDAD 22

UTILIZACION DEL MICROHORNO ELECTRICO

OBJETIVO: Se trata de que el alumno realice una serie de experiencias de termología utilizando este calentador eléctrico de baja tensión, que se basa en la transformación de energía eléctrica en interna, en forma de calor.



MATERIAL:

- Microhorno eléctrico, conectable a tensión eléctrica de 6 a 12 V. c.c.
- Termómetro de -10°C a 110°C .
- Tubos de ensayo de 12 mm. máximo de diámetro.
- Gradilla.
- Pinzas de madera, para sujetar los tubos.
- 2 Cables de conexión.

INSTRUMENTOS ELECTRICOS

- Fuente de alimentación, reostato o interruptor eléctrico. (Pueden ser sustituidos por dos pilas de 4,5 V. y 2 pinzas de cocodrilo del equipo).

OBSERVACIONES Y FUNDAMENTO TEORICO, ESTAN EXPLICADAS EN LAS DEMAS ACTIVIDADES DE ESTE EQUIPO.



equipo DE

66 multec

TERMOLOGÍA





TABLAS



equipo DE

68 multec

TERMOLOGÍA

MULTEC®

TABLA 1:

DENSIDAD DEL AGUA A DIVERSAS
TEMPERATURAS

t(°C)	d (g x cm ⁻³)
0	0,9998
2	0,9999
4	1,0000
6	0,9999
8	0,9998
10	0,9997
96	0,9612
98	0,9598
100	0,9584
150	0,9170

TABLA 2:

CALORES ESPECÍFICOS

SUSTANCIA	C _s (cal./° C x g)
Aluminio	0,214
Cobre	0,092
Hielo	1,008
Hierro	0,113
Plomo	0,031
Cinc	0,093
Agua	1,000
Etanol	0,580
Glicerina	0,580
Mercurio	0,033
Petróleo	0,511
Vidrio	1,100

TABLA 3:

COEFICIENTES DE DILATACION (SOLIDOS Y LIQUIDOS)

SUSTANCIA	COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL (° C ⁻¹)	COEFICIENTE DE DILATACION CUBICA (°C ⁻¹)
Aluminio	2,3 x 10 ⁻⁵	
Acero	1,1 x 10 ⁻⁵	
Hierro	1,2 x 10 ⁻⁵	
Cobre	1,7 x 10 ⁻⁵	
Vidrio	3,6 x 10 ⁻⁵	
Cinc	2,6 x 10 ⁻⁵	
Agua		0,15 x 10 ⁻³
Etanol		0,11 x 10 ⁻³
Glicerina		0,063 x 10 ⁻³
Mercurio	0,018 x 10 ⁻³	

TABLA: 4

COEFICIENTE DE DILATACION (GASES)

GAS	Coeficiente A P = Cte.	Coeficiente A V = Cte.
Aire	3,67 x 10 ⁻³	3,66 x 10 ⁻³
Dióxido de carbono	3,72 x 10 ⁻³	3,71 x 10 ⁻³

TABLA 5:

TEMPERATURAS DE EBULLICIÓN DEL AGUA

PRECISION (Kp/cm ²)	Temperatura ebullición (°C)
0,4829	80
0,7149	90
1,0332	100
2,0245	120
2,7544	130

TABLA 6:
TEMPERATURAS DE CAMBIO DE ESTADO

Sustancia	Punto fusión (°C)	Punto Ebullición (°C)
Hielo	0	—
Naftaleno	80	—
Agua	0	100
Etanol	—	78,3
Benceno	—	—
Glicerina	—	291

TABLA 7:
CALORES DE FUSION Y VAPORIZACION

Sustancia	L_F (cal./g.)	L_V (cal./g.)
Hielo	79,7	—
Agua	—	539
Etanol	—	205
Benceno	—	94,5
Naftaleno	35,6	—

TABLA 8:
CONDUCTIVIDADES TERMICAS

SUSTANCIA	Conductividad cal. ($\frac{\text{cm} \times \text{s} \times ^\circ\text{C}}$)
Aluminio	0,480
Cobre	0,918
Hierro	0,160
Acero	0,110
Plomo	0,080
Mármol	0,008
Hielo	0,0053
Goma	0,0003
Madera	0,0001 a 0,0003
Papel	0,0001
Vidrio	0,0024
Etanol	0,0004
Agua	0,0014
Mercurio	0,0197
Glicerina	0,0006
Aceite de oliva	0,0004
Parafina	0,0003
Aire	$0,57 \times 10^{-4}$