IPET 132 PARAVACHASCA

CURSOS: 5º "A", "B" y "C"

ASIGNATURA: FÍSICA

PROFESORES: Cabanillas, Ariel – Frecero, Daniel – Muller, Germán

TEMA: Calorimetría **Mes: SETIEMBRE T.P. Nº 6**

Criterios de evaluación:

1- Tu correcta participación en clases.
2- Comunicarte con tu docente para aclarar dudas.
3- Prolijidad en la entrega de las actividades, pasar las actividades a la carpeta, colocar nombre, apellido en cada hoja y numerarlas. Todo con lapicera y letra clara.
4- Realizar el Trabajo Práctico en clases.

Objetivos

- Relacionar los conceptos de calor y Trabajo y sus unidades.
- Establecer diferencias entre los conceptos de calor sensible y latente.
- Distinguir las formas de transmisión de calor
- Analizar los efectos del calor: la dilatación y los cambios de estado de la materia.
- Establecer el planteo de la ecuación de equilibrio térmico.
- Realizar cálculos de diferentes situaciones de la calorimetría.

Calorimetría:

Es el estudio de la medición de las cantidades de calor. Como ya sabemos, el calor es una forma de transferencia de energía, por lo que antes de continuar vamos a refrescar el concepto de energía, que se define como la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.

Calor:

es una cantidad de energía que, por algún mecanismo, pasa de un cuerpo a otro, debido a una diferencia de temperatura. Esto significa que los cuerpos ceden y ganan calor, pero no lo poseen.

El flujo de calor se produce siempre desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura, hasta alcanzar el equilibrio térmico. Para medir el calor se utilizan los calorímetros.

Su unidad de medida es la **caloría** [cal], que es la cantidad de calor necesario que debe entregarse a 1 g de agua para que suba su temperatura desde 14,5ºC a 15,5ºC (es decir, 1°C). También puede utilizarse la Kilocaloría: 1 [Kcal]=1.000 [cal]. Otra unidad es el KJ y su equivalencia es 1 [KJ] = 0,239 [Kcal] o 1 [Kcal] = 4,184 [KJ]

Calor y trabajo

Calor y trabajo son dos tipos de energía en tránsito, es decir, energía que pasa de un cuerpo a otro.

La principal diferencia entre ambas es la forma en la que se transfieren. El calor se transfiere entre dos cuerpos que tienen diferente temperatura. El trabajo se transfiere cuando entre dos cuerpos se realizan fuerzas que provocan desplazamientos o cambios dimensionales.

El calor se transfiere a través de un vínculo térmico (diferencia de temperatura). El trabajo se transfiere a través de un vínculo mecánico (fuerzas y desplazamientos).

Hasta el siglo XX no se tuvo claro que el calor era un tipo de energía; por eso, se medía únicamente con una unidad propia, la caloría. Ahora no hay duda de que el calor es la energía que viaja o se transmite de un cuerpo con mayor temperatura a un cuerpo con menor temperatura cuando se ponen en contacto térmico.

Calor específico: es la cantidad de calorías necesarias para elevar en 1ºC la temperatura de 1 g de una sustancia. Ver tabla

Tabla de Calores Específicos (Ce)

SUSTANCIA	CE [cal/(g°C)]	SUSTANCIA	CE [cal/(g°C)]
Acero	0.114	Hierro	0.113
Agua (hielo)	0.55	Latón	0.0944
Agua (liquida)	1.00	Mercurio	0.033
Agua (vapor)	0.50	Oro	0.030
Aguarrás	0.42	Plata	0.056
Alcohol	0.59	Plomo	0.031
Aluminio	0.22	Vidrio	0.20
Cobre	0.093	Zinc	0.092

Calor sensible: Es la cantidad que provoca un aumento de temperatura en la sustancia y se calcula así:

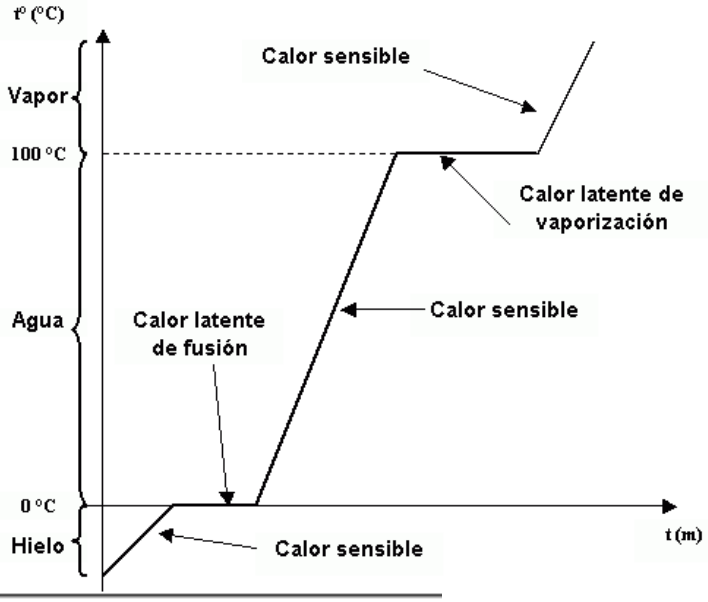
$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

Donde:
Q: calor sensible en [cal]
c: calor específico en [cal/g . ºC]
m: masa en [g]
$(t_2 - t_1)$: variación de temperatura del cuerpo. [ºC]

Calor latente: es la energía térmica que un cuerpo intercambia cuando cambia de estado (y no produce variación de temperatura) y se calcula así:

$$L = Q / m$$

Donde:
L: calor latente en [cal/g . ºC] puede ser de fusión L_f, de solidificación L_s, de condensación L_c o de vaporización L_v
Q: calor sensible en [cal]
m: masa en [g]



Calores latentes de fusión y vaporización

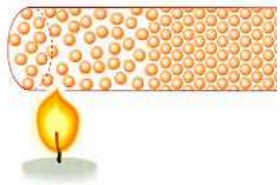
Sustancia	Punto de fusión (°C)	Calor latente de fusión (J/kg)	Punto de ebullición (°C)	Calor latente de vaporización (J/kg)
Helio	−269.65	5.23×10^3	−268.93	2.09×10^4
Nitrógeno	−209.97	2.55×10^4	−195.81	2.01×10^5
Oxígeno	−218.79	1.38×10^4	−182.97	2.13×10^5
Alcohol etílico	−114	1.04×10^5	78	8.54×10^5
Agua	0.00	3.33×10^5	100.00	2.26×10^6
Azufre	119	3.81×10^4	444.60	3.26×10^5
Plomo	327.3	2.45×10^4	1 750	8.70×10^5
Aluminio	660	3.97×10^5	2 450	1.14×10^7
Plata	960.80	8.82×10^4	2 193	2.33×10^6
Oro	1 063.00	6.44×10^4	2 660	1.58×10^6
Cobre	1 083	1.34×10^5	1 187	5.06×10^6

Transmisión del calor

Conducción: La conducción se produce porque en el extremo del metal que está en contacto con la fuente de calor y se produce un aumento de temperatura, que hace que las moléculas comiencen a vibrar y la transmiten a las moléculas vecinas que tenían menor temperatura y así sucesivamente, hasta que el calor llega al otro extremo del cuerpo. Esta forma de propagación se manifiesta en los sólidos. Existen materiales que tienen la propiedad de ser mejores conductores (los metales) y otros malos conductores llamados aislantes térmicos.

$$Q/t = k \cdot S \cdot (t_2 - t_1) / e$$

Donde:
Q: calor sensible en [cal]
t: tiempo en [s]
k: coeficiente de conductividad térmica en [cal/g . ºC]
S: superficie de la pared [cm²]
$(t_2 - t_1)$: variación de temperatura del cuerpo. [ºC]
e: espesor en [cm]

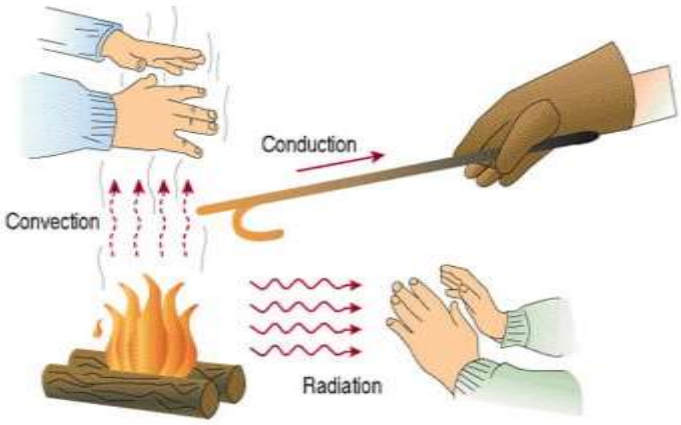


Metales	k kcal/(s m °C)	Gases	k kcal/(s m °C)	Otros	k kcal/(s m °C)
Aluminio	$4,9\ 10^{-2}$	Aire	$5,7\ 10^{-5}$	Asbestos	$2\ 10^{-5}$
Bronce	$2,6\ 10^{-1}$	Hidrógeno	$3,3\ 10^{-3}$	Hormigón	$2\ 10^{-4}$
Cobre	$9,2\ 10^{-2}$	Oxigeno	$5,6\ 10^{-6}$	Corcho	$4\ 10^{-5}$
plomo	$8,3\ 10^{-3}$			Vidrio	$2\ 10^{-4}$
Plata	$9,9\ 10^{-2}$			Hielo	$4\ 10^{-4}$
Acero	$1,1\ 10^{-1}$			Madera	$2\ 10^{-5}$

Tabla 1: Tabla de conductividad térmica para diversas sustancias (para gases se midió a 0[°C], y las otras sustancia a temperatura ambiente).

Convección: Se puede observar fácilmente cuando un calefactor calienta el aire que lo rodea, este aire caliente al disminuir la densidad es más liviano que el aire frío, asciende y el hueco que deja es ocupado por aire frío que al calentarse asciende también produciéndose unos movimientos de fluídos denominados corrientes de convección. Estas corrientes de convección hacen que el calor llegue a todos los puntos de la habitación. La convección es la forma en la que el calor se propaga en los gases y en los líquidos.

Radiación: es el proceso por el que los cuerpos emiten energía que puede propagarse por el vacío. La radiación se produce porque los cuerpos calientes emiten una clase de ondas que se pueden propagar en el vacío y que al ser absorbidas por un cuerpo provocan en él un aumento de temperatura. Por ejemplo, la Tierra recibe energía radiante procedente del Sol, gracias a la cual la temperatura del planeta resulta idónea para la vida. Las radiaciones de alta frecuencia son las que tienen más energía (rayos gamma, rayos X, ultravioleta).



EL TRABAJO

El Trabajo es otra de las formas de transmisión de energía entre los cuerpos. Para realizar un trabajo es preciso ejercer una fuerza sobre un cuerpo y que éste se desplace.

El trabajo, W, de una fuerza aplicada a un cuerpo es igual al producto de la componente de la fuerza en la dirección del movimiento, F, por el desplazamiento, d, del cuerpo.

$W = F \cdot d$

Transferencia de Energía por Trabajo

La forma de transferencia de energía común para todas las ramas de la física -y ampliamente estudiada por éstas- es el trabajo. Para la realización de sus labores, el hombre primitivo empleaba herramientas simples (hacha, arco y flecha, arado, etc.) y la fuerza de sus músculos. Después, hace unos 5 000 años, comenzó a utilizar la fuerza ejercida por animales. Se estima que, a mediados del siglo XIX, más del 90 % del trabajo aún era realizado por hombres y animales. Luego, para aplicar fuerzas empezó a valerse cada vez más ampliamente de máquinas que emplean combustibles, como las de vapor y los motores de combustión. Por consiguiente, históricamente el trabajo estuvo vinculado con la utilización de energía –ya sea de hombres, animales o combustibles – y la aplicación de fuerzas.

Trabajo es el proceso en el cual se transforma y transmite energía mediante la aplicación de fuerzas.

Es necesario aclarar que, se realiza trabajo no solo cuando el hombre, directamente o valiéndose de animales y máquinas, origina transformaciones de energía a fin de producir algo. Igualmente se realiza durante la caída de un cuerpo desde cierta altura, o cuando una asta de un molino es movida por el viento. En estos casos también se transforma o transmite energía por medio de la aplicación de fuerzas.

Efectos del calor

El calor provoca varios efectos en los cuerpos, los más importantes son:

a) Dilatación de los cuerpos

Casi todos los cuerpos al calentarse aumentan su tamaño, debido al fenómeno llamado dilatación. En verano o en días de altas temperaturas se observan hechos que tienen que ver con la dilatación. La dilatación se observa en los tres estados de la materia (líquido, sólido y gaseoso) y se debe a que cuando calentamos un material, los átomos que lo forman vibran con mayor fuerza y van estirando los enlaces químicos y por lo tanto varía el estado normal del cuerpo. En el estado sólido resulta más difícil observar la dilatación que en líquidos y gases. Podemos distinguir tres casos: dilatación lineal, superficial y volumétrica o cúbica. Solo veremos la dilatación lineal.

- ***Dilatación lineal:*** Se produce cuando predomina una dimensión frente a las otras dos. Ejemplos de cuerpos que se dilatan linealmente son: varillas, alambres, barras... La dilatación lineal de un cuerpo viene dada por la expresión:

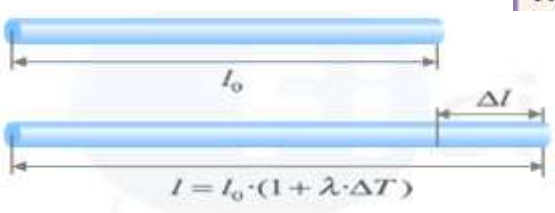
$$L_f = l_0 \cdot(1+\lambda\cdot\Delta T)$$

donde: l_f, l_0 : Longitud final e inicial respes. del cuerpo. Su unidad de medida en el SI es el *m*

λ: Coeficiente de dilatación lineal. Es específico de cada material y representa el alargamiento que experimenta la unidad de longitud de un sólido, cuando su temperatura se eleva 1ºK. Su unidad de medida en el SI es 1/ºK, por comodidad también se usa el 1/ºC. ΔT: Incremento de temperatura que experimenta el cuerpo. Su unidad de medida en el SI es el ºK, aunque también se usa el ºC

Valores típicos del coeficiente de dilatación El coeficiente de dilatación en el caso de los líquidos suele mantenerse constante para cambios de temperatura ΔT menores de 100 grados. Algunos valores típicos para el coeficiente de dilatación lineal son:

Sólido	λ (°C⁻¹)
Acero	$1{,}2 \times 10^{-5}$
Aluminio	$2{,}4 \times 10^{-5}$
Cuarzo	$0{,}04 \times 10^{-5}$
Hielo	$5{,}1 \times 10^{-5}$
Hierro	$1{,}2 \times 10^{-5}$
Oro	$1{,}5 \times 10^{-5}$
Plata	$2{,}0 \times 10^{-5}$
Plomo	$3{,}0 \times 10^{-5}$

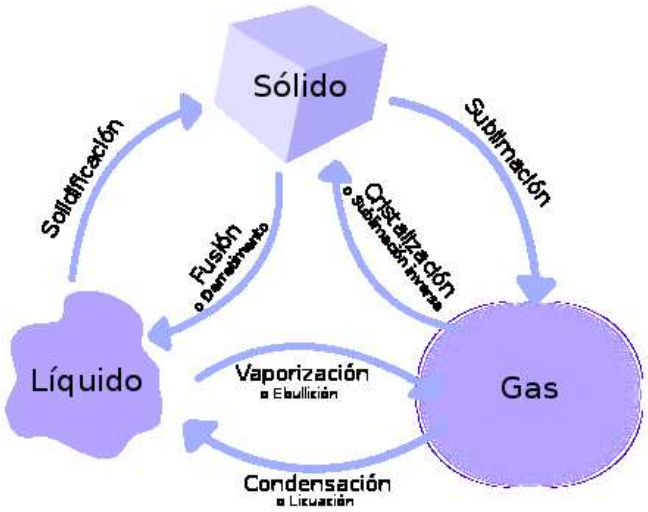


Dilatación de barras, alambres, ...

Al aumentar su temperatura, los sólidos con forma de varilla sufren únicamente un aumento en su longitud. Dicho aumento recibe el nombre de **dilatación lineal**.

Cambio de estado de los cuerpos

Otro de los efectos que produce el calor es el de hacer cambiar el estado de los cuerpos. Estos cambios pueden ser progresivos y regresivos. Los cambios progresivos se producen cuando aumenta la temperatura y son: fusión (paso de sólido a líquido), la vaporización (paso de líquido a gas) y la sublimación progresiva (paso del sólido al gas). Los cambios de estado regresivos se producen cuando disminuye la temperatura y son la solidificación (paso de líquido a sólido), la condensación (paso del gas a líquido) y la sublimación regresiva (paso del gas al sólido).



Equilibrio térmico

La experiencia que tienes sobre el calor te hace comprender que cuando dos cuerpos, cuyas masas son respectivamente m_1 y m_2 y cuyos calores específicos son c_{e1} y c_{e2} que se encuentran a temperaturas diferentes t_1 y t_2 se ponen en contacto, el calor fluye desde el cuerpo con mayor temperatura hacia la que posee menor temperatura. Dicho flujo de calor se mantiene hasta que las temperaturas de ambos cuerpos se igualan. La temperatura (t_e) a la que tiene lugar el equilibrio térmico puede calcularse fácilmente teniendo en cuenta que el calor cedido o perdido por el cuerpo que se enfría es exactamente igual al absorbido por el cuerpo que se calienta

Por lo tanto, $Q_c = Q_a$

donde Q_c: Calor cedido por el cuerpo más caliente que se enfría.

Q_a: Calor absorbido por el cuerpo de menos temperatura que se calienta

$$c_{e1} \cdot m_1 \cdot (t_1 - t_e) = c_{e2} \cdot m_2 \cdot (t_e - t_2)$$

entonces la temperatura de equilibrio puede calcularse así:

$$t_e = \frac{c_{e1} \cdot m_1 \cdot t_1 + c_{e2} \cdot m_2 \cdot t_2}{c_{e2} \cdot m_2 + c_{e1} \cdot m_1}$$

Veamos cómo resolver algunos ejemplos de situaciones problemáticas

a) ¿Cuánto calor se necesita para pasar 80 g de agua -20ºC a 80ºC?
Para pasar el agua (hielo) de t_i= -20ºC a t_f= 0ºC
$Q = c \cdot m \cdot (t_f - t_i) = 1$ [cal/g ºC] . 80 [g] . (0 – (-20)) [ºC] = 1600 [cal]
Para pasar el agua de estado sólido a líquido

Q= Lv . m . = 3.33 x 10^5 [J/Kg] . 80/1000 [kg] = 333000 . 0,08 = 26640 [J]
o en calorías sería 26640 . 0,24 = 6394 [cal]
Para pasar el agua de 0ºC a 80ºC
Q= c . m. ($t_f - t_i$) = = 1 [cal/g ºC] . 80 [g] . (80 – 0) [ºC] = 6400 [cal]
Finalmente, la cantidad de calor será
1600 + 6394 + 6400 = 14394 [cal] = 14,394 [kcal]

b) Una varilla de acero de 12 m de longitud se encuentra a 2ºC, si su temperatura se eleva hasta los 40ºC, determine su variación de longitud.

$l, = l_0 \cdot(1+\lambda \cdot \Delta T) = 12 . (1 +0,000012 . (40 - 2)) = 12 . 1,000456 = 12,0054$ m

La variación de longitud será = 12,0054 – 12 = 0,0054 m = 5,4 mm

c) Se deja caer un bloque de 50 g de cobre que está a la temperatura de 140ºC dentro de un recipiente que contiene 400 g de agua a 24ºC. ¿Cuál es la temperatura de equilibrio del bloque y del agua?

Agua: absorbe calor	Cobre: cede calor
$m_1 = 400$ gr.	$m_2 = 500$ gr..
$T_1 = 24$ ºC	$T_1 = 140$ ºC
$T_f = ?$	$T_f = ?$ ºC
Ce = 1 Cal/gr.ºC	Ce = 0,09 Cal/gr.ºC
$Q_1 = m_1 * Ce * (T_f - T_1)$	$Q_2 = m_2 * Ce * (T_f - T_1)$
$Q_1 = 400$ gr. * 1 Cal/gr.ºC * (T_f - 24 ºC)	$Q_2 = 500 * 0,09$ Cal/gr.ºC * (140 - T_f)
$Q_1 = 400 (T_f - 24)$ Ecuación 1	$Q_2 = 45 * (140 - T_f)$ Ecuación 2

Como el calor absorbido = calor cedido
$Q_1 = Q_2$
$400 (T_f - 24) = 45 * (140 - T_f)$
$400 T_f - 9600 = 6300 - 45 T_f$
$400 T_f + 45 T_f = 6300 + 9600$
$445 T_f = 15900$

$T_f = 15900 / 445$

$T_f = 35,73$ ºC

Resuelve las siguientes actividades

1) Calcular el calor necesario para calentar 20.000 g de agua desde 10ºC a 40ºC. Expresar en cal y J
2) Un recipiente de aluminio de 2,5 Kg contiene 5 Kg de agua a 28ºC. ¿Qué cantidad de calor se necesita para elevarles la temperatura a 80ºC? Expresar en cal y J
3) ¿Qué cantidad de calor en Kcal se debe aplicar a una barra de bronce de 24 kg para que eleve su temperatura de 31°C a 95°C?
4) Calcular la cantidad de calor en Kcal que se requiere para cambiar de estado 4 Kg de hielo desde su punto de fusión (0ºC) hasta su total vaporización (100ºC)
5) Una varilla de aluminio de 90 cm de longitud se encuentra a 20ºC, si su temperatura se eleva hasta los 100ºC, determine su variación de longitud y su longitud final.
6) ¿Cuál será la temperatura de una mezcla de 50 g de agua a 20ºC y 50 g de agua a 40ºC?
7) En 300 g de agua a 18ºC se introducen 250 g de hierro a 200 ºC. Determinar la temperatura de equilibrio.
8) Un pedazo de plomo de 450g, se calienta hasta 112°C y se sumerge en agua a 18°C si la masa de agua es de dos veces la masa de plomo. ¿Cuál es la temperatura de equilibrio?
9) Observa la imagen y completa el texto, utiliza las siguientes palabras como pista: *forma, estados, gas, gaseoso, líquido, recipiente, sólido y volumen*

La materia puede presentarse en tres [ ]: sólido, [ ] y gaseoso. Un cuerpo material [ ] mantiene la forma aunque lo pasemos de un recipiente a otro. En cambio, no ocurre lo mismo cuando el estado es líquido o [ ]. Un líquido tiene la [ ] del recipiente que lo contiene, pero si lo cambiamos de recipiente siempre ocupa el mismo volumen. Un [ ] intenta ocupar todo el [ ] que pueda, y se escapa si no está contenido en un [ ] cerrado y lo suficientemente fuerte.

10) Indica cuáles de las siguientes afirmaciones son **Verdaderas** y cuáles **Falsas**:

a) El calor latente se mide en cal/g ºC. [ ]
b) El calor sólo se transmite a través de la materia. [ ]
c) La transmisión de calor por convección se produce tanto en líquidos como en gases. [ ]
d) Un cuerpo que se funde cede calor. [ ]
e) Cuando la diferencia de temperatura entre las caras de una pared es menor, el calor fluye más rápidamente a través de ella. [ ]
f) Un recipiente adiabático (que no pierde ni gana calor – un termo, (por ejemplo) facilita la transmisión de calor de su interior al exterior y viceversa. [ ]
g) El calor y el trabajo son dos formas de transferencia de energía. [ ]