

INTRODUCCIÓN:

Se llama **calor específico** c de una sustancia a la cantidad de calor que se debe entregar a 1g de esa sustancia para elevar su temperatura en 1 °C. Es la misma cantidad de calor que el cuerpo cede al enfriarse 1 °C.

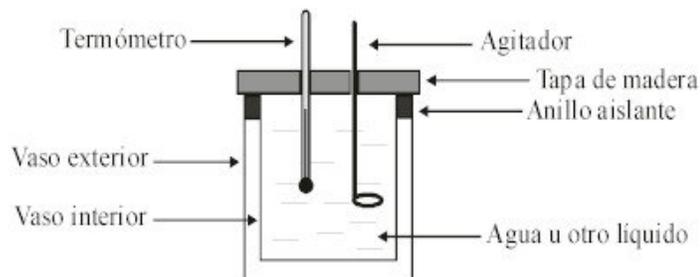
Según esta definición, la cantidad de calor ΔQ recibida por un cuerpo, con masa m y calor específico c , para incrementar su temperatura un ΔT estará dada por

$$Q = cm\Delta T = cm(T_f - T_i) \quad (1)$$

donde T_f y T_i son las temperaturas final e inicial.

El calorímetro de las mezclas consiste de un recipiente, térmicamente aislado, dentro del cual se coloca una masa M de agua. Se introduce en el calorímetro un cuerpo de masa m , cuyo calor específico se desea determinar, el cual previamente ha sido llevado a una temperatura T_c . El agua del calorímetro se encuentra inicialmente a temperatura T_i y absorberá calor (si $T_c > T_i$) hasta que la mezcla alcance el equilibrio térmico, en el cual el agua y el cuerpo tendrán una temperatura final T_f . El calor Q_m transferido por el cuerpo (de masa m) debe ser igual al calor Q_a absorbido por el agua y el calorímetro, de manera que

$$Q_a = c_a(M + \pi)(T_f - T_i) = cm(T_f - T_i) = -Q_m \quad (2)$$



donde M es la masa inicial de agua a temperatura inicial T_i , π es el “equivalente en agua” del calorímetro, m la masa del cuerpo y c el calor específico del mismo. El equivalente en agua π es

una cantidad que equivale a la masa de agua que absorbería la misma cantidad de calor que el calorímetro, termómetro, agitador, etc. De modo que

$$c_a \pi = c_c m_c + c_t m_t + c_s m_s + \dots$$

Donde los subíndices corresponden con c : calorímetro, t : termómetro y s : agitador, etc.

Puede estimarse por cálculo, pero conviene determinarlo experimentalmente, ya que es difícil determinar otros términos tal como el calor que transfiere el calorímetro al medio, etc.

Correcciones:

Como el recipiente del calorímetro no es totalmente adiabático, hay algún intercambio de calor con el ambiente, que modifica la temperatura de la masa de agua M y π del calorímetro. Por lo tanto en la ecuación (2) debe introducirse un término $Q_r = (M + \pi) c_a \Delta T$ que tenga esto en cuenta, de manera que

$c_a(M + \pi)(T_f - T_i + \Delta T) = cm(T_c - T_f)$	(3)
--	-----

La ecuación (3) puede escribirse como:

$c_a(M + \pi)(T_f' - T_i') = cm(T_c - T_f)$	(4)
---	-----

Con lo que el calor específico es

$\frac{c_a(M + \pi)(T_f' - T_i')}{m(T_c - T_f)} = c$	(5)
--	-----

Para la determinación de $T_f' - T_i'$ se procede de la siguiente manera: previamente se hace una estimación del salto ΔT (ver apéndice). Luego se coloca agua a temperatura $\Delta T/2$ por debajo de la ambiente, aproximadamente, y se toman temperaturas durante no menos de diez minutos antes de introducir el cuerpo usar datalogger ver apéndice) . Sin dejar de medir temperatura se introduce el cuerpo y se continúa con las lecturas hasta al menos diez minutos posteriores a que se alcance el registro máximo. Representando los valores medidos de temperatura en función del tiempo se obtiene un gráfico similar al indicado en la figura

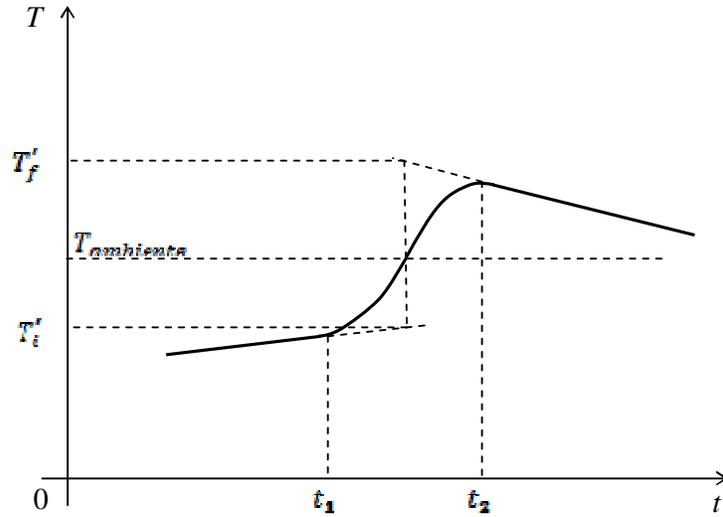


Figura 1: Grafico de temperatura del sistema en función del tiempo al introducir un cuerpo mas caliente que el calorímetro inicialmente.

En los instantes t_1 , en el que se introduce el cuerpo, y t_2 , en el que se alcanza la temperatura máxima, se trazan las rectas 1 y 2 y por el punto medio de ellas una recta paralela que, en los puntos de intersección con las prolongaciones de las rectas inicial y final, determinan el salto térmico $(T_f' - T_i')$ corregido.

Para la determinación de π el procedimiento es similar. Se introduce una masa m de agua a temperatura T_c y se repite el procedimiento descrito para un cuerpo. En la (3), donde ahora es $c=1$, se despeja π

$\frac{m(T_c - T_f)}{(T_f' - T_i')} - M = \pi$	(6)
--	-----

Notar que por su definición, π es una cantidad **no negativa**.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

Elementos:

- Calorímetro
- datalogger
- Caldera de Regnault
- Accesorios (Cuerpos de diferentes materiales, agitador, etc).

- 1) Inicialmente estime el valor de Π geoméricamente.
- 2) Mida Π experimentalmente (ver introducción). Para ello Ud. introducirá una masa de agua caliente en el calorímetro.

Fije la temperatura inicial del calorímetro 2°C por debajo de la temperatura ambiente. Haga inicialmente una estimación de la cantidad de agua que debe colocar para subir al menos 2°C la temperatura del calorímetro respecto de la temperatura ambiente.
Con los valores estimados realice la medición de Π .

Conteste:

- a) Que cantidad física involucrada le introduce mas error al valor de Π ?
- b) Que valor obtuvo de Π con su respectivo error?
- 3) Determine experimentalmente el valor del calor específico C de un sólido metálico. Realice las estimaciones necesarias para que el calorímetro trabaje entre 1°C de temperatura por encima y por debajo de la temperatura ambiente.

Conteste:

- a) Que cantidad física involucrada le introduce mas error al valor de C ?
- b) Que valor obtuvo de C con su respectivo error?
- c) Podría pedirse saltos de 2°C de temperatura en el calorímetro?

APÉNDICES:

I) Calores específicos de algunas sustancias

Sustancias	Calor específico $\left[\frac{cal}{gr.K} \right]$
Agua líquida a 25°C	1
Hielo a 0°C	0,502
aluminio	0,22
cobre	0,092
Chapa o latón	0,094
acero	0,114

II) Estimación de ΔT

Partiendo de la ecuación (3), suponemos que el cuerpo introducido al calorímetro es una masa de agua, M , a una temperatura $T_c = 2 T_i$, de manera que (3) resulta

$$c_a (M + \pi)(T_f - T_i + \Delta T) = c_a M(2T_i - T_f) \quad (\text{II-1})$$

De la cual se obtiene

$$\Delta T = T_i \frac{(M - \pi)}{(M + \pi)} - T_f \left(\frac{2M + \pi}{M + \pi} \right) \quad (\text{II-2})$$

Seguidamente hacemos el siguiente razonamiento:

Un calorímetro con un rendimiento pobre posee un $\pi \sim 0.1 M$, y si el aislamiento es pobre pierde una cierta cantidad de calor tal que

$$\text{si } M = 200 \text{ gr} \Rightarrow \pi = 20 \text{ gr}$$

Y considerando que si $T_i = 20^\circ\text{C} \Rightarrow T_r = 40^\circ\text{C}$ y por consiguiente $T_f \leq 30^\circ\text{C}$, digamos que en un calorímetro de pobre desempeño pierde una cierta cantidad de calor, durante los 20 minutos que dura la medición, tal que $T_f = 28^\circ\text{C}$. Introduciendo estos valores en (II-2) obtenemos

$$\Delta T = 20^\circ\text{C} \left(\frac{0,9}{1,1} \right) - 28^\circ\text{C} \left(\frac{2,1}{1,1} \right) \cong 37^\circ\text{C} \Rightarrow \left| \frac{\Delta T}{2} \right| \cong 18^\circ\text{C} \quad (\text{II} - 3)$$

III) Modo de uso del sistema de adquisición de datos (Datalogger) Xplorer GLX:

El Xplorer GLX datalogger es un instrumento que mide más de una magnitud física y las almacena en una memoria interna. Con este aparato se pueden visualizar los datos adquiridos y hacer análisis de datos de los mismos. Tiene varias funciones de muestreo y análisis de datos que lo hacen un aparato muy útil en el laboratorio de enseñanza de la física.

- 1) Prender el Xplorer GLX, su energía proviene de una batería interna o bien de la red eléctrica mediante un transformador.
- 2) Inmediatamente aparece un menú como el de la figura 1b, este menú puede activarse

siempre que se presione la tecla .

- 3) Mediante el uso de los cursores  pueden desplazarse por este menú.
- 4) Seleccione "Sensores"
- 5) Conecte el sensor de temperatura al costado del aparato donde hay un conector con el

dibujo 

- 6), Inmediatamente aparecerá un menú para configurar la frecuencia de muestreo (muestras por segundo, por minuto, por hora) Reducir/Suavizar = Apagar; Temperatura = visible.

- 7) Presione  para ir al menú principal

- 8) Use los cursores  y seleccione "Archivo de Datos".

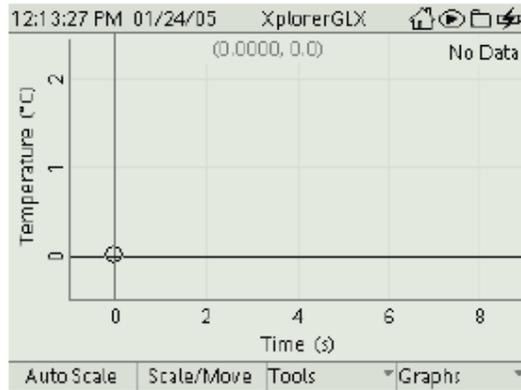
- 9) Presione  para abrir y/o crear un Archivo de Datos.

- 10) Una vez de creado guárdelos con F2.

- 11) Presione nuevamente  y seleccione "Gráfico" (F1).

- 12) Inicie la medición presionando , en cualquier momento presione "Auto Escala" (F1) para visualizar correctamente los datos.

13) Aparecerá un grafico como el de la figura:



14) Para detener la medición presionando nuevamente 

15) Presione  para ir al menú principal y seleccione “datos” (data files) para abrir el archivo.

16) Seleccione el archivo, navegando con , luego F4 opción 3 para copiar el archivo, y  para ejecutarlo.

17) Seleccionar con  pendrive, y luego F1 para copiar los datos.

18) Pueden además hacer una tabla. Para ello ir al menú principal con  y seleccionar “tabla”, también se puede medir directamente el valor de la temperatura sobre el visor con la opción “digitos”. (ver figura 1)

19) Es aconsejable usar este instrumento para medir tiempo y temperatura, mediante el modo “tabla”.

20)

Bibliografía:

1. Estudio del Calor- Isnardi-Collo;
2. Trabajos Prácticos de Física - Fernández y Galloni.
3. Física. Resnick R., Halliday D., Krane K. 5a. edición en español.

[http://www.emu.dk/gsk/fag/fys/dataopsamling/hvordan_kommer_man_videre/Introduction to the Xplorer GLX.pdf](http://www.emu.dk/gsk/fag/fys/dataopsamling/hvordan_kommer_man_videre/Introduction_to_the_Xplorer_GLX.pdf)