

Ley de enfriamiento de Newton

Objetivo.

Obtener experimentalmente el calor específico del agua y el calor específico de una mezcla semihomogénea de agua con maicena a partir de la ley de enfriamiento de Newton.

Introducción.

La ley de enfriamiento de Newton establece que la tasa de cambio del calor Q transferido con respecto al tiempo de una determinada sustancia con su entorno, es directamente proporcional a la diferencia entre la temperatura de la sustancia y el medio externo. Dicha ley se puede expresar como:

$$\frac{dQ}{dt} = \alpha A(T - T_a) \quad (1.1)$$

Donde T es la temperatura de la sustancia, T_a es la temperatura del medio, α es el coeficiente de intercambio de calor y A es el área que ocupa la determinada sustancia.

Si la temperatura T de la sustancia es mayor que la temperatura del medio T_a , la sustancia pierde una cantidad de calor dQ entre un intervalo de tiempo t y $t+dt$, disminuyendo su temperatura T en dT , entonces:

$$dQ = -mcdT \quad (1.2)$$

Donde $m = \rho V$ es la masa de la sustancia (ρ es la densidad de la sustancia y V el volumen que ocupa), y c el calor específico.

Por tanto, de las ecuaciones (1.1) y (1.2) se obtiene una expresión para la variación de la temperatura T de la sustancia en función del tiempo como:

$$\rho V c \frac{dT}{dt} = -\alpha A(T - T_a) \quad (1.3)$$

que también puede reescribirse de la siguiente manera:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_a) \quad (1.4)$$

Donde se define

$$k = \frac{\alpha A}{\rho V c} \quad (1.5)$$

como una constante de proporcionalidad conocida como parámetro de enfriamiento.

Resolviendo la ecuación diferencial (1.4) con una condición inicial en un instante de tiempo $t=0$ a una temperatura inicial de la sustancia T_0 obtenemos la siguiente relación lineal:

$$\ln(T - T_a) = -kt + \ln(T_0 - T_a) \quad (1.6)$$

Si medimos la temperatura de un cuerpo durante su enfriamiento a un cierto intervalo de tiempo y realizamos una representación gráfica de la cantidad $\ln(T - T_a)$ en función del tiempo t , veremos que los puntos se ajustan a una recta con pendiente $-k$. Conociendo k y de acuerdo con su definición es posible obtener el calor específico de la sustancia.

Material.

- 2 calorímetro
- 2 sensores de temperatura
- Agua caliente
- Mezcla semihomogénea de agua con maicena caliente
- 1 interfaz con cable y adaptador
- Regla
- Balanza



Figura 1. Materiales principales.

Procedimiento.

1. Conecte el primer sensor de temperatura al canal analógico A de la interfaz. Luego conecte el segundo sensor de temperatura al canal analógico B.
2. Conecte la interfaz al cable de alimentación y conecte el adaptador USB/SERIAL a la computadora. Posteriormente encienda primero la interfaz y luego la computadora.
3. Ejecute el software Capstone, agregue los dos sensores de temperatura y agregue las herramientas de tabla y gráfica.
4. Pese los dos calorímetros y mida su área superficial con ayuda de la regla.

5. Llene de agua caliente el primer calorímetro y posteriormente llene con la mezcla semihomogénea de agua con maicena caliente el segundo calorímetro. Ahora vuelva a pesar ambos calorímetros.
6. Coloque dentro del calorímetro con agua caliente el sensor de temperatura conectado en el canal A, pasándolo a través del orificio de en medio de la tapa. Repita el mismo procedimiento para el calorímetro con la mezcla semihomogénea de agua con maicena y el sensor de temperatura conectado en el canal B. Asegurase de tapar correctamente los dos calorímetros.
7. Agregue una gráfica con dos ejes verticales y seleccione para cada uno de los ejes el correspondiente sensor de temperatura. En el eje de la abscisa seleccione como unidad el tiempo.
8. En la paleta de controles ajuste el modo de grabación para una frecuencia de muestreo común de 2 segundos para ambos ejes.



Figura 3. Sensores de temperatura colocados dentro de los calorímetros que contienen los líquidos.

9. Inicie la grabación. Las dos gráficas deben empezar a mostrar los cambios en las temperaturas que registran los sensores para el agua y para la mezcla semihomogénea de agua con maicena. Un ejemplo de cómo se deben de visualizar las graficas se muestra en la Figura 4.
10. Con los datos de temperatura registrados en las gráficas y tablas en un cierto intervalo de tiempo y a partir de la ecuación 1.6 puede realizar un ajuste lineal y obtener de forma experimental el valor del parámetro de enfriamiento k , para que con la ecuación (1.5) se pueda obtener de forma aproximada el calor específico “ c ”.

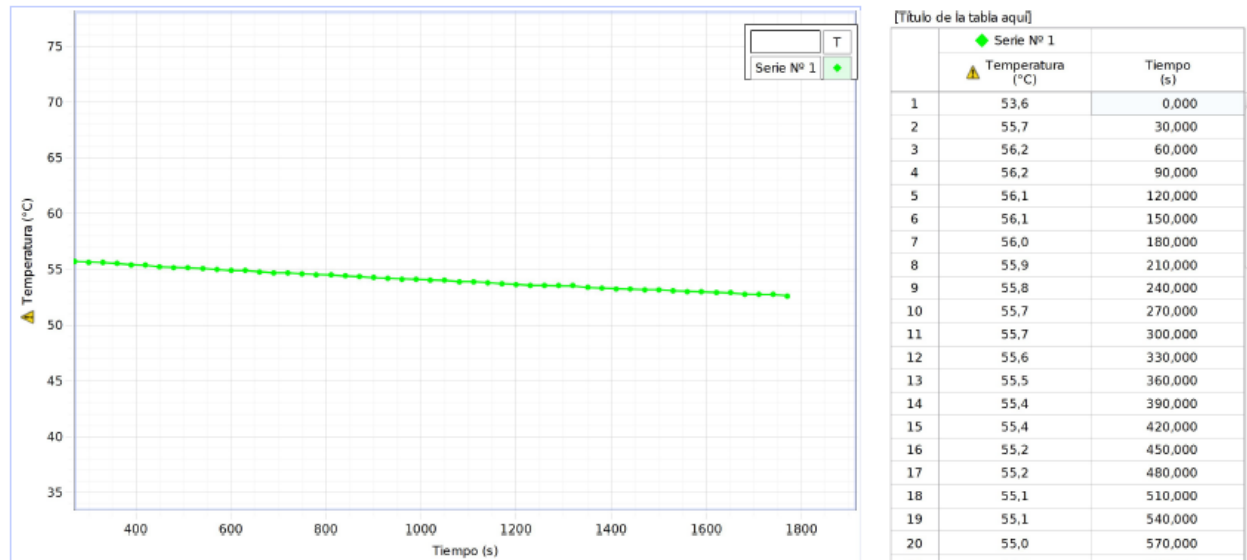


Figura 4. Gráfica que muestra el cambio de temperatura del agua en función del tiempo al entrar en contacto con el ambiente.

NOTA: Revise bien el estado de los componentes a utilizar. Cualquier desperfecto, repórtelo con el técnico del laboratorio. Cualquier duda con las conexiones, funcionamiento o el uso del software puede preguntarle a su profesor o al técnico del laboratorio.