

TRABAJO PRÁCTICO N°3: CALORIMETRÍA

El objetivo del presente trabajo práctico es obtener el calor específico de una sustancia, en este caso el agua. Para ello estudiaremos cómo varía la temperatura de ciertas cantidades de agua y de alcohol que se hallan en contacto térmico, pero no físico, e inicialmente a distinta temperatura. Para llevar a cabo este experimento utilizaremos un recipiente cerrado de telgopor, cuyo interior se encuentra dividido en dos cavidades mediante una lámina de aluminio (ver Figura 1). Se utiliza un recipiente de telgopor, que es un buen aislante térmico, con el fin de minimizar el intercambio de calor entre el interior y el exterior del recipiente. Por otra parte, consideramos que ambas cavidades se hallan en contacto térmico ya que la lámina que las separa es delgada y de aluminio, el cual es un buen conductor térmico. En una de estas cavidades colocaremos una cierta masa de agua y en la otra, alcohol.

En todo proceso de intercambio de calor se cumple que $\sum Q_i = 0$ donde Q_i es la cantidad de calor intercambiado por cada uno de los cuerpos que intervienen en el proceso. Aplicando este principio al sistema en estudio, resulta:

$$0 = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{alcohol}} + Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{medio}} \quad (1)$$

Donde Q_{agua} y Q_{alcohol} son los calores intercambiados por cada fluido, Q_{medio} es el calor intercambiado por el medio exterior al recipiente y $Q_{\text{recipiente}}$ es la cantidad de calor que intercambian los demás elementos presentes en el interior del recipiente (las superficies internas del envase, el agitador, la lámina de aluminio, etc.).

Dada la duración de la experiencia y los materiales con los que está construido el calorímetro resulta adecuado considerar que el recipiente es adiabático. Esto quiere decir que el intercambio de calor con el medio exterior resulta despreciable frente a los demás en el intervalo de tiempo de la experiencia. Además el $Q_{\text{recipiente}}$ también resultaría despreciable ya que se considera un calorímetro ideal donde los intercambios de calor de los elementos que lo componen con los líquidos resulta insignificante. Por lo tanto la expresión anterior se reduce a:

$$0 = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{alcohol}} \quad (2)$$

Para comenzar, calcularemos la masa (m) de los líquidos utilizando la fórmula $m = \delta \cdot V$, siendo conocida la densidad de ambas sustancias. Procederemos a medir con una probeta el volumen de líquido (V) que será colocado en cada una de las cavidades. ¿De qué manera puede obtener la incerteza de la masa?. Además, introduciremos un termómetro digital en cada cavidad para registrar la temperatura de los líquidos y observar cómo ésta varía con el paso del tiempo. Realizaremos mediciones de temperatura a intervalos regulares de un minuto utilizando un cronómetro manual, durante un período total de 7 minutos. Estime una incerteza para las temperaturas y el tiempo.

Es necesario tener en cuenta que ninguno de los líquidos presentará una temperatura uniforme en toda su extensión. Debido a las características de la transmisión del calor, el líquido que inicialmente esté a mayor temperatura se enfriará más rápido en las cercanías de la lámina de aluminio, y más lentamente a medida que aumenta la distancia a ésta. Recíprocamente, el otro líquido se calentará más rápidamente en la zona en contacto con la lámina. Para homogeneizar la temperatura de cada fluido y contar así con un único valor que sea representativo de dicha magnitud utilizaremos un agitador, que consiste simplemente en dos pequeñas paletas sumergidas una en cada líquido (ver Figura 1). Como el uso del agitador y el movimiento que éste produce en el fluido podrían influir en la

evolución de las temperaturas del sistema, mantendremos un proceso de suave agitación en forma continua a lo largo de toda la experiencia, sin detenerlo en ningún momento. Dada la fragilidad del dispositivo, se debe tener cuidado en su manipulación.

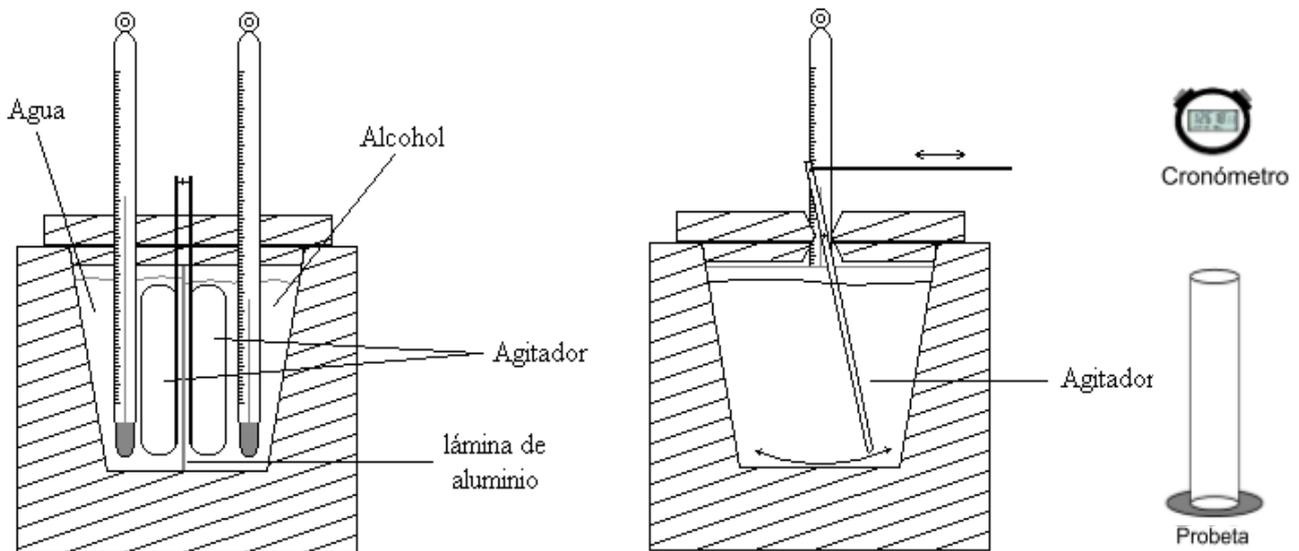


Figura 1: dos vistas esquemáticas del dispositivo experimental.

Con los resultados obtenidos de estas mediciones se puede completar parcialmente la Tabla I.

Para poder lograr el objetivo, es necesario calcular el calor intercambiado por ambas sustancias en los tiempos medidos. Analizando la ecuación (2), vemos que gracias a las consideraciones mencionadas, el calor absorbido por el alcohol puede considerarse igual al calor cedido por el agua, por lo que bastará calcular el calor absorbido por el alcohol, utilizando la ecuación (3).

$$Q = m \cdot c (T_f - T_0) \quad (3)$$

Con esta ecuación y conociendo el calor específico del alcohol podemos obtener el calor total que debió absorber el alcohol desde el comienzo del intercambio para llegar a la T_f alcanzada al final de cada minuto. Para esto debemos tomar el valor de masa de alcohol previamente calculado y considerar T_0 **siempre** como la temperatura a tiempo 0 min.

En base a los resultados del calor absorbido por el alcohol, se terminará de completar la tabla 1 y se confeccionará un gráfico de temperatura de ambos líquidos en función del calor intercambiado acumulado ($T(Q)$), es decir, de la temperatura de los líquidos en función de la cantidad de calor que absorbieron o cedieron.

A partir del gráfico analicen:

¿Qué tipo de relación tienen la temperatura y la cantidad de calor intercambiada?. A partir de realizar el ajuste de curva correspondiente obtenga el calor específico del agua y compárelo con el valor proporcionado en esta guía. Para esto tenga en cuenta que como se grafica $T(Q)$ la ecuación (3) se reescribe como:

$$T_f = \frac{1}{m \cdot c} \cdot Q + T_0$$

En donde T_0 sería la ordenada al origen y $\frac{1}{m \cdot c}$, la pendiente. Determine el valor de estas dos magnitudes.

Analice el punto donde se cortan ambos ajustes de curva ¿Cómo es la temperatura para los líquidos en este punto? ¿Qué considera que sucederá con la temperatura de los líquidos a partir de aquí? ¿Cómo se denomina a la temperatura alcanzada en este punto?

Datos útiles:

Densidades de los líquidos:

$$\delta_{agua} = 1,00 \frac{g}{cm^3} \qquad \delta_{al} = 0,79 \frac{g}{cm^3}$$

Calores específicos de los líquidos:

$$c_{agua} = 1,00 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \qquad c_{al} = 0,58 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C}$$

Fórmulas de propagación de incertezas:

$$\varepsilon m = \delta * \varepsilon V$$

$$\varepsilon Q = \varepsilon m \cdot c \cdot |T_f - T_i| + m \cdot c \cdot (\varepsilon T_f + \varepsilon T_i)$$

Resultados de masa y volumen para cada líquido:

$$V_{\text{agua}} = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots)$$

$$V_{\text{alcohol}} = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots)$$

$$m_{\text{agua}} = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots)$$

$$m_{\text{alcohol}} = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots)$$

t (min)	ϵt (min)	T_{agua} (°C)	ϵT_{agua} (°C)	T_{alcohol} (°C)	$\epsilon T_{\text{alcohol}}$ (°C)	Q (cal)	ϵQ (cal)
0.00							
1.00							
2.00							
3.00							
4.00							
5.00							
6.00							
7.00							

Tabla I: mediciones de las temperaturas del agua y del alcohol en intervalos de un minuto.

Fecha: __/__/__

Año y división: _____

Grupo: _____

Firma del ayudante: _____