



## Práctica 12: CALENTAMIENTO ELÉCTRICO DEL AGUA

### 1 Objeto de la práctica

En esta práctica se determina el calor específico del agua a partir de la medida de la variación de la temperatura producida por el calor que desprende una resistencia eléctrica.

### 2 Fundamento teórico

#### 2.1 Calor y variación de temperatura

Cuando en un sistema formado por una cierta cantidad de una sustancia entra una determinada cantidad de calor, éste puede emplearse en realizar trabajo o aumentar la energía interna. A su vez, el aumento de energía interna se manifiesta o como un cambio de fase o como un aumento de temperatura.

Si el trabajo es nulo y no hay cambio de fase, el resultado es un incremento de temperatura proporcional a la cantidad de calor que entra

$$Q = C \Delta T = C (T - T_0)$$

aquí  $C$  es la capacidad calorífica del sistema y  $\Delta T = T - T_0$  el incremento de temperatura respecto a la temperatura inicial  $T_0$ .

En el caso de una sustancia pura, como el agua, si la masa  $m$  de sustancia es conocida, esta expresión puede escribirse como

$$Q = mc(T - T_0)$$

siendo  $c$  el llamado *calor específico* (del agua, en este caso).

#### 2.2 Potencia eléctrica

Una resistencia eléctrica disipa calor por efecto Joule. La potencia disipada cumple

$$P = I^2 R = I \Delta V$$

siendo  $I$  la intensidad de corriente que circula por la resistencia y  $\Delta V$  la diferencia de potencial entre sus extremos.

En una situación de corriente continua esta potencia es constante, por lo que el calor producido en un intervalo de tiempo es proporcional a la duración  $t$  del intervalo

$$Q = Pt = I \Delta V t$$

En una corriente alterna, la intensidad y el voltaje dependen del tiempo, por lo que para hallar la cantidad de calor producido es necesario integrar la potencia. Sin embargo, si el tiempo de operación es mucho mayor que el periodo de la corriente alterna, esta cantidad de calor se puede hallar de forma muy parecida

$$Q = Pt = I_{ef} \Delta V_{ef} t$$

donde el subíndice “ef” se refiere a que son los llamados *valores eficaces*. Estos valores son los que miden los voltímetros y amperímetros de corriente alterna, por lo que el resultado es una expresión completamente análoga a la de corriente continua.

### 2.3 Cálculo del calor específico

Combinando las dos expresiones queda la relación

$$P t = mc(T - T_0) \quad \text{siendo} \quad P = I_{ef} \Delta V_{ef} \quad (1)$$

Teniendo en cuenta que  $T - T_0 = \theta - \theta_0$ , donde  $T$  está expresado en Kelvin y  $\theta$  en °C, se puede despejar la temperatura  $\theta$ :

$$\theta = \theta_0 + \frac{P}{mc} t \quad (2)$$

## 3 Descripción del instrumental

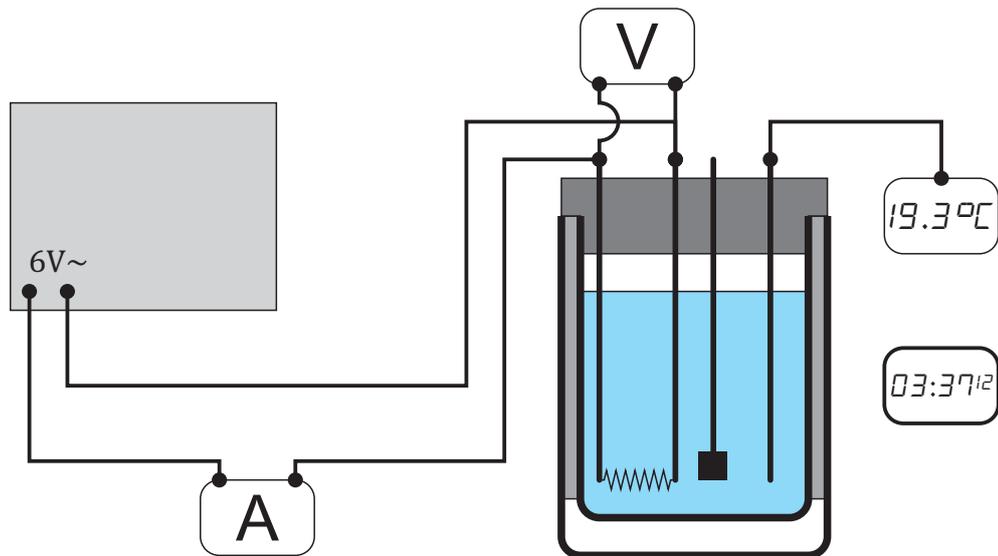
El material preciso para la realización de esta práctica es:

- Un generador de corriente alterna
- Una resistencia calefactora
- Un calorímetro formado por dos recipientes de vidrio aislados térmicamente, con tapa
- Una probeta graduada
- Un termómetro digital con sonda
- Amperímetro de corriente alterna
- Voltímetro de corriente alterna
- Cronómetro
- Un agitador
- Cables de conexión
- Papel secante

## 4 Medidas en el laboratorio

**Aviso: Nunca debe conectarse la corriente en la resistencia en ausencia de agua. ¡Se quema la resistencia!**

1. Verifíquese que el calorímetro no contiene agua y está seco. Si es preciso, vacíese y séquese.
2. Con ayuda de la probeta, llénese el calorímetro con 250 cm<sup>3</sup> de agua del grifo. Tenga en cuenta el número de veces que se usa la probeta a la hora de hallar la incertidumbre de esta cantidad.
3. Colóquese la tapa del calorímetro, en cuyos cuatro orificios deben encontrarse la entrada y salida de la resistencia calefactora, la sonda del termómetro y el agitador.
4. Móntese el circuito simple de la figura, en el que la corriente sale de la fuente de alterna a **6 V**, pasa por el amperímetro y la resistencia y vuelve a la fuente. En paralelo a la resistencia se coloca el voltímetro.
5. Póngase el amperímetro en la escala de 3 A de CA y el voltímetro en la de 10 V de CA.



6. Póngase a cero el cronómetro.
7. Enchufe la fuente.
8. Árránquese el cronómetro al mismo tiempo que se enciende la fuente de tensión y anótese la temperatura en este instante inicial ( $\theta_0$ ).
9. Para cada minuto desde 1 minuto hasta 15 min, tómese nota de la temperatura  $\theta$  (en  $^{\circ}\text{C}$ ) del agua.  
**Importante:** Entre medida y medida remuévase el agua para homogeneizar la distribución de temperaturas.
10. Antes de finalizar las medidas, tómese nota del voltaje y la corriente.
11. Acabadas las medidas, **apáguese** la fuente, quite la tapa del calorímetro con cuidado y **vacíese** secándolo posteriormente.

## 5 Análisis de los datos

1. Calcúlese la potencia eléctrica de la resistencia según la ecuación (1)

$$P = I_{\text{ef}} \Delta V_{\text{ef}}$$

2. Representétese en la gráfica de todos los puntos experimentales de la temperatura como función del tiempo.
3. Descartando los 5 primeros datos, hállese la recta de mejor ajuste de la temperatura como función del tiempo desde  $t = 5$  min hasta  $t = 15$  min (mídase el tiempo en segundos).

$$\theta = a + bt$$

Comparando esta ecuación con la (2), la ordenada en el origen y la pendiente equivalen a

$$a = \theta_0 \quad b = \frac{P}{mc}$$

En la gráfica de los puntos experimentales añádase la recta de mejor ajuste. Téngase cuidado con que no equivale a la “línea de tendencia” del conjunto completo de puntos, debido a los datos descartados.

4. A partir de la recta de mejor ajuste, calcúlese el valor experimental del calor específico del agua como

$$c_{\text{exp}} = \frac{P}{mb}$$

5. El valor real del calor específico del agua a 25 °C es

$$c_{\text{real}} = 4.182 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

¿Cuánto vale el error relativo cometido en esta práctica?

$$\epsilon = \frac{|c_{\text{exp}} - c_{\text{real}}|}{c_{\text{real}}}$$

## 6 Cuestiones relativas a la práctica

1. ¿A qué factores puede deberse la diferencia entre el calor específico experimental y el real?
2. De acuerdo con el fundamento teórico, la ordenada en el origen de la recta de mejor ajuste debería ser igual a la temperatura inicial del agua. ¿Es así? Si no lo es, ¿a qué puede deberse la diferencia?