

## L'EQUIVALENTE IN ACQUA DEL CALORIMETRO

L'uso del calorimetro permette di aumentare la precisione degli esperimenti di termologia perché esso riduce di molto gli scambi di calore tra il sistema e l'esterno. Esiste, però, un'altra fonte di errore: il calorimetro stesso (compreso il termometro e l'agitatore), che *assorbe* calore e falsa, così, i risultati sperimentali.

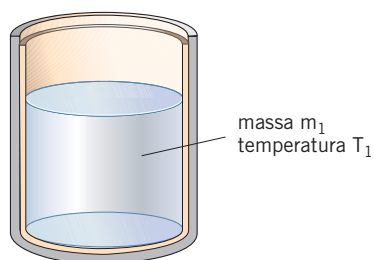
Dal momento che, di solito, il liquido contenuto nel calorimetro è acqua, è comodo definire l'*equivalente in acqua del calorimetro*:

**l'equivalente in acqua del calorimetro** è quella massa di acqua che assorbirebbe lo stesso calore che viene sottratto dal calorimetro e dagli altri oggetti contenuti in esso.

In definitiva, la presenza del calorimetro, del termometro e dell'agitatore provoca lo stesso affetto che si avrebbe se avessimo posto in un calorimetro ideale (che non esiste, ma che possiamo utilizzare nei nostri ragionamenti) una quantità di acqua maggiore di quella che realmente vi si trova.

Come è possibile trovare in maniera sperimentale l'equivalente in acqua  $m_c$  del calorimetro con il quale stiamo lavorando? Il metodo che proporremo utilizza le stesse idee che abbiamo già usato per determinare la temperatura di equilibrio di una miscela nel paragrafo 4 del capitolo «Il calore».

Per prima cosa, versiamo nel calorimetro una quantità  $m_1$  di acqua, aspettiamo che questa raggiunga l'equilibrio termico con il calorimetro, e misuriamo la sua temperatura  $T_1$ .



**Figura 1** Preparazione dell'acqua fredda nel calorimetro.

Poi scaldiamo una seconda massa  $m_2$  di acqua alla temperatura  $T_2$  e la versiamo nel calorimetro che già conteneva l'acqua alla temperatura  $T_1$ . Infine misuriamo la temperatura di equilibrio  $T_e$  raggiunta dalla miscela.



**Figura 2** Aggiunta dell'acqua calda.

Il calore ceduto dall'acqua calda è

$$Q_2 = cm_2(T_e - T_2),$$

quello assorbito dall'acqua fredda è

$$Q_1 = cm_1(T_e - T_1)$$

e quello assorbito dal calorimetro è dato, per definizione, dalla relazione

$$Q_c = cm_c(T_e - T_1).$$

In tutte e tre le formule compare il calore specifico  $c$  dell'acqua. Per la conservazione dell'energia vale la relazione

$$Q_1 + Q_c + Q_2 = 0,$$

da cui si ottiene l'equazione

$$cm_1(T_e - T_1) + cm_c(T_e - T_1) + cm_2(T_e - T_2) = 0.$$

Dividendo entrambi i membri per  $c$  e isolando il termine con  $m_c$  otteniamo:

$$m_c(T_e - T_1) = -m_2(T_e - T_2) - m_1(T_e - T_1)$$

cioè

$$m_c(T_e - T_1) = m_2(T_2 - T_e) - m_1(T_e - T_1).$$

Ora basta dividere entrambi i membri dell'equazione precedente per il binomio  $(T_e - T_1)$  e otteniamo

$$m_c = m_2 \frac{(T_2 - T_e)}{(T_e - T_1)} - m_1 \quad (1)$$

Una volta trovato l'equivalente in acqua del nostro calorimetro, possiamo scriverlo nei nostri appunti (o su una etichetta incollata sul calorimetro stesso) e utilizzarlo in tutti gli esperimenti che dovremo eseguire.

### Temperatura Celsius

Come sempre le differenze di temperatura che compaiono nella formula (1) si possono esprimere indifferentemente in Kelvin o in gradi Celsius.

# ESERCIZI

## DOMANDE SUI CONCETTI

**1** ★★★ Un calorimetro contiene 140 g di acqua alla temperatura di 21,4 °C. Aggiungendo 210 g di acqua, inizialmente alla temperatura di 77,5 °C, il sistema si porta alla temperatura di equilibrio pari a 49,2 °C.

► Calcola il valore dell'equivalente in acqua del calorimetro. [74 g]

**2** ★★★ In un calorimetro che conteneva 150 g di acqua alla temperatura di 19,6 °C è inserito un blocchetto di ottone (calore specifico 380 J/(kg · K)) della massa di 710 g inizialmente alla temperatura di 64,9 °C. Il sistema si porta alla temperatura di equilibrio di 32,8 °C.

► Quanto vale la quantità di energia assorbita dal calorimetro? [ $3,7 \times 10^2$  J]

**3** ★★★ Un calorimetro, il cui equivalente in acqua vale 37 g, si trova in equilibrio con la temperatura ambiente di 22,2 °C. Poi vengono versati in esso 100 g di acqua alla temperatura di 11,3 °C, dopo di che il calorimetro viene chiuso.

Determina la temperatura di equilibrio a cui si porta il sistema. [14,2 °C]

**4** ★★★ L'equivalente in acqua di un calorimetro vale 31 g. In esso sono miscelati 140 g di acqua alla temperatura ambiente di 18,6 °C e 120 g di acqua scaldata a 61,1 °C.

► Quanto vale la temperatura di equilibrio a cui si porta il sistema?

[36,1 °C]

**5** ★★★ L'equivalente in acqua di un calorimetro vale 23 g. Esso contiene 92 g di acqua e tutto il sistema è in equilibrio alla temperatura di 20,6 °C. Successivamente, nel calorimetro è inserita una sfera di rame (densità 8920 kg/m<sup>3</sup>, calore specifico 387 J/(kg · K)) di raggio pari a 2,10 cm e alla temperatura di 51,9 °C.

► Calcola la temperatura di equilibrio a cui si porta il sistema.

[27,4 °C]