



## Il calorimetro

Il calorimetro è uno strumento che permette di misurare la quantità di calore ceduta o assorbita durante una reazione chimica.

Per determinare il potere di combustione delle sostanze si utilizza il **calorimetro a bomba calorimetrica** (detta anche **bomba Mahler**). La bomba calorimetrica è un piccolo reattore chimico; si tratta di un contenitore a chiusura ermetica fatto d'acciaio, che non consente la fuoriuscita dei prodotti ed è in grado di sopportare forti pressioni (fino a quasi 100 atm). La

bomba calorimetrica è immersa in una grande quantità di acqua distillata contenuta in un **cestello** (un vaso con intercapedine d'aria). Le pareti del cestello e la bomba calorimetrica stessa sono **adiabatiche**, cioè non permettono lo scambio di calore con l'ambiente esterno. Il **campione** della sostanza di cui si vuole determinare il calore di combustione viene posto all'interno della bomba all'interno di una piccola capsula di porcellana posizionata sul fondo a contatto con una resistenza elettrica. Per far avvenire la combustione viene immesso nel reattore **ossigeno puro** a circa 25 atm e viene fatta passare **corrente elettrica** attraverso il filamento che, diventando rovente, brucia facendo innescare la reazione di combustione, che genera calore (reazione esotermica). Il **calore** generato dalla combustione provoca un aumento di temperatura dell'acqua (in cui la bomba risulta immersa), misurata grazie a un termometro il cui bulbo è posto nel bagno d'acqua. La temperatura dell'acqua risulta la stessa in ogni punto (omogenea) grazie a un agitatore posto al suo interno. Le pareti della bomba, a differenza di quelle del cestello per l'acqua, non sono adiabatiche, perché devono permettere la conduzione del calore. L'acqua, per effetto del calore provocato dalla combustione, varia la sua temperatura portandosi da quella iniziale  $T_{in}$  a quella finale  $T_{fin}$ ; è ben noto infatti che, quando due corpi a differente temperatura vengono messi a contatto, si genera un flusso di calore dal corpo più caldo al corpo più freddo (la bomba dove avviene la reazione di combustione rappresenta il corpo caldo mentre l'acqua il corpo freddo).  $T_{fin}$  rappresenta la temperatura di equilibrio del sistema e cioè la temperatura raggiunta dall'acqua (in equilibrio termico con le pareti della bomba) alla fine della reazione.

Si può da qui ricavare la quantità di calore  $Q$  emessa durante la combustione grazie alla **legge fondamentale della termologia** che mette in relazione **calore e temperatura**. Tale legge afferma che la **quantità di calore ( $Q$ )** che occorre somministrare (o sottrarre) a un corpo di **massa  $m$**  per fare innalzare (o diminuire) la sua **temperatura ( $T$ )** si esprime come:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

dove

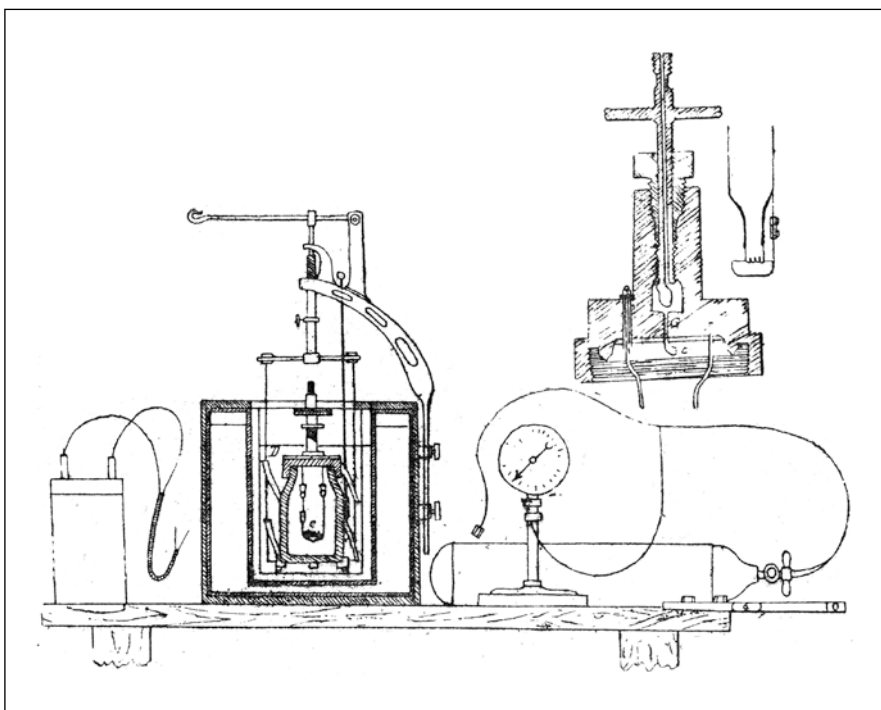
$m$  = massa del corpo considerato

$c_p$  = calore specifico del corpo (caratteristica di ogni sostanza)

$\Delta T = (T_{fin} - T_{in})$  = differenza di temperatura: temperatura finale - temperatura iniziale.

Per **calore specifico ( $c_p$ )**, si intende la quantità di energia assorbita (o ceduta) da 1 g di sostanza per aumentare (o diminuire) la sua temperatura di 1 °C (o 1 K) ed è una proprietà intensiva (J/kg · K).

La legge fondamentale della termologia permette di ricavare la quantità di calore  $Q$  emessa durante la reazione di combustione nel calorimetro, poiché nella formula sono noti sia la



Uno dei primi calorimetri.



massa d'acqua contenuta nel calorimetro ( $m$ ), sia il calore specifico dell'acqua ( $c_p$ ), sia la differenza di temperatura dell'acqua ( $T_{fin} - T_{in}$ ):

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_{fin} - T_{in})$$

In realtà questa formula non è del tutto corretta perché, oltre all'acqua, assorbono il calore di combustione della sostanza anche le altre componenti del calorimetro come il contenitore, il termometro, l'agitatore, ecc., che si porteranno alla stessa temperatura finale  $T_{fin}$ . Bisogna quindi tenere conto della **capacità termica** ( $C$ ) che rappresenta la quantità di energia assorbita (o ceduta) da un corpo necessaria per aumentare (o diminuire) la sua temperatura di  $1^\circ\text{C}$  (o  $1\text{ K}$ ) ed è una proprietà estensiva ( $\text{J/K}$ ) perché dipende sia dal materiale di cui il corpo è costituito sia dalla sua massa. La capacità termica e il calore specifico sono legati dalla seguente relazione:

$$C = m \cdot c_p$$

Tenendo quindi conto con il parametro  $C$  della capacità termica di tutto il calorimetro (determinato mediante apposita taratura), applicando la legge fondamentale della termologia la formula corretta è:

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_{fin} - T_{in}) + C \cdot (T_{fin} - T_{in})$$

Una delle tante applicazioni del calorimetro a bomba calorimetrica è la misura dell'apporto energetico rilasciato dagli alimenti.