



# I principi della termodinamica

## Principio zero della termodinamica

Due corpi a contatto termico sono in equilibrio termico quando tutte le variazioni delle grandezze che si possono osservare sono nulle.

Se un corpo A è in equilibrio termico con un corpo B e B è in equilibrio termico con un corpo C, allora A e C sono in equilibrio termico tra loro. Questo fatto è così "naturale" da essere considerato verità indiscutibile. Questo risultato deve considerarsi come una legge di natura e costituire il principio zero della termodinamica.

Da ciò deriva che, misurando la temperatura di un sistema, si deve aspettare che il termometro e il sistema siano in equilibrio termico tra loro, cioè abbiano la stessa temperatura (il termometro infatti misura sempre la propria temperatura). Il principio zero permette di spiegare la procedura di **confronto tra le temperature di due sistemi** che si attua generalmente, ovvero: due sistemi che sono in equilibrio termico hanno la stessa temperatura perché entrambi risultano in equilibrio termico con lo stesso termometro.

## Primo principio della termodinamica

Si prende ora in esame il processo che permette di trasformare il calore (energia termica) in lavoro (energia meccanica).

Per fare ciò, si può utilizzare un cilindro contenente del gas perfetto. Il cilindro è chiuso, nella parte superiore, da un pistone mobile su cui sono posti alcuni pesi che hanno lo scopo di equilibrare la forza di pressione esercitata dal gas. Riscaldando il cilindro con una sorgente di calore il gas aumenta di volume, sollevando il pistone.

Poiché il gas esercita una forza sul pistone, spostandolo, compie lavoro: ciò significa che il calore fornito al gas si è trasformato in lavoro meccanico.

Misurando i valori del calore e del lavoro si può notare, però, che il lavoro ottenuto con lo spostamento del pistone è minore del calore speso per far dilatare il gas. Ciò accade perché una parte del calore è stata trattenuta dal gas ed è servita ad aumentare la sua energia interna ( $U$ ).

Pertanto, si può enunciare il **primo principio della termodinamica**: in ogni trasformazione, il calore fornito al sistema è uguale alla somma ottenuta dal lavoro compiuto dal sistema e dalla variazione della sua energia interna.  $Q = L + \Delta U$ .

Nella formula:

- $Q$  è l'energia fornita dall'ambiente al sistema sotto forma di calore;
- $L$  è il lavoro compiuto durante la trasformazione;
- $U_1$  è l'energia interna iniziale del gas;
- $U_2$  è l'energia interna finale del gas;
- $\Delta U = (U_2 - U_1)$  è la variazione di energia interna del gas, con  $U_1$  quale energia interna iniziale del gas e  $U_2$  quale corrispondente energia finale.

Il primo principio della termodinamica afferma che è sempre possibile spendere calore e ottenere lavoro e viceversa. In tal senso è da intendersi la formulazione del **principio di conservazione dell'energia**.

## Secondo principio della termodinamica

Il secondo principio della termodinamica stabilisce alcune limitazioni alla trasformazione di calore in lavoro sulla base del fatto che, mentre è sempre possibile trasformare completamente il lavoro in calore, il procedimento inverso, cioè la trasformazione completa di calore in lavoro, non lo è.

Per comprendere appieno questa affermazione, è sufficiente pensare a quando un treno frena: in questo caso, il lavoro meccanico è trasformato in calore, che viene poi ceduto per attrito ai ceppi frenanti. Non è possibile, invece, mettere in funzione il treno fornendo calore ai ceppi. Come si può comprendere da questo semplice esempio, le **trasformazioni** di lavoro meccanico

in calore sono **irreversibili**, cioè non possono dare origine alla situazione contraria (in altre parole, non comprendono il “viceversa”).

Il **secondo principio della termodinamica** regola dunque la conversione di calore in lavoro e può essere enunciato in due modi differenti: attraverso l’enunciato di Clausius (1822-1888) e attraverso l’enunciato di Kelvin.

I due enunciati sono due diverse formulazioni di uno stesso principio.

**Enunciato di Clausius.** Afferma che è impossibile compiere una trasformazione il cui unico risultato sia il passaggio di calore da un corpo che si trova a una certa temperatura a un altro a temperatura più alta.

**Enunciato di Kelvin.** Afferma che è impossibile operare una trasformazione il cui unico risultato sia quello di trasformare in lavoro il calore tratto da una sorgente a temperatura uniforme.

S. Gullace  
B. Pisani  
Tecniche e  
tecnologie  
negli impianti  
termoidraulici

