

SISTEMI TERMODINAMICI

Ricordando:

$$L_{AB}^{(f.n.c.)} + E_{MA} = E_{MB}$$

si osserva immediatamente come le forze non conservative che agiscono da A a B possono aumentare (se $L_{AB}^{(f.n.c.)} > 0$, per es. forze motrici) o diminuire (se $L_{AB}^{(f.n.c.)} < 0$, per es. attriti) l'energia meccanica del sistema. In quest'ultimo caso si parla di forze dissipative. *Si riscontra sperimentalmente che fenomeni dissipativi sono sempre accompagnati da fenomeni di riscaldamento.*

La TERMODINAMICA si occupa di descrivere i fenomeni di riscaldamento e la loro relazione con i fenomeni meccanici o, più in generale, con altre forme di energia. Un sistema fisico sufficientemente grande da essere osservabile direttamente dai nostri sensi è detto "sistema macroscopico". Un sistema macroscopico è costituito da un numero grandissimo di costituenti (dell'ordine di 10^{23}) microscopici (atomi, molecole). Non è tuttavia possibile descrivere il comportamento di un sistema macroscopico specificando lo stato di moto di ciascuno dei suoi costituenti microscopici; piuttosto si ricorre a parametri macroscopici di insieme, che descrivono le caratteristiche utili del sistema nel suo complesso o di porzioni di esso. Tali parametri sono detti "*variabili termodinamiche*" o "*coordinate termodinamiche*" o "*parametri di stato*": esempi familiari in tal senso sono il volume, la pressione, la temperatura, la densità, la concentrazione in una soluzione ecc... *In generale il valore dei vari parametri di stato è riconducibile ai valori medi di opportune proprietà microscopiche* (per esempio la temperatura, parametro macroscopico, è legata all'energia cinetica media delle particelle).

Un SISTEMA TERMODINAMICO è un sistema macroscopico descritto attraverso parametri di stato. Un sistema viene detto:

- *Aperto*: se può scambiare sia materia che energia con l'ambiente ad esso esterno
- *Chiuso*: se può scambiare energia ma non materia con l'ambiente
- *Isolato*: se non può scambiare né materia né energia con l'ambiente

E' chiaro che un sistema *non isolato* può scambiare materia oppure energia con l'esterno. I sistemi con cui un sistema non isolato scambia energia sono detti sue *sorgenti*.

STATI DI EQUILIBRIO TERMODINAMICO

Lo stato di un sistema termodinamico è noto quando è noto il valore che i parametri di stato hanno in ogni punto del sistema. Se il valore dei parametri di stato è costante nel tempo, lo stato si dice *stazionario*. Si dice che un sistema termodinamico chiuso è in uno *stato di equilibrio termodinamico* quando si siano realizzati:

- l'equilibrio meccanico
- l'equilibrio termico
- l'equilibrio chimico.

Un sistema termodinamico, se lasciato isolato per un tempo sufficientemente lungo, raggiunge uno stato di equilibrio termodinamico.

E' argomento della termodinamica lo studio dei meccanismi attraverso i quali lo stato di un sistema macroscopico può essere fatto variare. Tali meccanismi possono essere di varia natura: lavoro di forze d'attrito, di reazioni chimiche, di passaggio di corrente elettrica ecc... In particolare, quando la variazione dello stato del sistema avviene per *interazione con corpi a temperatura diversa*, si parla di scambio di *calore*.

TRASFORMAZIONI TERMODINAMICHE

Quando un sistema termodinamico cambia stato (cioè cambia il valore dei suoi parametri nel tempo), si dice che il sistema subisce una *trasformazione*. Definiamo di seguito alcune importanti categorie di trasformazioni:

- *Trasformazioni fra stati di equilibrio*: sono così chiamate quelle trasformazioni che portano il sistema da uno stato iniziale di equilibrio a uno stato finale anch'esso di equilibrio. La *termodinamica degli stati di equilibrio* si occupa delle relazioni che intercorrono fra i parametri negli stati iniziale e finale e l'energia scambiata durante la trasformazione, disinteressandosi però della descrizione del sistema mentre la trasformazione ha luogo.
- *Trasformazioni cicliche*: se lo stato finale coincide con lo stato iniziale.
- *Trasformazioni quasi statiche*: trasformazioni durante le quali il sistema passa **solo** attraverso stati di equilibrio. Bisogna precisare che le trasformazioni reali non sono mai rigorosamente quasi statiche (vedi per es. la compressione di un gas) perché proprio il fatto che una trasformazione avvenga è segno che qualcosa non è in equilibrio! Tuttavia, più la trasformazione è lenta e più ci si avvicina ad una situazione di quasi staticità.
- *Trasformazioni adiabatiche*: quelle che avvengono senza scambio di calore con l'ambiente esterno al sistema.
- *Trasformazioni isocore, isobare, isoterme*: trasformazioni durante le quali restano costanti rispettivamente il volume, la pressione e la temperatura.
- *Trasformazioni reversibili*: se è possibile eseguire (praticamente o anche solo concettualmente) una trasformazione (come nella moviola) che riporti sia il sistema che l'ambiente allo stato iniziale, seguendo a ritroso la stessa sequenza di stati intermedi della trasformazione diretta. Le trasformazioni reali, però, comportano sempre un qualche grado di irreversibilità (per esempio presenza inevitabile di attriti ecc...).
- *Trasformazioni irreversibili*: se non sono sequenze di infiniti stati di equilibrio o subentrano effetti dissipativi (tipo attriti). Dunque una trasformazione, per essere reversibile, deve svolgersi in modo quasi statico e senza apprezzabili effetti dissipativi.
- *Trasformazioni spontanee*: si hanno quando un sistema è lasciato isolato partendo da uno *stato lontano dall'equilibrio*; in tal caso il sistema compie una trasformazione portandosi spontaneamente in uno stato di equilibrio.
- *Trasformazioni lontane dall'equilibrio*: si hanno quando il sistema rimane sempre lontano dall'equilibrio e ciò accade di norma quando il sistema è aperto. Caso tipico è quello dei sistemi viventi, ma ci si rende facilmente conto che tutte le trasformazioni naturali, a rigore, riguardano sistemi non in equilibrio.