

# TERMODINAMICA 1

## STATI DI AGGREGAZIONE DELLA MATERIA

La materia si può presentare in stati diversi, caratterizzati da un differente grado di aggregazione:

- lo **stato solido**, dove le molecole/atomi componenti sono molto legati fra loro e poco/nulla liberi di muoversi indipendentemente l'uno dall'altro; in tale stato la materia mantiene una forma fissa e può essere studiata a livello statico/dinamico discutendo l'equilibrio/moto del suo centro di massa, nell'approssimazione di corpo rigido, e le sue eventuali rotazioni
- lo **stato liquido**, dove le molecole/atomi sono più libere di muoversi e tendono a aggregarsi in condensazioni più o meno grandi, libere di scivolare l'una rispetto all'altra; un liquido tende ad occupare il recipiente che lo contiene, sotto l'azione della forza di gravità;
- lo **stato gassoso**, dove le molecole/atomi sono molto rarefatte e molto indipendenti fra loro; un gas tende ad occupare tutto il volume a sua disposizione, risentendo debolmente della gravità (a causa della bassa densità); nell'approssimazione ideale di gas particolarmente rarefatto e lontano dal punto di liquefazione (vedi oltre) si parla di **gas perfetto** o **ideale**, in tal caso le particelle di gas sono davvero libere di muoversi in tutte le direzioni senza scontrarsi praticamente mai con altre particelle e senza risentire l'attrazione/repulsione delle altre particelle;
- c'è anche un quarto stato della materia, il **plasma**, che è un gas di particelle ionizzate, cioè di atomi/molecole carichi positivamente/negativamente per la perdita/acquisto di elettroni (tipicamente a causa delle collisioni ad alte energie con altri atomi/molecole).

Nello studio della dinamica e della statica ci si concentra sui solidi, sia nell'approssimazione di corpo puntiforme (o *punto materiale*) che nell'approssimazione di *corpo rigido*. Per discuterne l'equilibrio o il movimento è sufficiente (per quanto a volte magari anche molto complesso) scegliere un sistema di riferimento opportuno e studiare le forze in gioco. Lo stato di un tale corpo può in generale essere descritto da tre coordinate per la posizione e da altre tre coordinate per la sua velocità (o quantità di moto), nelle tre direzioni.

Tale trattazione cessa di essere praticabile quando si ha a che fare con sistemi composti da molte particelle, magari libere di muoversi indipendentemente l'una dall'altra, e per le quali sarebbe necessario seguire l'andamento di  $6N$  variabili (3 per la posizione e 3 per la velocità di ciascuna delle  $N$  particelle). E' questo il caso quando si tratta di studiare la statica o la dinamica dei liquidi e dei gas (indicate genericamente col termine di **fluidi**). Per tali sistemi si cerca invece di dare almeno una trattazione globale, statistica, del sistema nel suo complesso, identificando quelle che sono delle grandezze fisiche opportune in tal senso.

La statica o la dinamica dei fluidi in generale sono l'oggetto dell'*idrostatica* e della *idrodinamica*, e si considerano i concetti macroscopici di pressione, densità, portata, etc. Quando però si considera anche l'eventuale riscaldamento/raffreddamento del fluido, e in particolare di un gas perfetto, si parla più propriamente di **termodinamica** e le grandezze macroscopiche utili a descrivere il sistema vengono dette *variabili termodinamiche*.

---

## **VARIBILI TERMODINAMICHE**

Le variabili termodinamiche necessarie per caratterizzare lo stato di un gas perfetto sono le seguenti:

- la **pressione  $p$** , cioè la forza perpendicolare alla superficie del recipiente contenente il gas stesso, esercitata dalle particelle di gas nel loro incessante moto in tutte le direzioni, divisa per l'area della superficie stessa; la pressione si misura quindi in  $N/m^2$ , che si abbrevia col simbolo *Pa* (Pascal); si noti che all'equilibrio la pressione esercitata sul gas dall'esterno (per esempio dall'aria, da un pistone, da dei pesetti etc)

sarà uguale alla pressione del gas stesso (altrimenti il gas si espanderebbe o si contrarrebbe e non saremmo all'equilibrio); altre unità di misura usate storicamente (e ancora ai giorni nostri) sono l'atmosfera ( $1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) e il bar ( $1000 \text{ bar} = 1 \text{ atm}$ ).

- la **temperatura T**, che è una misura dell'energia cinetica media delle particelle (tramite una formula un po' complicate che non riportiamo qui) e si misura in gradi K (Kelvin, vedi oltre); è la grandezza che si può misurare direttamente analizzando la dilatazione di liquidi o gas (ma anche di solidi) a contatto con un certo materiale che viene riscaldato (per esempio da una fiamma); storicamente, prima del K, si usava (e si usa ancora oggi) il grado °C (Celsius) definito ponendo  $0^\circ\text{C}$  dove ghiaccia l'acqua e  $100^\circ\text{C}$  dove essa evapora (in entrambi i casi a pressione atmosferica), misurati segnando la dilatazione corrispondente del mercurio (o di altro fluido) in un tubo.
- Il **volume V** occupato dal gas, pari al volume del contenitore, che si misura in  $\text{m}^3$ ; storicamente viene anche dato in L (o Lt), cioè in litri: ricordiamo che  $1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 0,001\text{m}^3$ .
- Il **numero di moli n**, che è una misura della quantità di materia in esame, cioè in ultima analisi del numero di particelle in gioco; la mole è definito ponendo che una mole di un dato elemento (H, C, O o anche  $\text{H}_2\text{O}$ , CO etc) contenga esattamente un numero di Avogadro ( $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ ) delle date particelle, cioè  $n = N/N_A$ ; si può anche dimostrare che una mole di un dato elemento ha una massa (detta *massa molare M*) che in grammi è esattamente pari al numero atomico *A* (a parte qualche decimale) del dato elemento (o somma dei numeri atomici degli atomi componenti la molecola); ricordiamo che il numero atomico di un elemento è il numero di nucleoni (cioè protoni e neutroni) nel suo nucleo (e.g.  $A_{\text{H}} = 1$ ,  $A_{\text{He}} = 4$ ,  $A_{\text{C}} = 12$  etc); si ha quindi un'altra espressione possibile per il numero di moli:  $n = m/M$  (con  $m$ =massa in grammi della data sostanza).