
Corso: Termodinamica classica/Continuazione della Meccanica e Primo principio/Sistemi termodinamici e trasformazioni reversibili o quasi statiche

1 Sistema termodinamico standard

Il sistema termodinamico standard che useremo come modello per quasi tutto il corso è un cilindro rigido, con pareti che possono essere o no isolate termicamente (se lo sono, le chiameremo **pareti adiabatiche**), contenente un gas; il cilindro è chiuso da un pistone mobile, che può quindi aumentare o diminuire il volume del gas all'interno del cilindro.

Schiacciando il pistone mobile, compiamo lavoro sul nostro sistema. Empiricamente, osserviamo un **innalzamento della temperatura**. Dal punto di vista dinamico, il lavoro che compiamo sul sistema si trasferisce alle particelle di cui esso è composto, le quali aumentano le loro velocità. È quindi evidente la correlazione che esiste tra la temperatura del sistema e le velocità delle sue particelle: possiamo quindi definire la temperatura come *quel parametro che indica l'agitazione termica di un sistema*, dove con "agitazione termica" intendiamo il moto caotico delle sue particelle.

A tal proposito, ricordiamo che la velocità media delle particelle è **nulla**, anche perché, se non lo fosse, il gas dovrebbe muoversi e andare da qualche parte, ma resta fermo nel nostro bel cilindro sigillato. La loro **velocità quadratica media**, invece, è diversa da zero, infatti le particelle non sono mai ferme.

Il numero delle particelle del gas dipende dalle moli di gas considerato; inoltre, per poter descrivere cinematicamente il moto di ogni particella, avremmo bisogno di **6N** parametri, 3 per la posizione e altrettanti per gli angoli di inclinazione del moto. Già da questo, risulta evidente che studiare il moto di ogni singola particella analiticamente porta al suicidio cerebrale; questo obiettivo se lo pone la fisica computazionale, sfruttando le capacità di calcolo dei computer.

Per quanto riguarda la fisica classica, non si va a studiare le condizioni *microscopiche* del sistema, ma andiamo a osservare quelle *macroscopiche*: t, p, V ovvero temperatura, pressione e volume. Una definizione di temperatura, molto qualitativa, è data sopra; per quanto riguarda il volume, non dovrebbero esserci problemi o incomprensioni, ricordando che $V = m \cdot \rho$. L'espressione della pressione può



essere scritta come $p = \frac{|d\vec{F}|}{dS}$, ripresa dalla fluidodinamica. Queste tre variabili saranno al centro di tutto il corso di termodinamica, e gli esercizi consisteranno, spesso, nel dover ricavare la funzione di una di queste, o espressioni da queste derivanti, come calore o energia.

2 Trasformazioni reversibili e/o quasi statiche

Supponiamo ora di avere il nostro sistema termodinamico standard in uno stato di equilibrio, dove quindi le tre variabili t, p, V restano costanti se il sistema è lasciato, isolato, a sé stesso. Chiameremo **trasformazione** qualsiasi fenomeno che alteri l'equilibrio termodinamico del sistema, portando il sistema da uno stato di equilibrio A a un secondo stato di equilibrio B .

Esistono diverse trasformazioni possibili: alcune di queste mantengono una delle tre variabili costante, osservando come variano le altre due; altre avvengono in particolari casi di isolamento termico. Definiamo adesso due tipi di trasformazioni.

Definizione (Trasformazioni reversibili)

Diremo che una trasformazione che porta un sistema termodinamico da uno stato di equilibrio iniziale A a uno stato di equilibrio finale B è **reversibile** se è possibile percorrerla al contrario, ovvero tornare da B ad A passando esattamente per tutti gli stadi intermedi.

Una trasformazione reversibile può essere, per esempio, l'abbassamento del pistone del nostro sistema compiuto molto lentamente, facendo sì che il gas all'interno sia sempre in equilibrio termico. Dopo di ché, alleggeriamo gradualmente la pressione sul pistone, e osserviamo che il gas si espande, tornando esattamente al volume di partenza, il tutto reso possibile senza scatti eccessivi in compressione o dilatazione. Per far ciò, il gas deve trovarsi in stati di equilibrio intermedi per tutta la durata della trasformazione. In questo caso, la trasformazione non è solo reversibile, ma è anche **quasi statica**.

Definizione (Trasformazioni quasi statiche)

Una trasformazione quasi statica è una trasformazione che passa per stati di equilibrio, avviene generalmente in **tempi molto lunghi**, da cui deriva il nome.

Un'importante osservazione da fare è che una trasformazione reversibile (del nostro sistema termodinamico standard) è sempre quasi statica, mentre non è vero il contrario; facciamo un esempio di trasformazione quasi statica ma *irreversibile*. Invece del solito cilindro a pistone mobile, prendiamo come sistema termodinamico una scatola chiusa e termicamente isolata, al cui interno gira una ruota, senza attriti con le pareti. Abbassando lentamente e gradualmente un freno, che rallenta il moto rotatorio della ruota, la portiamo fino a quando non si ferma completamente. Osserviamo, alla fine di questo processo, un innalzamento della temperatura all'interno della scatola. Se ora, con la stessa gradualità, rialziamo il freno dalla ruota, questa non riprenderà a girare. La trasformazione è quasi statica, ma non reversibile.

Se la ruota avesse ripreso a girare, si sarebbe potuto creare un *perpetuum mobile*,



ovvero una macchina a moto perpetuo, che assorbe calore dall'ambiente trasformandolo in calore. Ciò è reso impossibile, come vedremo, dal secondo principio della termodinamica.



3 Fonti per testo e immagini; autori; licenze

3.1 Testo

- **Corso:Termodinamica classica/Continuazione della Meccanica e Primo principio/Sistemi termodinamici e trasformazioni reversibili o quasi statiche** *Fonte:* https://it.wikitolearn.org/Corso%3ATermodinamica_classica/Continuazione_della_Meccanica_e_Primo_principio/Sistemi_termodinamici_e_trasformazioni_reversibili_o_quasi_statiche?oldid=50200 *Contributori:* Toma.luca95, Irene, Dan e Piff

3.2 Immagini

3.3 Licenza dell'opera

- [Project:Copyright Creative Commons Attribution Share Alike 3.0 & GNU FDL]
- [Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0](#)

