

LE LEGGI DEI GAS

“Giuseppe Frangiamore con la collaborazione di Gaetano Vinci”

Premessa

Lo stato fisico di un certo quantitativo di gas, di massa m , è caratterizzato da tre grandezze:

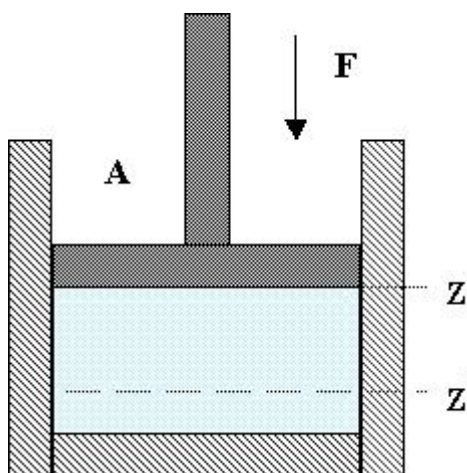
volume (V)

pressione (p)

temperatura (T)

Queste grandezze si chiamano variabili di stato del gas.

Se pensiamo al gas contenuto da un sistema cilindro + pistone, i valori del volume, della pressione e della temperatura di un gas possono essere facilmente modificati.



Infatti premendo sul pistone, diminuisce il volume dei gas e, di conseguenza, aumenta la sua pressione. Se la compressione avviene velocemente, si osserva che essa è accompagnata da un aumento di temperatura della massa gassosa. Facendo variare una delle grandezze caratteristiche del gas, in generale anche le altre subiscono dei mutamenti.

Si definiscono trasformazioni termodinamiche di un gas i processi che provocano un cambiamento dei valori delle sue variabili di stato.

Un gas subisce una trasformazione quando passa da uno stato iniziale caratterizzato determinati valori di pressione, volume e temperatura ad uno stato finale con nuovi valori delle variabili di stato.

L'equazione di stato dei gas perfetti

Occorre fare da subito una netta distinzione fra gas reali e gas ideali o perfetti.

Per il gas ideale si trascurano sia le dimensioni delle particelle di cui è costituito, sia le interazioni fra di esse. Un gas ideale pur comprimendo e diminuendo la sua temperatura non può mai passare allo stato liquido come invece avviene per i gas reali.

Per un gas perfetto la relazione pV/T rimane costante, qualunque sia la trasformazione subita dal gas, e dipende solo dal numero delle moli di gas che compiono la trasformazione.

Supponendo che il gas del nostro esempio sia un gas perfetto, prendendo in considerazione lo stato fisico del gas all'inizio (1) e alla fine (2) della trasformazione possiamo scrivere:

$$p_1V_1/T_1=p_2V_2/T_2$$

Il valore costante del rapporto pV/T viene scritto come prodotto nR fra il numero delle moli (n) e la costante universale dei gas (R), il cui valore, determinato sperimentalmente, è $8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$.

Con altre parole possiamo affermare che un gas perfetto è un gas che soddisfa sempre le seguente relazione, chiamata equazione di stato dei gas perfetti:

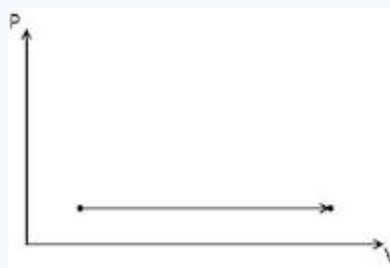
$$p V = n R T$$

Quando un gas subisce una trasformazione, in generale si modificano i valori della pressione, del volume e della temperatura, ma in ogni istante i valori di p , di V e di T sono legati fra loro dall'equazione di stato.

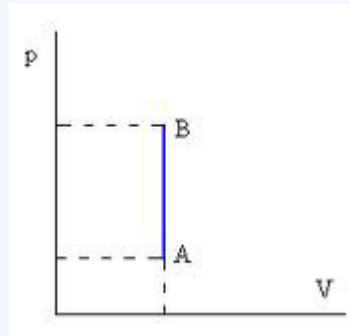
La mole (ex grammo mole, simbolo mol) è una delle sette unità di misura fondamentali del Sistema Internazionale. Misura la quantità delle sostanze; essa contiene tante entità elementari quante sono gli atomi contenuti in 12 grammi dell'isotopo 12 del carbonio. Tale numero è noto come numero di Avogadro, dal matematico italiano Amedeo Avogadro, ed è pari a $6,02214179 \cdot 10^{23}$.

TRASFORMAZIONI DEI GAS

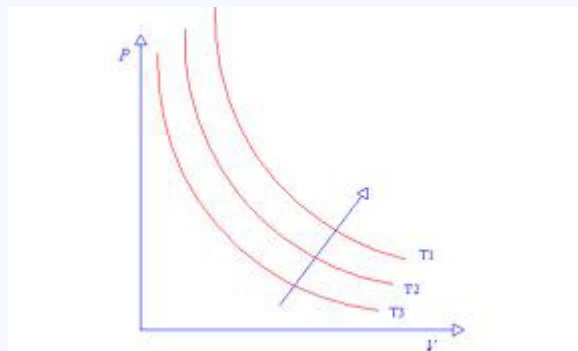
Supponiamo che il sistema cilindro + pistone sia adagiato sopra un fornello acceso e supponiamo che sul pistone mobile i pesi rimangono invariati: si verifica allora che la pressione rimane costante e il volume aumenta.



Quella realizzata è una trasformazione isobara cioè a pressione costante. Mentre una trasformazione isocora è una trasformazione a volume costante.

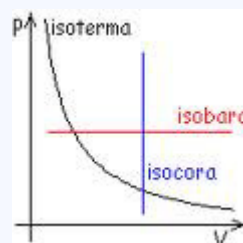


L'iperbole equilatera sul piano PV rappresenta una trasformazione isoterma. Cioè una trasformazione che avviene a temperatura costante.



1° legge di Boyle: $p \cdot v = \text{costante}$; $t = \text{costante}$

Le trasformazioni possono quindi essere di 3 tipi: isoterme, isobore, isocore.

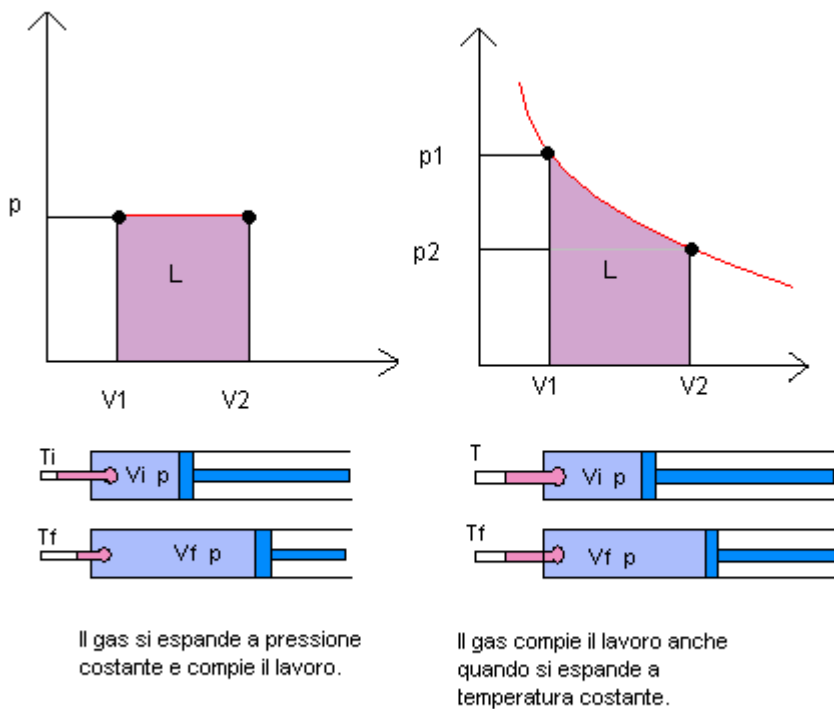


Una trasformazione isoterma deve essere condotta lentamente in modo da permettere al calore in eccesso o in difetto di essere compensato e mantenere quindi la temperatura costante.

LAVORO DI UN GAS

Consideriamo il sistema termodinamico ideale costituito da un gas perfetto racchiuso in un cilindro dotato di pistone scorrevole. Poniamo il cilindro contenente la massa gassosa su un termostato, che regoliamo in modo che la sua temperatura superi quella del gas.

Si osserva che il gas nel cilindro si espande, causando il sollevamento del pistone. Diciamo che è stato compiuto un lavoro meccanico.



Se il gas si espande ($\Delta V > 0$) il lavoro è positivo; se il gas viene compresso il lavoro è negativo ($\Delta V < 0$).

Formule sul lavoro del gas :

$$F = p \cdot S \quad (\text{forza} = \text{pressione} \times \text{superficie})$$

$$L = F \cdot h \quad (\text{lavoro} = \text{forza} \times \text{spostamento})$$

$$L = F \cdot h = p \cdot S \cdot h$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = S \cdot h$$

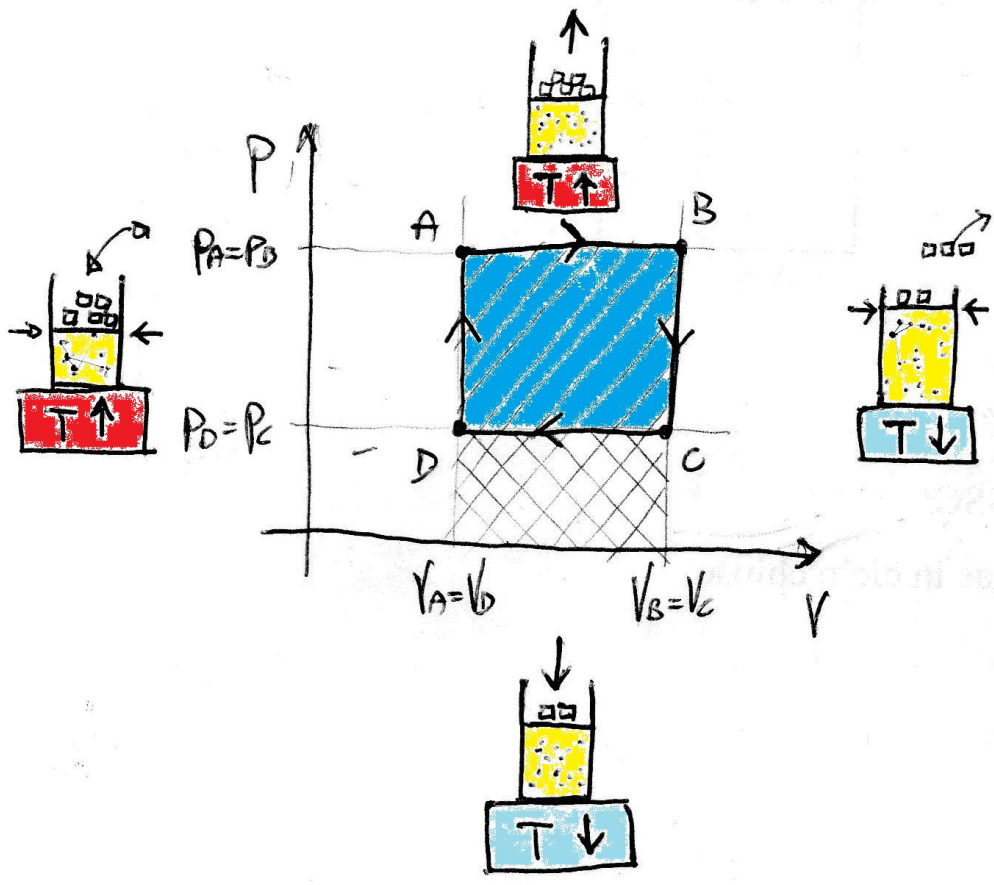
$$L = p \cdot \Delta V$$

$$L = p \cdot (V_2 - V_1)$$

LAVORO PER UN CICLO CHIUSO

Abbiamo visto che le trasformazioni termodinamiche implicano variazione nelle variabili T , V , P relative ad una certa quantità di gas.

Quando le trasformazioni partono da una determinata condizione iniziale T_A , V_A , P_A e, passando attraverso una serie di trasformazioni ritornando alle stesse condizioni di partenza, si dice che il sistema ha compiuto un ciclo chiuso.



Consideriamo nel piano PV le trasformazioni termodinamiche in esso raffigurate, di cui si riportano i rispettivi lavori:

A-B isobora

$$L_{ab} = P_A \cdot (V_B - V_A)$$

B-C isocora

$$L_{bc} = 0$$

C-D isobora

$$L_{cd} = P_C \cdot (V_D - V_C)$$

D-A isocora

$$L_{da} = 0$$

Per trovare il lavoro per l'intero ciclo chiuso, procediamo con la sommatoria di tutti i lavori determinati per ogni singola trasformazione:

$$L = L_{ab} + L_{bc} + L_{cd} + L_{da}$$

$$L = P_A \cdot (V_B - V_A) + 0 + P_C \cdot (V_D - V_C) + 0$$

Visto che $V_D < V_C$ allora la quantità $(V_D - V_C)$ è minore di 0, quindi possiamo riscrivere la relazione nel seguente modo:

$$L=PA \bullet (VB-VA)-PC(VC-VD).$$

Graficamente è facile constatare la formula per determinare il lavoro per un ciclo chiuso, è rappresentato dall'area racchiusa dal ciclo