

Lo stato gassoso - dimostrazione della legge isocora dei gas (seconda legge di Charles e Gau Lussac) e determinazione teorica dello zero assoluto

Materiale occorrente:

- apparecchio per la dimostrazione della seconda legge di Charles e Gay Lussac;
- becco Bunsen;
- rete spargi fiamma;
- treppiedi.

Potenziali pericoli:

- **vista la presenza di fonti di calore e di mercurio lavorare sotto cappa, indossando i dispositivi di sicurezza!**

Principio

La legge isocora (a volume costante) dei gas, o seconda legge di Charles e Gay Lussac, afferma che in una trasformazione isocora, dallo stato **1** di un gas allo stato **2**, temperatura e pressione sono direttamente proporzionali. La stessa legge può essere espressa attraverso la seguente relazione matematica:

$$P_t = P_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

dove P_t è la pressione alla temperatura t (in °C), P_0 è la pressione alla temperatura di 0°C, e il coefficiente α vale **1/273,15**.

Metodica

Si introducono nel becher 150 ml di acqua distillata a temperatura ambiente. Successivamente si immerge nell'acqua il cilindro di vetro con tubo capillare dell'apparecchiatura. Lo si mantiene in immersione bloccandolo col disco di pexiglas e fissando questo al bordo del bicchiere mediante i due morsetti di cui è provvisto, nel modo indicato in **FIGURA 1**. Aprendo il rubinetto si introduce del mercurio in modo che il suo livello si venga a trovare circa a metà della scala come mostrato nella **FIGURA 1** (destra).

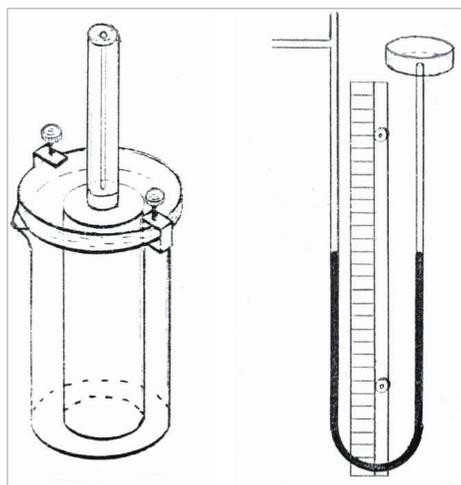


FIGURA 1 Schema dell'apparecchiatura per la dimostrazione della legge isocora dei gas

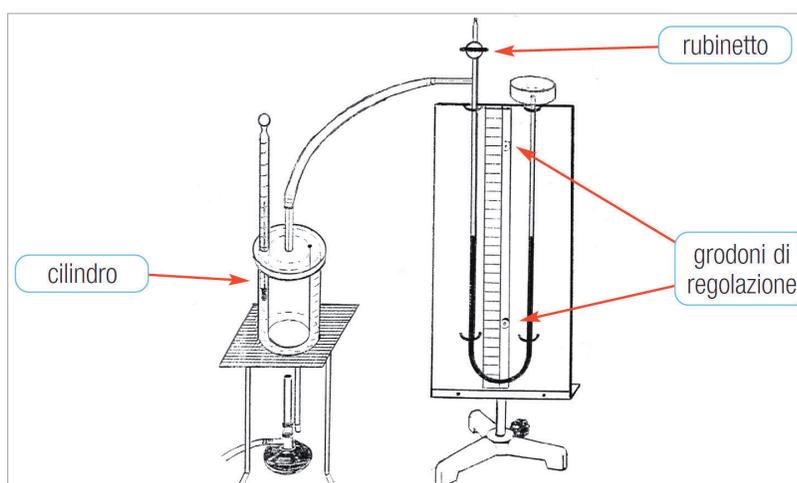


FIGURA 2 Schema dell'apparecchiatura per la dimostrazione della legge isocora dei gas

Le bolle d'aria che si formano si eliminano introducendo nel tubo il filo d'acciaio e, mediante un movimento alternato, facendole scorrere verso l'alto. Si completa il dispositivo illustrato in **FIGURA 3**, collegando il contenitore d'aria con il rubinetto mediante il tubo di gomma trasparente. L'operazione va eseguita con delicatezza in modo da non provocare danni alle parti in vetro. Agendo sugli appositi godroni si fa in modo che lo zero della scala sia allineato col livello del mercurio, quindi, chiuso il rubinetto, si prende nota della temperatura t_1 che corrisponde alla temperatura ambiente misurata con il termometro della stazione barometrica o equivalente.



FIGURA 3 Apparecchiatura per la dimostrazione della legge di Gay Lussac

Contemporaneamente, con l'ausilio del termometro della stazione barometrica o equivalente, si prende nota della pressione ambientale, che nell'esperimento corrisponde alla pressione P_1 . Il valore della pressione P_1 deve essere espresso in pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m}\cdot\text{s}^2$). Per effettuare la trasformazione delle unità di misura della pressione si possono usare i seguenti fattori di conversione:

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa}$$

Si accende il bruciatore e si attende qualche minuto in modo che la temperatura dell'acqua nel bicchiere, e quindi dell'aria contenuta nel cilindro, raggiunga i 40-50°C. Si spegne il bruciatore e si mescola l'acqua con l'apposito agitatore fino al raggiungimento dell'equilibrio termico, quindi si prende rapidamente nota delle due seguenti misure:

- t_2 = temperatura di equilibrio
- ΔV = incremento di volume a pressione costante

Si potrà quindi scrivere:

$$P_1 = P_0 \cdot (1 + \alpha t_1)$$

$$P_2 = P_0 \cdot (1 + \alpha t_2)$$

da cui:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1}$$

e quindi:

$$\alpha = \frac{P_2 - P_1}{P_1 t_1 - P_2 t_2}$$

che diviene:

$$\alpha = \frac{\Delta P}{P_1 t_1 - (P_1 + \Delta P) \cdot t_1}$$

Agendo sugli appositi godroni si fa in modo che lo zero della scala sia allineato col livello dell'acqua nel ramo più grosso del tubo a «U»; quindi, chiuso il rubinetto, si prende nota della temperatura t_1 che corrisponde alla temperatura ambiente misurata con il termometro della stazione barometrica o equivalente. Si accende il bruciatore e si attende qualche minuto in modo che la temperatura dell'acqua nel bicchiere, e quindi dell'aria contenuta nel cilindro, raggiunga i 40-50°C. Si spegne il bruciatore e si mescola l'acqua con l'apposito agitatore fino al raggiungimento dell'equilibrio termico, quindi si prende rapidamente nota delle due seguenti misure:

- t_2 = temperatura di equilibrio
- Δh = dislivello del mercurio tra i due rami del tubo a «U»

Si potrà quindi scrivere:

$$\Delta P = \delta \cdot g \cdot \Delta h$$

Dove δ è la densità del mercurio ($d_{Hg} = 13.600 \text{ kg/m}^3$), g è l'accelerazione di gravità ($9,81 \text{ m/s}^2$) e Δh è il dislivello del mercurio tra i due rami del tubo a «U». Risolvendo si ha:

$$\alpha = \frac{\delta \cdot g \cdot \Delta h}{P_1 t_1 - [P_1 + (\delta \cdot g \cdot \Delta h)] \cdot t_1}$$

α è il reciproco coefficiente che vale $1/273,15 = 3,661 \cdot 10^{-3}$.

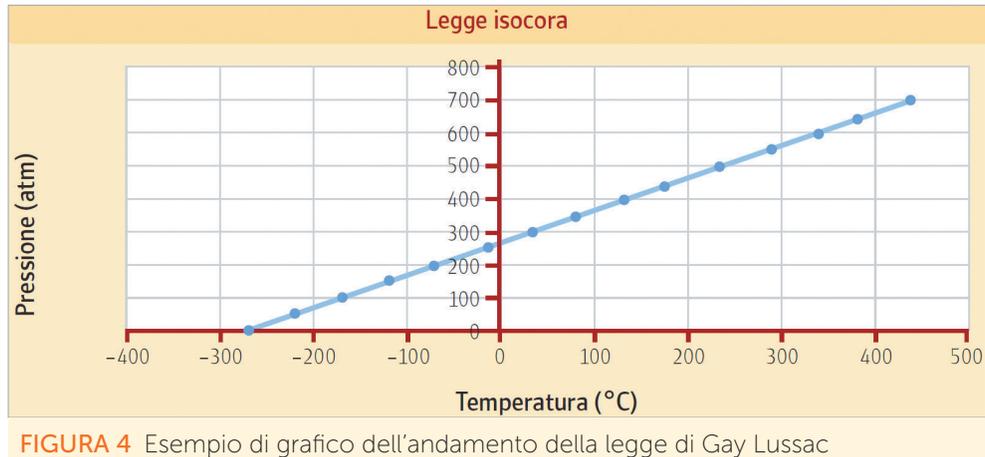


FIGURA 4 Esempio di grafico dell'andamento della legge di Gay Lussac