

Misura del rapporto c_p/c_v per l'aria

Corso di Termodinamica e laboratorio (Prof. Daniele del Re)

0.1 Scopo dell'esperienza

Misura del rapporto c_p/c_v attraverso lo studio della trasformazione di un gas che sia una successione di una adiabatica e di una trasformazione a volume costante.

0.2 Estrazione di c_p/c_v dalla trasformazione di un gas

Supponiamo di avere a che fare con un gas che sia approssimabile ad un gas perfetto, che inizialmente sia in uno stato (p_0, V_0, T_0) e che faccia una trasformazione che consta di

1. una compressione rapida adiabatica, che lo porta allo stato $(p_S, V_0 + \Delta V, T_S)$;
2. una trasformazione isocora che lo riporta ad uno stato con la stessa temperatura iniziale $(p_T, V_0 + \Delta V, T_0)$;

Espandendo con Taylor, la variazione di pressione nel primo caso è:

$$\begin{aligned} pV^\gamma &= \text{cost} \Rightarrow \\ p_S &= p_0 - \gamma \frac{\text{cost}}{V_0^{\gamma+1}} \Delta V \\ \Rightarrow \Delta p_S &= p_S - p_0 = -\gamma \frac{p_0}{V_0} \Delta V = m_S \Delta V \end{aligned} \quad (1)$$

Se ora lo stesso gas si riporta alla temperatura iniziale attraverso la trasformazione 2, usando l'equazione dei gas perfetti, abbiamo:

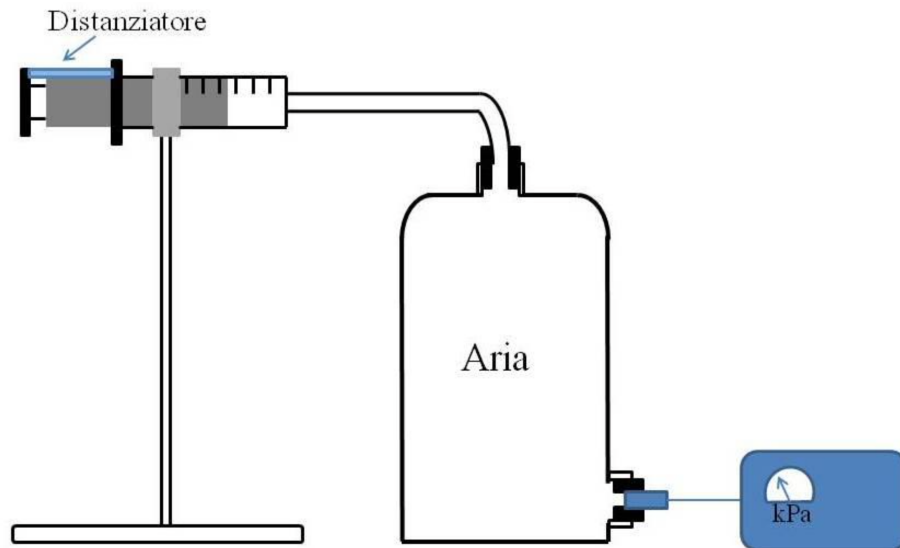
$$\begin{aligned} pV &= \text{cost} \Rightarrow \\ p_T &= p_0 - \frac{\text{cost}}{V_0^2} \Delta V \\ \Rightarrow \Delta p_T &= p_T - p_0 = -\frac{p_0}{V_0} \Delta V = m_T \Delta V \end{aligned} \quad (2)$$

Facendo il rapporto delle equazioni, si ricava:

$$\gamma = c_p/c_v = \frac{\Delta p_S}{\Delta p_T} \quad (3)$$

0.3 Apparato sperimentale

- una siringa a tenuta che permette di eseguire compressioni veloci del gas;
- una bottiglia di vetro di volume $V_b = (1111 \pm 1) \text{cm}^3$ (che corrisponde quindi alla siringa a fine corsa);
- sensore di bassa pressione (mod. CI-6534 low pressure sensor) che permette di misurare la pressione dei gas studiati;
- spessori di legno di diverse misure;
- elastico per fissare gli spessori alla siringa.



0.4 Configurazione sensori

1. Sensore di bassa pressione (mod. CI-6534)
 - Il range è nell'intervallo che va da 0 (cioè pressione atmosferica) a 10 kPa, cioè 0.1 atm, con sensibilità = 0.005 kPa (1 atm=105 Pa = 100 kPa);
 - Lo zero del sensore va calibrato con un punto: 1atm \Rightarrow 0.
2. Una volta scelta la variabile nel pannello a sinistra, fare doppio click e scegliere il numero di cifre significative (in base alla sensibilità del sensore) da acquisire.

0.5 Operazioni

1. Scegliere una posizione della siringa che corrisponda a V_0 , cioè il volume di riferimento rispetto al quale calcolare le variazioni di volume;
2. selezionare 5 distanziatori necessari a fornire le variazioni di volume opportune (si consiglia distanziatori che consentano di effettuare variazioni tra 10 e 50 mL);
3. prima di ogni compressione, fissare il distanziatore al pistone della siringa in modo stabile, usando l'elastico;
4. scollegare e ricollegare il sensore di pressione dalla bottiglia e calibrarlo;
5. applicare una pressione veloce sul pistone della siringa (meno di mezzo secondo) in modo da far compiere al gas una trasformazione adiabatica. Tenere premuto il pistone a fine corsa per almeno 100 s affinché, attraverso una isocora, il sistema non si porti ad una configurazione stabile e la pressione non raggiunga p_T . Seguire tutto il processo con *Datastudio* facendo un grafico della pressione in funzione del tempo;
6. misurare Δp_S dal massimo valore della pressione ottenuto e Δp_T dal valore asintotico, assegnando errori opportuni;
7. ripetere le operazioni per ciascuno dei distanziatori;
8. studiare l'andamento di Δp vs ΔV (equazioni 2 e 2) e ricavare m_S e m_T ;
9. studiare l'andamento di γ vs ΔV (equazione 3) e ricavare il valore migliore di γ ;
10. confrontare il valore di γ ottenuto con quello atteso.