

Corso di Termodinamica e Laboratorio

ESPERIENZA 4: misura del coefficiente adiabatico

Obiettivi dell'esperienza: misura del coefficiente o indice adiabatico dell'aria mediante compressibilità isoentropica e isoterma

Strumenti a disposizione: - bottiglia
- misuratore di bassa pressione
- siringa
- distanziatori ed elastico di fissaggio

Premessa

L'esperienza si basa sulla uguaglianza del coefficiente adiabatico γ al rapporto tra la compressibilità isoterma β_T e quella adiabatica β_S , ovvero

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{\beta_T}{\beta_S}$$

dove le compressibilità sono definite da $\beta_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ e $\beta_S = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$

Notare che nell'esperienza non è possibile effettuare variazioni di volume infinitesimali e quindi si impiegano variazioni di volume ΔV piccole ma finite, a cui corrispondano piccole variazioni di pressione ΔP . Con questa premessa, si suppone la seguente approssimazione

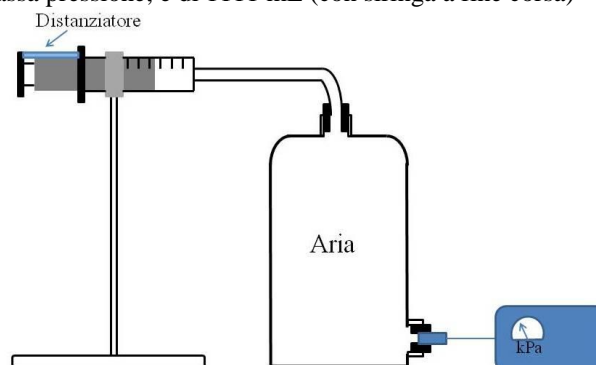
$$\beta_T \cong -\frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta P} \right)_T \quad \text{e} \quad \beta_S \cong -\frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta P} \right)_S$$

che consente di ottenere il coefficiente adiabatico mediante il seguente rapporto

$$\gamma = \frac{\left(\frac{\Delta V}{\Delta P} \right)_T}{\left(\frac{\Delta V}{\Delta P} \right)_S}$$

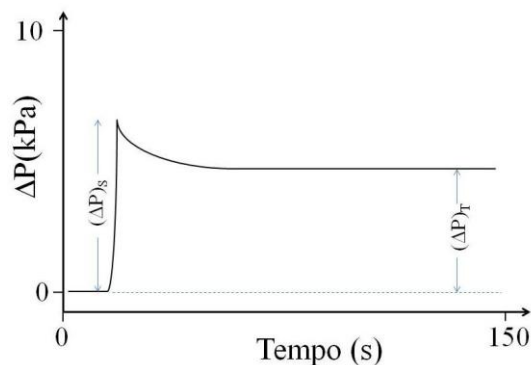
Disposizione sperimentale

La disposizione sperimentale per la misura è come in figura. I distanziatori sono appoggiati sul pistone della siringa e tenuti in posizione fissa mediante un elastico. Il volume di aria da considerare, incluso dei tubi di collegamento con la siringa e con il misuratore di bassa pressione, è di 1111 mL (con siringa a fine corsa)

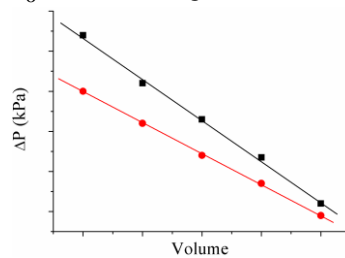


Misura del coefficiente adiabatico

- a) selezionare una serie di distanziatori necessari a fornire le variazioni di volume (si consiglia distanziatori che consentano di effettuare variazioni tra 10 e 50 mL) e determinare la posizione di riferimento del pistone della siringa a cui corrisponde il volume di riferimento V_0 (da ristabilire ad ogni fine misura e prima della successiva)
- b) per ogni distanziatore, assicurarsi che il fissaggio sul pistone della siringa sia stabile (usare l'elastico per legare il distanziatore al pistone)
- c) calibrare il misuratore di bassa pressione
- d) generare una rapida pressione sul pistone della siringa in maniera tale che si misuri (mediante DataStudio) una curva di pressione in funzione del tempo come quella riportata in figura (scala temporale complessiva della misura dell'ordine di 100-120 s). Attenzione a non rilasciare il pistone durante la misura, ma mantenerlo a fine corsa senza forzare



- e) verificare che il salto di pressione rapido, effettuato con la spinta sul pistone della siringa, avvenga in tempi rapidissimi, tra i 100 e 300 ms a seconda delle variazioni di volume da imprimere
- f) determinare dal grafico precedente i salti di pressione isoentropico (spinta veloce) e quello isoterma (equilibrio finale)
- g) riportare in tabella i valori di ΔV , $(\Delta P)_S$ e $(\Delta P)_T$
- h) con i dati ottenuti, costruire un grafico nel piano di Clapeyron in cui le ordinate riportano le variazioni di pressione, mentre in ascissa si riporta il volume totale $V_0 - \Delta V$ (vedi figura)



- i) dai due fit lineari, estrarre i coefficienti angolari m_S (retta superiore) e m_T (retta inferiore) e valutare il coefficiente adiabatico da $\gamma = \left(\frac{\Delta V}{\Delta P}\right)_T / \left(\frac{\Delta V}{\Delta P}\right)_S = \frac{m_S}{m_T}$
- j) calcolare le compressibilità da $\beta_T \cong -\frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta P}\right)_T = -\frac{1}{V_0 m_T}$ e $\beta_S \cong -\frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta P}\right)_S = -\frac{1}{V_0 m_S}$

Approfondimenti

- ricavare la relazione tra coefficiente adiabatico e compressibilità
- spiegare perché le differenze di pressione iniziale e finale corrispondono rispettivamente ai salti di pressione adiabatici e isoterma