


SCOPO

Determinazione dell'esponente adiabatico C_p/C_v dell'aria secondo Rüchardt

RIASSUNTO

Nell'esperimento, un cilindro di alluminio in un tubo di vetro di precisione, posto verticalmente su una bottiglia di vetro, esegue oscillazioni armoniche sul cuscino d'aria creato dal volume d'aria definito. Dal periodo di oscillazione del cilindro di alluminio è possibile calcolare l'esponente adiabatico.

FUNZIONE

- Misurazione della durata di oscillazione del cilindro di alluminio.
- Determinazione della pressione di equilibrio nel volume d'aria racchiuso
- Determinazione dell'esponente adiabatico dell'aria e confronto con il valore di letteratura.

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Bottiglia di Mariotte	1002894
1	Tubo per oscillazioni	1002895
1	Cronometro meccanico, 15 min	1003369
1	Pompa manuale per vuoto	1012856
Ulteriormente consigliato:		
1	Barometro aneroido F	1010232
1	Calibro a corsoio, 150 mm	1002601
1	Bilancia elettronica 200 g	1003433

2
BASI GENERALI

In una disposizione classica secondo Rüchardt, l'esponente adiabatico dell'aria si determina dalle oscillazioni verticali di un cilindro che poggia, all'interno di un tubo con sezione costante, su un volume d'aria, spingendolo verso l'alto. Una deviazione del cilindro dalla posizione di riposo crea una sovrappressione o una depressione nel volume dell'aria che riporta l'ampolla nella posizione di riposo. La forza repulsiva è proporzionale alla deviazione dalla posizione di riposo; il cilindro oscilla quindi armonicamente.

Poiché non ha luogo alcuno scambio termico con l'ambiente, le oscillazioni determinano un cambiamento di stato adiabatico nel volume di gas. Tra la pressione p e il volume V dell'aria racchiusa sussiste la relazione

$$(1) \quad p \cdot V^\gamma = \text{const.}$$

L'esponente adiabatico γ è il rapporto delle capacità termiche specifiche a pressione costante C_p e a volume costante C_v :

$$(2) \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

Da (1) risulta per le variazioni di pressione e volume Δp e ΔV

$$(3) \quad \Delta p + \gamma \cdot \frac{p}{V} \cdot \Delta V = 0.$$

Inserendo la sezione trasversale interna A del tubo, è possibile calcolare dalla variazione di pressione la forza repulsiva ΔF e dalla variazione di volume la deviazione Δs del cilindro dalla posizione di riposo. Pertanto risulta

$$(4) \quad \Delta F = -\gamma \cdot \frac{p}{V} \cdot A^2 \cdot \Delta s = 0.$$

e quindi come equazione del moto per il cilindro oscillante

$$(5) \quad m \cdot \frac{d^2 \Delta s}{dt^2} + \gamma \cdot \frac{p}{V} \cdot A^2 \cdot \Delta s = 0$$

m : Peso del cilindro

Le soluzioni di questa classica equazione del moto di un oscillatore armonico sono oscillazioni con periodo

$$(6) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\gamma} \cdot \frac{V}{p} \cdot \frac{m}{A^2}},$$

da cui si calcola il coefficiente adiabatico, conoscendo le restanti grandezze. Nell'esperimento si posiziona un tubo di vetro di precisione con una sezione piccola A verticalmente nel tappo di gomma perforato di una bottiglia di vetro con un volume grande V e si fa scivolare nel tubo di vetro un idoneo cilindro di alluminio di peso noto m . Il cilindro di alluminio esegue oscillazioni armoniche sul cuscino d'aria creato dal volume d'aria racchiuso. Dal periodo di oscillazione del cilindro di alluminio è possibile calcolare l'esponente adiabatico.

ANALISI

Per la determinazione dell'esponente adiabatico segue da (6):

$$\gamma = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \cdot \frac{m}{A^2} \cdot \frac{V}{p}$$

Il volume di equilibrio V corrisponde al volume della bottiglia di vetro in quanto il volume del tubo di vetro di precisione può essere trascurato.

La pressione di equilibrio p risulta dalla pressione dell'aria esterna p_0 e dalla pressione che il cilindro di alluminio a riposo esercita sull'aria racchiusa:

$$p = p_0 + \frac{m \cdot g}{A}, \quad g: \text{accelerazione di caduta}$$

Come risultato si attende il valore $\gamma = \frac{7}{5} = 1,4$, in quanto l'aria è

composta fondamentalmente da molecole a due atomi con 5 gradi di libertà per l'assorbimento di energia termica.

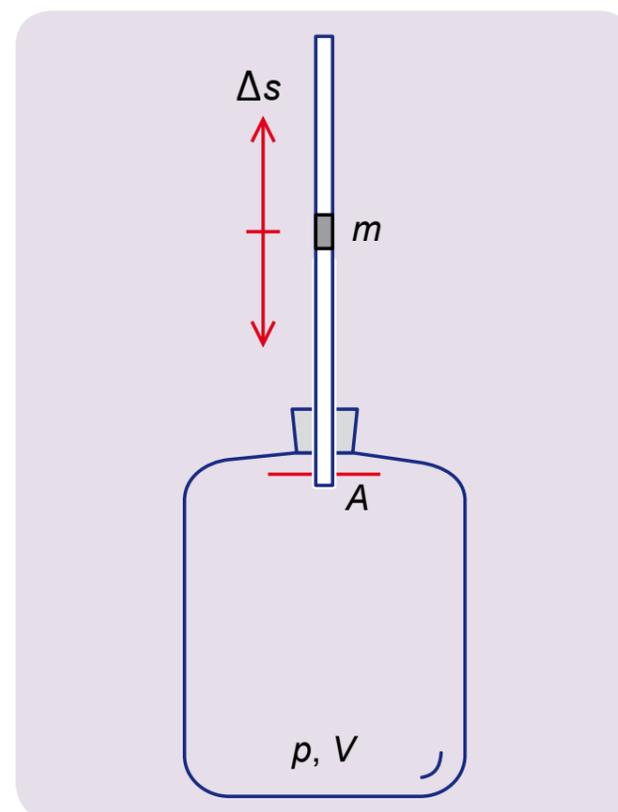


Fig. 1: Schema della preparazione sperimentale