

MISURA DEL COEFFICIENTE DI DILATAZIONE ADIABATICA DELL'ARIA

OBIETTIVO - Questo esperimento è finalizzato alla misura del coefficiente di dilatazione adiabatica (γ) dell'aria attraverso l'esperimento di Ruchardt.

INTRODUZIONE :

1) Materiale utilizzato :

- Supporto con siringa di vetro graduata;
- Sensore di pressione;
- Software "LoggerPro" e computer per l'acquisizione dei dati;
- Foglio elettronico "Excel";
- "Root" per l'elaborazione grafica;
- Calibro ventesimale;
- Bilancia digitale.

2) Spiegazione e teoria dell'esperimento:

L'apparato sperimentale consiste in una siringa di vetro, sostenuta verticalmente da un supporto di legno, e collegabile tramite un tubicino di plastica ad un sensore di pressione. Dopo aver riempito la siringa con un determinato volume d'aria viene collegato il tubicino al sensore e, quando il sistema è in equilibrio, viene esercitata una forza impulsiva sul pistone. L'aria contenuta nella siringa è compressa e l'aumento di pressione agisce sul pistone come una "molla ad aria" facendogli eseguire una serie di oscillazioni smorzate dall'attrito che, seppur minimo, è presente tra il pistone e la siringa.

Il pistone è in equilibrio se la pressione p all'interno della siringa è uguale alla somma della pressione atmosferica p_0 e dalla pressione dovuta al peso del pistone: $p = p_0 + \frac{mg}{S}$.

L'aria all'interno della siringa subisce una serie di rapide compressioni/espansioni che si possono assumere quasistatiche ed adiabatiche; perciò vale l'equazione di Poisson: $pV^\gamma = cost.$ dove $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ e C_p è la capacità termica del gas a pressione costante mentre C_v è la capacità termica a volume costante.

Considerando uno spostamento infinitesimo del pistone, differenziando l'equazione precedente, si ha:

$$V^\gamma dp + p\gamma V^{\gamma-1} dV = 0 \quad \text{da cui:} \quad dp = -\frac{\gamma p}{V} dV.$$

Per una variazione infinitesima di volume si ha: $dV = Sz$ dove z è la variazione di quota del pistone rispetto alla quota di equilibrio. Quindi l'equazione precedente diventa $dp = -\frac{\gamma p}{V} Sz$

La forza che causa questo spostamento infinitesimo è: $dF = Sdp$; passando in termini finiti la forza è pari a:

$$F = S\Delta p \quad \text{cioè: } F = -\frac{\gamma p S^2}{V} z \rightarrow \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{\gamma p S^2}{Vm} z = 0.$$

Questa è l'equazione differenziale di un moto armonico con frequenza: $\omega^2 = \frac{\gamma p S^2}{Vm}$ e periodo: $T = 2\pi \sqrt{\frac{mV}{\gamma p S^2}}$.

Da quest'ultima relazione si ricava il valore di: $\gamma = \frac{4\pi^2 mV}{pT^2 S^2}$.

3) Esecuzione dell'esperimento: L'esperimento consiste nel misurare le variazioni di pressione in seguito ad una forza impulsiva impressa al pistone precedentemente in stato di equilibrio. Il processo è stato ripetuto diverse volte variando per ogni misura il volume di aria presente nella siringa di 8 mL (da 100 mL a 36 mL).

MISURA-Nella seguente tabella sono riportati i valori della pressione in funzione del tempo nell'arco di due oscillazioni con volume iniziale pari a 100 mL.

t (s)	p (kPa)
0,746	124,06
0,748	123,55
0,750	121,91
0,752	119,41
0,754	116,17
0,756	112,43
0,758	108,46
0,760	104,54
0,762	100,79
0,764	97,39
0,766	94,33
0,768	91,77
0,770	89,73
0,772	88,25
0,774	87,34
0,776	87,00
0,778	87,17
0,780	87,91
0,782	89,10
0,784	90,81
0,786	92,96
0,788	95,52
0,790	98,41
0,792	101,65
0,794	104,99
0,796	108,40
0,798	111,58
0,800	114,25
0,802	116,34
0,804	117,65
0,806	118,05