Esperimento di Rüchardt

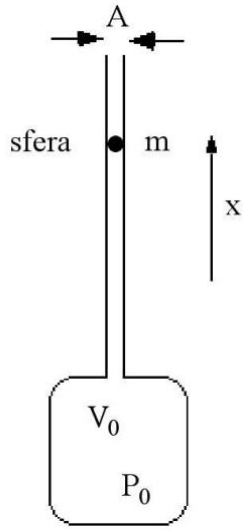
L'esperimento prevede lo studio di una trasformazione adiabatica di un gas, e si ottiene la misura del rapporto c_p/c_v per l'aria, utilizzando una versione modificata del metodo di Rüchardt.

Questo metodo sfrutta le proprietà delle **trasformazioni adiabatiche** di un gas ideale che seguono l'equazione PV^γ=cost, dove il coefficiente γ è il rapporto c_p/c_v tra il calore specifico a pressione costante e quello a volume costante: la teoria prevede per l'aria il valore γ = 1.4.



Nella versione originale dell'esperimento (1929) si faceva oscillare una sfera calibrata in una canna di vetro collegata ad una beuta, e si ricavava γ dal periodo dell'oscillazione, misurato con un cronometro.

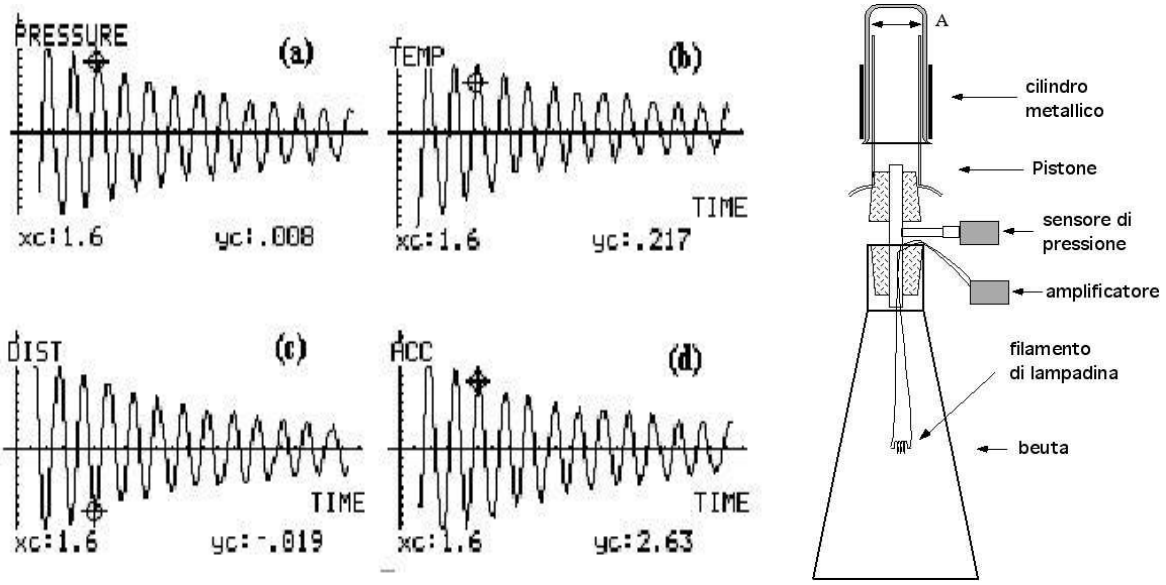
Con questo apparato invece è possibile caratterizzare completamente la trasformazione adiabatica misurando in tempo reale l'evoluzione di **pressione**, **volume** e **temperatura** della massa di gas che è soggetta a compressioni/ rarefazioni periodiche.



L'apparato è costituito di una beuta connessa ad un pistone esterno oscillante.

L'andamento del **volume** nel tempo è registrato mediante un **sonar** posto al di sopra del pistone oscillante di sezione **A**, mentre un **sensore di pressione** è collegato al volume di aria.

Per la misura della **temperatura**, non essendo utilizzabili i sensori commerciali data la velocità di risposta necessaria, è stato realizzato un sensore ad hoc costituito da un **filo di tungsteno** accoppiato ad un apposito circuito di condizionamento del segnale.



In figura è rappresentato l'andamento nel tempo di pressione (a), temperatura del gas (b), spostamento (c) ed accelerazione del pistone (d), ottenuti interfacciando una calcolatrice grafica ai sensori. Grafici analoghi si possono ovviamente ottenere utilizzando un PC.

Per piccole variazioni di pressione dP e di volume dV vale la relazione di Poisson in forma differenziale

$$dP = -(\gamma P/V)\, dV$$

Spostando il pistone di una quantità x dalla posizione di equilibrio, la corrispondente variazione di volume vale dV = xA e la corrispondente forza agente sul pistone è

$$F = A\, dP = -A^2 x (\gamma P/V)$$

Le oscillazioni libere del pistone saranno quasi armoniche secondo l'equazione differenziale

$$a = F/m = -x A^2 \gamma P / Vm = -x\omega^2$$

dove ω è la frequenza angolare.

Il grafico dell'accelerazione in funzione dello spostamento ci permette di ricavare la frequenza angolare ω. Il valore di γ puo' quindi essere calcolato a partire dai valori delle quattro grandezze misurabili m, A, V, P, ω :

$$\gamma = m V \omega^2 / P A^2$$

La natura della trasformazione subita dal gas può essere controllata confrontando l'andamento nel tempo delle variazioni percentuali del prodotto PV (costante per una isoterma) e PV^γ (costante per una adiabatica).

Esperienze eseguibili

- *Studio di una trasformazione adiabatica*
- *Misura del rapporto c_p/c_v per l'aria*

Materiale in dotazione

- *Beuta*
- *Pistone*
- *Sensore di temperatura*
- *Sensore di posizione*
- *Sensore di pressione*
- *Cavetti*

Materiale necessario non in dotazione

- *PC o calcolatrice grafica*
- *Interfaccia*
- *Software per la raccolta dati*

Materiale didattico allegato

- *Guida all'esperienza per lo studente*
- *Manuale per il docente*