

PRÀCTICA 4a

COEFICIENT ADIABÀTIC DE GASOS

OBJECTIUS

Determinació del coeficient adiabàtic γ de l'aire, argó i diòxid de carboni utilitzant un oscil·lador de gas tipus Flammersfeld.

MATERIAL NECESSARI

Oscil·lador de gas tipus Flammersfeld	Ampolla decantadora amb clau de regulació fina
Cilindre de plàstic	Llapis de grafit
Barrera fotoelèctrica amb comptador	Baròmetre digital de precisió
Cronòmetre	Micròmetre
Bomba d'aquari	Botelles de gas

INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Considerem un cos de plàstic (oscil·lador) que es troba en l'interior d'un tub obert a la atmòsfera (pressió p_{atm}) per la seua part superior. El tub està connectat a un recipient de volum V , que conté un gas a pressió p_i , per la seua part inferior. Perquè l'esmentat oscil·lador estiguera en equilibri, la pressió p_i hauria de ser

$$(p_i)_{equilibri} = p_{atm} + \frac{mg}{\pi r^2} \quad (1)$$

on r és el radi i m la massa de l'oscil·lador. Una pertorbació de naturalesa oscil·latori Δp en p_i , $p_i = (p_i)_{equilibri} + \Delta p$ (terme oscil·latori), provocarà un moviment també oscil·latori del cos de plàstic dins del tub. Este moviment obeeix a l'equació:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = \pi r^2 \Delta p \quad (2)$$

on x és la coordenada de posició que descriu el moviment de l'oscil·lador respecte a la seua posició d'equilibri. Com que l'oscil·lació és relativament ràpida, podem considerar que el gas experimenta un procés adiabàtic en el qual

$$pV^\gamma = ctant \quad (3)$$

sent $\gamma = c_p/c_V$ el coeficient adiabàtic del gas i V el seu volum. Agafant logaritmes en l'equació anterior, diferenciant, i aproximant els diferencials per increments, obtenim

$$-\Delta p = \frac{p\gamma \Delta V}{V} \quad (4)$$

Substituint ara l'eq. (4) en (2) i tenint en compte que l'increment de volum $\Delta V = \pi r^2 x$, s'obté l'equació diferencial del moviment:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\gamma \pi^2 r^4 p}{mV} x = \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \quad (5)$$

vàlida per a xicotets desplaçaments x respecte de la posició d'equilibri.

La freqüència angular d'este moviment harmònic simple és

$$\omega = \sqrt{\frac{\gamma \pi^2 r^4 p}{mV}} \quad (6)$$

Finalment, el coeficient adiabàtic és pot obtenir com a

$$\gamma = \frac{4mV}{T^2 p r^4} \cong \frac{4mV}{T^2 p_{atm} r^4} \quad (7)$$

on $T = 2\pi/\omega$ és aquí el període de les oscil·lacions. En l'últim pas s'ha realitzat l'aproximació $p \cong p_{atm}$, la qual cosa implica menysprear el terme degut al pes de l'oscil·lador en l'eq. (1).

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

A fi de mantenir una oscil·lació estable i no amortida, el gas que normalment escapa a través de l'espai estret entre l'oscil·lador i el tub de vidre es reposa al sistema oscil·lant a través del tub d'entrada (Fig. 1). El feble flux de gas entrant obliga l'ascens de l'oscil·lador, i així que l'oscil·lador destapa la ranura del tub, desapareix l'excés de pressió. L'oscil·lador baixa ràpidament i el procés es repeteix contínuament. L'oscil·lació ve així imposada per una xicoteta excitació produïda pel flux del gas entrant.

Si l'experiment es fa amb aire com a gas problema, la xicoteta sobrepressió necessària per mantenir les oscil·lacions s'aconsegueix amb una bomba d'aquari. Un flascó de vidre entre la bomba i l'oscil·lador amorteix els impulsos de la bomba. Un tub en la conducció d'accés a l'oscil·lador atraparà qualsevol impuresa.

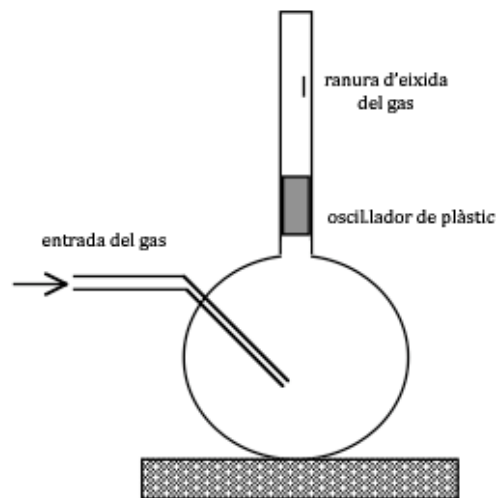


Figura 1. Oscil·lador tipus Flammersfeld.

Quan s'utilitza CO_2 , s'agafa directament de la botella gris que el conté utilitzant una vàlvula de reducció de pressió connectada entre la botella i el recipient que conté l'oscil·lador (connexió del tub gris). Si s'utilitza Ar, s'agafa de la botella d'argó, connectada al tub pintat de groc.

El flux de gas haurà de regular-se de manera que la base de l'oscil·lador es desplace simètricament per damunt i per davall del xicotet orifici existent en la paret del tub. Els anells blaus pintats sobre el tub poden servir de referència. Si el centre d'oscil·lació es troba per damunt de l'orifici i quan es redueix lleugerament la pressió del gas cessa l'oscil·lació, és evident que el tub conté pols en el seu interior i cal procedir a la seua neteja (s'hi pot emprar alcohol). Una vegada l'oscil·lador efectue el seu moviment, procedirem a ajustar l'alçària del feix de llum de la barrera fotoelèctrica del comptador d'impulsos.

L'oscil·lador és una part important de l'equip experimental i ha de ser tractat amb cura. Col·loqueu l'oscil·lador en l'interior del tub només *després de connectat* el flux de gas. És convenient també situar la mà sobre la boca del tub d'oscil·lació fins que s'haja aconseguit una amplitud constant, a fi de protegir l'oscil·lador d'un eventual "tret". Si l'oscil·lador s'embussa en la part baixa, extraieu-lo agafant-lo amb un xicotet ganxo.

El moviment de l'oscil·lador de plàstic pot produir càrregues estàtiques que distorsionen els mesuraments. Este efecte s'ha eliminat aplicant una capa fina de grafit a l'oscil·lador, ratllant simplement la seua superfície amb un llapis tou.

La massa de l'oscil·lador s'obté pesant-lo en una balança de precisió. El diàmetre es mesura curosament amb el micròmetre i, si es considera convenient, prenent el valor mitjà de les mesures realitzades en diferents punts, ja que el resultat depèn molt de l'exactitud d'aquest mesurament. La pressió p_{atm} es mesura amb el baròmetre digital i el període T es determina a partir de la lectura del cronòmetre per a un nombre d'oscil·lacions fixat. De cinc a deu mesuraments, cadascun d'unes 300 oscil·lacions, són suficients. Finalment, prengueu $V = (1.12 \pm 0.01)$ L com a volum del gas.

PRESENTACIÓ DE RESULTATS

- (a) Valor de la pressió del laboratori amb el seu error. Taula de valors dels períodes en cada cas, amb els errors corresponents.
- (b) Presenteu els coeficients adiabàtics calculats per a l'aire, l'argó i el diòxid de carboni amb els seus errors corresponents.
- (c) Compareu els resultats obtinguts amb els valors de les taules i els calculats teòricament per a gasos monoatòmics (argó), diatòmics (aire) i triatòmics (CO_2).