

**UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN BUCUREȘTI  
DEPARTAMENTUL DE FIZICĂ**

**LABORATORUL DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ STATISTICĂ**

**BN 119**

**VERIFICAREA FORMULEI BAROMETRICE**

# VERIFICAREA FORMULEI BAROMETRICE

## 1. Scopul lucrării

Lucrarea verifică dependența de înălțime și temperatură a presiunii aerului atmosferic; în locul moleculelor de aer folosim bile metalice identice.

## 2. Teoria lucrării

Vom deduce formula de scădere cu înălțimea a presiunii atmosferice (formula barometrică). Pentru aceasta, considerăm aerul un gaz ideal a cărui temperatură nu depinde de înălțime.

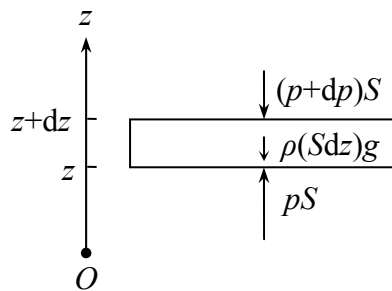


Fig. 1. Alegerea axei și a volumului de aer pentru deducerea formulei barometrice.

Alegem o axă  $Oz$  cu originea la suprafața pământului și orientată în sus (fig. 1). Delimităm un volum de aer sub formă cilindrică, cu generatoarele verticale; înălțimea cilindrului este infinitezimală,  $dz$ , situată între coordonatele  $z$  și  $z+dz$ , iar aria unei baze, notată  $S$ , este macroscopică arbitrară. Condiția de echilibru a aerului din cilindru este

$$(p+dp)S + \rho(Sdz)g = pS, \quad (1)$$

în care

$p$  = presiunea aerului la altitudinea  $z$

$\rho$  = densitatea aerului la altitudinea  $z$

$g$  = accelerația gravitațională; dependența de înălțime este neglijată

Din ec. (1),

$$dp = -\rho g dz. \quad (2)$$

Exprimăm acum densitatea aerului în funcție de presiune, cu ajutorul ecuației termice de stare a gazului ideal:

$$\rho = p\mu/RT, \quad (3)$$

în care  $\mu$  este masa molară a aerului,  $R$  este constanta universală a gazelor, iar  $T$  este temperatura aerului. Înlocuim ec. (3) în ec. (2),

$$dp/p = -(\mu g/RT) dz,$$

și prin integrare de la  $z=0$  la  $z=h$  obținem

$$p = p_0 \exp(-\mu gh/RT), \quad (4)$$

în care  $p = p(h)$  și  $p_0 = p(0)$ .

### 3. Montajul experimental (Fig. 2)

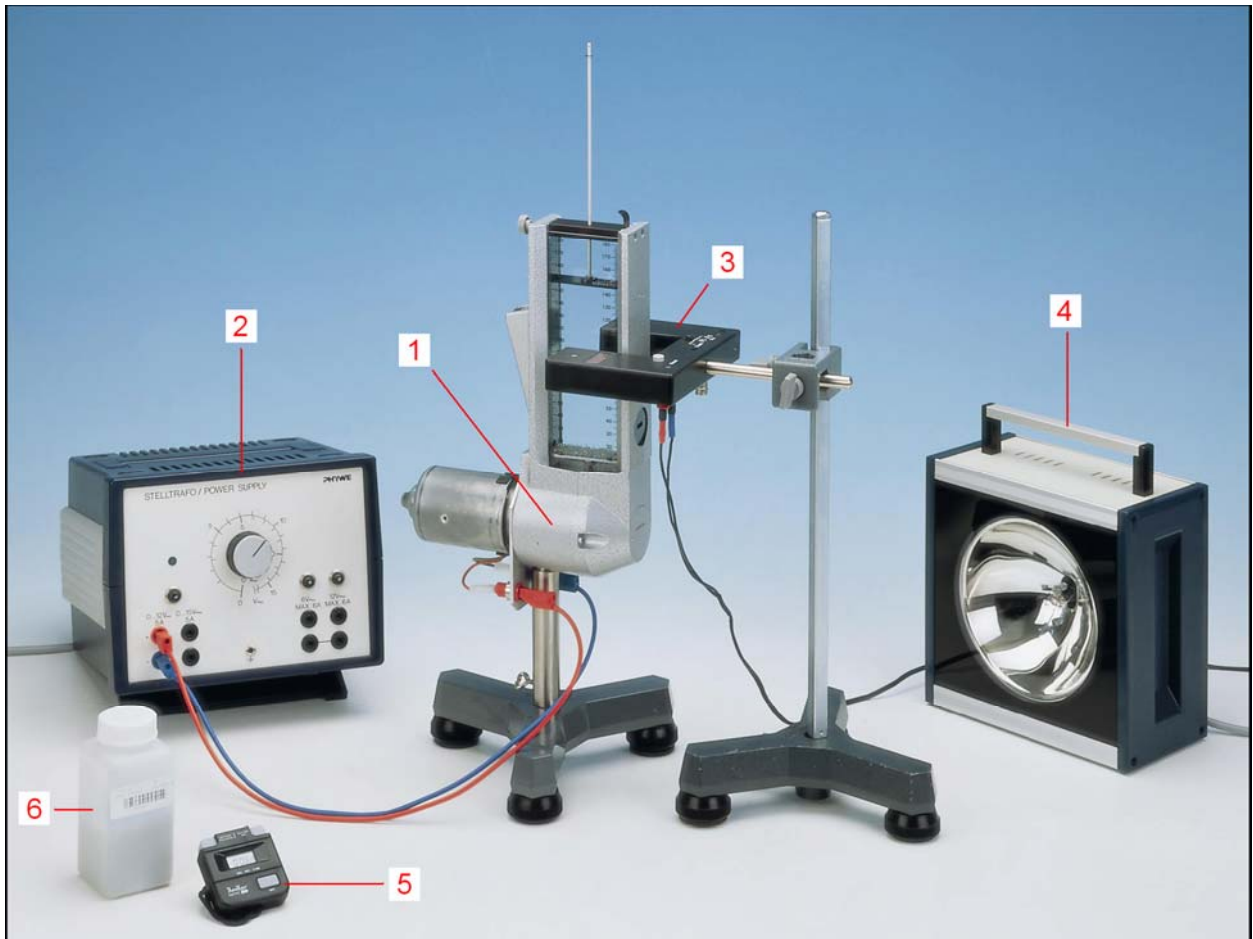


Fig. 2. Montajul experimental al lucrării de laborator.

Rolul moleculelor de aer este luat de biluțe de oțel (0,034 g, 2 mm diametru) puse în mișcare de o plăcuță care vibrează cu o frecvență reglabilă. Biluțele se află în incinta aparatului 1 pentru studiul cinetic al gazelor, pe o plăcuță, aproximativ un strat de biluțe ( $\approx 400$  biluțe). Înălțimea incintei este reglată la valoarea sa maximă. Motorul electric care asigură mișcarea plăcuței este alimentat de sursa 2 care permite reglarea frecvenței de oscilație. Detecția bilelor se realizează optic, cu ajutorul dispozitivului 3, care include afișajul numărului de bile detectate. Valoarea frecvenței de vibrație este stabilită cu ajutorul stroboscopului digital 4. Pentru măsurarea duratelor înregistrărilor folosim un cronometru (5). Dacă este necesar, introducem/scoatem bile în/din incintă folosind flaconul cu bile 6.

Vibrația plăcuței pe o frecvență dorită se obține astfel:

- Se reglează frecvența pulsurilor emise de stroboscop la valoarea dorită din potențiometrul situat pe fața opusă celei cu lampa;
- Poziționăm stroboscopul astfel încât acesta iluminează placa vibrantă;
- Se reglează frecvența vibrației plăcuței din potențiometrul alimentatorului 2, până când aceasta apare ca fiind aproximativ statică.

Folosirea cronometrului implică următorii pași:

- Cronometrul fiind oprit și indicația acestuia fiind zero, se apasă butonul START/STOP. Cronometrul începe să înregistreze;
- Pentru oprire, se apasă butonul START/STOP;

- Pentru a aduce la zero indicația, se apasă butonul SPLIT/RESET.

În modelul cu bile pentru aerul atmosferic, frecvența de vibrație  $\nu$  a plăcuței determină intensitatea mișcării de agitație a bilelor, deci este mărimea analoagă temperaturii aerului, iar numărul de bile  $N$  care intră în volumul de detecție într-un interval de timp fixat este o mărime proporțională cu presiunea.

Pentru evitarea suprasolicitării motorului, întrerupeți alimentarea acestuia pe durata pauzelor între măsurători.

## 4. Modul de lucru

### 4.1. Verificarea dependenței de înălțime a presiunii

Stabilim frecvența de vibrație a plăcuței la valoarea de 50 Hz și înregistrăm bile un interval de timp de 30 s pentru înălțimile de 3 cm, 4 cm, ... , 12 cm. Datele experimentale se trec în tabelul de mai jos.

$h/\text{cm}$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$N$										

### 4.2. Verificarea dependenței de temperatură a presiunii

Stabilim înălțimea volumului de detecție la valoarea de 5 cm. Pentru frecvențele de vibrație de 30 Hz, 35 Hz, ... , 55 Hz, înregistrăm bile un interval de timp de 30 s. Datele experimentale se trec în tabelul de mai jos.

$\nu/\text{Hz}$	30	35	40	45	50	55
$N$						

## 5. Prelucrarea datelor experimentale

Se reprezintă grafic  $\ln N$  ca funcție de  $h$  folosind primul tabel de date experimentale și  $\ln N$  ca funcție de  $1/\nu$  pe baza datelor din al doilea tabel; dependențele liniare, în limita erorilor experimentale, justifică valabilitatea formulei barometrice.

## Temă

1. Explicați principiul de funcționare al stroboscopului.
2. Justificați alegerile  $\ln N$ ,  $h$  și  $1/\nu$  în reprezentările grafice.