



A. Determinarea experimentală a temperaturii minime din natură

Teoria lucrării

Pentru un gaz ideal produsul $p \cdot V$ crește liniar cu temperatura. Reprezentând grafic $p \cdot V = f(t)$ se obține o dreaptă care intersectează axa (Ot) în punctul $t_{\min}$.

$p \cdot V = p_0 \cdot V_0 (1 + \alpha \cdot t)$ -volumul unui cilindru: $V = S \cdot l$, deci

$$p \cdot l = p_0 \cdot l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

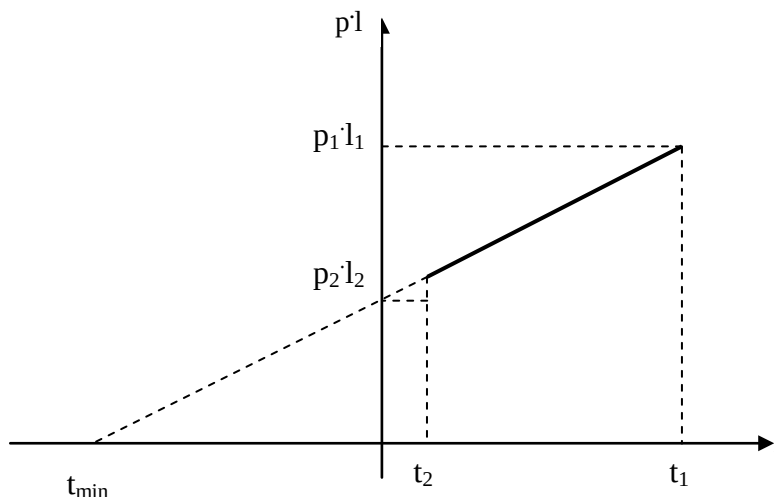
Reprezentând pentru mai multe măsuratori $p \cdot l = f(t)$ printre puncte se poate duce o dreaptă ca în fig. alăturată.

Se aleg două puncte de pe dreaptă ($p_1 \cdot V_1, t_1$) și ($p_2 \cdot V_2, t_2$) care vor servi pentru calculul temperaturii minime.

Din asemănarea triunghiurilor:

$$\frac{t_1 - t_2}{p_1 \cdot l_1 - p_2 \cdot l_2} = \frac{t_1 + |t_m|}{p_1 \cdot l_1}$$

$$|t_m| = \frac{p_1 \cdot l_1}{p_1 \cdot l_1 - p_2 \cdot l_2} \cdot (t_1 - t_2) - t_1$$



Modul de lucru

Se măsoară lungimea eprubetei l_0 . Pentru a putea ține eprubeta vertical se fixează de baghetă cu elasticul. Se introduce eprubeta cu deschiderea în jos în cilindrul de plastic cu apă caldă, așezat pe tavă (pentru ca surplusul de apă să nu se scurgă pe masă). Se scufundă pînă ce fundul eprubetei este la nivelul apei și după realizarea echilibrului termic se măsoară lungimea coloanei de aer și temperatura apei (în loc de lungimea coloanei de aer se poate măsura și lungimea coloanei de apă ce intră în eprubetă: Δl).

Se modifică temperatura apei prin introducerea de apă cu gheață în cilindru și se repetă măsurătorile pentru mai multe temperaturi (min. 6).

Datele se înscriu în tabel:

$$l = l_0 - \Delta l ; \quad p = p_0 + \rho \cdot g \cdot l,$$

nr	t (°C)	Δl (mm)	l (mm)	p_h (Pa)	p_{tot} (Pa)	$p_{\text{v sat}}$ (mmHg)	$p_{\text{vap sat}}$ (Pa)	p_{aer} (Pa)	$p_{\text{aer}} l$ (Pa.mm)

Surse de erori

Erori datorate experimentatorului:

- o Erori de citire a temperaturii, lungimii l_0 și Δl ;
- o Dacă eprubeta este ținută cu mâna, temperatura gazului nu coincide cu cea a apei;



Olimpiada Națională de Fizică
31 martie - 5 aprilie 2013

Proba experimentală
Barem

X

Pagina 2 din 5

- o În urma agitației neatențe poate intra aer din gheață în eprubetă;
- o Scara necorespunzătoare de reprezentare;
- o Rezervorul termometrului nu este în apropierea eprubetei;
- o Trasarea greșită a graficului;

Erori datorate aparatelor și dispozitivelor:

- o Etalonarea termometrelor și riglelor;
- o Forma eprubetei nu este perfect cilindrică;
- o Eprubeta e destul de scurtă.

Alte erori:

- o Valorile mărimilor fizice p_0 , ρ , g sunt aproximative;
- o Variația densității apei cu temperatura;
- o Vaporii de apă din eprubetă se condensează la scăderea temperaturii și se micșorează numărul de kilomoli de gaz.

Soluții de reducere a erorilor

- o Mărirea numărului de determinări
- o Utilizarea unei eprubete de formă cilindrică și de lungime cât mai mare
- o Scăderea presiunii parțiale a vaporilor de apă din presiunea măsurată, pentru a putea lucra cu presiunea aerului din eprubetă.

BAREME:

realizarea dispozitivului experimental	0,5 p
prezentarea teoriei metodei și descrierea amănunțită a modului de lucru	2 p
prezentarea modului corect de golire a cilindrului de apă în exces	0,5p
determinarea formulei de calcul a temperaturii minime	1p
conceperea unui tabel de date corespunzător și completarea corectă a tabelului	1p
reprezentarea grafică a lui $p \cdot l = f(t)$	1 p
liniarizarea corectă și alegerea corespunzătoare a celor 2 puncte	1 p
determinarea temperaturii minime	1 p
lista erorilor și soluții de reducere a acestora	1 p
din oficiu	1 p



Ministerul Educației Naționale
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare
Olimpiada Națională de Fizică
31 martie - 5 aprilie 2013
Proba experimentală
Barem

X

Pagina 3 din 5

B. Determinarea exponentul adiabatic γ al aerului prin metoda Clement - Desormes

Teoria lucrării

Avem un recipient de volum V_0 , cu aer – presupus gaz ideal- în care după pompare de aer din exterior vom avea o presiune $p_1 = \rho g(H+h)$ unde ρgH e presiunea atmosferică măsurată cu un manometru cu lichid de densitate ρ iar ρgh este diferența dintre presiunea atmosferică și cea din recipient, măsurată cu același manometru. Gazul ce ne interesează, cu masa $m_0 < m$, ar ocupa volumul $V < V_0$ în aceleai condiții de presiune și temperatură, p_0 și T_1 a mediului ambiant.

Dacă acest gaz suferă o destindere adiabatică, în urma căreia volumul crește, presiunea scade la $p_2 = \rho gH$ ($p_2 = p_0$), iar temperatura scade și ea la T_2 , ecuația Poisson care descrie procesul se va scrie:

$$T_1^\gamma p_1^{1-\gamma} = T_2^\gamma p_2^{1-\gamma}$$

Înlocuind valorile presiunilor p_1 și p_2 , ecuația devine:

$$\left(1 + \frac{h}{H}\right)^{\gamma-1} = \left(1 - \frac{T_1 - T_2}{T_1}\right)^\gamma$$

Dacă $h \ll H$, variația de temperatură $T_1 - T_2$ e foarte mică: $T_1 - T_2 \ll T_1$, deci fracțiile din parantezele expresiei vor fi foarte mici; parantezele se pot dezvolta în serie de puteri și se pot păstra numai termenii de ordinul întâi:

$$1 - (\gamma - 1) \frac{h}{H} \cong 1 - \gamma \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

de unde

$$H \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} h \quad (*)$$

Dacă în continuare gazul suferă o încălzire izocoră de la T_2 la temperatura T_1 a camerei, presiunea lui va crește la p_3 , mai mare cu $\rho gh'$ decât presiunea atmosferică [$p_3 = \rho g(H + h')$], astfel încât.

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_1}$$

sau

$$\frac{H}{T_2} = \frac{H + h'}{T_1}$$

de unde

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{h'}{H}$$

care înlocuită în (*) duce la

$$\gamma = \frac{h}{h - h'}$$

Deci, dacă experimental se pot măsura valorile h și h' , se va putea calcula coeficientul adiabatic γ .

Metoda experimentală:

Dispozitivul experimental schițat în figură, se compune dintr-un balon (1) la care este atașat un manometru cu apă. Balonul comunică prin robinetul 6 (tub de cauciuc cu clemă) cu exteriorul

Mod de lucru

1. Se deschide 6 și se pompează aer în balonul 1 cu seringă până când diferența de nivel din manometru devine 8 - 10cm.
2. Se închide 6, se detașează seringă și se așteaptă stabilirea echilibrului termic cu mediul.
3. Se citește valoarea diferenței de nivel din manometru h și se trece în tabel.



Ministerul Educației Naționale
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare

Olimpiada Națională de Fizică
31 martie - 5 aprilie 2013

Proba experimentală
Barem

X

Pagina 4 din 5

4. Se deschide rapid 6, până când presiunea gazului devine egală cu cea exterioară p_0 , apoi se închide la loc. Se așteaptă încălzirea gazului până la temperatura mediului (5-6 min). La stabilirea echilibrului termic se citește denivelarea h' din manometru și se trece în tabel.

Se repetă determinările de opt ori.

Se calculează valorile corespunzătoare ale exponentului adiabatic.

Sursele de erori:

- Erori de citire a denivelărilor
- Erori de reflex: -Închiderea tardivă sau timpurie a clemei după destinderea adiabatică
- Neetanșeitarea închiderii cu clema
- Etalonarea imperfectă a riglei
- Nu s-a ținut cont de volumul de aer care intră în manometru

Soluții de reducere a erorilor:

- Mărirea numărului de determinări – peste 20, pentru a media erorile datorate reflexelor
- Utilizarea unui balon cu volum cât mai mare – peste 20 L
- Folosirea unui robinet care permite o închidere ermetică
- Automatizarea închiderii robinetului cu o fotocelulă, eliminând factorul uman

Se calculează valoarea medie a exponentului adiabatic cu relația : $\bar{\gamma} = \frac{\sum \gamma_i}{8}$

Se calculează abaterea pătratică medie a exponentului adiabatic. $\delta \bar{\gamma} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{\gamma} - \gamma_i)^2}{8}}$

Se calculează și se trece în tabel eroarea relativă ε . $\varepsilon = \frac{\delta \bar{\gamma}}{\bar{\gamma}}$

Nr.	h	h'	γ	$\bar{\gamma}$	ε



Ministerul Educației Naționale
 Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare
Olimpiada Națională de Fizică
31 martie - 5 aprilie 2013
Proba experimentală
 Barem

X

Pagina 5 din 5

BAREME:

prezentarea teoriei metodei și a calculelor	2 p
reprezentarea grafică a transformărilor	0,5p
prezentarea amănunțită a modului de lucru	0,5p
determinarea formulei de calcul pentru γ	1p
completarea corectă a tabelului	1p
determinarea valorii lui γ și a mediei $\bar{\gamma}$	1 p
lista erorilor și indicarea modalităților de reducere	0,5 p
calculul erorilor	1 p
comparația h cu H și raportul R	1p
avantajele folosirii manometrului cu apă	0,5p
din oficiu	1 p

DETERMINAREA EXPONENTULUI ADIABATIC AL GAZELOR PERFECTE CU BALONUL CLÉMENT-DESORMES

Nr. crt.	h (mm)	h' (mm)	$\gamma = \frac{h}{h - h'}$	$\bar{\gamma}$	$\varepsilon = \frac{\delta \bar{\gamma}}{\bar{\gamma}}$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					