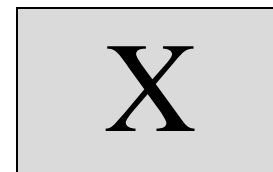




Ministerul Educației Naționale  
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare  
**Olimpiada Națională de Fizică**  
**31 martie - 5 aprilie 2013**  
**Proba experimentală**  
**Subiecte**



Pagina 1 din 3

Subiect propus de:  
Csipkés Iosif-Liceul Tehnologic "C. Brâncuși" Satu Mare

## A. Determinarea experimentală a temperaturii minime din natură

### Aveți la dispoziție:

- 1) Tavă de material plastic
- 2) Cilindru de material plastic
- 3) Eprubetă 16x180
- 4) Liniar (riglă gradată)
- 5) Tijă pentru eprubetă
- 6) Inele de cauciuc (2 buc.)
- 7) Agitator
- 8) Termometru cu alcool
- 9) Dispozitiv de fixare a termometrului
- 10) Flacon pentru apă caldă ( $\approx 40^{\circ}\text{C}$ )
- 11) Vas cu apă și gheață
- 12) Vas pentru apa utilizată
- 13) Seringă cu tub (20ml)
- 14) Hârtie milimetrică
- 15) Tabel cu presiunea vaporilor saturați de apă în funcție de temperatură.



### Modul de lucru

Se măsoară lungimea eprubetei  $l_0$ . Pentru a ține eprubeta în poziție verticală, se fixează de tijă cu inelele de cauciuc. Se introduce eprubeta cu deschiderea în jos în cilindru de plastic cu apă caldă, așezat pe tavă (pentru ca surplusul de apă să nu se scurgă pe masă). Se scufundă până ce fundul eprubetei este la nivelul apei din cilindru și după realizarea echilibrului termic se măsoară lungimea coloanei de aer și temperatura apei.

Se modifică temperatura apei prin introducerea de apă cu gheață în cilindru și se ridică cel puțin 6 perechi de date: temperatura apei, lungimea coloanei de aer.

### Sarcini de lucru:

Determinați pe cale experimentală temperatura empirică minimă (în  $^{\circ}\text{C}$  - corespunzătoare lui zero absolut) prin extrapolare.

Întocmiți un referat cuprinzând:

- teoria lucrării;
- descrierea amănunțită a modului de lucru (inclusiv a modului cum ați rezolvat golirea surplusului de apă din cilindru);

1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



- tabelul cu date experimentale pentru diferite temperaturi;
- graficul dependenței din care veți putea determina temperatura minimă
- interpretarea graficului;
- prelucrarea datelor;
- lista surselor de erori;
- soluții de reducere a acestora;

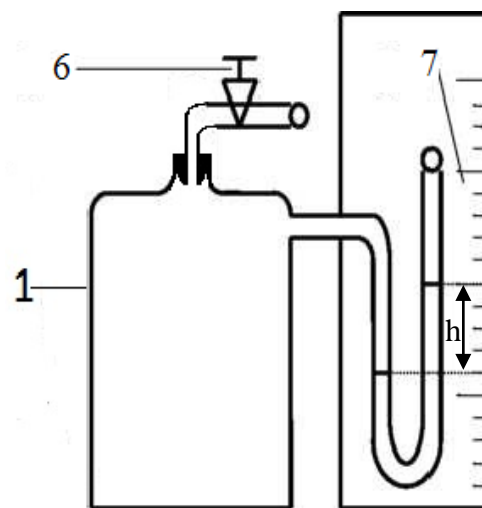
### Observație:

Se comunică la începutul lucrării presiunea atmosferică.

## B. Determinarea exponentului adiabatic $\gamma$ al aerului prin metoda Clément - Désormes

### Aveți la dispoziție:

1. Balon plastic minim 5L
2. Dop cauciuc cu 1 stuț
3. Tub „T” de sticlă
4. Tub material plastic (2 buc.)  $l_1 = 650\text{mm}$ ,  $l_2 = 220\text{mm}$
5. Tub cauciuc  $l = 100\text{mm}$
6. Clemă de închidere (cu rol de robinet)
7. Tub „U” sticlă pe placă și tijă
8. Seringă 50ml
9. Flacon cu apă colorată (50ml)
10. Liniar (riglă gradată)
11. Tavă de plastic
12. Lavetă
13. Tub plastic de 100mm pentru seringă (subțire)
14. Suport cu mufe (PAL)



### Mod de lucru:

Se introduce apă colorată în tubul „U” cu seringă.

Se pompează cu grijă gaz în balon cu seringă prin tubul de cauciuc deschizând clema, după care seringă se detașează. Se verifică dacă clema închide etanș. După stabilirea echilibrului termic notați denivelarea lichidului din manometru. Se destinde adiabatic evacuând din balon gaz prin deschiderea urmată de reînchiderea rapidă a clemei când gazul din balon ajunge la presiunea atmosferică  $p_0$ . Se așteaptă din nou până la stabilirea echilibrului termic cu aerul exterior. Se notează din nou denivelarea lichidului din manometru. După notarea datelor necesare repetați experimentul – faceți minim 8 măsurători.

Deoarece destinderea adiabatică se produce rapid, e important ca închiderea clemei să se facă exact atunci când presiunea din balon devine  $p_0$ .

1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Ministerul Educației Naționale  
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare

## Olimpiada Națională de Fizică 31 martie - 5 aprilie 2013

### Proba experimentală Subiecte

X

Pagina 3 din 3

#### Sarcini de lucru:

Întocmiți un referat în care:

- Descrieți teoria lucrării, indicând transformările care au loc;
- Descrieți amănunțit modul de lucru;
- Reprezentați grafic transformările suferite de gazul care a rămas în balon în starea finală;
- Efectuați determinările experimentale;
- Prelucrați datele măsurătorilor și realizați un tabel cu datele măsurate și cu cele calculate;
- Enumerați sursele de erori (cel puțin trei);
- Indicați modalități de reducere a acestora;
- Calculați erorile (abaterea pătratică medie și eroarea relativă);
- Exprimați presiunea  $p_0$  în mm coloană de apă ( $H$ ) și comparați valorile  $h$  și  $H$ ;
- Calculați raportul  $R = \frac{m_f - m_i}{m_i}$ , unde  $m_i$  este masa de gaze existentă în balon în starea inițială și  $m_f$

masa de gaz rămasă în balon la sfârșitul experimentului;

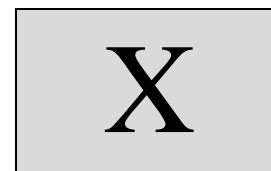
- Apreciați avantajele folosirii manometrului cu apă față de unul cu mercur.

#### Observație:

Deoarece diferențele de presiune față de  $p_0$  sunt mici se va putea folosi aproximația:

$$(1+x)^a \approx 1+ax \quad (\text{pentru } x \rightarrow 0)$$

- 
1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
  2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
  3. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
  4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
  5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



## 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

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

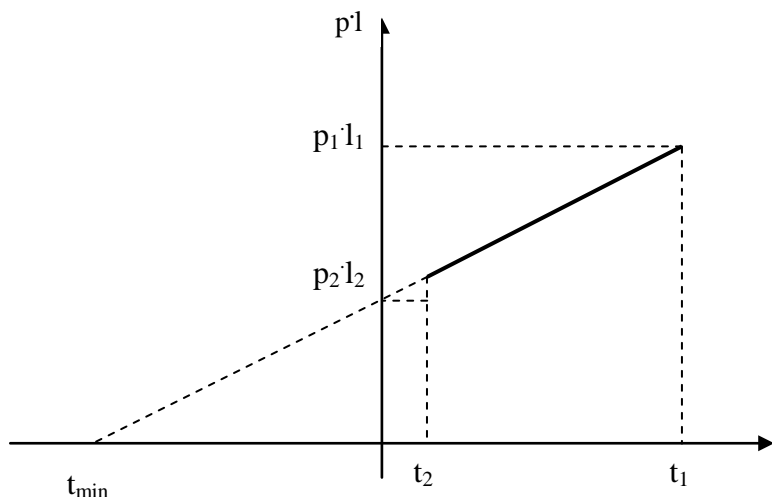
Reprezentând pentru mai multe măsurători  $p \cdot l = f(t)$  printre puncte se poate duce o dreaptă ca în fig. alăturată.

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 cilindru 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:  $\Delta l$ ).

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)	$\Delta l$ (mm)	l (mm)	$p_h$ (Pa)	$p_{tot}$ (Pa)	$p_{v \text{ sat}}$ mmHg	$p_{vap \text{ sat}}$ (Pa)	$p_{aer}$ (Pa)	$P_{aer} l$ (Pa.mm)

### Surse de erori

Erori datorate experimentatorului:

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



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

X

Pagina 2 din 5

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

Erori datorate aparatelor și dispozitivelor:

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

Alte erori:

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

**Soluții de reducere a erorilor**

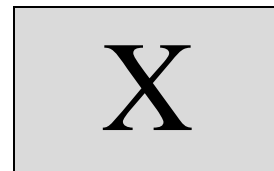
- Mărirea numărului de determinări
- Utilizarea unei eprubete de formă cilindrică și de lungime cât mai mare
- Scăderea presiunii parțiale a vaporilor de apă din presiunea măsurată, pentru a putea lucra cu presiunea aerului din eprubetă.

**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



Pagina 3 din 5

**B. Determinarea exponentul adiabatic  $\gamma$  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  $\rho gH$  e presiunea atmosferică măsurată cu un manometru cu lichid de densitate  $\rho$  iar  $\rho gh$  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:

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

Inlocuind 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  $\gamma$ .

**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  $\varepsilon$ .  $\varepsilon = \frac{\delta\bar{\gamma}}{\bar{\gamma}}$

Nr.	h	h'	$\gamma$	$\bar{\gamma}$	$\varepsilon$



**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 $\gamma$	1p
completarea corectă a tabelului	1p
determinarea valorii lui $\gamma$ 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.					