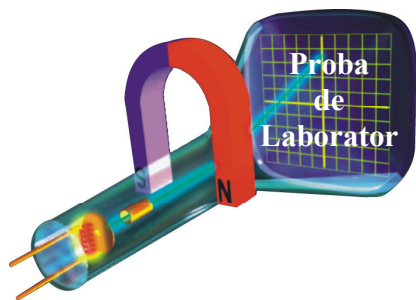


OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Rm. Vâlcea, 1 - 6 februarie 2009



2 februarie 2009

VIII

Lucrarea A

Determinarea conținutului unor cutii închise

Materiale la dispoziție (fig. 1)

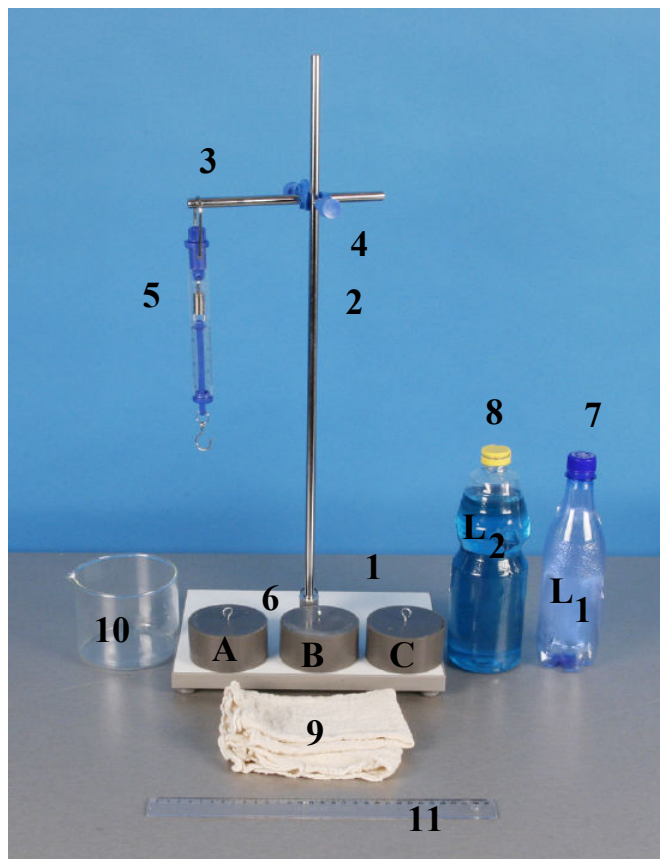


Fig. 1

- 1) suport cu mufă;
- 2) tijă $\Phi = 10 \text{ mm}$, $L = 600 \text{ mm}$;
- 3) tijă $\Phi = 10 \text{ mm}$, $L = 200 \text{ mm}$, cu adâncitură;

- 4) mufă universală;
- 5) dinamometru (2,5 N);
- 6) trei cutii cilindrice identice închise (fig. 2; cutia A, fără nici un orificiu, este goală; cutia B, cu două orificii în capacul superior și un orificiu în capacul inferior, conține n_1 piulițe metalice identice; cutia C, cu două orificii în capacul superior și un orificiu în capacul inferior, conține n_2 piulițe metalice identice);
- 7) flacon cu lichid necunoscut, L_1 ;
- 8) flacon cu lichid necunoscut, L_2 ;
- 9) lavetă;
- 10) cristalizor;
- 11) riglă gradată.

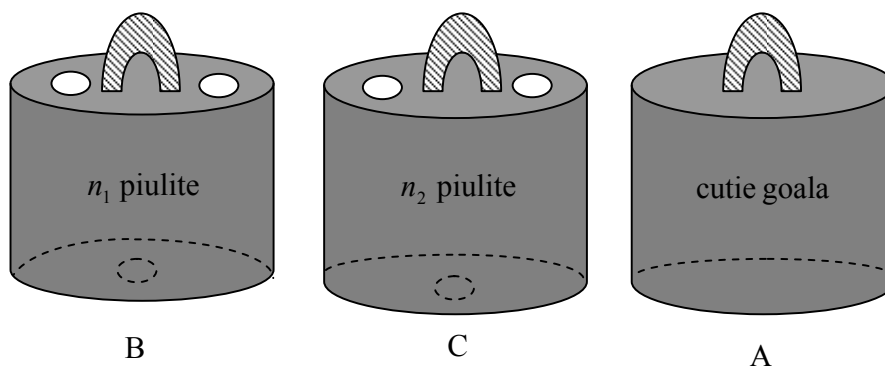


Fig. 2

Precizări constructive

Capacele cutiei, cel superior și cel inferior sunt decupate din plăci plane de plastic, cu aceeași densitate ca și pereții laterali.

Se știe că numărul total al piulițelor din cele două cutii (B și C) este $n = 8$. Nu se știe câte piulițe se află în fiecare cutie.

Cerințe

Să se determine:

- a) numărul de piulițe din fiecare cutie și masa unei singure piulițe;
- b) densitățile lichidelor necunoscute;
- c) volumul pereților fiecărei cutii (pereții laterali și cele două capace), V_{pc} , masa cutiei goale, m_{cutie} și densitatea materialului din care sunt confecționate cutiile, ρ_{pc} ;
- d) volumul, V și densitatea, ρ , a fiecărei piulițe;

Se cunoaște accelerația gravitațională, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$.

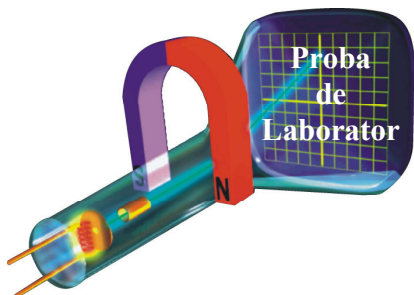
Atenție!

Cele două lichide sunt toxice! Dacă v-ați udat degetele, nu atingeți cu ele buzele, limba și ochii! În final spălați-vă mâinile cu apă!

Lucrare propusă de prof. dr. Mihail Sandu
G.Ș.E.A.S. Călimănești

OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Rm. Vâlcea, 1 - 6 februarie 2009



2 februarie 2009

VIII

Lucrarea A

Determinarea conținutului unor cutii închise

Barem de notare

Lucrarea A	Parțial	Punctaj																					
A. Barem de notare - Lucrarea A		10																					
a) Determinarea numărului de piulițe din fiecare cutie și a masei unei singure piulițe		2,00																					
<p>1) Suspendând, pe rând, fiecare cutie de dinamometru și citind indicațiile acestuia în fiecare caz, rezultă:</p> $F_e = G_A = m_{\text{cutie}}g;$ $m_{\text{cutie}} = \frac{F_e}{g};$ $F_{e1} = G_B = (m_{\text{cutie}} + n_1m)g = F_e + n_1mg,$ <p>unde m este masa unei singure piulițe;</p> $F_{e2} = G_C = (m_{\text{cutie}} + n_2m)g = F_e + n_2mg;$ $n_1 = \frac{F_{e1} - F_e}{mg}; \quad n_2 = \frac{F_{e2} - F_e}{mg};$ $\frac{n_1}{n_2} = \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e2} - F_e}; \quad n_1 + n_2 = n;$ $n_1 = n \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}; \quad n_2 = n \frac{F_{e2} - F_e}{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e};$ $m = \frac{F_{e1} - F_e}{n_1g} = \frac{F_{e2} - F_e}{n_2g} = \frac{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}{ng}.$	1,00																						
<p>2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelul alăturat.</p> <p>Tabelul 1</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>F_e</th> <th>F_{e1}</th> <th>F_{e2}</th> <th>n_1</th> <th>n_2</th> <th>m</th> <th>m_{mediu}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0,95 N</td> <td style="text-align: center;">1,8 N</td> <td style="text-align: center;">2,35 N</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">28,9 g</td> <td style="text-align: center;">28,7 g</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">28,5 g</td> <td style="text-align: center;">28,7 g</td> </tr> </tbody> </table>	F_e	F_{e1}	F_{e2}	n_1	n_2	m	m_{mediu}	0,95 N	1,8 N	2,35 N	3	5	28,9 g	28,7 g						28,5 g	28,7 g	1,00	
F_e	F_{e1}	F_{e2}	n_1	n_2	m	m_{mediu}																	
0,95 N	1,8 N	2,35 N	3	5	28,9 g	28,7 g																	
					28,5 g	28,7 g																	

						28,7 g	28,7 g																				
b) Determinarea densităților lichidelor necunoscute									2,00																		
<p>1) Din condiția de plutire a cutiei goale pe suprafața lichidului din pahar, rezultă:</p> $m_{\text{cutie}}g = m_{\text{lichid dezlucuit}}g;$ $F_e = \rho_0 V_0 g,$ <p>unde V_0 este volumul de lichid dezlucuit de porțiunea din cutia goală, aflată în lichid, iar ρ_0 este densitatea lichidului necunoscut;</p> $\rho_0 = \frac{F_e}{\pi R^2 h g},$ <p>unde R este raza exterioară a bazei cutiei cilindrice, iar h este adâncimea la care se află în lichid baza inferioară a cutiei goale (R și h se măsoară cu rigla). Experimentul se repetă pentru cele două lichide necunoscute.</p>								1,00																			
<p>2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelul alăturat.</p> <p>Tabelul 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lichidul</th> <th>R</th> <th>h</th> <th>V_0 (m³)</th> <th>F_e</th> <th>ρ_0 (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L₁</td> <td>41,5 mm</td> <td>17 mm</td> <td>9,027x10⁻⁴</td> <td>0,95 N</td> <td>997</td> </tr> <tr> <td>L₂</td> <td>41,5 mm</td> <td>13 mm</td> <td>6,903x10⁻⁴</td> <td>0,95 N</td> <td>1303,8</td> </tr> </tbody> </table>								Lichidul	R	h	V_0 (m ³)	F_e	ρ_0 (kg/m ³)	L ₁	41,5 mm	17 mm	9,027x10 ⁻⁴	0,95 N	997	L ₂	41,5 mm	13 mm	6,903x10 ⁻⁴	0,95 N	1303,8	1,00	
Lichidul	R	h	V_0 (m ³)	F_e	ρ_0 (kg/m ³)																						
L ₁	41,5 mm	17 mm	9,027x10 ⁻⁴	0,95 N	997																						
L ₂	41,5 mm	13 mm	6,903x10 ⁻⁴	0,95 N	1303,8																						
c) Determinarea volumului pereților fiecărei cutii, V_{pc}, a masei cutiei goale, m_{cutie} și a densității materialului din care sunt confecționate cutiile, ρ_{pc}									2,00																		
<p>1) Suspendând, pe rând, fiecare cutie de dinamometru, în timp ce ea este complet scufundată în lichidul din pahar și citind indicațiile dinamometrului, rezultă:</p> $m_{\text{cutie}}g = \rho_0 V_{pc}g + F_{e,0} = F_e;$ $(m_{\text{cutie}} + n_1 m)g = \rho_0 (V_{pc} + n_1 V)g + F_{e1,0} = F_{e1},$ <p>unde V este volumul unei singure piulițe;</p> $(m_{\text{cutie}} + n_2 m)g = \rho_0 (V_{pc} + n_2 V)g + F_{e2,0} = F_{e2};$ $V_{pc} + n_1 V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g}; \quad V_{pc} + n_2 V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g};$ $n_1 V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}; \quad n_2 V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g} - V_{pc};$ $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}}{\frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}}; \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e2} - F_e};$								1,00																			

$\frac{\frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}}{\frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}} = \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e2} - F_e};$ $V_{pc} = \frac{(F_{e2} - F_{e2,0})(F_{e1} - F_e) - (F_{e1} - F_{e1,0})(F_{e2} - F_e)}{\rho_0 g (F_{e1} - F_{e2})};$ $m_{cutie} = \frac{F_e}{g};$ $\rho_{pc} = \frac{m_{cutie}}{V_{pc}};$ $\rho_{pc} = \rho_0 \frac{F_e (F_{e1} - F_{e2})}{(F_{e2} - F_{e2,0})(F_{e1} - F_e) - (F_{e1} - F_{e1,0})(F_{e2} - F_e)}.$																																																	
<p>2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelele alăturate.</p> <p>Tabelul 3 Lichidul L₁</p> <table border="1" data-bbox="284 974 1241 1120"> <thead> <tr> <th>F_e (N)</th> <th>F_{e1} (N)</th> <th>F_{e2} (N)</th> <th>$F_{e1,0}$ (N)</th> <th>$F_{e2,0}$ (N)</th> <th>V_{pc} (m³)</th> <th>m_c (kg)</th> <th>ρ_{pc} (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,95</td> <td>1,8</td> <td>2,35</td> <td>0,95</td> <td>1,45</td> <td>6,8x10⁻⁵</td> <td>0,0968</td> <td>1489,8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelul 4 Lichidul L₂</p> <table border="1" data-bbox="284 1227 1241 1373"> <thead> <tr> <th>F_e (N)</th> <th>F_{e1} (N)</th> <th>F_{e2} (N)</th> <th>$F_{e1,0}$ (N)</th> <th>$F_{e2,0}$ (N)</th> <th>V_{pc} (m³)</th> <th>m_c (kg)</th> <th>ρ_{pc} (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,95</td> <td>1,8</td> <td>2,35</td> <td>0,85</td> <td>1,35</td> <td>7,9x10⁻⁵</td> <td>0,0968</td> <td>1225,3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelul 5</p> <table border="1" data-bbox="284 1440 1241 1615"> <thead> <tr> <th>Nr. det.</th> <th>V_{pc} (m³)</th> <th>$V_{pc,mediu}$ (m³)</th> <th>ρ_{pc} (kg/m³)</th> <th>$\rho_{pc,mediu}$ (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6,8x10⁻⁵</td> <td>7,35x10⁻⁵</td> <td>1489,8</td> <td>1357,55</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7,9x10⁻⁵</td> <td>7,35x10⁻⁵</td> <td>1225,3</td> <td>1357,55</td> </tr> </tbody> </table>	F_e (N)	F_{e1} (N)	F_{e2} (N)	$F_{e1,0}$ (N)	$F_{e2,0}$ (N)	V_{pc} (m ³)	m_c (kg)	ρ_{pc} (kg/m ³)	0,95	1,8	2,35	0,95	1,45	6,8x10 ⁻⁵	0,0968	1489,8	F_e (N)	F_{e1} (N)	F_{e2} (N)	$F_{e1,0}$ (N)	$F_{e2,0}$ (N)	V_{pc} (m ³)	m_c (kg)	ρ_{pc} (kg/m ³)	0,95	1,8	2,35	0,85	1,35	7,9x10 ⁻⁵	0,0968	1225,3	Nr. det.	V_{pc} (m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	ρ_{pc} (kg/m ³)	$\rho_{pc,mediu}$ (kg/m ³)	1	6,8x10 ⁻⁵	7,35x10 ⁻⁵	1489,8	1357,55	2	7,9x10 ⁻⁵	7,35x10 ⁻⁵	1225,3	1357,55	1,00	
F_e (N)	F_{e1} (N)	F_{e2} (N)	$F_{e1,0}$ (N)	$F_{e2,0}$ (N)	V_{pc} (m ³)	m_c (kg)	ρ_{pc} (kg/m ³)																																										
0,95	1,8	2,35	0,95	1,45	6,8x10 ⁻⁵	0,0968	1489,8																																										
F_e (N)	F_{e1} (N)	F_{e2} (N)	$F_{e1,0}$ (N)	$F_{e2,0}$ (N)	V_{pc} (m ³)	m_c (kg)	ρ_{pc} (kg/m ³)																																										
0,95	1,8	2,35	0,85	1,35	7,9x10 ⁻⁵	0,0968	1225,3																																										
Nr. det.	V_{pc} (m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	ρ_{pc} (kg/m ³)	$\rho_{pc,mediu}$ (kg/m ³)																																													
1	6,8x10 ⁻⁵	7,35x10 ⁻⁵	1489,8	1357,55																																													
2	7,9x10 ⁻⁵	7,35x10 ⁻⁵	1225,3	1357,55																																													
d) Determinarea volumului, V și a densității, ρ, a fiecărei piulițe																																																	
<p>1) Din considerente prezentate anterior, rezultă:</p> $\rho_0 (V_{pc} + n_1 V) g + F_{e1,0} = F_{e1};$ $\rho_0 (V_{pc} + n_2 V) g + F_{e2,0} = F_{e2};$ $V_{pc} + n_1 V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g}; \quad V_{pc} + n_2 V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g};$	1,00																																																

$$V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g n_1} - \frac{V_{pc}}{n_1}; V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g n_2} - \frac{V_{pc}}{n_2};$$

$$m = \frac{F_{e1} - F_e}{n_1 g} = \frac{F_{e2} - F_e}{n_2 g} = \frac{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}{ng};$$

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelele alăturate.

2,00

Tabelul 6

Lichidul L₁

F_{e1} (N)	$F_{e1,0}$ (N)	ρ_0 (kg/m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	n_1	V (cm ³)	ρ (g/cm ³)
1,8	0,95	997	$7,35 \times 10^{-5}$	3	4,469	6,42

Tabelul 7

Lichidul L₁

F_{e2} (N)	$F_{e2,0}$ (N)	ρ_0 (kg/m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	n_2	V (cm ³)	ρ (g/cm ³)
2,35	1,45	997	$7,35 \times 10^{-5}$	5	3,704	7,74

Tabelul 8

Lichidul L₂

F_{e1} (N)	$F_{e1,0}$ (N)	ρ_0 (kg/m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	n_1	V (cm ³)	ρ (g/cm ³)
1,8	0,85	1303,8	$7,35 \times 10^{-5}$	3		

Tabelul 9

Lichidul L₂

F_{e2} (N)	$F_{e2,0}$ (N)	ρ_0 (kg/m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	n_2	V (cm ³)	ρ (g/cm ³)
2,35	1,35	1303,8	$7,35 \times 10^{-5}$	5		

Nr. det.	V (cm ³)	V_{mediu} (cm ³)	ρ (g/cm ³)	ρ_{mediu} (g/cm ³)
1	4,469		6,42	
2	3,704		7,74	
3				
4				

Oficiu

1,00

