

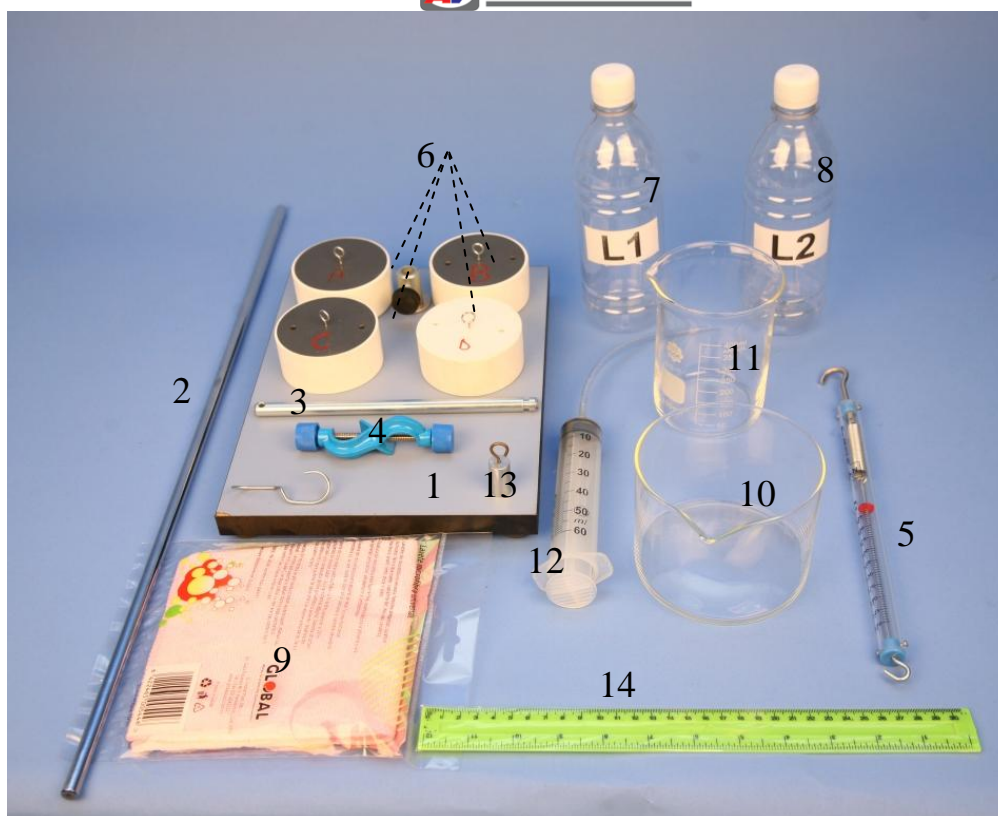


MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI  
ȘI SPORTULUI  
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN - ILFOV  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ**  
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012  
**PROBA PRACTICĂ**

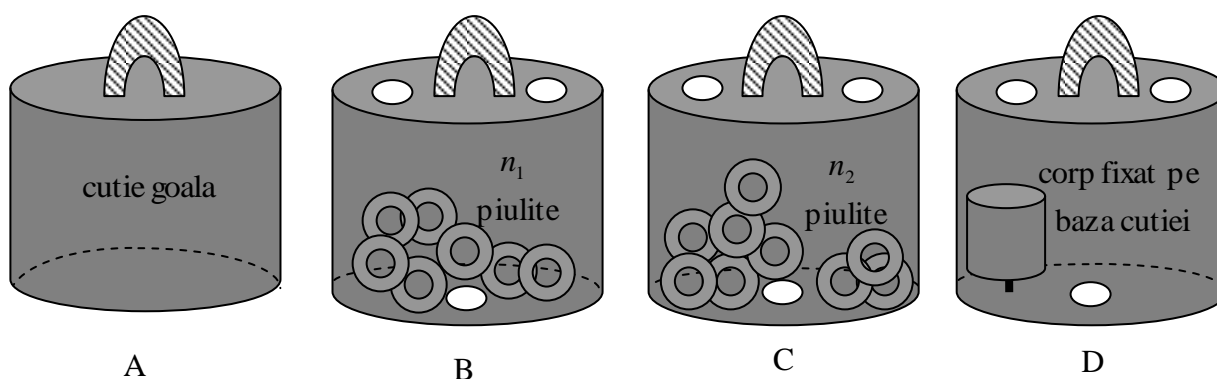
**VIII**  
**A**

**Lucrarea A**  
**Cutii închise cu conținuturi diferite**

**Materiale la dispoziție**



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) patru cutii cilindrice identice închise (fig. 2; cutia A, etanșă, 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; cutia D, cu două orificii în capacul superior și un orificiu în capacul inferior, având fixat pe baza sa axul unui corp cilindric); 7) flacon cu lichid necunoscut,  $L_1$ ; 8) flacon cu lichid necunoscut,  $L_2$ ; 9) lavetă; 10) cristalizor; 11) pahar Berzelius 400 ml; 12) seringă 60 ml; 13) cilindru metalic cu cârlig; 14) riglă gradată.



### 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:

- numărul de piulițe din fiecare cutie și masa unei singure piulițe;
- densitățile lichidelor necunoscute;
- 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,  $\rho_{pc}$ ;
- volumul,  $V$  și densitatea,  $\rho$ , a fiecărei piulițe;
- distanța  $d$  față de centrul bazei cutiei D unde este fixat axul cilindrului din interiorul său.

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



**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI  
ȘI SPORTULUI**  
**INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN - ILFOV**  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ**  
**Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012**  
**PROBA PRACTICĂ**

VIII  
A

**Lucrarea A**

Barem de notare	Parțial	Punctaj																												
Barem de notare - <b>Lucrarea A</b>		<b>10</b>																												
<b>a) Determinarea numărului de piulițe din fiecare cutie și a masei unei singure piulițe</b>		<b>1,00</b>																												
<p>1) Suspendând, pe rând, fiecare cutie de dinamometru și citind indicațiile acestuia în fiecare caz, rezultă:</p> $F_e = G_A = m_{\text{cutie}}g;$ $m_{\text{cutie}} = \frac{F_e}{g};$ $F_{e1} = G_B = (m_{\text{cutie}} + n_1m)g = F_e + n_1mg,$ unde $m$ este masa unei singure piulițe; $F_{e2} = G_C = (m_{\text{cutie}} + n_2m)g = F_e + n_2mg;$ $n_1 = \frac{F_{e1} - F_e}{mg}; \quad n_2 = \frac{F_{e2} - F_e}{mg};$ $\frac{n_1}{n_2} = \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e2} - F_e}; \quad n_1 + n_2 = n;$ $n_1 = n \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}; \quad n_2 = n \frac{F_{e2} - F_e}{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e};$ $m = \frac{F_{e1} - F_e}{n_1g} = \frac{F_{e2} - F_e}{n_2g} = \frac{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}{ng}.$	0,50																													
<p>2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelul alăturat.</p> <p>Tabelul 1</p> <table><tr><td><math>F_e</math></td><td><math>F_{e1}</math></td><td><math>F_{e2}</math></td><td><math>n_1</math></td><td><math>n_2</math></td><td><math>m</math></td><td><math>m_{\text{mediu}}</math></td></tr><tr><td>0,95 N</td><td>1,8 N</td><td>2,35 N</td><td>3</td><td>5</td><td>28,9 g</td><td>28,7 g</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>28,5 g</td><td>28,7 g</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>28,7 g</td><td>28,7 g</td></tr></table>	$F_e$	$F_{e1}$	$F_{e2}$	$n_1$	$n_2$	$m$	$m_{\text{mediu}}$	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	0,50	
$F_e$	$F_{e1}$	$F_{e2}$	$n_1$	$n_2$	$m$	$m_{\text{mediu}}$																								
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>b) Determinarea densităților lichidelor necunoscute</b>		<b>2,00</b>																												
<p>1) Din condiția de plutire a cutiei goale pe suprafața lichidului din pahar, rezultă:</p> $m_{\text{cutie}}g = m_{\text{lichid dezlucuit}}g;$ $F_e = \rho_0 V_0 g,$ unde $V_0$ este volumul de lichid dezlucuit de porțiunea din cutia goală, aflată în lichid, iar $\rho_0$ este densitatea lichidului necunoscut; $\rho_0 = \frac{F_e}{\pi R^2 h g},$	1,00																													

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.																					
2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelul alăturat.		1,00																			
<p>Tabelul 2</p> <table> <tr> <th>Lichidul</th> <th><math>R</math></th> <th><math>h</math></th> <th><math>V_0 \text{ (m}^3\text{)}</math></th> <th><math>F_e</math></th> <th><math>\rho_0 \text{ (kg/m}^3\text{)}</math></th> </tr> <tr> <td><math>L_1</math></td> <td>41,5 mm</td> <td>17 mm</td> <td><math>9,027 \times 10^{-4}</math></td> <td>0,95 N</td> <td>997</td> </tr> <tr> <td><math>L_2</math></td> <td>41,5 mm</td> <td>13 mm</td> <td><math>6,903 \times 10^{-4}</math></td> <td>0,95 N</td> <td>1303,8</td> </tr> </table>		Lichidul	$R$	$h$	$V_0 \text{ (m}^3\text{)}$	$F_e$	$\rho_0 \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$L_1$	41,5 mm	17 mm	$9,027 \times 10^{-4}$	0,95 N	997	$L_2$	41,5 mm	13 mm	$6,903 \times 10^{-4}$	0,95 N	1303,8		
Lichidul	$R$	$h$	$V_0 \text{ (m}^3\text{)}$	$F_e$	$\rho_0 \text{ (kg/m}^3\text{)}$																
$L_1$	41,5 mm	17 mm	$9,027 \times 10^{-4}$	0,95 N	997																
$L_2$	41,5 mm	13 mm	$6,903 \times 10^{-4}$	0,95 N	1303,8																
<p><b>c) Determinarea volumului pereților fiecărei cutii, <math>V_{pc}</math>, a masei cutiei goale, <math>m_{cutie}</math> și a densității materialului din care sunt confecționate cutiile, <math>\rho_{pc}</math></b></p>			<b>2,00</b>																		
<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> $m_{cutie}g = \rho_0 V_{pc}g + F_{e,0} = F_e;$ $(m_{cutie} + n_1 m)g = \rho_0 (V_{pc} + n_1 V)g + F_{e1,0} = F_{e1},$ <p>unde <math>V</math> este volumul unei singure piulițe;</p> $(m_{cutie} + n_2 m)g = \rho_0 (V_{pc} + n_2 V)g + F_{e2,0} = F_{e2};$ $V_{pc} + n_1 V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g}; \quad V_{pc} + n_2 V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g};$ $n_1 V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}; \quad n_2 V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g} - V_{pc};$ $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}}{\frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}}; \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e2} - F_e};$ $\frac{\frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}}{\frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}} = \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e2} - F_e};$ $V_{pc} = \frac{(F_{e2} - F_{e2,0})(F_{e1} - F_e) - (F_{e1} - F_{e1,0})(F_{e2} - F_e)}{\rho_0 g (F_{e1} - F_{e2})};$ $m_{cutie} = \frac{F_e}{g};$ $\rho_{pc} = \frac{m_{cutie}}{V_{pc}};$ $\rho_{pc} = \rho_0 \frac{F_e (F_{e1} - F_{e2})}{(F_{e2} - F_{e2,0})(F_{e1} - F_e) - (F_{e1} - F_{e1,0})(F_{e2} - F_e)}.$		1,00																			

2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelele alăturate.								1,00	
Tabelul 3									
Lichidul L <sub>1</sub>									
$F_e$ (N)	$F_{e1}$ (N)	$F_{e2}$ (N)	$F_{e1,0}$ (N)	$F_{e2,0}$ (N)	$V_{pc}$ (m <sup>3</sup> )	$m_c$ (kg)	$\rho_{pc}$ (kg/m <sup>3</sup> )		
0,95	1,8	2,35	0,95	1,45	6,8x10 <sup>-5</sup>	0,0968	1489,8		
Tabelul 4									
Lichidul L <sub>2</sub>									
$F_e$ (N)	$F_{e1}$ (N)	$F_{e2}$ (N)	$F_{e1,0}$ (N)	$F_{e2,0}$ (N)	$V_{pc}$ (m <sup>3</sup> )	$m_c$ (kg)	$\rho_{pc}$ (kg/m <sup>3</sup> )		
0,95	1,8	2,35	0,85	1,35	7,9x10 <sup>-5</sup>	0,0968	1225,3		
Tabelul 5									
Nr. det.	$V_{pc}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{pc,mediu}$ (m <sup>3</sup> )	$\rho_{pc}$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{pc,mediu}$ (kg/m <sup>3</sup> )				3,00	
1	6,8x10 <sup>-5</sup>	7,35x10 <sup>-5</sup>	1489,8	1357,55					
2	7,9x10 <sup>-5</sup>	7,35x10 <sup>-5</sup>	1225,3	1357,55					
d) Determinarea volumului, V și a densității, ρ, a fiecărei piulițe									
1) Din considerente prezentate anterior, rezultă: $\rho_0(V_{pc} + n_1V)g + F_{e1,0} = F_{e1};$ $\rho_0(V_{pc} + n_2V)g + F_{e2,0} = F_{e2};$ $V_{pc} + n_1V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g}; \quad V_{pc} + n_2V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g};$ $V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g n_1} - \frac{V_{pc}}{n_1}; \quad V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g n_2} - \frac{V_{pc}}{n_2};$ $m = \frac{F_{e1} - F_e}{n_1 g} = \frac{F_{e2} - F_e}{n_2 g} = \frac{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}{ng};$ $\rho = \frac{m}{V}.$									
2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelele alăturate.								2,00	
Tabelul 6									
Lichidul L <sub>1</sub>									
$F_{e1}$ (N)	$F_{e1,0}$ (N)	$\rho_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	$V_{pc,mediu}$ (m <sup>3</sup> )	$n_1$	$V$ (cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )			
1,8	0,95	997	7,35x10 <sup>-5</sup>	3	4,469	6,42			
Tabelul 7									
Lichidul L <sub>1</sub>									
$F_{e2}$ (N)	$F_{e2,0}$ (N)	$\rho_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	$V_{pc,mediu}$ (m <sup>3</sup> )	$n_2$	$V$ (cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )			
2,35	1,45	997	7,35x10 <sup>-5</sup>	5	3,704	7,74			

Tabelul 8  
Lichidul L<sub>2</sub>

$F_{e1}$ (N)	$F_{e1,0}$ (N)	$\rho_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	$V_{pc,mediu}$ (m <sup>3</sup> )	$n_1$	$V$ (cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
1,8	0,85	1303,8	$7,35 \times 10^{-5}$	3		

Tabelul 9  
Lichidul L<sub>2</sub>

$F_{e2}$ (N)	$F_{e2,0}$ (N)	$\rho_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	$V_{pc,mediu}$ (m <sup>3</sup> )	$n_2$	$V$ (cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
2,35	1,35	1303,8	$7,35 \times 10^{-5}$	5		

Nr. det.	$V$ (cm <sup>3</sup> )	$V_{mediu}$ (cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_{mediu}$ (g/cm <sup>3</sup> )
1	4,469		6,42	
2	3,704		7,74	
3				
4				

**e) Determinarea distanței,  $d$ , de la centrul bazei cutiei D până la axul corpului fixat**

**1,00**

Cutia D fiind suspendată de dinamometru, în aer, se caută poziția cilindrului pus pe capacul superior al cutiei, pentru care acest capac rămâne orizontal. Corespunzător acestei situații, forțele exterioare care acționează asupra cutiei, asigurând echilibrul acesteia, sunt cele reprezentate în figura alăturată. (Nu are importanță dacă greutatea cutiei D depășește limita maximă de pe scala dinamometrului. Cârligul dinamometrului servește numai ca punct de sprijin.)

Deoarece cutia D nu are mișcare de translație, înseamnă că:

$$\vec{G}_{cutie} + \vec{G}_{cilindru\ interior} + \vec{G}_{cilindru\ exterior} + \vec{F}_e = 0,$$

$$m_{cutie} + m_{cilindru\ interior} + m_{cilindru\ exterior} = \frac{F_e}{g};$$

$$m_{cutieD} + m_{cilindru\ exterior} = \frac{F_e}{g}.$$

Deoarece cutia D nu are mișcare de rotație, înseamnă că:

$$G_{cilindru\ exterior} \cdot x = G_{cilindru\ interior} \cdot d,$$

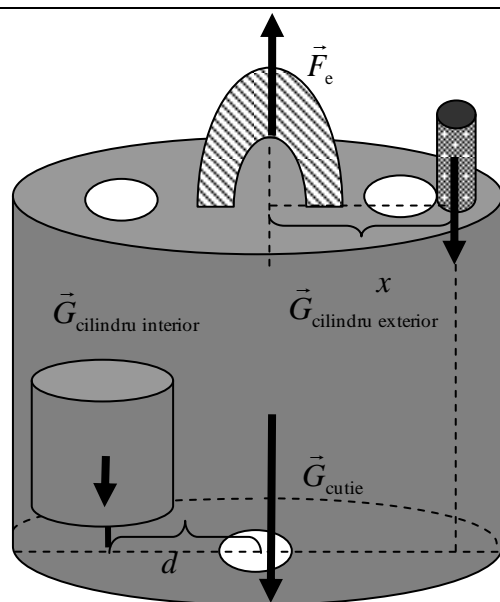
$$G_{cilindru\ interior} = G_{cutieD} - G_{cutieA} = 1\text{ N} - 0,75\text{ N} = 0,25\text{ N};$$

$$G_{cilindru\ exterior} = 0,3\text{ N},$$

de unde rezultă:

$$d = \frac{G_{cilindru\ exterior} \cdot x}{G_{cilindru\ interior}}; \quad x = 21,00\text{ mm};$$

$$d = 25,2\text{ mm}.$$



Oficiu

1,00