

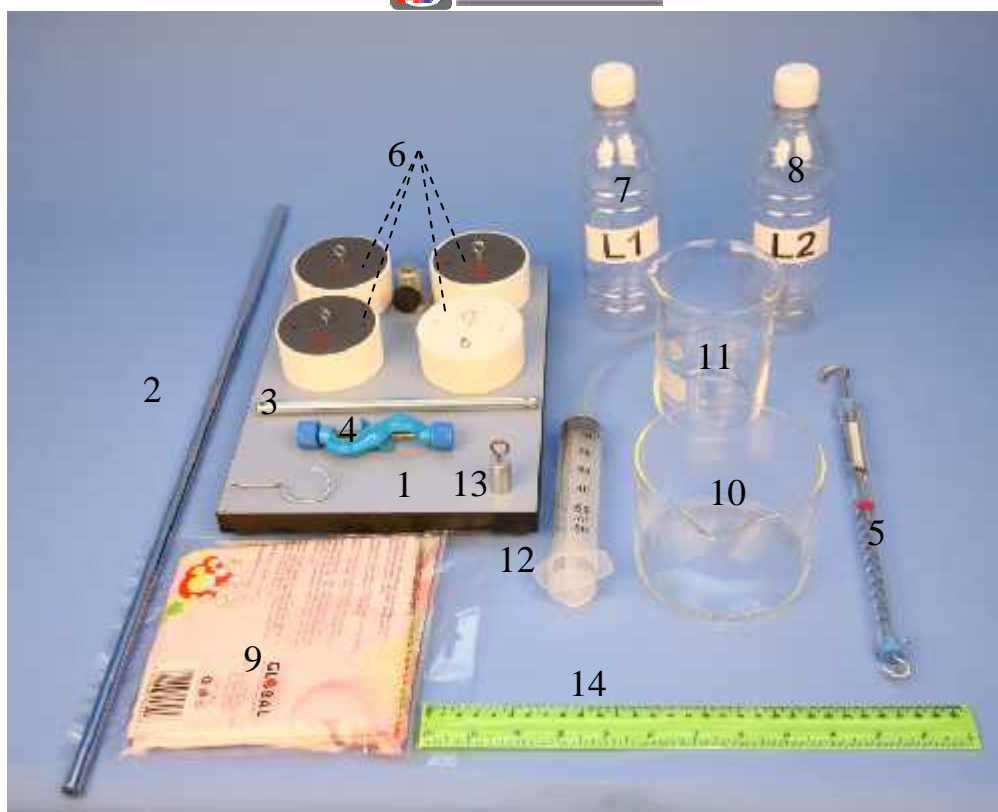


MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
I SPORTULUI
INSPECTORATUL COLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

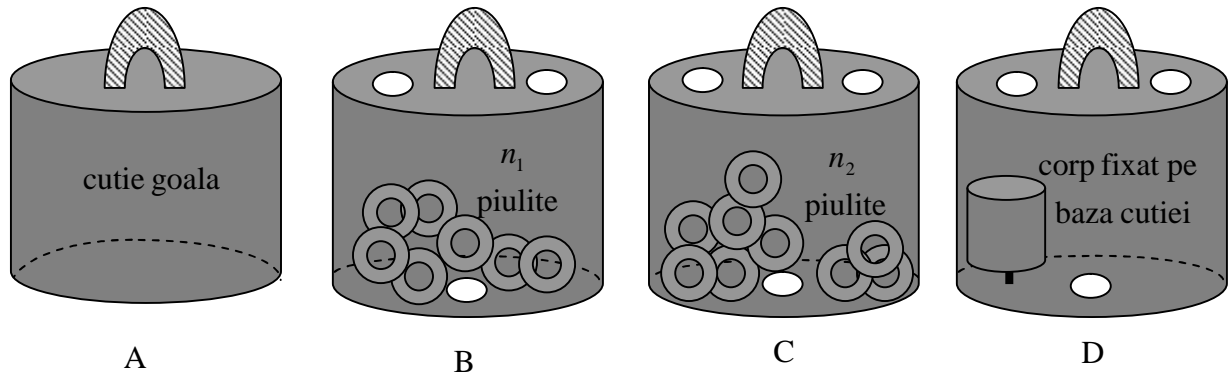
VIII
A

Lucrarea A
Cutii închise cu conținuturi diferite

Materiale la dispoziție



1) suport cu muf ; 2) tijă $\Phi = 10 \text{ mm}$, $L = 600 \text{ mm}$; 3) tijă $\Phi = 10 \text{ mm}$, $L = 200 \text{ mm}$, cu adâncitură ;
4) muf universal ; 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 .



Preciz ri 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.

Cerin e

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;

e) distanța d față de centrul bazei cutiei D unde este fixat axul cilindrului din interiorul său.

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

Aten ie!

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. Călimeni



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII ȘI TINERETULUI
I SPORTULUI
INSPECTORATUL COLAR 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 - Lucrarea A		10																												
a) Determinarea numărului de piulițe din fiecare cutie și a masei unei singure piulițe		1,00																												
<p>1) Suspendând, pe rând, fiecare cutie de dinamometru și citind indicațiile acestuia în fiecare caz, rezultă :</p> $F_e = G_A = m_{\text{cutie}} g;$ $m_{\text{cutie}} = \frac{F_e}{g};$ $F_{e1} = G_B = (m_{\text{cutie}} + n_1 m)g = F_e + n_1 mg,$ <p>unde m este masa unei singure piulițe;</p> $F_{e2} = G_C = (m_{\text{cutie}} + n_2 m)g = F_e + n_2 mg;$ $n_1 = \frac{F_{e1} - F_e}{mg}; \quad n_2 = \frac{F_{e2} - F_e}{mg};$ $\frac{n_1}{n_2} = \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e2} - F_e}; \quad n_1 + n_2 = n;$ $n_1 = n \frac{F_{e1} - F_e}{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}; \quad n_2 = n \frac{F_{e2} - F_e}{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e};$ $m = \frac{F_{e1} - F_e}{n_1 g} = \frac{F_{e2} - F_e}{n_2 g} = \frac{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}{ng}.$	0,50																													
<p>2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelul alăturat.</p> <p>Tabelul 1</p> <table 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>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> </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						28,7 g	28,7 g	0,50	
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> $m_{\text{cutie}} g = m_{\text{lichid dezlucuit}} g;$ $F_e = \dots_0 V_0 g,$ <p>unde V_0 este volumul de lichid dezlucuit de porțiunea din cutia goală, aflată în</p>	1,00																													

lichid, iar ρ_0 este densitatea lichidului necunoscut;

$$\rho_0 = \frac{F_e}{fR^2hg},$$

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.

Tabelul 2

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}

1) Suspendând, pe rând, fiecare cutie de dinamometru, în timp ce ea este complet scufundată în lichidul din pahar și citind indicațiile dinamometrului, rezultă:

$$m_{cutie}g = \rho_0 V_{pc}g + F_{e,0} = F_e;$$

$$(m_{cutie} + n_1m)g = \rho_0 (V_{pc} + n_1V)g + F_{e1,0} = F_{e1},$$

unde V este volumul unei singure piuli e ;

$$(m_{cutie} + n_2m)g = \rho_0 (V_{pc} + n_2V)g + F_{e2,0} = F_{e2};$$

$$V_{pc} + n_1V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g}; \quad V_{pc} + n_2V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g};$$

$$n_1V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\rho_0 g} - V_{pc}; \quad n_2V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\rho_0 g} - V_{pc};$$

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

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

$$V_{pc} = \frac{(F_{e2} - F_{e2,0})(F_{e1} - F_e) - (F_{e1} - F_{e1,0})(F_{e2} - F_e)}{\rho_0 g (F_{e1} - F_{e2})};$$

$$m_{cutie} = \frac{F_e}{g};$$

$$\rho_{pc} = \frac{m_{cutie}}{V_{pc}};$$

1,00

2,00

1,00

$\dots_{pc} = \dots_0 \frac{F_e (F_{e1} - F_{e2})}{(F_{e2} - F_{e2,0})(F_{e1} - F_e) - (F_{e1} - F_{e1,0})(F_{e2} - F_e)}$																																																								
<p>2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelele alăturate.</p> <p>Tabelul 3 Lichidul L₁</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <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>\dots_{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>$6,8 \times 10^{-5}$</td> <td>0,0968</td> <td>1489,8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelul 4 Lichidul L₂</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <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>\dots_{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>$7,9 \times 10^{-5}$</td> <td>0,0968</td> <td>1225,3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelul 5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Nr. det.</th> <th>V_{pc} (m³)</th> <th>$V_{pc,mediu}$ (m³)</th> <th>\dots_{pc} (kg/m³)</th> <th>$\dots_{pc,mediu}$ (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$6,8 \times 10^{-5}$</td> <td>$7,35 \times 10^{-5}$</td> <td>1489,8</td> <td>1357,55</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$7,9 \times 10^{-5}$</td> <td>$7,35 \times 10^{-5}$</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)	\dots_{pc} (kg/m ³)	0,95	1,8	2,35	0,95	1,45	$6,8 \times 10^{-5}$	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)	\dots_{pc} (kg/m ³)	0,95	1,8	2,35	0,85	1,35	$7,9 \times 10^{-5}$	0,0968	1225,3	Nr. det.	V_{pc} (m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	\dots_{pc} (kg/m ³)	$\dots_{pc,mediu}$ (kg/m ³)	1	$6,8 \times 10^{-5}$	$7,35 \times 10^{-5}$	1489,8	1357,55	2	$7,9 \times 10^{-5}$	$7,35 \times 10^{-5}$	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)	\dots_{pc} (kg/m ³)																																																	
0,95	1,8	2,35	0,95	1,45	$6,8 \times 10^{-5}$	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)	\dots_{pc} (kg/m ³)																																																	
0,95	1,8	2,35	0,85	1,35	$7,9 \times 10^{-5}$	0,0968	1225,3																																																	
Nr. det.	V_{pc} (m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	\dots_{pc} (kg/m ³)	$\dots_{pc,mediu}$ (kg/m ³)																																																				
1	$6,8 \times 10^{-5}$	$7,35 \times 10^{-5}$	1489,8	1357,55																																																				
2	$7,9 \times 10^{-5}$	$7,35 \times 10^{-5}$	1225,3	1357,55																																																				
d) Determinarea volumului, V și a densității, ..., a fiecărei piuli e								3,00																																																
<p>1) Din considerente prezentate anterior, rezultă :</p> $\dots_0 (V_{pc} + n_1 V)g + F_{e1,0} = F_{e1};$ $\dots_0 (V_{pc} + n_2 V)g + F_{e2,0} = F_{e2};$ $V_{pc} + n_1 V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\dots_0 g}; \quad V_{pc} + n_2 V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\dots_0 g};$ $V = \frac{F_{e1} - F_{e1,0}}{\dots_0 g n_1} - \frac{V_{pc}}{n_1}; \quad V = \frac{F_{e2} - F_{e2,0}}{\dots_0 g n_2} - \frac{V_{pc}}{n_2};$ $m = \frac{F_{e1} - F_e}{n_1 g} = \frac{F_{e2} - F_e}{n_2 g} = \frac{F_{e1} + F_{e2} - 2F_e}{ng};$ $\dots = \frac{m}{V}.$								1,00																																																
<p>2) Rezultatele determinărilor experimentale sunt consemnate în tabelele alăturate.</p> <p>Tabelul 6 Lichidul L₁</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>F_{e1} (N)</th> <th>$F_{e1,0}$ (N)</th> <th>\dots_0 (kg/m³)</th> <th>$V_{pc,mediu}$ (m³)</th> <th>n_1</th> <th>V (cm³)</th> <th>\dots (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,8</td> <td>0,95</td> <td>997</td> <td>$7,35 \times 10^{-5}$</td> <td>3</td> <td>4,469</td> <td>6,42</td> </tr> </tbody> </table>								F_{e1} (N)	$F_{e1,0}$ (N)	\dots_0 (kg/m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	n_1	V (cm ³)	\dots (g/cm ³)	1,8	0,95	997	$7,35 \times 10^{-5}$	3	4,469	6,42	2,00																																		
F_{e1} (N)	$F_{e1,0}$ (N)	\dots_0 (kg/m ³)	$V_{pc,mediu}$ (m ³)	n_1	V (cm ³)	\dots (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				

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 :

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

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

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

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

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

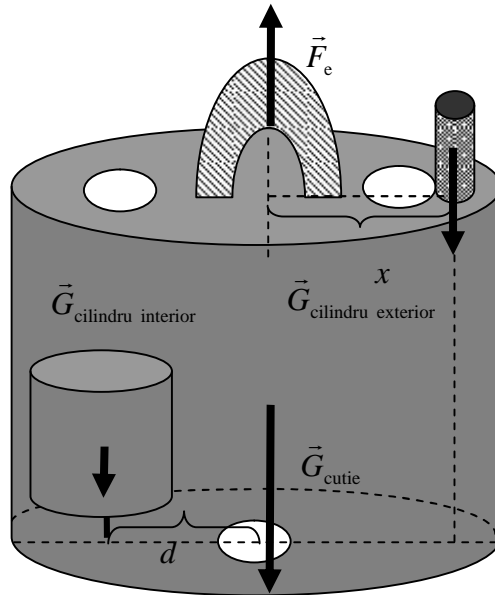
$$G_{cilindru\ interior} = G_{cutie\ D} - G_{cutie\ A} = 1\text{ N} - 0,75\text{ N} = 0,25\text{ N};$$

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

de unde rezult :

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

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



Oficiu

1,00