

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI
SPORTULUI

OLIMPIADA DE ȘTIINȚE PENTRU JUNIORI
ETAPA NAȚIONALĂ – TG. MUREȘ

31 iulie - 4 august 2011



FIZICĂ – PROBA EXPERIMENTALĂ – BAREM DE EVALUARE

DETERMINAREA DENSITĂȚII MATERIALULUI DIN CARE ESTE CONFEȚIONATĂ O ȚEAVĂ

1. Prezentarea metodei și a modului de lucru.....**în total 12 puncte**

► Folosind rigla se determină lungimea ℓ a țevii (vezi Fig. 1)**0,75 p**

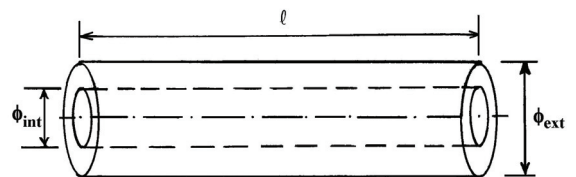
► Folosind rigla se determină diametrele exterior (ϕ_{ext}) și interior

(ϕ_{int}) ale țevii.....**0,75 p**

► Cu formula volumului unui cilindru drept [$V = \pi \cdot \ell = (\pi/4)\phi^2 \ell$],

făcând diferența $V_{ext} - V_{int} = (\pi/4)[\phi_{ext}^2 - \phi_{int}^2]\ell \equiv V$ se determină

volumul țevii (a părții cărnose).....**1,5 p**



► Din cele 4-5 determinări distincte (vezi Tabelul 1) se calculează un volum mediu $\bar{V} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i$ pentru bucata de țeavă.....**0,75 p**

► Se apreciază lungimea reală a riglei (L), adăugând celor 300mm ai gradațiilor și cei câțiva milimetri de la stânga gradației 0 și de la dreapta gradației 30**0,75 p**

► Făcând raportul dintre masa M a riglei (inscripționată cu CD-markerul pe verso-ul riglei și determinată anterior cu o balanță de foarte mare precizie) și lungimea sa reală (L) obținem densitatea liniară de masă $\lambda = M/L$ (la numitorul fracției se va putea utiliza valoarea medie \bar{L}).....**0,75 p**

Cum se determină masa țevii ?

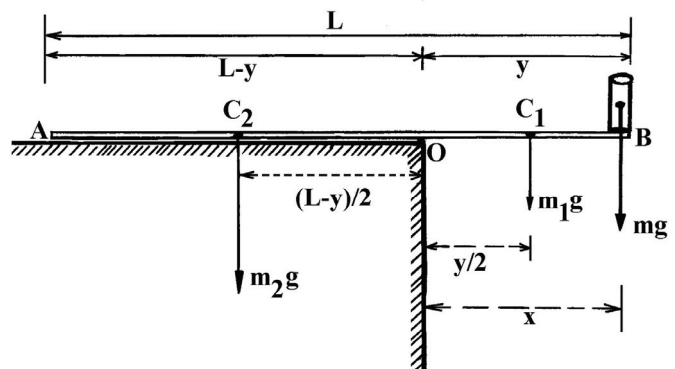
► Se așază segmentul de țeavă, în poziție verticală, la unul din capetele riglei, localizând respectiva poziție – vezi Fig. 2. Aflată în întregime pe masa de lucru, în direcție perpendiculară pe muchia mesei, rigla se poziționează cu capătul pe care se află țeava spre exteriorul mesei.

Cu multă finețe și cu mare atenție se deplasează rigla spre exterior până când o aducem în poziția în care ea are tendința să se rotească în jurul muchiei O de la marginea mesei (asemenea unui braț de balanță pe „cuțitul” de sprijin). Determinăm astfel distanțele y și x **1,5 p**

► Scriem condiția de echilibru pentru momentele forțelor (greutăților):

$$mgx + m_1g \frac{y}{2} = m_2g \frac{L-y}{2},$$

unde $m_1 = \lambda \cdot y$ și $m_2 = \lambda(L-y)$, cu $\lambda = M/L$, se referă la masele celor două segmente de riglă iar m este masa țevii....**3 p**



**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI
SPORTULUI**

**OLIMPIADA DE ȘTIINȚE PENTRU JUNIORI
ETAPA NAȚIONALĂ – TG. MUREȘ**

31 iulie - 4 august 2011



► După împărțirea prin g și introducerea valorilor $m_1 = (M/L)y$ și $m_2 = (M/L)(L-y)$ în relația de mai sus,

putem explicita masa țevii obținând în final $m = M \frac{L-2y}{2x}$. (*).....**0,75 p**

► Din cele 4-5 determinări distincte (vezi Tabelul 2) se calculează, pentru țeavă, o masă medie

$$\bar{m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i \dots\dots\dots \mathbf{0,75\ p}$$

► În cele din urmă, densitatea (medie a) țevii se determină cu formula

$$\bar{\rho} = \frac{\bar{m}}{\bar{V}} \dots\dots\dots \mathbf{0,75\ p}$$

Observație: La masa M inscripționată pe riglă s-ar putea adăuga câteva sute de gram, datorate cernelii cu care s-a scris. De aceea, având în vedere direct proporționalitatea $\bar{m} \propto M$, în realitate, densitatea polipropilenei este mai mare decât cea dată de formula de mai sus.

2. Tabelele cu date experimentale.....**în total 9 puncte**

Tabelul nr. 1 (Determinarea volumului țevii).....**4,5 p**

Nr.crt.	ℓ (mm)	ϕ_{ext} (mm)	ϕ_{int} (mm)	$V = (\pi/4)[\phi_{ext}^2 - \phi_{int}^2]$ (mm ³)	\bar{V} (mm ³)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Tabelul nr. 2 (Determinarea masei țevii)).....**4,5 p**

Nr. crt.	L (mm)	x (mm)	y (mm)	Masa m [conform (*)] (grame)	\bar{m} (grame)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Pentru a îmbunătăți precizia determinării lui x linia verticală (de culoare roșie) de pe țeavă trebuie așezată exact în dreptul unei gradații de pe riglă. Pentru a îmbunătăți precizia determinării lui y se realizează, pe ciornă, cu un creion foarte bine ascuțit, „o scală” de 20-30 mm. Cu ajutorul ei se determină, chiar de la început, numărul suplimentar de mm de la capete. El se are în vedere la determinarea lungimii L a riglei, dar și a distanței y .

3. Surse de erori.....**în total 1,5 punct**

♦ Imprecizie (de circa 0,5 mm) la determinarea lungimilor pentru țeavă și riglă;

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI
SPORTULUI**

**OLIMPIADA DE ȘTIINȚE PENTRU JUNIORI
ETAPA NAȚIONALĂ – TG. MUREȘ**

31 iulie - 4 august 2011



- ♦ Imprecizie la determinarea diametrelor ϕ ale țevii; ar fi fost necesară o măsurare mai precisă a lor, cu șublerul sau cu micrometrul;
- ♦ Posibile neuniformități longitudinale ale diametrelor ϕ ale țevii, care produc erori în evaluarea volumului;
- ♦ Un anumit subiectivism, când estimarea numărului suplimentar de mm de la cele două capete (rigla are o lungime mai mare de 300 mm) se face „din ochi”;
- ♦ Imprecizie la determinarea lui x (adică a mijlocului țevii, așezată pe riglă în poziție verticală);
- ♦ La unele țevi, secțiunea transversală de la capete nu e chiar perpendiculară pe axul țevii. De aceea, țeava nu poate sta chiar vertical pe riglă;
- ♦ Graba sau/și nerăbdarea (deplasarea prea rapidă a riglei spre exteriorul mesei nu permite o corectă apreciere a momentului în care rigla începe să se rotească spre exterior). Aceasta face ca distanțele x și y să fie apreciate eronat;
- ♦ Între riglă și masa de lucru este posibilă o ușoară aderență (electrostatică, de exemplu, datorată frecării), fapt care poate determina erori în aprecierea momentului echilibrului (adică a valorilor lui x și y).

4. Soluțiile problemelor propuse **în total 7,5 puncte**

4.A. **4,5 puncte**

► Dacă \bar{V} este valoarea medie a volumului țevii, rezultată din determinările efectuate (și trecute în tabelul solicitat la punctul 2) al enunțului), domeniul de valori pentru volum (care ține cont de eroarea relativă ε_V) este cuprins între $V_{\min} = \bar{V} - \bar{V}\varepsilon_V = 0,98\bar{V}$ și $V_{\max} = \bar{V} + \bar{V}\varepsilon_V = 1,02\bar{V}$ **1,5 p**

► În mod analog, dacă \bar{m} este masa medie a țevii, rezultată din determinările efectuate, și avem în vedere de eroarea relativă specificată, domeniul de valori pentru masa țevii este cuprins între

$$m_{\min} = \bar{m} - \bar{m}\varepsilon_m = 0,97\bar{m} \text{ și } m_{\max} = \bar{m} + \bar{m}\varepsilon_m = 1,03\bar{m} \text{ } \mathbf{1,5 p}$$

► După efectuarea acestor calcule, deducem valorile extreme ale densității
 $\rho_{\min} = m_{\min}/V_{\max} = (97/102)(\bar{m}/\bar{V}) = (97/102)\bar{\rho} \approx 0,951\bar{\rho}$ **0,75 p**
 respectiv

$$\rho_{\max} = m_{\max}/V_{\min} = (103/98)(\bar{m}/\bar{V}) = (103/98)\bar{\rho} \approx 1,051\bar{\rho} \text{ } \mathbf{0,75 p}$$

4.B. **3 puncte**

► Egalând forța de greutate a țevii $G = mg = \rho Vg$ (dirijată vertical, în jos) cu forța arhimedică $F_A = m_{\text{apa}}g = \rho_{\text{apa}}V_xg$ (dirijată vertical, în sus) obținem fracțiunea $f \equiv V_x/V = \rho/\rho_{\text{apa}}$ **1,5+0,75=2,25 p**

► Ținând cont de valorile extreme ale lui ρ , deduse mai sus, fracțiunea f este cuprinsă între $f_{\min} \approx 0,951\bar{\rho}/\rho_{\text{apa}}$ și $f_{\max} \approx 1,051\bar{\rho}/\rho_{\text{apa}}$ **0,75p**

TOTAL GENERAL **30 puncte**

Soluție și barem propuse de Prof. univ. dr. Uliu Florea, Facultatea de Fizică, Universitatea din Craiova