



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚE PENTRU JUNIORI 2010 PROBA EXPERIMENTALĂ FIZICĂ

LUBENIȚA PLUTITOARE

Barem de evaluare

A. 5 puncte
 ► De pe fotografie, cu ajutorul riglei, se poate determina diametrul „ecuatorial” al imaginii lubeniței (D_e) precum și diametrul cercului de la nivelul apei din vas (D_a), adică al cercului de la baza calotei din aer. Aceste mărimi sunt direct proporționale cu raza **reală** R a lubeniței (sferă perfectă) și, respectiv, cu raza **reală** r a cercului de la baza calotei neimersate (la nivelul apei din vas). Putem scrie deci $D_e = \alpha(2R) = (2\alpha)R$, respectiv $D_a = \alpha(2r) = (2\alpha)r$. Factorul de proporționalitate α , determinat de „mărirea” pe care a furnizat-o aparatul fotografic utilizat, nu este cunoscută. De aceea suntem obligați să ne bazuim doar pe o mărime independentă de acest factor α , anume pe raportul adimensional $f \equiv r/R = D_a/D_e$, ce este deja cunoscut (după ce diametrele D_a și D_e au fost măsurate cu rigla). **2,5 puncte**

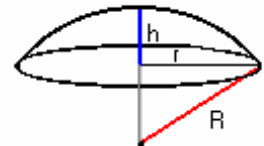
► Conform legii lui Arhimede, condiția de plutire este $gm_{sfera} = gm_{apa\ dezlocuita}$, adică

$$\rho_x V_{sfera(R)} = \rho_{apa} V_{calota(2R-h)}. \text{ De aici } \rho_x = \rho_{apa} \frac{V_{calota(2R-h)}}{V_{sfera(R)}}. \quad (*) \dots\dots\dots \mathbf{2,5\ puncte}$$

B. 5 puncte

► Raportul volumelor va trebui să fie exprimat prin raportul adimensional f definit mai sus (sau prin inversul său). Conform formulei din enunț $V_{calota(2R-h)} = \frac{\pi}{3}(R+h)(2R-h)^2$. (**). **1 punct**

► Cu ajutorul teoremei lui Pitagora (vezi figura) putem scrie $R^2 = r^2 + (R-h)^2$ și din ecuația de gradul II care rezultă, anume din $h^2 - 2Rh + r^2 = 0$, pentru soluția fizică (cea cu $h < R$) obținem $h = R - \sqrt{R^2 - r^2} = R(1 - \sqrt{1 - f^2})$. Revenind în formula (**), după câteva



calcul elementare, în final găsim $V_{calota(2R-h)} = \frac{2\pi}{3}R^3 \left[1 + \left(1 + \frac{f^2}{2} \right) \sqrt{1 - f^2} \right] \dots\dots\dots \mathbf{2\ puncte}$

► Acum, formula (*), care ne permite determinarea densității medii necunoscute (a lubeniței) devine

$$\rho_x = \frac{1}{2} \rho_{apa} \left[1 + \left(1 + \frac{f^2}{2} \right) \sqrt{1 - f^2} \right]. \quad (***) \dots\dots\dots \mathbf{2\ puncte}$$

C. (pentru tabel cu date măsurate pentru cel puțin 3 valori ale diametrelor și ale raportului f sau ale inversului său $k = 1/f$) 4 puncte

► **Valori numerice:** Măsurători atente făcute (cu rigla) pe fotografie conduc la valoarea $f = D_a/D_e = 0,7$, ceea ce înseamnă $\rho_x \approx 0,94 \text{ g/cm}^3$.

► Se pot admite valori din intervalul $0,6 \leq f \leq 0,8$, ceea ce înseamnă densități medii cuprinse între 0,896 și 0,972 (grosier $0,90 \div 0,97$).

Precizări privind acordarea punctelor:

1. Dacă elevul determină doar diametre fără a sesiza necesitatea calculării raportului acestora se acordă **numai 1 punct**.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚE PENTRU JUNIORI 2010
PROBA EXPERIMENTALĂ
FIZICĂ

2. Dacă elevul determină diametrele și calculează raportul acestora, fără a reuși să obțină densitatea, se acordă **2 puncte**.

3. Dacă valoarea obținută de elev pentru densitatea ρ_x nu este situată în intervalul precizat mai sus dar relația pentru calculul lui ρ_x a fost cea corectă se acordă **3 puncte**.

D. 1. Da, precizia determinării lui ρ_x depinde de înălțimea de la care s-a făcut fotografia. Planele celor două cercuri ale căror diametre au fost măsurate cu rigla, sunt în realitate diferite (ele sunt situate la o anumită distanță unul de altul). Distanța dintre ele poate fi considerată neglijabilă **numai** dacă distanța de la care s-a făcut fotografierea este mare. Când această distanță este mică eroarea determinării lui ρ_x este mai mare. **1 punct**

D. 2. La suprafața apei din vas razele de lumină ce vin de la cercul ecuatorial se refractă și diferența dintre unghiul de refracție și cel de incidență este cu atât mai mare cu cât indicele de refracție al lichidului (față de aer) este mai mare Pentru a avea determinări foarte precise, ar trebui să se țină cont atât de înălțimea la care s-a aflat aparatul fotografic cât și de fenomenele de refracție. **1 punct**

D. 3. Nu, deoarece corpul sferic ar fi fost cufundat până la jumătate în lichid și nu s-ar mai fi putut determina două diametre distincte (în acest caz, $f = 1$). **1 punct**

D. 4. Soluția de apă saturată cu sare de bucătărie fiind tulbure (netransparentă), pe fotografie nu s-ar fi putut vizualiza cercul ecuatorial. Măsurând doar diametrul cercului de la baza calotei neimersate nu s-ar putea calcula densitatea necunoscută ρ_x **1 punct**

E. Surse de erori: **2 puncte**

E.1. **1 punct**

- Neconsiderarea aderenței apei la coaja lubeniței;
- Nesfericitatea lubeniței;
- Confundarea celor două plane și neconsiderarea distanței de la care s-a realizat fotografierea;
- Neconsiderarea fenomenului de refracție.

E. 2. (considerând că metoda utilizată este cea prezentată mai sus, la punctele **A** și **B**) **1 punct**

- Lipsa de precizie a riglei utilizate;
- Citirea incorectă a distanțelor cu rigla;
- Erori de calcul matematic.

Total general **20 puncte**

Subiect propus de:
Prof. univ. dr. Uliu Florea
Facultatea de Fizică, Universitatea din Craiova