

Olimpiada Națională de Fizică

Pagina 1 din 2

Vaslui 2015

Proba teoretică

IX

Subiectul 1 – Refracție

A. Un pescar stă în picioare în centrul C al unei plute aflate pe un lac. Ochii pescarului se află la înălțimea $h = 2,0$ m față de suprafața apei, ca în figura 1. Pluta, având lungimea $l = 4,0$ m, se deplasează pe suprafața apei, cu viteza constantă $v_p = 0,40$ m/s, spre un scafandru aflat în repaus la adâncimea $H = 3,0$ m față de suprafața apei. Scafandru are pe cap o lanternă S . Indicele de refracție al apei este $n = 4/3$, iar al aerului este $n_{aer} = 1$.



Figura 1

a) La un moment dat, pescarul vede sursa de lumină S (lanterna) pe o direcție care intersectează suprafața apei la o distanță $x = H$ față de verticala pe care se află lanterna. Calculează distanța dintre sursa de lumină S și ochii pescarului în acest moment.

b) În momentul în care pescarul nu mai vede lanterna (imaginea fiind obturată de plută), scafandru începe să se deplaseze, cu viteza

constantă $v_s = 0,20$ m/s față de apă, vertical spre suprafața apei. Calculează valoarea vitezei relative a sursei de lumină față de centrul plutei și distanța minimă dintre lanterna de pe capul scafandrului aflat în apă și centrul plutei.

B. Demonstrează faptul că miopia se corectează cu lentile divergente, iar hipermetropia cu lentile convergente, utilizând formula lentilelor subțiri și poziționarea punctelor remotum, respectiv proximum pentru ochiul normal și pentru ochiul cu defecte de vedere.

Subiectul 2 - Navigație

A. O barcă traversează un râu având lățimea l . Viteza apei râului față de mal este aceeași în toate punctele și în orice moment. Viteza bărcii față de apă are modulul constant, dar poate avea orientări diferite. Raportul dintre viteza bărcii față de apă și viteza râului este p ($p \neq 1$). Exprimă, în funcție de p , raportul dintre timpul necesar pentru ca barca să traverseze râul în timpul cel mai scurt și timpul necesar traversării râului pe drumul cel mai scurt.

B. Un vapor se deplasează cu viteză constantă pe suprafața liniștită a unui ocean, într-o zi fără vânt. Puntea vaporului, văzută de sus, este reprezentată schematic în figura 2. Un sunet scurt este emis de o sursă sonoră aflată pe puntea deschisă a vasului, în punctul A . Sunetul este reflectat de un perete B aflat la distanța d față de punctul A . Peretele B este paralel cu direcția de deplasare a vaporului. Sunetul este reflectat și de peretele C , care este perpendicular pe direcția de deplasare a vaporului. Peretele C se află tot la distanța d față de punctul A . Intervalul de timp dintre recepțiile, în punctul A , ale celor două sunete reflectate, este Δt . Viteza vaporului este mult mai mică decât viteza sunetului. Cunoscând viteza de propagare a sunetului prin aer $c = 320$ m/s, distanța $d = 15$ m și intervalul de timp $\Delta t = 40 \mu s$, calculează viteza de deplasare a vaporului.

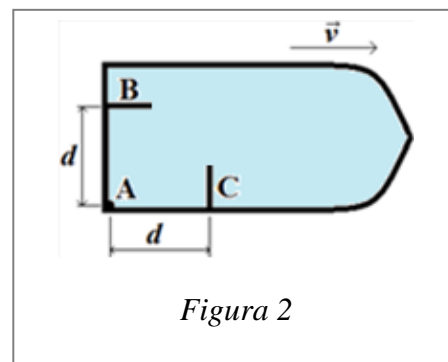


Figura 2

Pentru $x \cong 0$ se poate folosi aproximația $\sqrt{1-x} \cong 1 - (x/2)$.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul 3 – Corpuri sferice

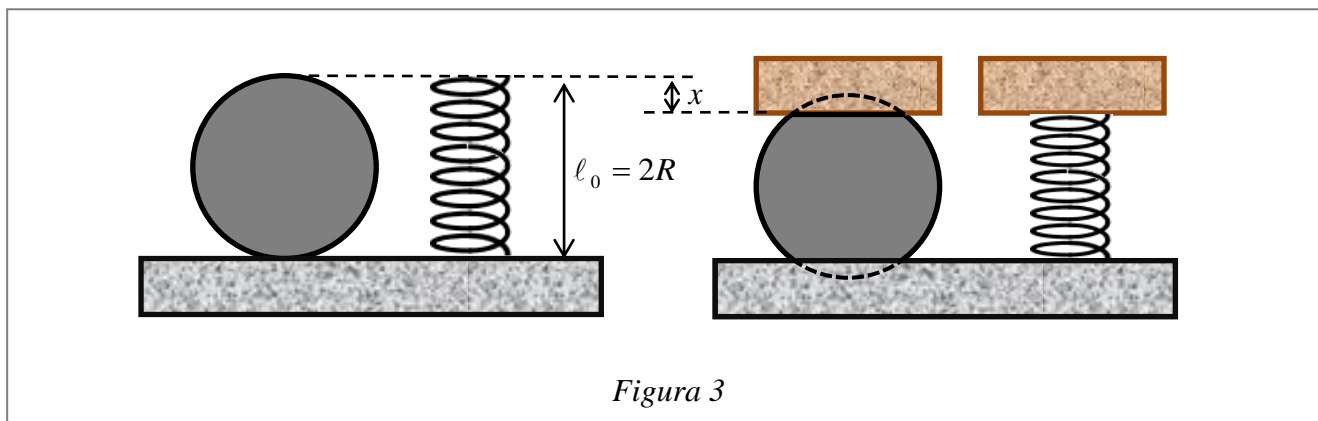
A. În timpul mișcării prin aer, corpurile de formă sferică întâmpină o forță de rezistență la înaintare al cărei modul este direct proporțional cu aria secțiunii transversale a corpului și cu pătratul vitezei acestuia. Forța de rezistență este orientată în sens opus vitezei.

a) Două bile sferice, fără cavități, confecționate din același material omogen, au razele R_1 , respectiv R_2 . În timpul căderii de la înălțime mare, bilele ating vitezele constante având modulele v_1 , respectiv v_2 . Exprimă raportul $\frac{v_1}{v_2}$ în funcție de R_1 și R_2 .

Dacă vei considera necesar, poți utiliza faptul că volumul unei sfere de rază R este $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

b) O minge de handbal este aruncată către poartă. În timpul mișcării sale, mingea atinge o înălțime maximă mai mare decât înălțimea punctului din care a fost aruncată. În punctul de înălțime maximă, valoarea vitezei este de $20,0\text{ m/s}$, iar a accelerației de $12,0\text{ m/s}^2$. După ce este lovită de portar, mingea zboară vertical în sus cu viteza inițială de $15,0\text{ m/s}$. Valoarea accelerației gravitaționale este $g = 9,8\text{ m/s}^2$. Calculează modulul accelerației mingii imediat după ce a fost lovită de portar.

B. O minge având raza $R = 10\text{ cm}$ și masă neglijabilă este umflată cu aer la presiunea $p = 1,2 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Deasupra mingii se așază cu grijă o cărămidă, astfel încât cărămida să rămână în echilibru pe minge, ca în figura 3. Un resort având masa neglijabilă are lungimea în stare nedeformată $\ell_0 = 2R$. Aceeași cărămidă, așezată pe resort, rămâne în echilibru la aceeași distanță față de podea ca și atunci când este așezată pe minge. Se cunoaște valoarea presiunii atmosferice $p_0 = 1,0 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Se consideră că deformarea este atât de mică încât se poate neglija variația presiunii aerului din interiorul mingii, iar raza de curbură a suprafeței laterale a mingii rămâne $R = 10\text{ cm}$. Calculează constanta elastică a resortului.



Subiecte propuse de:

prof. Florin Moraru – Colegiul Național „Nicolae Bălcescu”, Brăila
prof. Daniel Lazăr – Colegiul Național „Iancu de Hunedoara”, Hunedoara
prof. Liviu Blanariu – Centrul Național de Evaluare și Examinare, București

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada Națională de Fizică

Vaslui 2015

Proba teoretică

Barem

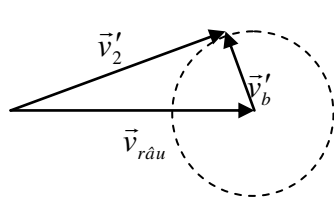
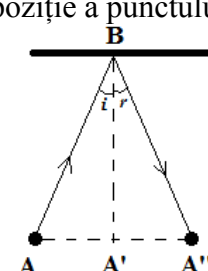
IX

Subiectul 1 – Refracție	Parțial	Punctaj
Barem subiect 1		10p
A.		6p
<p>a)</p> $\sin r = \frac{n \sin i}{n_{\text{aer}}}$ $CI = h \cdot \operatorname{tgr}$ $\operatorname{tgr} = \frac{\sin r}{\sqrt{1 - \sin^2 r}}$ $CN = CI + IN$ $d = \sqrt{CN^2 + (h + H)^2}$ <p>Numeric: $d \cong 10 \text{ m}$</p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>	
<p>b)</p> $v = \sqrt{v_P^2 + v_S^2}$ <p>Numeric: $v \cong 0,45 \text{ m/s}$</p> $n_{\text{aer}} \sin r' = n \sin i'$ $r' = 45^\circ \Rightarrow \sin i' = \frac{3\sqrt{2}}{8}$ $\operatorname{tgi}' = \frac{I'N}{H}$ $CN = \frac{l}{2} + I'N$	<p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p>	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

<div style="text-align: center;"> </div> $\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_s}{v_p}$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{5}}{5}$ $AN = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha}$ $AC = AN - CN$ $CB = AC \sin \alpha$ <p>Numeric: $CB \cong 0,95 \text{ m}$</p>	<p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p>	
<p>B. Pentru miopie:</p> $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x'_R} = \frac{1}{f_C}$ $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_R} = \frac{1}{f_C} + \frac{1}{f_O}$ $x_R = -\infty$ $\frac{1}{x_2} = \frac{1}{f_C} + \frac{1}{f_O}$ $x'_R = f_O; x'_R < 0 \Rightarrow f_O < 0 \text{ (lentilă divergentă)}$	<p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,3</p>	<p>3p</p>
<p>Pentru hipermetropie:</p> $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x'_P} = \frac{1}{f_C}$ $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_P} = \frac{1}{f_C} + \frac{1}{f_O}$ $f_O = \frac{x'_P x_P}{x_P - x'_P}$ $ x'_P > x_P $ $x_P < 0 \text{ și } x'_P < 0 \Rightarrow f_O > 0 \text{ (lentilă convergentă)}$	<p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,3</p>	
<p>Oficiu</p>		<p>1p</p>

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Subiectul 2 - Navigație	Parțial	Punctaj
Barem subiect 2		10p
<p>A.</p> <p>În situația în care $\frac{v_b}{v_{r\acute{a}u}} > 1$:</p> <p>Barca traversează râul în timpul cel mai scurt atunci când viteza bărcii față de apă (\vec{v}_b) este orientată perpendicular pe viteza apei față de mal ($\vec{v}_{r\acute{a}u}$).</p> <p>(1) $t_1 = \frac{l}{v_b}$</p> <p>Barca traversează râul pe drumul cel mai scurt atunci când viteza bărcii față de mal (\vec{v}_2) este perpendiculară pe viteza apei față de mal ($\vec{v}_{r\acute{a}u}$).</p> <p>(2) $t_2 = \frac{l}{v_2}$</p> <p>$v_2 = \sqrt{v_b^2 - v_{r\acute{a}u}^2}$</p> <p>$\Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{1 - \frac{1}{p^2}}$</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>6p</p>
<p>În situația în care $\frac{v_b}{v_{r\acute{a}u}} < 1$:</p> <p>Barca traversează râul pe drumul cel mai scurt atunci când viteza bărcii față de mal (\vec{v}_2) formează unghiul cel mai mare cu viteza apei față de mal ($\vec{v}_{r\acute{a}u}$).</p>  <p>(3) $v'_2 = \sqrt{v_{r\acute{a}u}^2 - v_b^2}$</p> <p>$t'_2 = \frac{l \cdot v_{r\acute{a}u}}{v_b \cdot v'_2}$</p> <p>$\Rightarrow \frac{t_1}{t'_2} = \sqrt{1 - p^2}$</p>	<p>1</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>	
<p>B.</p> <p>În timp ce sunetul se propagă până la peretele B și înapoi, vasul a avansat, astfel încât noua poziție a punctului A este în A''.</p>  <p>$r \equiv i$</p> <p>Ca urmare $AB^2 = AA'^2 + BA'^2 \Rightarrow \left(c \frac{t_B}{2}\right)^2 = \left(v \frac{t_B}{2}\right)^2 + d^2$</p>	<p>0,25</p> <p>0,25</p>	<p>3p</p>

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

$t_B = \frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}}$	0,5	
Timpul după care este recepționat sunetul reflectat de peretele C este:	0,5	
$t_C = \frac{d}{c-v} + \frac{d}{c+v} \Rightarrow t_C = \frac{2dc}{c^2 - v^2}$	0,5	
Rezultă: $\Delta t = \frac{2d}{c^2 - v^2} \left(c - c \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \right) \Rightarrow \Delta t = \frac{dv^2}{c(c^2 - v^2)}$	0,5	
$v = c \sqrt{\frac{c\Delta t}{d + c\Delta t}}$	0,5	
Numeric: $v \cong 9,3 \text{ m/s}$	0,5	
Oficiu		1p

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Subiectul 3 – Corpuri sferice	Parțial	Punctaj
Barem subiect 3		10p
A. a) $F = C \cdot S \cdot v^2$ $S = \pi R^2$ Viteza devine constantă când $a = 0$, deci $F = mg$ (neglijând forța arhimedică) $m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$ $v^2 = \frac{4\rho g R}{3C}$ $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$	0,5 0,25 0,75 0,5 0,5	6p
b) În punctul de înălțime maximă vectorul viteză este orientat orizontal. Ca urmare, forța rezultantă are modulul: $F_R = \sqrt{(C' \cdot S \cdot v^2)^2 + (mg)^2}$ $a = \sqrt{\left(\frac{C' \cdot S \cdot v^2}{m}\right)^2 + g^2} \Rightarrow \frac{C' \cdot S}{m} = \frac{\sqrt{a^2 - g^2}}{v^2}$ Imediat după lovirea mingii: $m a' = mg + C' \cdot S \cdot v'^2$ $ a' = g + \sqrt{a^2 - g^2} \left(\frac{v'}{v}\right)^2$ Numeric: $ a' \cong 13,7 \text{ m/s}^2$	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5	
B. Pentru cărămida aflată în echilibru pe minge: $p\pi r^2 = mg + p_0\pi r^2$, unde r este raza cercului de contact dintre cărămida și minge, iar m este masa cărămizii $r^2 + \left(R - \frac{x}{2}\right)^2 = R^2 \Rightarrow r^2 \cong Rx$ $mg = (p - p_0)\pi Rx$ Pentru cărămida aflată în echilibru pe resort: $mg = k \cdot x$ $k = (p - p_0)\pi R$ Numeric: $k \cong 6,3 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$	1 0,25 0,25 0,5 0,5 0,5	3p
Oficiu		1p

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.