



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Pagina 1 din 11

Subiect	Parțial	Punctaj
Subiect I, total:		10
Oficiu		1 punct
<p>a) Viteza fiecărei sfere este maximă atunci când rezultanta forțelor care acționează asupra sa este nulă. În acord cu legea conservării energiei mecanice, rezultă:</p> $mg \sin \alpha = kx_0 \cos \alpha; 2mgh_0 = mv_{\max}^2 + kx_0^2 / 2;$ $x_0 = \frac{mg}{k} \operatorname{tg} \alpha; \operatorname{tg} \alpha = \frac{2h_0}{x_0};$ $h_0 = \frac{mg}{2k} \operatorname{tg}^2 \alpha; d_0 = \frac{mg \sin \alpha}{2k \cos^2 \alpha};$ $v_{\max} = g \operatorname{tg} \alpha \sqrt{\frac{m}{2k}}.$	1,5	
<p>Când alungirea resortului este maximă, viteza fiecărei sfere este nulă. Rezultă:</p> $2mgh = \frac{kx_{\max}^2}{2}; \operatorname{tg} \alpha = \frac{2h}{x_{\max}}; x_{\max} = \frac{2mg}{k} \operatorname{tg} \alpha;$ $h = \frac{mg}{k} \operatorname{tg}^2 \alpha; d = \frac{mg \sin \alpha}{k \cos^2 \alpha};$ $h = 2h_0; d = 2d_0; x_{\max} = 2x_0.$	1,5	
Total a – 3 puncte		
<p>b) Poziția de echilibru a sistemului este aceea pentru care rezultanta forțelor care acționează asupra fiecărei sfere este nulă.</p>	0,5	

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.



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Pagina 2 din 11

Subiect	Parțial	Punctaj
<p>Pentru un moment oarecare, deasupra poziției de echilibru, rezultanta forțelor care acționează asupra unei sfere este:</p> $\vec{F}_1 = \vec{G} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{e1} \neq 0,$ <p>din care rezultă:</p> $F_1 = mg \sin \alpha - kx_1 \cos \alpha; F_1 = kx_0 \cos \alpha - kx_1 \cos \alpha;$ $F = k(x_0 - x_1) \cos \alpha; \cos \alpha = \frac{x_0 - x_1}{2y_1};$ $F_1 = 2k \cos^2 \alpha \cdot y_1;$ $K = 2k \cos^2 \alpha; F_1 = Ky_1; \vec{F}_1 = -K\vec{y}_1,$ <p>ceea ce dovedește că, atunci când sistemul se află deasupra poziției de echilibru, mișcarea sa este armonică.</p>	1,25	
<p>Pentru un moment oarecare, sub poziția de echilibru, rezultanta forțelor care acționează asupra unei sfere este:</p> $\vec{F}_2 = \vec{F}_{e2} + \vec{N}_2 + \vec{G},$ <p>din care rezultă, în mod asemănător:</p> $\vec{F}_2 = -K\vec{y}_2.$ <p>Concluzie: mișcarea sistemului este oscilatorie armonică.</p>	1,25	
Total b – 3 puncte		
<p>c) Dacă m este masa unei sfere, rezultă:</p> $K = 2k \cos^2 \alpha; K = m\omega^2;$ $T = \frac{2\pi}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{m}{2k}}.$	0,25	
<p>Dacă sectorul, reprezentând treimea mijlocie a resortului, se rigidizează, atunci sectoarele laterale sunt două resorturi identice, fiecare cu constnta de elasticitate $3k$.</p> <p>Rigiditatea sectorului central nu modifică nivelul de echilibru al sistemului, deoarece și în noile condiții rezultanta forțelor care acționează asupra fiecărei sfere rămâne nulă.</p>	0,25	

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.



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Pagina 3 din 11

Subiect	Parțial	Punctaj
<p>Dacă trecerea prin poziția de echilibru se face în sens ascendent, atunci rezultă:</p> $tg\alpha = \frac{h_1}{\frac{l}{3} - L_1}; L_1 = \frac{l}{3} - \frac{h_1}{tg\alpha};$ $mv_{\max}^2 + 3k\left(\frac{l}{3} - \frac{l_0}{3}\right)^2 = 2mgh_1 + 3k\left(L_1 - \frac{l_0}{3}\right)^2;$ $l - l_0 = x_0; h_1 = \frac{mg}{k\sqrt{6}} tg^2\alpha < h_0.$	1	
<p>Dacă trecerea prin poziția de echilibru se face în sens descendent, atunci rezultă:</p> $tg\alpha = \frac{h_2}{L_2 - \frac{l}{3}}; L_2 = \frac{l}{3 + \frac{h_2}{tg\alpha}};$ $mv_{\max}^2 + 2mgh_2 + 3k\left(\frac{l}{3} - \frac{l_0}{3}\right)^2 = 3k\left(L_2 - \frac{l_0}{3}\right)^2;$ $h_2 = \frac{mg}{k\sqrt{6}} tg^2\alpha = h_1.$	1	
<p>În noile condiții perioada oscilațiilor este:</p> $T' = \frac{2\pi}{\cos\alpha} \sqrt{\frac{m}{2k_e}}; k_e = 3k/2;$ $T' = \frac{2\pi}{\cos\alpha} \sqrt{\frac{m}{3k}}.$	0,5	
Total c – 3 puncte		

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.



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Pagina 4 din 11

Subiect	Parțial	Punctaj
Subiect II, total:		10
Oficiu		1 punct
A.a) Unghiul reflexiei totale la interfața prismă-aer este $\theta_c = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) = 28,44^\circ (< 30^\circ)$	0,5	
La trecerea $n \rightarrow \frac{1}{n}$ transmitanța $T (\approx 0,874)$ este invariantă	0,5	
Reflectanța este $R = 1 - T = (n - 1)^2 / (n + 1)^2 \approx 0,126$	0,5	

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.



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Subiect	Parțial	Punctaj
<p>Notând cu a lungimea ipotenuzei (V_1V_2) și $x = V_1A$, unde A este punctul de incidență, avem trei situații distincte, conform desenelor:</p> <p>1) Pentru $x < a/2$</p> <p>(1)</p> <p>2) Pentru $a/2 < x < 3a/4$</p> <p>(2)</p> <p>3) Pentru $3a/4 < x < a$</p> <p>(3)</p> <p style="text-align: center;">(În sensul reversibilității, cazurile 2 și 3 sunt complementare.)</p>	1,5	
<p>În punctele B și C se petrec reflexii totale, iar în punctele A și D se petrec reflexii și transmisii parțiale</p>	0,5	

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.



Olimpiada Națională de Fizică
 2-9 aprilie 2003
 Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Subiect	Parțial	Punctaj
Frațiunile (factorii) de transmisie prin D și A (dinspre prismă spre aer) sunt: $F_D = T^2 + R^2T^2 + R^4T^2 + R^6T^2 + \dots =$ $= T^2(1 + R^2 + R^4 + R^6 + \dots) = \frac{T^2}{1 - R^2} = \frac{1 - R}{1 + R}$	0,5	
$F_A = RT^2 + R^3T^2 + R^5T^2 + \dots =$ $= RT^2(1 + R^2 + R^4 + \dots) = \frac{RT^2}{1 - R^2} = R \frac{1 - R}{1 + R}$	0,5	
Conservarea energiei este exprimată de relația $R + F_A + F_D = 1$, care se poate verifica prin calcul direct	0,5	
Exprimarea fracțiunilor F_D și F_A prin indicele de refracție n și evaluarea lor numerică $F_D = \frac{2n}{n^2 + 1} \approx 0,776;$ $F_A = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 \cdot F_D \approx 0,126 \cdot 0,776 \approx 0,098.$	0,5	
A.b) Considerarea traiectelor interne pentru cele trei cazuri distincte reprezentate în desenele anterioare conduce la concluzia că drumul optic intern nu depinde de localizarea punctului de incidență (A) pe ipotenuză, adică de x . Calcule geometrice simple conduc, în cele din urmă, în toate cele trei cazuri, la rezultatul: $(ABCD) = n \frac{a\sqrt{3}}{2}$	0,5	
TOTAL SUBIECTUL II.A6 puncte		

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.



Olimpiada Națională de Fizică
 2-9 aprilie 2003
 Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Subiect	Parțial	Punctaj
<p>II.B. Rezolvarea problemei se face în trei etape: Etapa 11 punct</p> <p>Din relația $\frac{1}{p_0} + \frac{1}{p'_0} = \frac{1}{f}$, rezultă</p> <p>$p'_0 = \frac{fp_0}{p_0 - f}$, cu $p_{01} = d_1 = 20\text{ cm}$ și $p_{02} = d_2 = 15\text{ cm}$.</p> <p>Obținem</p> <p>$p'_{01} = \frac{5 \cdot 20}{15} = 6,67\text{ cm} < 15\text{ cm} = d_2$, respectiv $p'_{02} = 7,5\text{ cm} < 20\text{ cm} = d_1$.</p> <p>Concluzie: în situația inițială, imaginea lui $L_1(L_2)$ se formează între lentilă (punctul O) și $L_2 (L_1)$. Când p_1 scade, p'_1 crește adică imaginea lăcruciiului $L_1(L_2)$ se deplasează spre $L_2 (L_1)$.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>	1	

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.



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Pagina 8 din 11

Subiect	Parțial	Punctaj
<p>Etapa 21 punct La întâlnirile despre care este vorba în enunț trebuie să fie îndeplinite condițiile (vezi și desenul):</p> $\frac{f(p_{01} - vt)}{p_{01} - vt - f} + vt = p_{02} ,$ <p>respectiv</p> $\frac{f(p_{02} - vt)}{p_{02} - vt - f} + vt = p_{01} ,$ <p>care trec una în cealaltă când se face interschimbarea $1 \leftrightarrow 2$ și care ne conduc la ecuația:</p> $v^2 t^2 - vt[p_{01} + p_{02} - 2f] + p_{01}p_{02} - f(p_{01} + p_{02}) = 0 .$	1	
<p>Etapa 31 punct Soluția generală este</p> $t = \frac{1}{2v} \left[p_{01} + p_{02} - 2f \pm \sqrt{(p_{01} - p_{02})^2 + 4f^2} \right] .$ <p>Valori numerice:</p> $t = \frac{5}{4} (5 \pm \sqrt{5}) , \quad \text{adică} \quad t' = 3,455 \text{ secunde} ,$ <p>$t'' = 9,0451 \text{ secunde} .$</p> <p>Corespunde fizic numai soluția t'. Soluția t'' nu are sens fizic deoarece după 5 secunde imaginea lui L_2 devine virtuală, respectiv după 7,5 secunde imaginea lui L_1 devine virtuală, când L_2 este deja în O (pe lentilă).</p>	1	
SUBIECTUL II. B - TOTAL 3 puncte		

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.



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Pagina 9 din 11

Subiect	Parțial	Punctaj
Subiect III, total:		10
Oficiu		1 punct
<p>A.a) Utilizând legile de conservare ale energiei și impulsului, rezultă:</p> $h\nu_0 + E_0 = h\nu + E; 0,25 \text{ puncte}$ $\frac{h\nu_0}{c} - p_0 = \frac{h\nu}{c} \cos\theta + p \cos\phi; 0,25 \text{ puncte}$ $0 = \frac{h\nu}{c} \sin\theta - p \sin\phi; 0,25 \text{ puncte}$ $p^2 = \left(\frac{h\nu_0}{c} - p_0 - \frac{h\nu}{c} \cos\theta \right)^2 + \left(\frac{h\nu}{c} \sin\theta \right)^2;$ $p^2 c^2 = (h\nu_0)^2 + (h\nu)^2 + p_0^2 c^2 - 2h\nu_0 p_0 c - 2h^2 \nu_0 \nu + 2h\nu p_0 c \cos\theta;$ $E_0^2 - m_0^2 c^4 = p_0^2 c^2; E^2 - m_0^2 c^4 = p^2 c^2;$ $E^2 = (h\nu_0)^2 + (h\nu)^2 + E_0^2 - 2p_0 c (h\nu_0 - h\nu \cos\theta) - 2h^2 \nu_0 \nu \cos\theta;$ $E^2 = (h\nu_0)^2 + (h\nu)^2 + E_0^2 + 2E_0 (h\nu_0 - h\nu); 1,25 \text{ puncte}$	2	
$h\nu = h\nu_0 \frac{p_0 c + E_0}{E_0 + p_0 c \cos\theta + h\nu_0 (1 - \cos\theta)};$ $h\nu = h\nu_0 \frac{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{m_0 c^2}{E_0}\right)^2}}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{m_0 c^2}{E_0}\right)^2} \cos\theta + \frac{h\nu_0}{E_0} (1 - \cos\theta)}$	1,5	
Total III.A.a - 3,5 puncte		

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.



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Pagina 10 din 11

Subiect	Parțial	Punctaj
<p>b) Energia fotonului incident este:</p> $h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = 2,88 \cdot 10^{-19} \text{ J}; h\nu_0 = 1,8 \text{ eV.}$ <p>Deoarece $\frac{m_0 c^2}{E_0} = 10^{-4} \ll 1$, rezultă:</p> $\sqrt{1 - \left(\frac{m_0 c^2}{E_0}\right)^2} \approx 1 - \frac{m_0^2 c^4}{2E_0^2},$ <p>astfel încât, pentru $\theta = \pi$, rezultă:</p> $h\nu_r = h\nu_0 \frac{2 - \frac{m_0^2 c^4}{2E_0^2}}{\frac{m_0^2 c^4}{2E_0^2} + \frac{2h\nu_0}{E_0}};$ $h\nu_r = E_0 \frac{1 - \left(\frac{m_0 c^2}{1E_0}\right)^2}{1 + \frac{(m_0 c^2)^2}{4h\nu_0 E_0}};$	1,75	
$m_0 c^2 \ll E_0; h\nu_r = \frac{E_0}{1 + \frac{(m_0 c^2)^2}{4h\nu_0 E_0}};$ <p>$h\nu_0 = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ MeV}; m_0 c^2 = 0,5 \text{ MeV}; E_0 = 5 \cdot 10^3 \text{ MeV};$</p> $h\nu_r = 629 \text{ MeV}; \lambda_r = \frac{hc}{h\nu_r} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ \AA}$		
<p>Fotonii difuzați sub un unghi drept față de direcția fascicolului incident, în SRL, când $\theta = \pi/2$, au energiile:</p> $h\nu = h\nu_0 \frac{p_0 c + E_0}{E_0 + h\nu_0};$ $p_0 c = E_0 \sqrt{1 - \left(\frac{m_0 c^2}{E_0}\right)^2} \approx E_0;$ <p>$h\nu_0 \ll E_0; h\nu \approx 2h\nu_0 = 3,6 \text{ eV};$</p> $\lambda = \frac{hc}{h\nu} = \frac{\lambda_0}{2} = 3471 \text{ \AA}.$	1,75	

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.



Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XII

Pagina 11 din 11

Subiect	Parțial	Punctaj
Total III.A.b - 3,5 puncte		
III.B În raport cu observatorii din referențialul terestru timpul de viață al miuonilor este dilatat conform formulei: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\beta^2}}; \beta = v/c.$ Calculul numeric ne dă: $t = 4,262 \cdot 10^{-8} \text{ secunde.}$ Grosimea stratului de aer străbătut de miuoni, față de Pământ este $S = vt = 12,77 \text{ km}$ și nu $S_0 = vt_0 \approx 660 \text{ m}$, cât ar putea părea dacă l-am calcula cu timpul de viață în sistemul propriu.	2	
Total III.B - 2 puncte		

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.