



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

Olimpiada de Fizică - Etapa națională
31 ianuarie – 5 februarie 2010
Constanța



Grila de evaluare și de notare

Orice altă rezolvare care conduce la rezultate corecte se va puncta corespunzător

Nr. item	<i>Problema I Diferite pendule</i>	Punctaj
A. a.	<p>Pentru:</p> <p>dependența de timp a elongației unghiulare $\varphi(t) = \Phi(\ell_0) \cdot \sin \sqrt{\frac{g}{\ell_0}} t$ 0,50p</p> <p>dependența de timp a mărimii vitezei unghiulare</p> <p>$\Omega(t) = \Phi(\ell_0) \cdot \sqrt{\frac{g}{\ell_0}} \cdot \cos \sqrt{\frac{g}{\ell_0}} t$ 0,50p</p>	1,00p
A. b.	<p>Pentru:</p> <p>$\vec{T}_{fir} = \vec{G}_t + \vec{F}_{cfl}$ 0,25p</p> <p>$G_t(t) = m \cdot g \cdot \cos [\varphi(t)]$ 0,25p</p> <p>$G_t(t) = m \cdot g \cdot \left[1 - \frac{\Phi^2(\ell_0) \cdot \sin^2 \sqrt{\frac{g}{\ell_0}} t}{2} \right]$ 0,25p</p> <p>$F_{cfl}(t) = m \cdot \Omega^2(t) \cdot \ell_0$ 0,25p</p> <p>$F_{cfl}(t) = m \cdot g \cdot \Phi^2(\ell_0) \cdot \cos^2 \sqrt{\frac{g}{\ell_0}} t$ 0,25p</p> <p>expresia pentru valoarea medie, în decurs de o perioadă, a tensiunii din fir</p> <p>$\langle T_{fir} \rangle = m \cdot g - \frac{m \cdot g \cdot \Phi^2(\ell_0)}{2} + \frac{3 \cdot m \cdot g \cdot \Phi^2(\ell_0)}{2} \cdot \left\langle \cos^2 \sqrt{\frac{g}{\ell_0}} t \right\rangle$ 0,25p</p> <p>$\langle T_{fir} \rangle = m \cdot g \cdot \left[1 + \frac{\Phi^2(\ell_0)}{4} \right]$ 0,25p</p>	1,75p

A. c.	<p>Pentru:</p> <p>teorema de variație a energiei cinetice $\Delta E_c \equiv m \cdot g \cdot \Delta \ell - \langle T_{\text{fir}} \rangle \cdot \Delta \ell$ 0,25p</p> <p>media în timp a tensiunii în fir în situația descrisă la punctul c</p> $\langle T_{\text{fir}} \rangle = m \cdot g \cdot \left[1 + \frac{\Phi^2(\ell)}{4} \right]$ 0,25p $\Delta E_c \equiv -m \cdot g \cdot \frac{\Phi^2(\ell)}{4} \cdot \Delta \ell$ 0,50p <p>variația energie cinetice datorată modificării lungimii pendulului</p> $\Delta E_c = \frac{m \cdot g}{2} \Delta [\ell \cdot \Phi^2(\ell)]$ 0,25p $\Delta E_c = \frac{m \cdot g}{2} \cdot \Phi^2(\ell) \cdot \Delta \ell + m \cdot g \cdot \Phi(\ell) \cdot \Delta \Phi \cdot \ell$ 0,25p <p>variația relativă a amplitudinii unghiulare $\frac{\Delta \Phi}{\Phi(\ell)} \equiv -\frac{3 \cdot \Delta \ell}{4 \ell}$ 0,25p</p>	1,75p
B. a.	<p>Pentru:</p> <p>teorema lui Pitagora generalizată $OB^2 = d^2 + \ell^2 + 2\ell \cdot d \cdot \cos \alpha$ 0,25p</p> $\begin{cases} OB^2 \equiv d^2 + \ell^2 + 2\ell \cdot d \\ OB = d + \ell \end{cases}, \text{ pentru unghiul } \alpha \ll 1 \text{ radian}$ 0,25p <p>teorema sinusurilor $\frac{d}{\sin \gamma} = \frac{\ell}{\sin \beta} = \frac{OB}{\sin \alpha}$ 0,25p</p> $\frac{d}{\gamma} = \frac{\ell}{\beta} = \frac{d + \ell}{\alpha}, \text{ pentru unghiuri mici}$ 0,25p $\beta + \gamma = \alpha$ 0,25p $\begin{cases} \gamma = \frac{d}{d + \ell} \cdot \alpha \\ \beta = \frac{\ell}{\ell + d} \cdot \alpha \end{cases}$ 0,25p <p>momentul forței care acționează asupra barei</p> $\begin{cases} \mu = F_{\text{centrifuga}} \cdot AB \cdot \sin \gamma = (m \cdot \Omega^2 \cdot OB) \cdot AB \cdot \sin \gamma \\ \mu = (m \cdot \Omega^2 \cdot OB) \cdot \ell \cdot \gamma = (m \cdot \Omega^2 \cdot OB) \cdot \ell \cdot \frac{d}{d + \ell} \cdot \alpha \end{cases}$ 0,25p $\mu = m \cdot \Omega^2 \cdot \ell \cdot d \cdot \alpha$ 0,25p	2,00p

B. b.	Pentru: momentul de inerție al corpului $j = m \cdot \ell^2$ 0,25p pulsția oscilațiilor barei $\omega = \Omega \cdot \sqrt{\frac{d}{\ell}}$ 0,25p	0,50p
B.c.	Pentru: momentul forței care acționează asupra corpului i 0,25p $\mu_i = F_{\text{centrifuga}, i} \cdot \frac{\ell \cdot i}{n} \cdot \sin \gamma_i$ $\mu_i = m \cdot \Omega^2 \cdot \frac{\ell \cdot i}{n} \cdot d \cdot \alpha$ 0,25p momentul total care acționează asupra barei 0,25p $\mu = \sum_{i=1}^n \mu_i = m \cdot \Omega^2 \cdot \frac{\ell}{n} \cdot d \cdot \alpha \cdot \sum_{i=1}^n i$ $\mu = m \cdot \Omega^2 \cdot \ell \cdot d \cdot \alpha \cdot \frac{n+1}{2}$ 0,25p	1,00p
B.d.	Pentru: expresia momentului de inerție pentru corpul i $j_i = m \cdot \frac{\ell^2}{n^2} \cdot i^2$ 0,25p momentul de inerție al barei cu bilele prinse rigid 0,25p $j = \sum_{i=1}^n j_i = \sum_{i=1}^n m \cdot \frac{\ell^2}{n^2} \cdot i^2 = \frac{m \cdot \ell^2}{n^2} \cdot \sum_{i=1}^n i^2 = \frac{m \cdot \ell^2}{n} \cdot \frac{(n+1) \cdot (2n+1)}{6}$ pulsția oscilațiilor barei $\begin{cases} \omega^2 = \frac{\mu/\alpha}{j} \\ \omega = \Omega \cdot \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{d}{\ell} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+1/(2n)}}}} \end{cases}$ 0,50p Observație: Pentru un număr foarte mare de corpuri (sau pentru o bară cu masa distribuită omogen) $\omega_{\infty} = \Omega \cdot \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{d}{\ell}}$	1,00p
Oficiu		1,00p
TOTAL Problema I		10p

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Evaluare și Examinare – Ministerul Educației Cercetării Tineretului și Sportului

Dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București
Ioan POP – Colegiul Național „M Eminescu” – Satu Mare



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

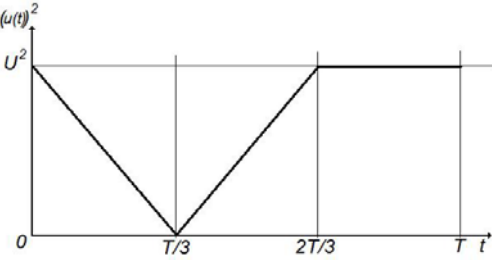
Olimpiada de Fizică - Etapa națională
31 ianuarie – 5 februarie 2010
Constanța

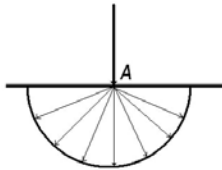


Grila de evaluare și de notare

Orice altă rezolvare care conduce la rezultate corecte se va puncta corespunzător

Nr. item	Problema a II-a Curenți radiali	Punctaj
A.a.	<p>Pentru:</p> <p>intensitatea câmpului electric aplicat între electrodul sferic central și peretele vasului semisferic $E = \frac{U}{R-r} \cong \frac{U}{R}$ 0,25p</p> <p>densitatea curentului electric prin vasul semisferic $j = \sigma \cdot E = \sigma \cdot \frac{U}{R}$ 0,25p</p> <p>intensitatea curentului electric la nivelul peretelui vasului $I = 2\pi \cdot R^2 \cdot j$ 0,25p</p> <p>$I = 2\pi \cdot R \cdot \sigma \cdot U$ 0,25p</p> <p>masa argintului depus pe peretele vasului $m = \kappa \cdot I \cdot T$ 0,25p</p> <p>$m = 2\pi \cdot R \cdot \sigma \cdot \kappa \cdot U \cdot T$ 0,25p</p> <p>noua intensitate a curentului electric la nivelul peretelui cavității în condiția dublării razei vasului $I' = 2\pi \cdot (2R)^2 \cdot j = 8\pi \cdot R^2 \cdot j = 4 \cdot I$ 0,25p</p> <p>masa de argint m' depusă pe peretele vasului cu raza dublă $m' = 4 \cdot m$ 0,25p</p>	2,00p
A.b.	<p>Pentru:</p> <p>rezistența electrică a electrolitului din furtun $\Re = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S}$ 0,25p</p> <p>$\Re = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S} = \frac{2\pi \cdot R \cdot \kappa \cdot U \cdot T \cdot L}{m \cdot S}$ 0,25p</p>	0,50p

A.c.	<p>Pentru:</p> <p>căldura debitată de sursa de tensiune în intervalul foarte scurt de timp Δt</p> $\Delta Q = \frac{(u(t))^2}{\mathfrak{R}_{sfera}} \cdot \Delta t$ <p>0,25p</p> $(u(t))^2 = \begin{cases} U^2 \cdot (1 - 3t/T) & \text{pentru } 0 \leq t \leq T/3 \\ U^2 \cdot (3t/T - 1) & \text{pentru } T/3 < t < 2T/3 \\ U^2 & \text{pentru } 2T/3 \leq t \leq T \end{cases}$  <p>0,25p</p> $Q = U^2 \cdot \frac{2T}{3} \cdot \frac{1}{\mathfrak{R}}$ <p>0,25p</p> $Q_1 = U_{efectiv}^2 \cdot T \cdot \frac{1}{\mathfrak{R}}$ <p>0,25p</p> $U_{efectiv}^2 \cdot T \cdot \frac{1}{\mathfrak{R}} = U^2 \cdot \frac{2T}{3} \cdot \frac{1}{\mathfrak{R}}$ <p>0,25p</p> $U_{efectiv} = U \sqrt{\frac{2}{3}}$ <p>0,25p</p>	1,50p
A.d.	<p>Pentru:</p> <p>masa netă de argint depusă pe peretele vasului în primele două treimi din fiecare perioadă este nulă</p> <p>0,25p</p> <p>masa de argint depusă pe peretele vasului $m_{depunere} = \kappa \cdot I \cdot n \cdot \frac{T}{3}$</p> <p>0,50p</p> $m_{depunere} = \frac{n}{3} \cdot m$ <p>0,25p</p>	1,00p

B.	<p>Pentru: situația în care prin contactul A se injectează curentul cu intensitatea I, densitatea de curent pe emisfera de rază r</p> $j = \frac{I}{2\pi \cdot r^2}$  <p>intensitatea câmpului electric în punctele aflate la distanța r de punctul de injecție $E = \rho \cdot j$</p> <p>diferența de potențial dintre punctului aflat la distanța r și punctul de injecție $U(r) = -E \cdot r$</p> $U(r) = -\frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot r}$ <p>potențialul punctului C $V_C = V_A - \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot a}$</p> <p>potențialul punctului D $V_D = V_A - \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot a\sqrt{2}}$</p> <p>diferența de potențial $U_{CD} = V_D - V_C = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot a} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{I \cdot \rho}{4\pi \cdot a} (2 - \sqrt{2})$</p> <p>situația în care din contactul B se extrage curentul cu intensitatea I, diferența de potențial dintre punctului aflat la distanța r și punctul de extracție $U'(r) = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot r}$</p> <p>potențialul punctului D $V'_D = V'_B + \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot a}$</p> <p>potențialul punctului C $V'_C = V'_B + \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot a\sqrt{2}}$</p> <p>diferența de potențial $U'_{CD} = V'_D - V'_C = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot a} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{I \cdot \rho}{4\pi \cdot a} (2 - \sqrt{2})$</p> <p>diferența de potențial dintre punctele C și D, atunci când, simultan, se injectează curent prin A și se extrage curent prin B $U_{CD, total} = U = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot a} (2 - \sqrt{2})$</p> <p>rezistivitatea materialului $\rho = \frac{2\pi \cdot a \cdot U}{I \cdot (2 - \sqrt{2})} = \frac{\pi \cdot a \cdot U}{I} (2 + \sqrt{2})$</p> $\rho \cong 600 \Omega \cdot m$	4,00p 0,25p 0,25p 0,25p 0,50p 0,25p 0,2
----	--	---

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Evaluare și Examinare – Ministerul Educației Cercetării Tineretului și Sportului

Dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București
Ioan POP – Colegiul Național „M Eminescu” – Satu Mare



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

Olimpiada de Fizică - Etapa națională
31 ianuarie – 5 februarie 2010
Constanța

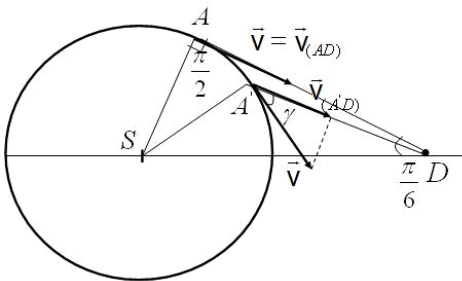


Grila de evaluare și de notare

Orice altă rezolvare care conduce la rezultate corecte se va puncta corespunzător

Nr. item	Problema a III-a Carusel cu muzică	Punctaj
a.	<p>Pentru:</p> <p> $F_{cf} = m\omega^2(\ell + H \cdot \sin\alpha)$ $G = mg$ </p> <p>0,25p</p> <p> $\tan\alpha = \frac{F_{cf}}{G} = \frac{\Omega^2 \cdot (\ell + H \cdot \sin\alpha)}{g}$ </p> <p>0,25p</p> <p> $\Omega = \sqrt{\frac{g \cdot \tan\alpha}{(\ell + H \cdot \sin\alpha)}}$ </p> <p>0,25p</p> <p> $\cos\alpha = 1 - \frac{h}{H}$ </p> <p>0,25p</p> <p> $\cos\alpha = 0,900$ </p> <p>0,25p</p> <p> $\Omega \cong 0,40 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ </p> <p>0,25p</p>	1,50p
b.	<p>Pentru:</p> <p>încălinarea α este identică pentru toate lanțurile lanțurile, scaunele și copii sunt dispuși pe o pânză de con drept încălinată cu unghiul α</p> <p>0,50p</p>	0,50p
c.	<p>Pentru:</p> <p>perioada micilor oscilații ale scaunului cu copilul $T = 2\pi \sqrt{\frac{H}{g_{ef}}}$</p> <p>0,50p</p> <p> $g_{ef} = g \sqrt{1 + \frac{\Omega^4 \cdot (\ell + H \cdot \sin\alpha)^2}{g^2}}$ </p> <p>0,50p</p> <p> $T \cong 8,43 \text{ s}$ </p> <p>0,25p</p>	1,25p

d.	<p>Pentru:</p> <p>viteza liniară a copilului în cursul rotirii caruselului $v = \Omega \cdot (\ell + H \cdot \sin \alpha)$ 0,25p</p> <p>$v = 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 0,25p</p> <p>sursa care se apropie de observator $f' = \frac{f}{\left(1 - \frac{v}{c}\right)}$ 0,50p</p> <p>sursa se depărtează de observator $f'' = \frac{f}{\left(1 + \frac{v}{c}\right)}$ 0,50p</p> <p>viteza de apropiere a sursei sonore față de observator are valoarea maximă v pentru $d_{AD} \cong 0$ 0,50p</p> <p>$f_{\max} = \frac{f}{\left(1 - \frac{v}{c}\right)}$</p> <p>$f_{\max} \cong 458 \text{ Hz}$ 0,25p</p> <p>nota cea mai apropiată este „la diez” 0,25p</p> <p>viteza de îndepărtare a fluierului față de observator are valoarea maximă, v pentru $d_{AD} \cong 0$ 0,25p</p> <p>$f_{\min} = \frac{f}{\left(1 + \frac{v}{c}\right)}$</p> <p>$f_{\min} \cong 423 \text{ Hz}$ 0,25p</p> <p>nota cea mai apropiată este „sol diez” 0,25p</p> <p>în modelul considerat, distanța dintre Diana și Andrei este nulă, atât în momentul în care Diana aude frecvența cea mai ridicată, cât și în momentul în care Diana aude frecvența cea mai joasă. 0,25p</p>	3,50p
e.	<p>Pentru:</p> <p>nu apare efect Doppler $\begin{cases} f_{\max, \text{supraveghetor}} = 440 \text{ Hz} \\ f_{\min, \text{supraveghetor}} = 440 \text{ Hz} \end{cases}$ 0,25p</p> <p>nota auzită în ambele cazuri este nota „la” 0,25p</p>	0,50p

f.	<p>Pentru:</p> <p>distanța la care se află Diana $\begin{cases} SD = 2(\ell + H \cdot \sin \alpha) \\ SD \cong 60 \text{ m} \end{cases}$</p> <p>proiecția vitezei pe direcția de observare are valoarea maximă v în situația în care observarea sursei de sunete se face pe direcția tangentei la traiectoria circulară descrisă de Andrei</p>  <p>frecvența auzită $f_{\max} = \frac{f}{\left(1 - \frac{v}{c}\right)}$</p> <p>$f_{\max} \cong 458 \text{ Hz}$</p> <p>nota cea mai apropiată este „la diez”</p> <p>unghiul de observare: 30°</p>	0,25p <
----	--	--

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Evaluare și Examinare – Ministerul Educației Cercetării Tineretului și Sportului

Dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București

Ioan POP – Colegiul Național „M Eminescu” – Satu Mare