



Olimpiada de Fizică - Etapa națională
30 ianuarie – 4 februarie 2011
Arad

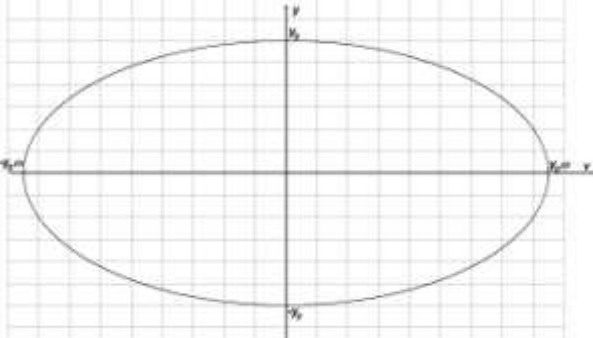


Proba teoretică

Grila de evaluare și de notare

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

Nr. item	Problema I O modelare pentru suspensia rulotei	Punctaj
1.	<p>Pentru:</p> $k \cdot (\ell_0 - \ell_1) = M \cdot g$ <p style="text-align: right;">0,25p</p> $\ell_1 = \ell_0 - \frac{M \cdot g}{k}$ <p style="text-align: right;">0,25p</p>	0,50p
2.	<p>Pentru:</p> $\begin{cases} M \cdot a = -M \cdot g + k \cdot (\ell_0 - \ell_1 - y) \\ a = -\frac{k \cdot y}{M} \end{cases}, \text{ cu } y = \ell - \ell_1$ <p style="text-align: right;">0,25p</p> $a = -\omega^2 \cdot y, \text{ cu notația } \omega^2 = k/M$ <p style="text-align: right;">0,25p</p> $y(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ <p style="text-align: right;">0,25p</p> <p>condițiile inițiale $\begin{cases} y(t=0) = y_0 \\ v(t=0) = 0 \end{cases}$</p> <p style="text-align: right;">0,25p</p> $\begin{cases} \varphi = \frac{\pi}{2} \\ A = y_0 \end{cases}$ <p style="text-align: right;">0,25p</p> <p>Ecuția de mișcare pe verticală a remorcii (a punctului A din figură)</p> $y(t) = y_0 \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} \cdot t + \pi/2\right)$ <p style="text-align: right;">0,25p</p>	1,50p
3.	<p>Pentru:</p> <p style="text-align: right;">0,50p</p>	0,50p

4.	<p>Pentru: expresia vitezei punctului A $v(t) = y_0 \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \pi/2)$ 0,25p</p> $y^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = y_0^2$ 0,25p $\frac{y^2}{y_0^2} + \frac{v^2}{y_0^2 \cdot \omega^2} = 1$ 0,25p  <p style="text-align: right;">0,50p</p>	1,25p
5.	<p>Pentru:</p> $\begin{cases} M \cdot a = -M \cdot g + k \cdot (\ell_0 - \ell_1 - y) - h \left \frac{\Delta \ell}{\Delta t} \right \\ M \cdot a = -k \cdot y - h \left \frac{\Delta \ell}{\Delta t} \right \end{cases}$ 0,50p $\left \frac{\Delta \ell}{\Delta t} \right = \left \frac{\Delta(\ell_1 + y)}{\Delta t} \right = \frac{\Delta y}{\Delta t}$ 0,25p <p>$a = \frac{\Delta}{\Delta t} \left(\frac{\Delta y}{\Delta t} \right)$, unde Δ are semnificația unei variații foarte mici 0,25p</p> $M \cdot \frac{\Delta}{\Delta t} \left(\frac{\Delta y}{\Delta t} \right) + h \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} + k \cdot y = 0$ 0,25p <p>ecuația de mișcare a punctului A are expresia</p> $\frac{\Delta}{\Delta t} \left(\frac{\Delta y}{\Delta t} \right) + \frac{h}{M} \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} + \frac{k}{M} \cdot y = 0$ 0,25p <p>expresia vitezei instantanee a punctului A</p> $v(t) = \frac{\Delta y}{\Delta t} = A \cdot e^{\alpha \cdot t} \cdot [\alpha \cdot \cos(\beta \cdot t) - \beta \cdot \sin(\beta \cdot t)]$ 0,25p <p>expresia accelerației instantanee a punctului A</p> $\begin{cases} a = \frac{\Delta}{\Delta t} \left(\frac{\Delta y}{\Delta t} \right) \\ a = A \cdot e^{\alpha \cdot t} \cdot \{ \alpha \cdot [\alpha \cdot \cos(\beta \cdot t) - \beta \cdot \sin(\beta \cdot t)] + [-\alpha \cdot \beta \cdot \sin(\beta \cdot t) - \beta^2 \cdot \cos(\beta \cdot t)] \} \end{cases}$ 0,25p $\alpha^2 \cdot \cos(\beta \cdot t) - 2\beta \cdot \alpha \cdot \sin(\beta \cdot t) - \beta^2 \cdot \cos(\beta \cdot t) + \frac{h}{M} \cdot [\alpha \cdot \cos(\beta \cdot t) - \beta \cdot \sin(\beta \cdot t)] + \frac{k}{M} \cdot \cos(\beta \cdot t) = 0$ 0,25p	3,50p

	$\begin{cases} \alpha^2 - \beta^2 + \alpha \cdot \frac{h}{M} + \frac{k}{M} = 0 \\ -2\beta \cdot \alpha - \frac{h}{M} \cdot \beta = 0 \end{cases}$	0,25p
	$\alpha = -\frac{h}{2M} = -\frac{\lambda}{2} \cdot \sqrt{\frac{k}{M}}$	0,25p
	$\beta = \sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\lambda^2}{4}}$	0,25p
	$h < 2 \cdot \sqrt{k \cdot M}$	0,25p
	$\lambda \in [0; 2)$	0,25p
6.	Pentru: $\alpha = -0,64$ $\beta \cong 4,0 \text{ s}^{-1}$ $y(t) = e^{-0,64t} \cdot \cos(4t) \text{ dm}$	1,00p
		0,25p 0,25p 0,50p
7.	Pentru: $v(t) = e^{-0,64t} \cdot [-0,64 \cdot \cos(4 \cdot t) - 4 \cdot \sin(4 \cdot t)]$ $y(t = \pi/2) = e^{-0,32\pi} \cong e^{-1,0} \cong 0,4 \text{ dm}$ $v(t = \pi/2) = e^{-0,32\pi} \cdot (-0,64) \cong -0,3 \text{ dm} \cdot \text{s}^{-1}$	0,25p 0,25p 0,25p
Oficiu		1,00p
TOTAL Problema I		10p

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Evaluare și Examinare – M E C T S
Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București



Olimpiada de Fizică - Etapa națională
30 ianuarie – 4 februarie 2011
Arad



Proba teoretică

Grila de evaluare și de notare

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

Nr. item	<i>Problema a II-a O modelare electrică pentru axon</i>	Punctaj
a.	<p>Pentru:</p> <p>precizarea că adăugarea unei noi „celule” la o rețea electrică presupusă infinită nu modifică valoarea rezistenței electrice echivalente R_e a rețelei</p> <p style="text-align: right;">1,00p</p> $2 \cdot R_1 + \frac{R_2 \cdot R_e}{R_2 + R_e} = R_e$ <p style="text-align: right;">1,00p</p> $R_e = R_1 + \sqrt{R_1^2 + 2 \cdot R_1 \cdot R_2}$ <p style="text-align: right;">1,00p</p> $R_e = 3,2 M\Omega$ <p style="text-align: right;">0,50p</p>	3,50p
b.	<p>Pentru:</p> <p>expresia diferenței de potențial dintre punctele a și b</p> $U_{ab} = I \cdot \left(2 \cdot R_1 + \frac{R_2 \cdot R_e}{R_2 + R_e} \right)$ <p style="text-align: right;">0,50p</p> <p>expresia diferenței de potențial dintre nodurile c și d</p> $U_{cd} = I \cdot \frac{R_2 \cdot R_e}{R_2 + R_e}$ <p style="text-align: right;">0,50p</p> $U_{cd} = \frac{U_{ab}}{1 + \beta}$ <p style="text-align: right;">0,50p</p> <p>expresia diferenței de potențial pe cea de-a n-a rezistență R_2, numărată de la capătul rețelei marcat prin punctele a și b</p> <p style="text-align: right;">1,00p</p> $U_n = \frac{U_{ab}}{(1 + \beta)^n}$	2,50p
c.	<p>Pentru:</p> <p>numărul n de „celule” din rețeaua electrică ce modelează propagarea pulsului de tensiune de-a lungul unei distanțe $d = 2,0 \text{ mm}$ în lungul axonului</p> <p style="text-align: right;">0,25p</p> $n = \frac{d}{\Delta x}$ <p style="text-align: right;">0,25p</p> $n = 2000$ <p style="text-align: right;">0,25p</p> $\frac{U_n}{U_{ab}} \cong 3,4 \cdot 10^{-4}$ <p style="text-align: right;">0,50p</p>	1,00p

d.	<p>Pentru:</p> $\beta' = \frac{2 \cdot R_1 \cdot (R_e' + R_2')}{R_e' \cdot R_2'}$ <p>expresia diferenței de potențial dintre interiorul și exteriorul membranei axonului mielinizat, pe distanța dintre două noduri Ranvier consecutive</p> $U_n' = \frac{U_{ab}}{(1 + \beta')^n}$ $\frac{U_n'}{U_{ab}} \cong 0,9 \quad \text{pentru } n = 2000$	<p>1,50p</p> <p>0,50p</p> <p>0,50p</p> <p>0,50p</p>
e.	<p>Pentru:</p> <p>diferența de potențial dintre interiorul și exteriorul membranei axonului, fără stat mielinic $U_n \cong 3,4 \cdot 10^{-4} \cdot U_{ab}$ (pentru o distanță de 2,0 mm)</p> <p>diferența de potențial dintre interiorul și exteriorul membranei axonului, cu stat mielinic segmentat $U_n' \cong 0,9 \cdot U_{ab}$ (pentru o distanță de 2,0 mm dintre două noduri Ranvier consecutive)</p> <p>precizarea că axonul învelit cu un strat segmentat de mielină asigură o atenuare mai mică a semnalului electric</p>	<p>0,50p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p>
Oficiu		1,00p
TOTAL Problema a II-a		10p

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Evaluare și Examinare – M E C T S
Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București



Olimpiada de Fizică - Etapa națională
30 ianuarie – 4 februarie 2011
Arad



Proba teoretică

Grila de evaluare și de notare

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

Nr. item	<i>Problema a III-a O modelare pentru aparatul de aer condiționat</i>	Punctaj
a.1.	<p>Pentru:</p> $\frac{Q_r}{\Delta\tau} = q = \alpha(T_2 - T_1) \quad 0,50p$ $\varepsilon = \frac{Q_r}{ L } = \frac{Q_r}{ Q_c - Q_r} = \frac{1}{2} \frac{T_1}{T_2 - T_1} \Rightarrow Q_r = \frac{ L }{2} \frac{T_1}{T_2 - T_1} \quad 1,25p$ $T_1^2 - 2T_1\left(T_2 + \frac{P}{4\alpha}\right) + T_2^2 = 0 \Rightarrow T_1 = T_2 - \frac{P}{4\alpha} \left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha T_2}{P}} - 1 \right) \quad 0,75p$ $T_1 = 297,3 \text{ K} \approx 297 \text{ K}, \text{ sau } t_1 = 24,1 \text{ }^\circ\text{C} \quad 0,25p$	2,75p
a.2.	<p>Pentru:</p> $\varepsilon = \frac{1}{4} \left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha T_2}{P}} - 1 \right) \quad 0,50p$ $\varepsilon = 13,6 \quad 0,25p$	0,75p
b.	<p>Pentru:</p> <p>Instalația de aer condiționat funcționează ca o mașină frigorifică</p> $P = 2\alpha \frac{(T_2 - T_1)^2}{T_1} \quad 0,50p$ <p>Dacă $t_1 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ și $t_2 = 30,0 \text{ }^\circ\text{C}$, atunci puterea instalației de aer condiționat este P_1.</p> <p>Dacă $t_2 = t_{2, \max}$, atunci instalația funcționează continuu și, conform enunțului, puterea consumată de la sursa de alimentare este $P_2 = P_1/\beta_1$.</p> $2\alpha \frac{(T_{2, \max} - T_1)^2}{T_1} = \frac{2\alpha}{\beta_1} \frac{(T_2 - T_1)^2}{T_1}, \quad 0,25p$ $T_{2, \max} = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{\sqrt{\beta_1}} \quad 0,50p$ $T_{2, \max} = 305,7 \text{ K} \approx 306 \text{ K}, \text{ sau } t_{2, \max} = 32,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad 0,25p$	2,00p

c.	<p>Pentru: Instalația de aer condiționat funcționează ca o pompă de căldură</p> $\frac{ Q_c }{\Delta\tau} = -q = \alpha(T_1 - T_2) \quad 0,50p$ $\varepsilon = \frac{ Q_c }{ L } = \frac{ Q_c }{ Q_c - Q_r} = \frac{1}{2} \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad 1,00p$ $P = 2\alpha \frac{(T_1 - T_2)^2}{T_1} \quad 0,50p$ <p>Dacă $t_1 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ și $t_2 = 10,0 \text{ }^\circ\text{C}$, atunci puterea instalației de aer condiționat este P_3. Dacă $t_2 = t_{2, \text{min}}$, atunci instalația funcționează continuu și, conform enunțului, puterea consumată de la sursa de alimentare este $P_4 = P_3/\beta_2$</p> $2\alpha \frac{(T_1 - T_{2, \text{min}})^2}{T_1} = \frac{2\alpha (T_1 - T_2)^2}{\beta_2 T_1} \quad 0,25p$ $T_{2, \text{min}} = T_1 - \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{\beta_2}} \quad 0,50p$ $T_{2, \text{min}} = 273,2 \text{ K} \approx 273 \text{ K}, \text{ sau } t_{2, \text{min}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}. \quad 0,25p$	3,50p
Oficiu		1,00p
TOTAL Problema a III - a		10p

Conf. univ. dr. Sebastian POPESCU - Facultatea de Fizică, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” - Iași