Ministerul Educației și Cercetării
Olimpiada Națională de Fizică - 2001
Cluj-Napoca

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
ISJ INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN CLUJ

Barem de corectare – proba teoretică
Clasa a XI-a

Problema 1

1.	Forța centrifugă care acționează asupra punctului material are expresia $F_{cf} = m\Omega^2 l$ astfel încât echilibrul forțelor de-a lungul firului cere ca: $T = mg\cos\theta + m\Omega^2 l$ (1) Pe direcția perpendiculară pe fir, mișcarea este accelerată cu accelerația a și introducând accelerația unghiulară $\varepsilon = \dfrac{\Delta\Omega}{\Delta t}$ se poate scrie că: $-mg\sin\theta \cong -mg\theta = ma = ml\varepsilon \quad ; \varepsilon + \dfrac{g}{l}\theta = 0$ (2)	0,50
2.	Ecuația, analogă aceleia a oscilatorului armonic, $a + \dfrac{m}{k}x = 0$, are soluția $\theta = A\sin\left(\sqrt{\dfrac{g}{l}}t + \varphi\right)$ (3);	0,50
3.	corespunzător, viteza unghiulară în oscilație este $\Omega = A\sqrt{\dfrac{g}{l}}\cos\left(\sqrt{\dfrac{g}{l}}t + \varphi\right)$ (4).	0,50
4.	Amplitudinea A și faza φ se determină din condițiile inițiale $\theta(0) = \theta_0 \quad ; \quad \Omega(0) = 0$, astfel că $A=\theta_0$ și $\varphi = \dfrac{\pi}{2}$ astfel încât $\theta = \theta_0 \cos\left(\sqrt{\dfrac{g}{l}}t\right)$ (5)	0,50
5.	$\Omega = \theta_0\sqrt{\dfrac{g}{l}}\sin\left(\sqrt{\dfrac{g}{l}}t\right)$ (6)	0,50
6.	Cum $\cos\theta = 1 - \dfrac{1}{2}\theta^2$ (7), din relațiile (1) și (2) rezultă: $T = mg\left(1 - \dfrac{\theta^2}{2}\right) + \theta_0^2 \sin\left(\sqrt{\dfrac{g}{l}}t\right)$	0,50
7.	$T = mg\left(1 + \dfrac{\theta_0^2}{4} - \dfrac{3}{4}\theta_0^2\cos\left(2\sqrt{\dfrac{g}{l}}t\right)\right)$ (8)	1,00
8.	Forța cu care mecanismul acționează asupra suportului pendulului egalează tensiunea din fir; suportul se mișcă cu viteza: $v = -2b\sqrt{\dfrac{g}{l}}\cos\left(2\sqrt{\dfrac{g}{l}}t\right)$ (9)	0,75
9.	La un moment dat puterea dată de mecanism este dată de : $P = T \cdot v$ (10)	0,75

10.	Întrucât media funcției cosinus pe o perioadă este nulă, rezultă că media funcției $\cos^2\alpha = \frac{1+\cos(2\alpha)}{2}$ va fi $\frac{1}{2}$.	0,75
11.	Puterea medie – pe o perioadă – va fi – ținând cont de relațiile(8),(9) $P_{medie} = \frac{3}{4} mg\theta_0^2 b\sqrt{\frac{g}{l}}$ (11)	1
12.	Energia inițială - pur potențială – a pendulului este: $E = mgl(1-\cos(\theta_0)) \cong mgl\frac{\theta_0^2}{2}$ (12)	1
13.	$P_{medie} = \frac{\frac{mgl\theta_0^2}{2}}{\tau}$	0.75
14.	Timpul în care, lucrând cu puterea medie , mecanismul transferă o energie egală cu cea inițială este: $\tau = \frac{2l}{3b}\sqrt{\frac{l}{g}}$ (13)	1
15.	Cum puterea medie reprezintă viteza medie a transferului de energie, $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{E}{\tau}$ (14) rezultă că energia crește exponențial întrucât: $\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta t}{\tau}$; $E = E_0 e^{\frac{t}{\tau}}$ (15)	
	Total problema 1:	**10,00**

Problema 2

1.	Cu lungimea modificată, inductanța bobinei se scrie: $L'=\frac{\mu_0 N^2 S}{l(1-f)}=\frac{L}{1-f}$ (1) Unde L este inductanța inițială a bobinei.	1,00
2.	Cu distanța modificată, capacitatea condensatorului este : $C'=\frac{\varepsilon_0 A}{d'}=\frac{d}{d'}C$ (2) Unde C este capacitatea inițială a condensatorului.	1,00
3.	Din constanța factorului de calitate $Q=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$:	1,00
4.	rezultă: $\frac{L'}{C'}=\frac{L}{C}$; (3)	1,00
5.	$\frac{d'}{d}=1-f$ (3')	1,00
6.	Cum frecvența sursei este $\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}$, reactanța bobinei cu lungimea modificată se scrie: $X_L'=\frac{L}{1-f}\cdot\frac{1}{\sqrt{LC}}=\frac{1}{1-f}\sqrt{\frac{L}{C}}=\frac{RQ}{1-f}$ (4)	1,25
7.	Analog, reactanța condensatorului se scrie: $X_C'=\frac{1}{C'}\sqrt{LC}=(1-f)\sqrt{\frac{L}{C}}=(1-f)RQ$ (5)	1,25
8.	Inițial, puterea activă avea expresia: $P=\frac{U^2}{R}$ (6)	0,50
9.	După modificările geometriilor bobinei şi condensatorului puterea activă devine – ținând cont de relațiile (4) şi (5): $P'=\frac{U^2R}{R^2+(X_L'-X_C')^2}=\frac{U^2R}{R^2+R^2Q^2\left(\frac{1}{1-f}-(1-f)\right)^2}=\frac{P}{1+\left(\frac{1}{1-f}-(1-f)\right)^2}$ (7)	1,00
10.	Raportul cerut, al puterilor active în situațiile descrise este deci: $\frac{P'}{P}=\frac{1}{1+\left(\frac{1}{1-f}-(1-f)\right)^2}=\frac{(1-f)^2}{1+(2f-f^2)^2}$ (8)	1,00
	Total problema 2:	**10,00**

Problema 3

1.	În unda sonoră produsă de tenor, presiunea va fi: $p = p_0 \cdot 10^{\frac{I}{20}} N/m^2 = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^5 = 2N/m^2$ (1)	2,00
2.	Forța pe care această presiune o determină pe suprafața paharului este de : $F = p \cdot S = 2N/m^2 \cdot 100cm^2 = 2 \cdot 10^{-2} N$ (2)	1,50
3.	Cum constanta de timp a sticlei paharului este de 8 secunde, rezultă că puterea preluată de pahar de la undă este: $P = \frac{F^2 \cdot \tau}{2m} = \frac{\left(2 \cdot 10^{-2}\right)^2 \cdot 8}{2 \cdot 40 \cdot 10^{-3}} W = 0{,}04W$ (3)	2,00
4.	Energia stocată în sticla paharului va fi: $W_{sonor} = P \cdot \tau = 0{,}04 \cdot 8 = 0{,}32J$ (4)	2,00
5.	În urma căderii paharului pe Pământ, energia sa potențială este transferată prin crearea de tensiuni mecanice care conduc la spargerea lui. Energia de tensionare mecanică necesară spargerii este: $W_{tensiune \quad mecanic[} = mgh = 0{,}04 \cdot 10 \cdot 0{,}5 = 0{,}2J$ (5)	1,50
6.	Întrucât : (6) $W_{sonor} > W_{tensiune \quad mecanica}$ paharul se sparge.	1,00
	Total problema 3:	**10,00**