CONCURSUL NAŢIONAL DE FIZICĂ „EVRIKA!”

Ediţia a XXII-a, 16 – 18 martie 2012, Călimăneşti

Clasa a XI-a - Barem de notare

Subiect		**Parţial**	**Punctaj**
Barem subiect I			**10**
1	La punerea în mişcare, poziția de echilibru se va stabili la distanța r_0 față de O: $m\omega_r^2 r_0 = k(r_0 - l)$	**0,50p**	**3,00p**
	Considerăm că manşonul oscilează armonic după legea $x_e = A_0 \sin(\omega t + \varphi)$.	**0,50p**	
	Dacă din această poziție manşonul este deplasat pe o distanță x, $F(x) = -[k(r_0 - l + x) - m\omega_r^2(r_0 + x)] = -k_e x$, unde $k_e = k - m\omega_r^2$.	**0,50p**	
	Manşonul oscilează cu perioada $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_e}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k - m\omega_r^2}}$.	**0,50p**	
	Amplitudinea de oscilație $A = r_0 - l$;	**0,25p**	
	Cu axa *Ox* orientată spre exterior $\varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$	**0,25p**	
	$x(t) = l\frac{\omega_r^2}{\omega_0^2 - \omega_r^2}\sin\left(\left(\sqrt{\omega_0^2 - \omega_r^2}\right)t + \frac{\pi}{2}\right)$. *Observație*: pentru a exista soluție este necesar ca $\omega_r < \omega_0$!	**0,50p**	
2	În SR legat de suport, manşonul va oscila forțat cu pulsația ω:	**0,25p**	**4,00p**
	$ma = F_e + F_r + F_i$, unde $F_e = -kx, F_r = -bv,\ F_i = -ma_{SR} = m\omega^2 A_0 \sin(\omega t + \varphi)$	**0,50p**	
	Considerând că manşonul oscilează armonic după legea $x = A\sin\omega t$, avem:	**0,25p**	
	$-m\omega^2 A\sin\omega t + kA\sin\omega t + b\omega A\cos\omega t = m\omega^2 A_0\sin(\omega_e t + \varphi)$ $-\omega^2 A\sin\omega t + \omega_0^2 A\sin\omega t + 2\beta\omega A\cos\omega t = \omega^2 A_0\sin(\omega_e t + \varphi)$	**1,00p**	
	La $t = 0$ $\quad 2\beta\omega A = m\omega^2 A_0\sin\varphi$ La $\omega t = \frac{\pi}{2}$ $\quad (\omega_0^2 - \omega^2)A = m\omega^2 A_0\cos\varphi$	**1,00p**	
	$A = A_0\frac{\omega^2}{\sqrt{(2\beta\omega)^2 + (\omega_0^2 - \omega^2)^2}}$	**0,50p**	
	$\tan\varphi = \frac{2\beta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$	**0,50p**	
3	Corpul de masă *m* nu va mai apăsa pe suport când $mg = k \cdot x_0$.	**0,50p**	**2,00p**
	Față de capătul superior al resortului, corpul se mişcă în jos cu viteza $-\vec{v}$!	**0,25p**	
	Scriem conservarea energiei, luând ca reper, pentru energia potențială, starea nedeformată a resortului:	**0,25p**	
	$-mg\cdot x_0 + \frac{1}{2}k\cdot x_0^2 + \frac{1}{2}mv^2 = -mg\cdot x + \frac{1}{2}k\cdot x^2\,; kx^2 - 2mgx - mv^2 + \frac{m^2g^2}{k} = 0$	**0,50p**	
	$x > x_0, \qquad x = \frac{mg}{k} + v\sqrt{\frac{m}{k}}$	**0,50p**	
Oficiu			**1,00p**
Total			**10,0p**

Subiect		Parțial	Punctaj
Barem subiect II			**10**
a)	Dacă $kh \ll 1$, atunci $tanh(kh) = kh$ și legea de dispersie devine $\omega^2 = \left(gk + \frac{\sigma}{\rho}k^3\right)(kh)$	**0,50p**	**2,00p**
	Dacă $\frac{\sigma k^2}{\rho} \ll g$ atunci $\omega^2 = ghk^2 \Rightarrow \omega = k\sqrt{gh}$	**0,50p**	
	$v_f = \frac{\omega}{k} = \sqrt{gh}$, $v_g = \frac{d\omega}{dk} = \sqrt{gh}$	**1,00p**	
b)	Dacă $kh \gg 1$, atunci $tanh(kh) = 1$ și legea de dispersie devine $\omega^2 = \left(gk + \frac{\sigma}{\rho}k^3\right)$	**0,5p**	**4,0p**
	$v_f = \frac{\omega}{k} = \sqrt{\frac{g}{k} + \frac{\sigma}{\rho}k}$	**0,5p**	
	$v_g = v_f + k\frac{dv_f}{dk}$, $v_g = v_f + \frac{k}{2}\left(\frac{\sigma}{\rho} - \frac{g}{k^2}\right)\left(\frac{g}{k} + \frac{\sigma k}{\rho}\right)^{-1/2}$	**1,5p**	
	$\frac{v_g}{v_f} = \frac{1}{2}\frac{1 + 3\frac{k^2\sigma}{\rho g}}{1 + \frac{k^2\sigma}{\rho g}}$	**0,5p**	
	Pentru lungimi de undă mici $k >> \sqrt{\frac{\rho g}{\sigma}}$ $\left(\lambda << 2\pi\sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}\right)$, $v_g = \frac{3}{2}v_f$	**0,5p**	
	Pentru lungimi de undă mari, $k << \sqrt{\frac{\rho g}{\sigma}}$ $\left(\lambda >> 2\pi\sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}\right)$, $v_g = \frac{1}{2}v_f$	**0,5p**	
c)	Pentru valuri cu λ mic, k este atât de mare încât al doilea termen din expresia vitezei de fază domină față de primul termen de sub radical. Viteza de fază devine $v_f = \sqrt{\frac{\sigma k}{\rho}} = \sqrt{\frac{2\pi\sigma}{\lambda\rho}} = 0,217$ m/s, $v_g = \frac{3}{2}v_f = 0,325$ m/s.	**0,5p**	**1,0p**
	Pentru valuri cu λ mare, primul termen din expresia vitezei de fază este dominant şi deci: $v_f = \sqrt{\frac{g}{k}} = 1,25$ m/s iar $v_g = \frac{1}{2}v_f = 0,625$ m/s.	**0,5p**	
d)	Ținând cont de relația expresia vitezei de fază, în care substituim $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, obținem expresia: $v_f = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi} + \frac{2\pi\sigma}{\rho\lambda}}$; înlocuind valorile date, obținem ecuația pătratică în λ: $\lambda^2 - 5,767\lambda + 1,153 = 0 \Rightarrow \lambda_1 = 5,56\ cm$; $\lambda_2 = 0,207\ cm$.	**2,0p**	**2,0p**
Oficiu		**1p**	**1,00p**
Total			**10,00p**