

**Решења задатака за републичко такмичење из физике ученика средњих школа
шк. 2001/02. год., III разред**

1. Пре укључивања магнетног поља период износи $T_1 = 2\pi\sqrt{m/(k_1 + k_2)}$ [2п]. Након његовог укључивања, II Њутнов закон кретања проводника гласи $ma = -(k_1 + k_2)x \pm iLB$ [10п-2п за само један предзнак], при чему се сваки од предзнака односи на кретање у оквиру две несуседне четвртине периода. Како је $\varepsilon = BLv$ [1п] и $q/C = \varepsilon$, следи $i = aLBC$ [2п]. Уврштавањем ових израза у II Њутнов закон, добијамо $T_2 = 2\pi / \sqrt{k_1 + k_2} [1/2 \sqrt{m + CL^2B^2} + 1/2 \sqrt{m - CL^2B^2}]$ [4п-1п], односно за промену периода $\Delta T = \pi / \sqrt{k_1 + k_2} [\sqrt{m + CL^2B^2} + \sqrt{m - CL^2B^2} - 2\sqrt{m}]$ [1п-0п].

2. а) Кретање у равни нормалној на цртеж еквивалентно је осцилаторном кретању тачкасте масе, која би се налазила у тачки А, односно кретању математичког клатна дужине $|OA| = \sqrt{R^2 - l^2}$ [1п], па тражени период износи $T_{\perp} = 2\pi\sqrt{\sqrt{R^2 - l^2} / g}$ [4п].

б) Период осциловања физичког клатна је $T = 2\pi\sqrt{I/Mgs}$ [4п]. У нашем случају је $I = 2mR^2$ [1п], маса система $M = 2m$ [1п], а растојање ЦМ од осе ротације $s = R\cos\alpha$ [1п], где је $\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - (l/R)^2}$ [1п]. Одавде добијамо $T_{\parallel} = 2\pi \frac{R}{\sqrt{g\sqrt{R^2 - l^2}}}$ [2п].

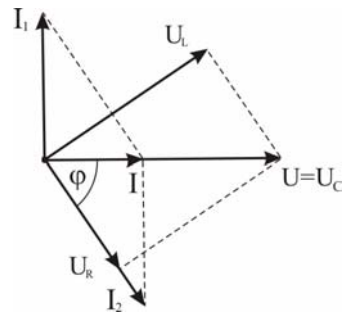
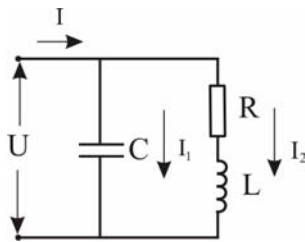
3. а) Брзина суда, молекула гаса и њиховог центра масе пре судара је $v = \sqrt{2gH}$. После судара суд има исту брзину навише [1п], а молекули гаса наниже [2п]. Брзина центра масе система усмерена навише износи $v_{cm} = \frac{m_0 - m}{m_0 + m} v = \frac{m_0 - m}{m_0 + m} \sqrt{2gH}$ [10п], па се пење на висину

$$H_1 = \left(\frac{m_0 - m}{m_0 + m}\right)^2 H = \left(\frac{4}{5}\right)^2 H = 6.4m \text{ [2п].}$$

б) Промена унутрашње енергије гаса једнака је по апсолутној вредности промени потенцијалне енергије [1п]. $\frac{m}{M} C_v \Delta T = (m_0 + m)g\Delta H$ [2п] $\Rightarrow \Delta T = \frac{M(m_0 + m)g\Delta H}{mC_v} \approx 0.113K$ [2п].

4. Фазни дијаграм приказује какав међусобни однос морају имати учествујуће величине да би струја I и напон U били у фази (5). Са дијаграма се види да је $tg\varphi = U_L/U_R = L\omega/R$ (3), а такође и $\sin\varphi = I_1/I_2 = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}/C\omega$ (3). Како из основног тригонометријског идентитета следи веза између синуса и тангенса угла: $\sin\varphi = tg\varphi / \sqrt{1 + tg^2\varphi}$ (1), за тражени капацитет

коначно добијамо $C = \frac{L}{R^2 + L^2\omega^2} = 222\mu F$ (3).



5. Пошто је $d = 4b$, биће $I_m = CA_0^2 N^2 \frac{16}{m^2 \pi^2} \sin^2 \frac{m\pi}{4}$. Види се да да је $m = 1, 2, 3, 5, 6$ (3)

m	$\frac{16}{m^2 \pi^2} \sin^2 \frac{m\pi}{4}$	I_{m1}	I_{m2}	I_m	ΔI_m
0	1	201	201	201	1
1	0.8114	160	164	162	2
2	0.4057	82.5	80.5	81.5	1
3	0.0902	18.0	19.0	18.5	0.5
4	0	-	-	-	-
5	0.03246	7	7	7	0.5
6	0.04508	10	10	10	0.5

График $I_m = f\left(\frac{16}{m^2 \pi^2} \sin^2 \frac{m\pi}{4}\right)$ (5). Неексперименталне тачке $A(0.035; 9)$ и $B(0.9; 180) \Rightarrow$

$$\text{Коефицијент правца: } a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{180 - 9}{0.9 - 0.035} = 197.7 \text{ (6)}$$

$$\text{Релативна грешка: } \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta y_B + \Delta y_A}{y_B - y_A} + \frac{\Delta x_B + \Delta x_A}{x_B - x_A} = \frac{1 + 2}{180 - 9} + \frac{0.01 + 0.01}{0.9 - 0.035} = 0.041 = 4.1\%$$

Апсолутне грешке величине на апсиси - вредности најмањег подеока: $\Delta x_A = \Delta x_B = 0.01$.

$$\Rightarrow \Delta a = 0.041 \cdot 197.7 = 8.1 \approx 8 \Rightarrow a = (198 \pm 8) \text{ (2)}$$

Пошто је $a = CA_0^2 N^2$, следи да је $N = \sqrt{\frac{a}{CA_0^2}} = \sqrt{\frac{197.7}{5 \cdot 10^{-3}}} = 198.85 \text{ (3)}$

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta a}{a} = \frac{1}{2} \cdot 0.041 = 0.0205 = 2.05\% \Rightarrow \Delta N = 0.0205 \cdot 198.85 = 4.08 \approx 4 \text{ (1)}$$

$$N = (199 \pm 4).$$

m	$2x_m$ [mm]	x_m [mm]	Δx_m [mm]
0	0	0	0.5
1	24.5	12.25	0.5
2	50.0	25.0	0.5
3	76.0	38.0	0.5
5	126.0	63.0	0.5
6	152.0	76.0	0.5

Измерена растојања максимума истог реда $2x_m$ (1), њихова грешка-вредност најмањег подеока - 1 mm (0.5), а грешка положаја максимума је дуго мања. График $x_m = f(m)$ (3) полази из координатног почетка, за одређивање коефицијента правца довољна једна неекспериментална тачка: $A(5.25, 65.1 \text{ mm})$.

$$a = \frac{y_A}{x_A} = \frac{65.1 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{5.25} = 12.4 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 12.4 \text{ mm} \text{ (1.5)}$$

Апсолутне грешке редног броја - вредност најмањег подеока $\Delta x_A = \Delta x_B = 0.025$.

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta y_A + \Delta y_B}{y_A - y_B} + \frac{\Delta x_A + \Delta x_B}{x_A - x_B} = \frac{0.5 + 0.5}{65.1 - 0} + \frac{0.025 + 0.025}{5.25 - 0} = 0.025 = 2.5\%$$

$$\Delta a = 0.025 \cdot 12.4 \text{ mm} = 0.31 \text{ mm} \approx 0.3 \text{ mm} \text{ (1)} \Rightarrow a = (12.4 \pm 0.3) \text{ mm}$$

Таласна дужина се израчунава као $\lambda = \frac{ad}{L} = \frac{12.4 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 2.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}}{0.5 \text{ m}} = 62 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 620 \text{ nm} \text{ (2)}$

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.31}{12.4} + \frac{1}{500} = 0.027 = 2.7\%$$

$$\Delta \lambda = 0.027 \cdot 620 \text{ nm} = 16.74 \text{ nm} \approx 20 \text{ nm} \text{ (1)} \Rightarrow \lambda = (620 \pm 20) \text{ nm}.$$

Члановима комисије желимо

успешан рад и пријатан дан!