



$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$ $E = mc^2$ $\frac{1}{2}mv^2$

ШИФР

3 5 1 7 5

Класс 11

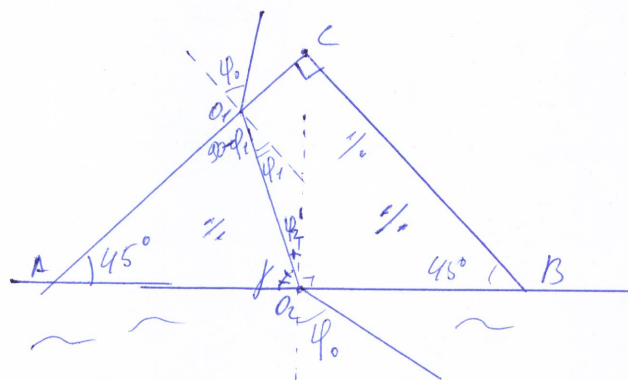
Вариант 3

Дата Олимпиады 3.02.2019

Площадка написания УГИТУ

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	4	5	5	1	5	4	24	двадцать четыре	

№2 Дано
 $n_0 = \frac{4}{3}$
 $\angle ACB = 90^\circ$
 $\varphi_1 = ?$



Т.к. треугольник ABC - равнобедренный и $\angle ACB = 90^\circ$, то $\angle CAB = \angle CBA = 45^\circ$

Потому в $\triangle AO_1O_2$ $\angle \gamma = 180 - 45 - 90 + \varphi_1 = 45 + \varphi_1$

$$\varphi_2 = 90 - \gamma = 90 - 45 - \varphi_1 = 45 - \varphi_1$$

з-н. преломления:

$$\begin{cases} n_{ст} = \frac{\sin \varphi_0}{\sin \varphi_1} \\ \frac{\sin \varphi_2}{\sin \varphi_0} = \frac{n_0}{n_{ст}} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow n_0 \sin \varphi_0 = \sin \varphi_2 \frac{\sin \varphi_0}{\sin \varphi_1}$$

$$n_0 \sin \varphi_1 = \sin \varphi_2$$

$$n_0 \sin \varphi_1 = \sin(45 - \varphi_1)$$

$$n_0 \sin \varphi_1 = \sin 45^\circ \cos \varphi_1 - \cos 45^\circ \sin \varphi_1$$

$$\sin \varphi_1 (n_0 + \cos 45^\circ) = \sin 45^\circ \cos \varphi_1$$

$$\tan \varphi_1 = \frac{\sin 45^\circ}{n_0 + \cos 45^\circ}$$

$$\tan \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{2} \left(\frac{4}{3} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)} = \frac{1}{\frac{4\sqrt{2}}{3} + 1} = \frac{3}{4\sqrt{2} + 3} \approx 0,35$$

$$\varphi_1 = \arctg 0,35$$

Ответ: $\varphi_1 = \arctg 0,35$

5

ШИФР

--	--	--	--	--	--

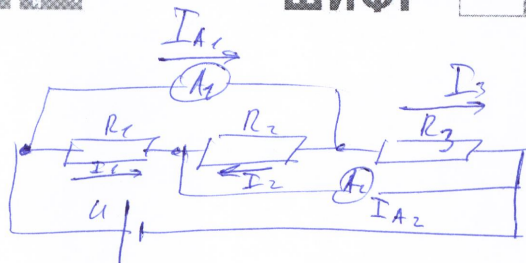
№3 Дано

$$I_3 = 1 \text{ mA}$$

$$R_1 = 1 \text{ kOhm}$$

$$R_3 = 3 \text{ kOhm}$$

$$\Delta I_A = ?$$



$$I_3 = I_{A1} - I_2 \Rightarrow I_{A1} = I_3 + I_2$$

$$I_{A2} = I_1 + I_2$$

Амперметры идеальные $\Rightarrow R_{A1} \rightarrow 0$

$$R_{A2} \rightarrow 0$$

$$U_A = I_A R_A = 0$$

$$U = U_{A1} + U_3 = 0 + I_3 R_3 = I_3 R_3$$

$$U = U_1 + U_{A2} = U_1 = I_1 R_1$$

$$I_1 R_1 = I_3 R_3 \Rightarrow I_1 = I_3 \frac{R_3}{R_1}$$

$$\Delta I_A = I_{A2} - I_{A1} = I_1 + I_2 - (I_3 + I_2) = I_1 + I_2 - I_3 - I_2 = I_1 - I_3$$

$$\Delta I_A = I_3 \frac{R_3}{R_1} - I_3 = I_3 \left(\frac{R_3}{R_1} - 1 \right)$$

$$\Delta I_A = 1 \text{ mA} \left(\frac{3 \text{ kOhm}}{1 \text{ kOhm}} - 1 \right) = 2 \text{ mA}$$

Ответ: $\Delta I_A = 2 \text{ mA}$

5

№4 Дано

m

h

b

μ

$P_{TP} = ?$

$$ЗСЭ: mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

$$P_{TP} = \frac{A_{TP}}{t} = \frac{F_{TP} \cdot S}{t} = F_{TP} \cdot v$$

$$F_{TP} = \mu N = \mu mg$$

$$(R-h)^2 + b^2 = R^2$$

$$R^2 - 2Rh + h^2 + b^2 = R^2$$

$$2Rh = h^2 + b^2$$

$$R = \frac{h^2 + b^2}{2h}$$

$$a_{g.c} = \frac{N - mg}{m} = \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{N}{m} = \frac{2gh}{R} + g = g \left(\frac{2h}{\frac{h^2 + b^2}{2h}} + 1 \right) = g \left(1 + \frac{4h^2}{h^2 + b^2} \right)$$

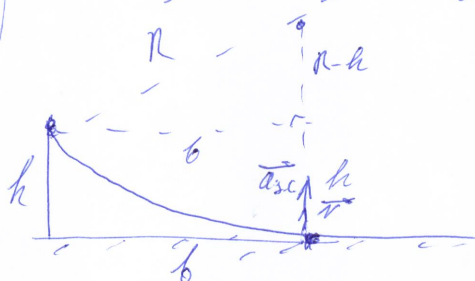
$$N = mg \left(1 + \frac{4h^2}{h^2 + b^2} \right)$$

$$F_{TP} = \mu mg \left(1 + \frac{4h^2}{h^2 + b^2} \right)$$

$$P_{TP} = \mu mg \left(1 + \frac{4h^2}{h^2 + b^2} \right) \cdot \sqrt{2gh} = \mu mg \left(1 + \frac{4h^2}{h^2 + b^2} \right) \sqrt{2gh}$$

Ответ: $P_{TP} = \mu m \left(1 + \frac{4h^2}{h^2 + b^2} \right) \sqrt{2gh}$

1





$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$ $\frac{1}{m} = \frac{1}{m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

--	--	--	--	--

№6. Дано

$R = 10 \text{ кОм}$

$B = 0,5 \text{ Тл}$

$Q = 10 \text{ мДж} = 10^{-2} \text{ Дж}$

$L_1 = 0,1 \text{ м}$

$L_2 = 0,05 \text{ м}$

$\mathcal{V} = ?$

$\Phi = BS \cos \alpha$

$\mathcal{E}_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B \Delta S}{\Delta t} = \frac{B L_1 \Delta L_2}{\Delta t} = B L_1 \mathcal{V}$

$Q = \frac{\mathcal{E}^2}{R} t = \frac{\mathcal{E}^2}{R} L_2$

$L = \frac{\Delta L_2}{\Delta t} = \frac{L_2}{\mathcal{V}}$

$Q = \frac{\mathcal{E}^2}{R} \cdot \frac{L_2}{\mathcal{V}} = \frac{B^2 L_1^2 \mathcal{V}^2 \cdot L_2}{R \mathcal{V}} = \frac{B^2 L_1^2 L_2 \mathcal{V}}{R}$

$\mathcal{V} = \frac{QR}{B^2 L_1^2 L_2}$

$\mathcal{V} = \frac{10^{-2} \cdot 1}{0,5^2 \cdot 0,1^2 \cdot 0,05} = \frac{1}{0,25 \cdot 0,01 \cdot 0,05} = \frac{4}{0,05} = 80 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$

Ответ: $\mathcal{V} = 80 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$

№5 Дано

$\Delta l = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м}$

$T = ?$

$F_{\text{упр}} = k \Delta l = mg$

$\frac{m}{k} = \frac{\Delta l}{g}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$

$T = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{0,05}{9,87}} = 0,447 \text{ (с)}$

Ответ: $T = 0,447 \text{ (с)}$

№1 Дано

L

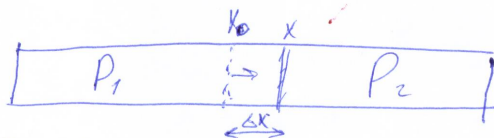
m

He

$\mathcal{V}$

T

$\mathcal{L} = ?$



Δx — амплитуда.

Проводя анализ с пружиной маятником:

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$F_{\text{упр}} = k \Delta x$

$F_{\text{упр}} = \Delta F = P_2 S - P_1 S$

$T = \text{const (погуб.)} \Rightarrow PV = \text{const}$ — изотермический процесс.

$$\begin{cases} P_0 S \frac{L}{2} = \mathcal{V} R T \\ P_1 S \left(\frac{L}{2} + \Delta x \right) \mathcal{V} R T = P_1 S = \frac{\mathcal{V} R T}{\frac{L}{2} + \Delta x} \\ P_2 S \left(\frac{L}{2} - \Delta x \right) \mathcal{V} R T = P_2 S = \frac{\mathcal{V} R T}{\frac{L}{2} - \Delta x} \end{cases} \Rightarrow$$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$

$$\frac{R}{T} = \frac{p}{\rho}$$

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

--	--	--	--	--

$$P_2 S - P_1 S = k \Delta x$$

$$\frac{V_{RT}}{\frac{l}{2} - \Delta x} - \frac{V_{RT}}{\frac{l}{2} + \Delta x} = k \Delta x$$

$$V_{RT} \left(\frac{\frac{l}{2} + \Delta x - \frac{l}{2} + \Delta x}{(\frac{l}{2} - \Delta x)(\frac{l}{2} + \Delta x)} \right) = k \Delta x$$

$$V_{RT} \cdot 2 \Delta x = k \Delta x \left(\frac{l}{2} - \Delta x \right) \left(\frac{l}{2} + \Delta x \right)$$

$$2 V_{RT} = k \left(\frac{l^2}{4} - \Delta x^2 \right)$$

Т.к. колебание малое, то $\Delta x \rightarrow 0$

$$2 V_{RT} = k \cdot \frac{l^2}{4}$$

$$k = \frac{8 V_{RT}}{l^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m l^2}{8 V_{RT}}}$$

$$\text{Ответ: } T = 2\pi \sqrt{\frac{m l^2}{8 V_{RT}}}$$

4