

106082

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника

Кашеников Дмитрий Олегович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Байконур,

ГБОУ "Лицей "МКШ" им В.Н. Челомех"

Регистрационный номер 5590

Вариант задания 3

Дата проведения « 22 » февраля 2020 г.

Подпись участника



106082

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего
1	0,5	1	1	1	1	0,5				
10	5	4	4	4	4	5				90

Шифр

заполняется ответственным секретарем приемной комиссии

Вариант № 3

1) A: $x_1 = 2t$
 $y_1 = t$

B: $x_2 = 10 - t$
 $y_2 = 2t$

S - ?

$$S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

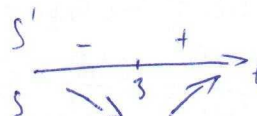
$$S = \sqrt{(10 - t - 2t)^2 + (2t - t)^2} = \sqrt{(10 - 3t)^2 + t^2} = \sqrt{10t^2 - 60t + 100}$$

Чтобы найти min значение S, возьмем производную

$$S' = \frac{20t - 60}{2 \cdot \sqrt{10t^2 - 60t + 100}} = 0$$

$$20t - 60 = 0$$

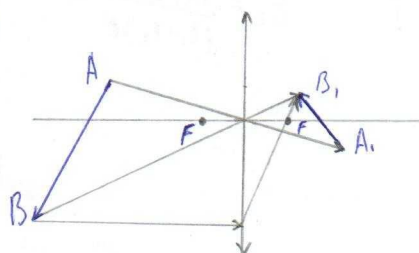
$$t = 3 - \text{min}$$



$$S(3) = \sqrt{10 \cdot 3^2 - 60 \cdot 3 + 100} = \sqrt{10} \approx 3,2 \text{ м}$$

Ответ: 3,2 м

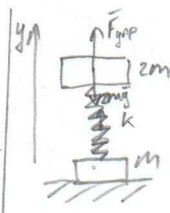
0,5



3) Дано:

k ; m
 $2m$

Δl - ?



Решение

В положении равновесия по I закону Ньютона $\vec{F}_{тяж} + \vec{F}_{упр} = 0$

$$y: 0 = kx - 2mg$$

$$kx = 2mg$$

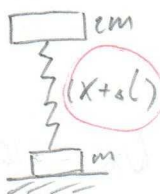
$$x = \frac{2mg}{k}$$

После выведения из положения равновесия амплитуда равна

$$A = x + \Delta l_1 = \frac{2mg}{k} + \frac{mg}{k}$$

$$\Delta l = \Delta l_1 + A = \frac{mg}{k} + \frac{2mg}{k} = \frac{3mg}{k}$$

Ответ: $\frac{3mg}{k}$



4) Дано:

$$p_1 = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_1 = 1 \text{ л}$$

$$V_2 = 2 \text{ л}$$

$$\Delta T = ?$$

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Решение

по формуле Менделеева - Клапейрона

$$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R}$$

$$pV = \nu RT V^{n-1}$$

$$T_1 V_1^{n-1} = T_2 V_2^{n-1}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{n-1}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = T_1 \left(\left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{n-1} - 1 \right)$$

$$\Delta T = \frac{p_1 V_1}{\nu R} \left(\left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{n-1} - 1 \right)$$

$$\Delta T = \frac{8 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} \cdot \left(\left(\frac{1}{2} \right)^{3-1} - 1 \right) = -72 \text{ К}$$

Ответ: -72 К

$$pV^\gamma = \text{const}$$

$$V_1 = 1 \text{ л} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$V_2 = 2 \text{ л} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

5) Дано:

$$C_0 = 5 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$$

$$d = 0,01 \text{ м}$$

$$U = 1000 \text{ В}$$

$$\epsilon_1 = 3$$

$$\epsilon_2 = 5$$

$$E = ?$$

$$A = ?$$

Решение

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d} - \text{воздушный конденсатор}$$

$$C'_1 = \epsilon_0 \epsilon_1 \frac{S}{d_2} = 2 \epsilon_1 C_0 \text{ и } C''_1 = 2 \epsilon_2 C_0$$

$$C_1 = \frac{C'_1 \cdot C''_1}{C'_1 + C''_1} = \frac{2 \epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \cdot C_0$$

$$C_1 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 5}{3 + 5} \cdot 5 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 18,75 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$$

$$U = U_1 + U_2$$

$$U_1 = E_1 \frac{d}{2} \text{ и } U_2 = E_2 \frac{d}{2} \Rightarrow U = (E_1 + E_2) \frac{d}{2}$$

$$E_1 = \frac{E_0}{\epsilon_1} \text{ и } E_2 = \frac{E_0}{\epsilon_2} \Rightarrow E_1 \epsilon_1 = E_2 \epsilon_2$$

$$E_1 = \frac{2 \epsilon_2 U}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) d}$$

$$E_2 = \frac{2 \epsilon_1 U}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) d}$$

$$E_1 = \frac{2 \epsilon_2 U}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) d} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 1000 \text{ В}}{(3 + 5) \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 1,25 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$E_2 = \frac{2 \epsilon_1 U}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) d} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1000 \text{ В}}{(3 + 5) \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 0,75 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

После извлечения диэлектрика с емкостью C_2

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d_2} = 2 C_0$$

$$C_2 = \frac{C'_2 \cdot C''_2}{C'_2 + C''_2} = \frac{2 \epsilon_2}{1 + \epsilon_2} \cdot C_0$$

$$C_2 = \frac{2 \cdot 5}{1 + 5} \cdot 5 \cdot 10^{-10} = 8,3 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$$

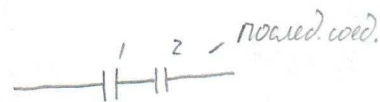
$$\Delta q = (C_2 - C_1) \cdot U \Rightarrow A = (C_2 - C_1) \cdot U^2$$

$$A = \Delta q \cdot U$$

$$A = (8,3 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} - 18,75 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}) \cdot 10^6 \text{ Дж} = -10,45 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

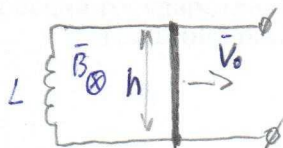
Ответ: $E = 0,75 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$

$$A = -10,45 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$



$\Delta C < 0$
 $\Delta q < 0 \Rightarrow$ источник посылает против действия сторонних сил и совершил отрицательную работу

6) Дано:
 $L; h; B;$
 $V_0; S$
 $t_i - ?$
 $m - ?$



Решение

По условию $R=0, \mathcal{E}=0 \Rightarrow \dot{\Phi}=0$

Если перемычку сдвинуть на x , то
 $\Delta \Phi = B h x + L I = 0 \Rightarrow I = -\frac{B h x}{L}$

$$F_A = B I h = -\frac{B^2 h^2 x}{L}$$

По II Закону Ньютона

$$F = ma$$

$$ma = -\frac{B^2 h^2 x}{L}$$

$$a = -\frac{B^2 h^2 x}{L m} \Rightarrow \text{перемычка колеблется с } \omega = \frac{B h}{\sqrt{m L}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\max} = V_0 = A \omega = S \omega \Rightarrow \omega = \frac{V_0}{S}$$

$$V_0 = \frac{S B h}{\sqrt{m L}} \Rightarrow m = \frac{S^2 B^2 h^2}{L V_0^2}$$

$$V = V_0 \cos \omega t, \text{ при } t_i, V = \frac{V_0}{2}$$

$$\frac{V_0}{2} = V_0 \cdot \cos \omega t_i$$

$$\cos \omega t_i = \frac{1}{2}$$

$$\omega t_i = \frac{\pi}{3}$$

$$t_i = \frac{\pi}{3 \omega}$$

$$t_i = \frac{\pi S}{3 V_0}$$

$$\omega = \frac{V_0}{S}$$

Ответ: $m = \frac{S^2 B^2 h^2}{L V_0^2}, t_i = \frac{\pi S}{3 V_0}$

106082

Шифр

заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего
						0,75				
						15				

Вариант № 11.2

Дано:

$$d = 3 \text{ м}$$

$$m = 4 \text{ кг}$$

$$L_1 = 50 \text{ м}$$

$$L_2 = 100 \text{ м}$$

$$\alpha_1 = 5^\circ$$

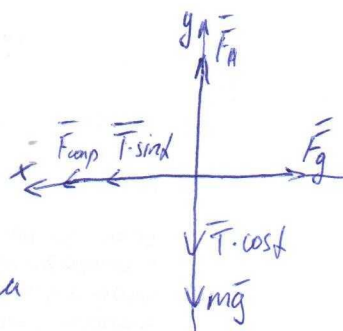
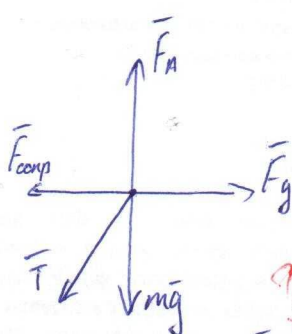
$$\alpha_2 = 8^\circ$$

$$\rho = 1,15 \text{ кг/м}^3$$

5-7
4-1

Решение

В другом виде



По I закону Ньютона

$$\vec{F}_A + \vec{F}_g + \vec{F}_{comp} + m\vec{g} + \vec{T} = 0$$

$$Oy: F_A = T \cdot \cos \alpha + mg$$

$$Ox: F_g = T \cdot \sin \alpha + F_{comp}$$

$$F_A = \rho g V$$

$$F_{comp} = S_n \cdot C_x \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

$$F_g = S_n \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

$$\rho g V = T \cdot \cos \alpha + mg \quad (1)$$

$$T \cdot \sin \alpha = (1 - C_x) \cdot \left(S_n \cdot \frac{\rho v^2}{2} \right) \quad (2)$$

$$\text{из (1)} \quad \left(\begin{aligned} T \cdot \cos \alpha &= \rho g V - mg \\ T &= \frac{\rho g V - mg}{\cos \alpha} \end{aligned} \right)$$

$$\text{в (2)} \quad \frac{\rho g V - mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = 0,5 \cdot S_n \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$S = \pi r^2$$

$$v = \sqrt{\frac{g(V\rho - m) \cdot \tan \alpha \cdot 2}{0,5 \cdot S_n \cdot \rho}}$$

$$v_1 = \left(\frac{9,87 \cdot \left(\frac{4}{3} \pi \cdot 1,5^3 \cdot 1,15 - 4 \right) \cdot \tan 5^\circ \cdot 2}{0,5 \cdot \pi \cdot 1,5^2 \cdot 1,15} \right)^{\frac{1}{2}} \approx 2,3 \text{ м/с}$$

$$v_2 = \left(\frac{9,87 \cdot \left(\frac{4}{3} \pi \cdot 1,5^3 \cdot 1,15 - 4 \right) \cdot \tan 8^\circ \cdot 2}{0,5 \cdot \pi \cdot 1,5^2 \cdot 1,15} \right)^{\frac{1}{2}} \approx 2,9 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_1 = 2,3 \text{ м/с}$
 $v_2 = 2,9 \text{ м/с}$

0,75