

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

101244

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Богданова Анна Васильевна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Раменское

МОУ "Гимназия г. Раменское"

Регистрационный номер 5080

Вариант задания 9

Дата проведения « 1 » марта 2020 г.

Подпись участника Ано

95 (девяносто пять)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

101244

101244

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	0,75	1			
10	12	12	12	12	17	20			

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

95

Вариант № 9

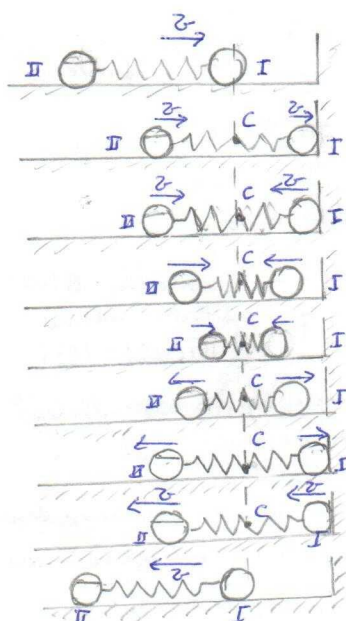
Дано:

$$m_1 = m_2 = m = 2 \text{ кг}$$

$$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$z = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\mu_{\min} = ?$$



х2

1) Сразу же после удара первого шарика о стену система совершает одно колебание, которое, в силу отсутствия трения между шарами и гориз. поверхностью и отсутствия потерь энергии (удар абсолютно упругий), можно считать гармоническим

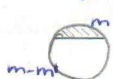
2) во время колебания центр масс покоится

3) $m_1 = m_2 = m \Rightarrow$ центр масс находится ровно в центре пружины. Жёсткость обратно пропорциональна длине пружины (в исходном состоянии) $k = \frac{C}{l} \Rightarrow$ центр масс

пружины условно делится на две $k_1 = k_2 = 2k$

$$\omega = \sqrt{\frac{k_1}{m}} = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

4) Колебание груза II:



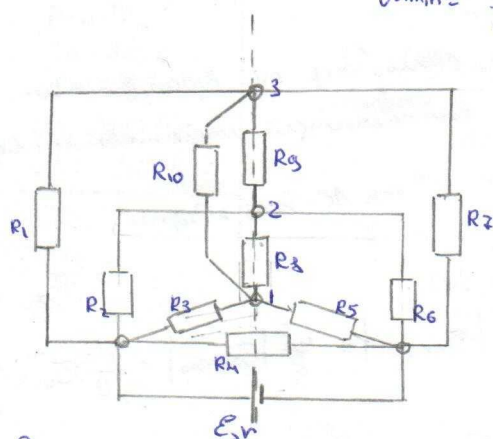
Верхняя часть не будет смещаться относительно нижней если $F_{\text{тр}} \geq m' a_{\text{max}}$

$$\mu m' g \geq m' a_{\text{max}}$$

$$\mu_{\min} = \frac{a_{\text{max}}}{g} = \frac{A \cdot \omega^2}{g} = \frac{z_{\text{max}} \cdot \omega}{g} = \frac{z}{g} \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

$$\mu_{\min} = \frac{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{2 \text{ кг}}} = 0,4$$

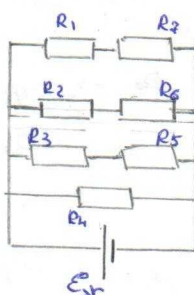
Ответ: 0,4



х5

Ввиду симметрии схемы $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 \Rightarrow$ эти точки можно полностью развести (через R_3, R_5 и R_{10} ток течь не будет)

Эквивалентная схема:



$$R_{17} = R_{26} = R_{35} = R + R = 2R$$

Участки R_{17}, R_{26} и R_{35} соединены параллельно и имеют одинаковое сопротивление \Rightarrow их общее сопротивление

$$R' = \frac{2R}{3}$$

По закону паралл. соедин. проводников

$$R_{\text{вн}} = \frac{R' \cdot R_4}{R' + R_4} = \frac{\frac{2R}{3} \cdot R}{\frac{2R}{3} + R} = \frac{2}{5} R$$

$$I = \frac{E}{R_{\text{вн}} + R_4} = \frac{E}{\frac{2}{5} R + R}$$

$$P_{\text{вн}} = I^2 \cdot R_{\text{вн}} = \left(\frac{E}{\frac{7}{5} R} \right)^2 \cdot \frac{2}{5} R = \frac{E^2}{12,25 R} \cdot \frac{2}{5} R = \frac{2 E^2}{61,25}$$

$$P_{\text{вн}} = \frac{100 \text{ В}^2}{(3,4 \text{ Ом})^2} \cdot 0,4 \text{ Ом} = 234,8 \text{ Вт} \quad \text{Ответ: } 234,8$$

Дано:

$$R_1 = R_2 = \dots = R = 1 \text{ Ом}$$

$$r = 1 \text{ Ом}$$

$$E = 10 \text{ В}$$

$$P_{\text{вн}} = ?$$

$n = 200$
 $\ell = \lambda_{\text{min}} = 10^{-3} \text{ м}$
 $\lambda = 0.6 \cdot 10^{-6} \text{ м}$
 $N = ?$

1) Условие максимумов интерференции $\Delta S = k\lambda$ (кратность)

ΔS - разн. хода Раша

$$d \cdot \sin \varphi = k\lambda \quad \left| \begin{array}{l} \Rightarrow \frac{\ell}{n} \cdot \sin \varphi_{\text{max}} = k_{\text{max}} \cdot \lambda \\ -1 \leq \sin \varphi \leq 1 \end{array} \right| \Rightarrow k_{\text{max}} \leq \frac{\ell}{n \cdot \lambda}$$

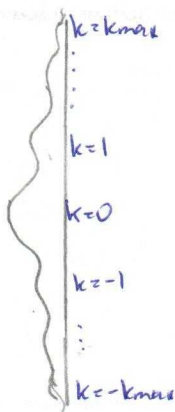
$$k_{\text{max}} \leq \frac{10^{-3} \text{ м}}{12 \cdot 10^{-9} \text{ м}}$$

$$k_{\text{max}} \leq 8 \frac{1}{3}$$

$$k_{\text{max}} \in \mathbb{N}$$

$$k_{\text{max}} = 8$$

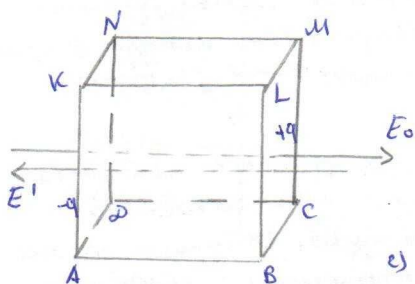
2)



$$N = 2k_{\text{max}} + 1$$

$$N = 2 \cdot 8 + 1 = 17$$

Ответ: 17



Дано:

$$\sigma_0$$

$$|\sigma_{\text{AKND}}| = ?$$

$$|\sigma_{\text{KLMN}}| = ?$$

1) под действием эл поля на плоскости ВЛМС индуцир. положительный заряд $+q$, а на АКНД - $-q$

$$S_{\text{ВЛМС}} = S_{\text{АКНД}}$$

$$|\sigma_{\text{АКНД}}| = |\sigma|$$

Остальные плоскости расположены параллельно линиям напряженности эл. поля \Rightarrow заряд на них $q = 0$

$$\sigma = 0$$

2) внутри куба эл поле должно быть скомпенсировано \Rightarrow напряженность поля, создаваемого зарядами $\vec{E}' = -\vec{E}_0$
 $\vec{E}' = \vec{E}_0$

Все параллельные равноценно заряженные пластины можно считать конденсатором

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$U = E' \cdot d = E_0 \cdot d$$

$$q = C \cdot U = \epsilon \epsilon_0 \cdot S \cdot E_0$$

$$\sigma_0 = \frac{q}{S} = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot S \cdot E_0}{S} = \epsilon \epsilon_0 \cdot E_0 \Rightarrow E_0 = \frac{\sigma_0}{\epsilon \epsilon_0}$$

Для предельного куба $\epsilon \epsilon_0 = \text{const}$
 $\Rightarrow E \sim |\sigma|$

3) На грани АКНД, расположенную вдоль оси OY будет действовать только перпендикулярная ей составляющая напряженности т.е. E_{0x}

$$(x): E_{0x} = E_0 \cdot \cos \alpha = E_0 \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (\alpha = 45^\circ, \text{ тк } AC - \text{ диаг. квадрата})$$

$$|\sigma| \sim E$$

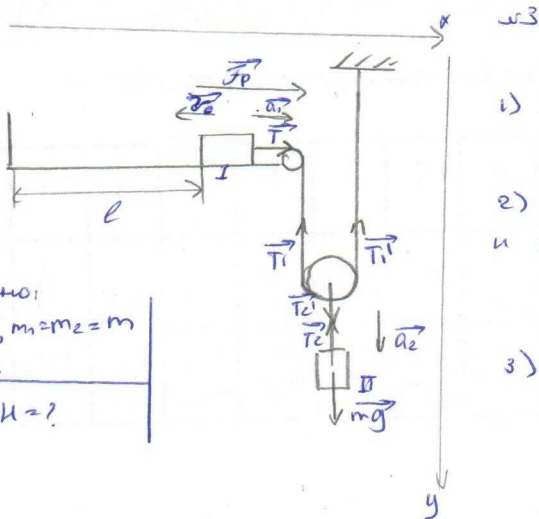
$$\frac{|\sigma_{\text{АКНД}}|}{|\sigma_{\text{АКНД}_0}|} = \frac{E_{0x}}{E_0} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$$

$$|\sigma_{\text{АКНД}}| = \frac{\sqrt{2}}{2} |\sigma_{\text{АКНД}_0}| = \frac{\sqrt{2}}{2} \sigma_0$$

4) Грани КЛМН $\parallel E_0 \Rightarrow$
 $q_{\text{КЛМН}} = 0$
 $\sigma_{\text{КЛМН}} = 0$

Ответ: $\frac{\sqrt{2}}{2} \sigma_0$ и 0

Дано:
 $l, m_1 = m_2 = m$
 v_0
 $u = ?$



1) нить нерастяжима $\Rightarrow T_1 = T_1' = T$
 $T_2 = T_2'$

2) подвижный блок даёт выигрыш в силе в 2 раза
 и такой же выигрыш в расстоянии
 $S_1 = 2S_2$
 $v_1 = 2v_2$
 $a_1 = 2a_2$

3) по 2-му 3-му Ньютону

(х): $ma_1 = T$

(у): $ma_2 = mg - T_2$

$T_2' = T_1 + T_1' \Rightarrow T_2 = T_2' = 2T$

$+ ma_1 = T$ 1-2
 $+ \frac{ma_1}{2} = mg - 2T$

$2ma_1 + \frac{ma_1}{2} = mg$

$5ma_1 = 2mg$

$a_1 = \frac{2}{5}g$ ✓

4) по 2-му 3-му Ньютону
 $ma_1 = F_p$

5) по т. окин. энергии для тела I
 $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + F_p \cdot l$

(v - скорость т. I за промежуток до удара)

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + ma_1 \cdot l$

$v^2 = v_0^2 - 2a_1 \cdot l = v_0^2 - \frac{4}{5}gl$ ✓

6) к этому моменту тело II преодолит расстояние $S = \frac{l}{2}$
 и будет обладать кин. энергией $E_{k2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{8}$

7) по 3.С.Э. для т. II

$\frac{mv^2}{2} = mgh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = \frac{v_0^2}{8g} = \frac{v_0^2 - \frac{4}{5}gl}{8g} = \frac{v_0^2}{8g} - \frac{l}{10}$

8) $H = S + h = \frac{l}{2} + \frac{v_0^2}{8g} - \frac{l}{10} = \frac{v_0^2}{8g} + \frac{2}{5}l$

Ответ: $\frac{v_0^2}{8g} + \frac{2}{5}l$

с6

Дано:
 $P = 10^5 \text{ Па}$
 $T_0 = 300 \text{ К}$
 $S = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $M_1 = 20 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
 $M_2 = 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
 $T = ?$
 $\frac{u_2}{u} = ?$

- 1) Запиная смесь, газ расширяется, т.е. совершает работу
 2) Газ находится в равновесии с окружающей средой \Rightarrow уменьшение давления можно пренебречь

$\Delta G = \Delta U_{\text{вн}} + R \Delta T$, так газ теплоизолированный

$PVC = \frac{3}{2} \nu_c R (T - T_0)$

уравнение Менделеева-Клапейрона

$PVC = \nu_c R T_0$

$\frac{3}{2} \nu_c R (T - T_0) = \nu_c R T_0$

$\frac{3}{2} T - \frac{3}{2} T_0 = T_0$

$\frac{3}{2} T = \frac{5}{2} T_0 \Rightarrow T = \frac{5}{3} T_0 = 500 \text{ К}$ ✓

3) $\frac{u_1}{u_2} = \frac{\frac{3}{2} \nu_1 R T}{\frac{3}{2} \nu_2 R T} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$

$\nu_1 = \frac{m_1}{M_1}$
 $\nu_2 = \frac{m_2}{M_2}$

$\nu_c = \nu_1 + \nu_2 = \frac{PVC}{RT} = \frac{m_1 + m_2}{M_{\text{смеси}}} \Rightarrow M_{\text{смеси}} = \frac{PVC}{RT} = \frac{P}{RT \cdot S} = \frac{10^5 \text{ Па}}{831 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 500 \text{ К} \cdot 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 24 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$$4) \frac{m_1}{u_1} + \frac{m_2}{u_2} = \frac{m_1 + m_2}{u_{\text{body}}}$$

$$(M_1 + M_2) u_{\text{body}} = (m_1 + m_2) (u_1 + u_2)$$

$$m_1 u_2 (u_{\text{body}} - u_1) = m_2 \cdot u_1 (u_2 - u_{\text{body}})$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{u_1 \cdot (u_2 - u_{\text{body}})}{u_2 (u_{\text{body}} - u_1)} = \frac{20 \cdot 16}{40 \cdot 4} = 2$$

$$5) \frac{u_1}{u_2} = \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2}} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{u_2}{u_1} = 4 \Rightarrow u_1 = 4u_2$$

$$6) u_1 + u_2 = u$$

$$5u_2 = u$$

$$u_2 = \frac{1}{5}u \Rightarrow \frac{u_2}{u} = 0.2$$

Ответ: ~~500K; 5.~~

в 11.4

$$M = 0.9 \text{ кг}$$

$$v_0 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = 0.8$$

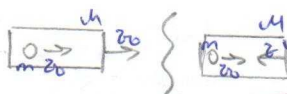
$$\rho = 11340 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$u = 0.6$$

$$m = ?$$

$$V_{\text{зп}} = ?$$

молоток "неотскакивающий", значит после неупругого удара о груз скорость корпуса должна равняться 0 по З.С.У.



$$M v_0 - M v_1 = 0$$

$$m = \frac{M v_1}{v_0}$$

$$k = \frac{v_1}{v_0} \Rightarrow v_1 = k \cdot v_0$$

$$m = \frac{M \cdot k v_0}{v_0} = M \cdot k = 0.9 \text{ кг} \cdot 0.8 = 0.72 \text{ кг}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$u = \frac{V}{V_{\text{зп}}} \Rightarrow V_{\text{зп}} = \frac{V}{u} = \frac{m}{\rho \cdot u} = \frac{0.72 \text{ кг}}{11340 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0.6} = 105.6 \text{ см}^3$$

Ответ: 0.72 кг;
105.6 см³.