

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

101087

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Бурманов Илья Андреевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва ГБОУ
Школа №1516

Регистрационный номер 834

Вариант задания 10

Дата проведения « 01 » марта 2010 г.

Подпись участника Бур

93/гевансече Грл

101087

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	12	12	12	12	15	20				93

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

101087

Вариант № 10

$n = 400$ штрихов на 1 мм
 $\lambda = 0,6$ мкм
 $N = ?$

$d \cdot \sin \varphi = \lambda m$; m_{\max} при $\sin \varphi = 1$
 тогда, $m_{\max} = \frac{d}{\lambda}$, где
 $d = \frac{10^{-3}}{400} = 0,25 \cdot 10^{-5}$, тогда,

$m_{\max} = \frac{0,25 \cdot 10^{-5}}{0,6 \cdot 10^{-6}} = 4,1$; Т.к. m — целое число, то $m_{\max} = 4$, тогда,

$N = 2 \cdot m_{\max} + 1 = 2 \cdot 4 + 1 = 9$

Ответ: $N = 9$

$m_1 = m_2 = m = 4$ м
 $k = 200 \frac{H}{m}$
 $\sigma = 0,5 \frac{m}{c}$
 $m_{\min} = ?$

После абсолютно упругого удара шары пойдут в противоположные стороны с одинаковой скоростью.

После удара шары пойдут в противоположные стороны с одинаковой скоростью.

Рассмотрим колебания шаров:

Заменим уравнение колебаний:

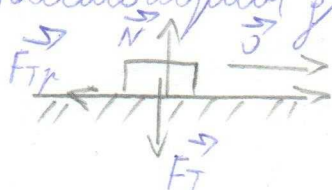
$x = A \cdot \cos(\omega t)$
 $\dot{x} = v = -A\omega \cdot \sin(\omega t)$
 $\ddot{x} = a = -A\omega^2 \cdot \cos(\omega t)$

$a_{\max} = A\omega^2$
 $\sigma_{\max} = A\omega \Rightarrow A = \frac{\sigma_{\max}}{\omega}$, где
 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, тогда, $A = \frac{\sigma_{\max}}{\sqrt{\frac{k}{m}}}$

$a_{\max} = \sigma_{\max} \cdot \sqrt{\frac{m}{k_1}} \cdot \sqrt{\frac{k_1}{m}} \cdot \sqrt{\frac{k_1}{m}} = \sigma_{\max} \cdot \sqrt{\frac{k_1}{m}}$; (1)

Рассмотрим движение частей разрезанного шара:

Согласно II закону Ньютона равнодействующая всех сил, действующих на тело равна сумме этих сил:



$\vec{F}_T + \vec{F}_{Tr} + \vec{N} = m\vec{a}$; Спроецируем векторы на Ox :

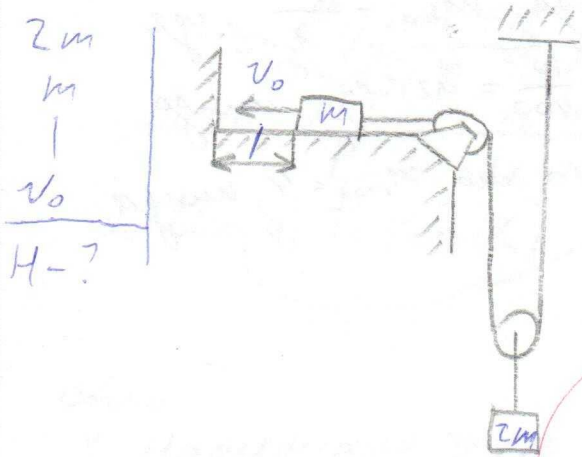
$0 + F_{Tr} + 0 = ma$, где $F_{Tr} = m \cdot m \cdot g$, тогда,
 $m \cdot m \cdot g = ma \Rightarrow a = \frac{m \cdot m \cdot g}{m} = mg$; (2)

Приравняем правые части уравнений (1) и (2):

$\Delta m \cdot \sqrt{\frac{k_1}{m}} = mg \Rightarrow m_{min} = \frac{0 \cdot \sqrt{\frac{k_1}{m}}}{g}$, где $k_1 = 2k$ (т.к. пружина удлинится в 2 раза);

$m_{min} = \frac{0 \cdot \sqrt{\frac{2k}{m}}}{g} = \frac{0,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 200}{4}}}{10} = \frac{0,5 \cdot 10}{10} = 0,5$

Ответ: $m_{min} = 0,5$



№3
 По условию система выключает в себе блок, но движущийся груз имеет массу $\frac{2m}{2}$; скорость $\frac{v_0}{2}$ и поднимется на $\frac{1}{2}$ при движении из-за блока;

Запишем закон сохранения энергии:

$\frac{mv^2}{2} = mgh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$, тогда

$H = \frac{1}{2} + h = \frac{1}{2} + \frac{v^2}{2g}$ (1)

Рассмотрим начальный момент времени: $E_1 = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{2m}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{2}\right)^2$

Рассмотрим момент удара: $E_2 = \frac{mv^2}{2} + \frac{2m}{2} \left(\frac{v}{2}\right)^2 + 2mg \cdot \frac{1}{2}$

По закону сохранения энергии: $E_1 = E_2$, тогда,
 $\frac{mv_0^2}{2} + \frac{2mv_0^2}{8} = \frac{mv^2}{2} + \frac{2mv^2}{8} + 2mg \cdot \frac{1}{2}$

$\frac{4mv_0^2 + 2mv_0^2}{8} = \frac{4mv^2 + 2mv^2 + 8mgl}{8} \Rightarrow 4mv_0^2 + 2mv_0^2 = 4mv^2 + 2mv^2 + 8mgl$

$6mv_0^2 - 8mgl = 6mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{6mv_0^2 - 8mgl}{6m} = v_0^2 - \frac{4}{3}gl$

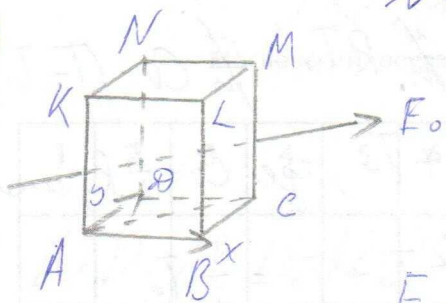
Подставим значение в уравнение (1):

$H = \frac{1}{2} + \frac{v_0^2 - \frac{4}{3}gl}{2g} = \frac{1}{2} + \frac{v_0^2}{2g} - \frac{4}{6}l = \frac{1}{2} - \frac{4}{6}l + \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{1}{6}$

Ответ: $H = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{1}{6}$

√4

E_0
+ σ_0
 σ'_{ABLK}
 σ'_{ABCD}



Спроецируем E_0 на Ox и Oy :
 $E_x = \frac{E_0}{\sqrt{2}}; E_y = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$, т.к. ABCD-квадрат

и AC-диагональ, значит,
 $E_x = E_y = E' = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$

Т.к. $\sigma' \sim E'$, то $\sigma'_{ABLK} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{2}}$
 $\sigma'_{ABCD} = 0$, т.к. вектор напряженности поле не пересекает
грань ABCD.

Ответ: $\sigma'_{ABLK} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{2}}; \sigma'_{ABCD} = 0$

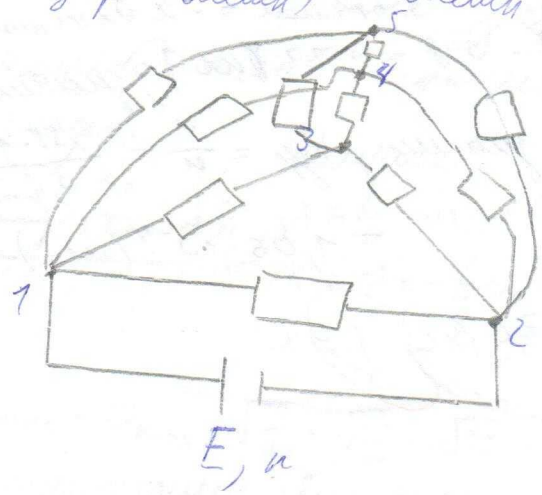
√5

$r = 10 \text{ Ом}$
 $E = 6 \text{ В}$
 $r_{\text{внутр}} = 10 \text{ Ом}$
 $P = ?$

$P = I^2 \cdot r_{\text{внешн}}$; Преобразуем схему (см. схему);
Запишем закон Ома для полной цепи:
 $I = \frac{E}{r_{\text{внутр}} + r_{\text{внешн}}}$

Пусть сопротивления в т. 3, 4, 5 равны $r_3; r_4; r_5$ соответственно;
 $r_3 = r_4 = r_5$, значит, ток между ними равномерно не течет,
поэтому $\frac{1}{r_{\text{внешн}}} = \frac{1}{r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} = \frac{1}{r} + \frac{3}{2r} = \frac{2+3}{2r} = \frac{5}{2r}$;
значит, $r_{\text{внешн}} = \frac{2r}{5} = 0,4 \cdot r = 4 \text{ (Ом)}$, тогда,

$$P = \left(\frac{E}{r_{\text{внутр}} + r_{\text{внешн}}} \right)^2 \cdot r_{\text{внешн}} = \frac{6^2 \cdot 4}{(10+4)^2} = \frac{36 \cdot 4}{14^2} = \frac{144}{196} = 0,73 \text{ (Вт)}$$



$$P = 10^5 \text{ Па}$$

$$T_0 = 300 \text{ К}$$

$$\rho = 0,52 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$a) T = ?$$

$$b) \frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{Ar}}} = ?$$

$$a) A = pV; pV = \frac{m}{M} RT_0 \Rightarrow \frac{m}{M} RT_0 = \frac{m}{M} C_V \cdot (T - T_0)$$

$$T - T_0 = \frac{RT_0}{C_V} \Rightarrow T = \frac{RT_0}{C_V} + T_0, \text{ где } C_V = \frac{3}{2}R, \text{ тогда,}$$

$$T = \frac{R \cdot T_0}{\frac{3}{2}R} + T_0 = \frac{T_0}{\frac{3}{2}} + T_0 = \frac{2}{3}T_0 + T_0 = \frac{5}{3}T_0$$

$$T = \frac{5 \cdot 300}{3} = 500 \text{ (К)}$$

б) Пусть ν - количество молей гелия, тогда,
 x - количество молей аргона, значит,

$$M = m_{\text{He}} \cdot \nu + x \cdot m_{\text{Ar}} = \nu (m_{\text{He}} + x m_{\text{Ar}})$$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu(x+1)RT \Rightarrow$

$$\Rightarrow V = \frac{\nu(x+1)RT}{p}, \text{ тогда, } \rho = \frac{m}{V} = \frac{\nu(m_{\text{He}} + x m_{\text{Ar}}) \rho}{\nu(x+1)RT} = \frac{(m_{\text{He}} + x m_{\text{Ar}}) \rho}{(x+1)RT}$$

$$\text{значит, } \frac{\rho RT}{p} = \frac{m_{\text{He}} + x m_{\text{Ar}}}{(x+1)}$$

$$\text{Ответ: а) } T = 500 \text{ (К)}$$

№ 11.4

Объем

$$\text{материала груза: } V = \frac{m}{\rho}; V_{\text{гр}} = \frac{V}{k} = \frac{m}{\rho k}$$

$$\text{Упругие масса: } P = (M_{\text{масс}} + m) \cdot v_1$$

$$\text{По закону сохранения импульса: } -k V_1 M_{\text{масс}} + m v_1 = 0, \text{ где}$$

$$k = \frac{v_{\text{массе груза}}}{v_{\text{м до удара}}}, \text{ тогда, импульс } P_{\text{массе груза}} = -v_{\text{массе груза}} \cdot M_{\text{масс}} = -k v_1 m_{\text{масс}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = k v_1 \frac{m_{\text{масс}}}{v_1} = k m_{\text{масс}} = 0,8 \cdot 0,8 = 0,72 \text{ (кг)}, \text{ значит,}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,72}{11340} = 6,35 \cdot 10^{-5} \text{ (м}^3\text{)}, \text{ значит, } V_{\text{гр}} = \frac{V}{k} = \frac{6,35 \cdot 10^{-5}}{0,6} =$$

$$= 1,06 \cdot 10^{-4} \text{ (м}^3\text{)}$$

$$\text{Ответ: } V_{\text{гр}} = 1,06 \cdot 10^{-4} \text{ (м}^3\text{)}, m = 0,72 \text{ (кг)}$$