

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана



615821

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника ЛЫКОВА ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА

Город, № школы (образовательного учреждения) г. МОСКВА школа №1568

Регистрационный номер 2712

Вариант задания 12

Дата проведения "15" марта 20 20г.

Подпись участника



срок 9/9 бама

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

615821

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2
10	10	11	5	1	5					42

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 12

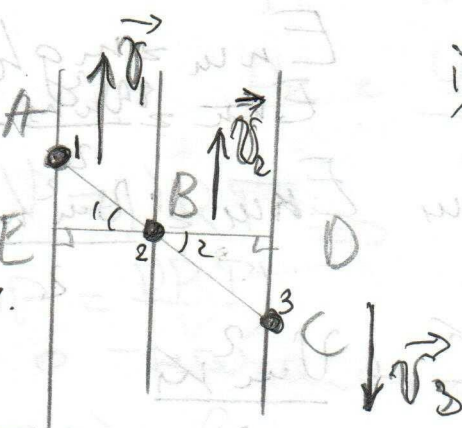
NI

Дано:

$$V_1 = 80 \text{ км/ч}$$

$$V_2 = 30 \text{ км/ч}$$

$$V_3 = ?$$



1) Рассмотрим движ. авто-
мобилей относительно
второй машины: \Rightarrow

$$V_{\text{относ.}} = V_1 - V_2$$

$$V_{2 \text{ относ.}} = 0 \quad V_n = V_2$$

10

Отв. 120 км/ч

Чтобы автомобили нахо-

дились на одной прямой при дальней-
шем движении нужно чтобы машина
3 отстала от машины 2 с той
же скоростью что и машина 1, но
в другом направлении, это видно по
рисунку. В момент $t_0 = 0$ три машины
находятся на 1 прямой (A | B | C) \Rightarrow через

Δt , где того чтобы получить равенство
услов ^{1 и 2} ~~но в ат. и шнотузе~~ нужно равенство ΔABE и

ΔBDC : $EB = BD$ по условию \Rightarrow ~~тут~~ расстояние
пройденное 1ой машиной и второй
должно быть равно за одинаковое время \Rightarrow

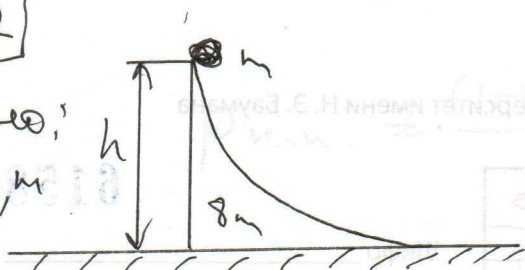
$$\Rightarrow V_{3 \text{ относ.}} = V_{1 \text{ относ.}} = 50 \text{ км/ч} = V_1 - V_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_3 = V_{3 \text{ относ.}} - V_A = 50 - 30 = 20 \text{ км/ч}$$

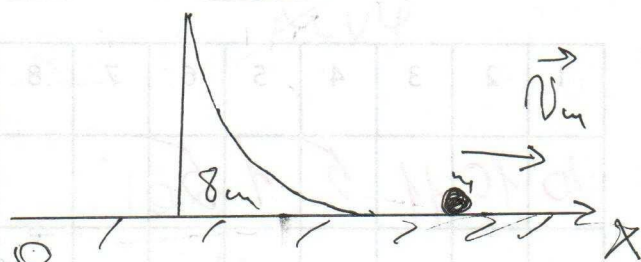
№2

Дано:
 $h, 8 \text{ м}$

$p_k = ?$



Решение: \vec{v}_k



1) По закону сохранения энергии:

$$E_{m1} = E_{m2}$$

$$E_{m1} = mgh$$

$$E_{k1} = \frac{8v_k^2 m}{2}$$

$$E_{m1} = E_{k1} + E_{k2}$$

$$E_{k2} = \frac{v_m^2 m}{2}$$

$$mgh = \frac{8v_k^2 m}{2} + \frac{v_m^2 m}{2}$$

$$1) \boxed{2gh = 8v_k^2 + v_m^2}$$

2) По закону сохранения импульса:

$$\vec{p}_1 = \vec{p}_2$$

$$p_1 = p_k + p_m$$

$$0 \cdot (m + 8m) = -v_k \cdot 8m + v_m \cdot m$$

$$\boxed{v_m = 8v_k}$$

$$3) 2gh = 8v_k^2 + 64v_k^2 \Leftrightarrow 2gh = 72v_k^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v_k = \sqrt{\frac{gh}{36}}$$

$$p_k = v_k \cdot 8m =$$

$$= \sqrt{\frac{gh}{36}} \cdot 8m = \frac{8m\sqrt{gh}}{6} =$$

$$= \frac{4m\sqrt{gh}}{3}$$

10

$$\boxed{\text{Ответ: } p_k = \frac{4m\sqrt{gh}}{3}}$$

W3

Дано:

$$\varphi = 40\%$$

$$n = 0,75$$

$$\frac{V}{V_1} = ?$$

Решение:

$$1) \varphi = \frac{p_n}{p_{н.н.}} \cdot 100\%, \text{ где}$$

p_n - давление пара, $p_{н.н.}$ -
давление насыщенного пара
при той же температуре.

$$p_n = \frac{\varphi \cdot p_{н.н.}}{100}$$

2)

$$pV = \nu RT \Rightarrow p_n = \frac{m_0}{M} \cdot \frac{RT}{V}, \text{ где}$$

m_0 - начальная масса воды в
паре в цилиндре

$$p_n = \frac{\varphi \cdot p_{н.н.}}{100} = \frac{m_0}{M} \frac{RT}{V} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_{н.н.} = \frac{100 \cdot \frac{m_0}{M} RT}{V \varphi} = \frac{100 m_0 RT}{M V \varphi}$$

3) После того, как конденсировалось 75%
водяного пара, останется пар
был насыщенным, ведь только насог-
щенный пар может конденсироваться

$$\Rightarrow p_{н.н.} = \frac{(1-n) m_0}{M} \cdot \frac{RT}{V_1} = \frac{(1-n) m_0 RT}{M V_1}$$

$$\rho_{н.н.} = \frac{(1-u) \cancel{m_0} RT}{M V_1} = \frac{100 \cancel{m_0} RT}{M V_4}$$

$$\frac{(1-u)}{V_1} = \frac{100}{V_4}$$

$$\frac{V}{V_1} = \frac{100}{0,35 \cdot 40} =$$

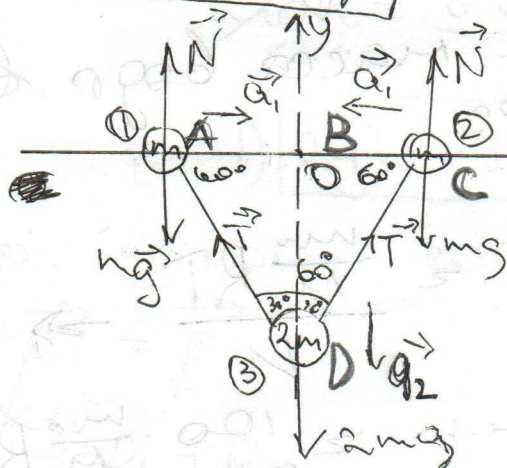
$$= \frac{100}{14} = 7 \frac{1}{7} p.$$

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{100}{1-u}$$

$$\frac{V}{V_1} = \frac{100}{(1-u)4}$$

Ответ: $6 \frac{1}{7} p.$

W4



По II закону Ньютона где ①(2) на ОХ:

$$T \cos 60^\circ = a_1 m$$

где ③ на ОУ:

2) Пусть длина нити ($AD = \sqrt{2} T \cos 30 - 2mg = \sqrt{2} a_2 m$
 $= CD = l$), тогда

$$T \cos 30 - mg = -a_2 m$$

$V_{01} = V_{02} = 0 = V_{03} = 0$ — начальные скорости шаров.

$$AB = V_{01} t + \frac{a_1 t^2}{2}; \quad \frac{l}{2} = \frac{a_1 t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{l}{a_1}}$$

$$BC = V_{02} t = \frac{a_1 t^2}{2}$$

$BD = AD \cdot \cos 30 = \frac{l\sqrt{3}}{2}$ когда 1 и 2 шары пройдут расстояние AB и BC , то длина нити, на которой висит третий шар станет максимальной и равной l . \Rightarrow

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

615821

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 12

нч (Продолжение).

$$\Rightarrow l - BD = v_{03}t + \frac{a_2 t^2}{2} \Leftrightarrow l - \frac{l\sqrt{3}}{2} = \frac{a_2 t^2}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow l(2 - \sqrt{3}) = a_2 t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{l(2 - \sqrt{3})}{a_2}}$$

$$t = \sqrt{\frac{l}{a_1}} = \sqrt{\frac{l(2 - \sqrt{3})}{a_2}} \Rightarrow \frac{l}{a_1} = \frac{l(2 - \sqrt{3})}{a_2}$$

$$a_1(2 - \sqrt{3}) = a_2$$

$$3) \begin{cases} T \cdot \frac{1}{2} = a_1 m \\ T \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = mg - a_2 m \\ a_2 = a_1(2 - \sqrt{3}) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T = 2a_1 m \\ T = \frac{2m(g - a_2)}{\sqrt{3}} \\ a_2 = a_1(2 - \sqrt{3}) \end{cases}$$

$$2a_1 m = \frac{2m(g - 2a_1 + a_1\sqrt{3})}{\sqrt{3}}$$

$$2a_1\sqrt{3} = \sqrt{3}g - 2a_1 + a_1\sqrt{3}$$

$$a_1\sqrt{3} = g - 2a_1 + a_1\sqrt{3}$$

$$0 = g - 2a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{g}{2}$$

Ответ:

$$a_1 \approx 4,93 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 \approx 1,28 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = 1,28 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{g}{2}(2 - \sqrt{3})$$

$$a_1 \approx 4,93 \text{ м/с}^2$$

№5

Дано:

$[0; 2t_0]$

$$V(t) = \frac{V_0}{t_0} (t + t_0)$$

$$T(t) = \frac{T_0}{t_0^2} (t + t_0)^2$$

V_0, T_0, t_0 - известные величины

$$\Delta U_1 = 900 \text{ Дж за } [0; t_0]$$

$$\Delta U_2 - ? \text{ за } [t_0; 2t_0] - ?$$

p_2, V_2, T_2 - давление, объём и темп. газа в момент времени $t = t_0$.

2) согласно данным формулам:

$$p_2 = \frac{p R T_0}{2 V_0}$$

$$V_2 = 2 V_0$$

$$V_1 = V_0$$

$$p_3 = \frac{p R T_0}{3 V_0}$$

$$V_3 = 3 V_0$$

$$\frac{\Delta U_2}{\Delta U_1} = \frac{p_3 (V_3 - V_2)}{p_2 (V_2 - V_1)} = \frac{3 p R T_0}{3 V_0} \cdot \frac{2 V_0}{4 p R T_0} = \frac{3}{1} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{x}{900} \Rightarrow x = \frac{2700}{2} = 1350 \text{ (Дж)}$$

Ответ: 1350 Дж

Решение:

$$\left[\begin{array}{l} pV = \nu R T \\ \frac{p_0 V_0}{T} = \frac{pV}{T} \\ A = \Delta U = p(V - V_0) \end{array} \right] \Rightarrow p = \frac{\nu R T}{V}$$

$$1) \Delta U_1 = p_2 (V_2 - V_1)$$

$$\Delta U_2 = p_3 (V_3 - V_2)$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

p_1, V_1, T_1 - давление, объём и температура газа в момент $t = 0$.

p_3, V_3, T_3 - давление, объём и темп. газа в момент времени $t = 2t_0$.

$$p_3 = \frac{p R T_0}{3 V_0}$$

$$V_3 = 3 V_0$$

1

№6

Дано:

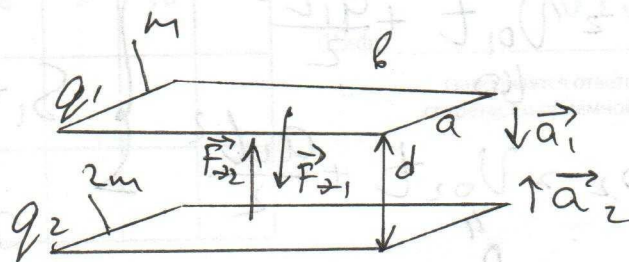
$a \times b$

$d (d \leq a; d \leq b)$

$m; 2m$

«-6»; «+46»

Решение:



$t = ?$ 1) $F_z = E \cdot q$ $E = \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon_0}$ где σ — поверхностная плотность заряда
 $S = a \cdot b$

$F_{z1} = E_1 \cdot q_1$ $-6 = \frac{q_1}{S} = \frac{q_1}{a \cdot b} \Rightarrow$

$F_{z1} = \frac{-6}{\epsilon_0} \cdot -6 a \cdot b =$
 $= \frac{36 a b}{\epsilon_0}$ $E_1 = \frac{-6}{\epsilon \epsilon_0} = \frac{-6}{\epsilon_0}$

2) $F_{z2} = E_2 \cdot q_2$; $46 = \frac{q_2}{S} = \frac{q_2}{a \cdot b} \Rightarrow q_2 = 46 a \cdot b$
 $F_{z2} = \frac{46 \cdot 46 a \cdot b}{\epsilon_0} =$ $E_2 = \frac{46}{\epsilon_0}$
 $= \frac{1664 a \cdot b}{\epsilon_0}$

3) По II з. Ньютона:

где 1-я частица:

$F_{z1} = a_1 \cdot m \Rightarrow a_1 = \frac{F_{z1}}{m}$ $a_1 = \frac{36 a b}{\epsilon_0 m}$

где 2-я частица:

$F_{z2} = a_2 \cdot 2m \Rightarrow a_2 = \frac{F_{z2}}{2m}$; $a_2 = \frac{1664 a b}{\epsilon_0 \cdot 2m} =$
 $= \frac{832 a b}{\epsilon_0 m}$

4) Пусть через t ~~она~~ расстояние сообщено:

$$S_1 = V_{01}t + \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$S_2 = V_{02}t + \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$S_1 + S_2 = \frac{a_1 t^2}{2} + \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$d = \frac{1}{2} t^2 (a_1 + a_2)$$

$$2d = t^2 (a_1 + a_2)$$

$$t = \sqrt{\frac{2d}{a_1 + a_2}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2d\epsilon_0 m}{9G^2 ab}}$$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2d\epsilon_0 m}{9G^2 ab}}$

Ответ: 1250 Ом