

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр

111702

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Бистраков Илья Васильевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

г.Богот, № 1504 "Мирей", МКШ им. В.Н. Челомехи

г.Богот, 11 А класс

Регистрационный номер

ШМ 7617

Вариант задания

(ШМ 7617) Вариант 31.

Дата проведения

" 11 "

Март

20 17г.

Подпись участника

ИБ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	0	0	8	10	10	10	10	12	12	80
	—									

Шифр

111702

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 31

N1.

$$S = \frac{1}{2} (v + v_0) t$$

$$S = \frac{1}{2} (5v_0 + v_0) t$$

$$S = \frac{1}{2} v_0 (n+1) t$$

$$v_0 = \frac{2S}{(n+1)t}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{n v_0 - v_0}{t} = \frac{v_0 (n-1)}{t} = \frac{2S(n-1)}{(n+1)t^2}$$

$$a = \frac{2 \cdot 500 \text{ м} \cdot 4}{6 \cdot (40 \text{ с})^2} = 0,42 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $0,42 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

+ (1)

N5.

$$p = \frac{A}{Q_H}$$

+

$$1-2: v = \text{const} \Rightarrow A = 0$$

По первому закону Термодинамики

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

из уравн. Менделеева-Клапейрона

$$pV = \nu R T$$

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

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (3p_0 V_0 - p_0 V_0) = 3p_0 V_0$$

+

$$2-3: p = \text{const}$$

$$Q_{23} = A_{U23} + A_{23}$$

$$A_{U23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (3p_0 3V_0 - 3p_0 V_0) = 9p_0 V_0$$

$$A_{23} = 3p_0 \cdot 2V_0 = 6p_0 V_0$$

$$Q_{23} = Q_{12} + Q_{23} = 3p_0 V_0 + 9p_0 V_0 + 6p_0 V_0 = 18p_0 V_0$$

$$A_{\text{зукл}} = \frac{1}{2} p_0 V_0 = 2p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{зукл}}}{Q_{23}} = \frac{2p_0 V_0}{18p_0 V_0} = \frac{1}{9} = 0,11$$

Ответ: к.п.д. равен 11%



N6.

Т.к. поверхность шара эквипотенциальна.

$$\text{то } \varphi = \frac{kq}{R} \quad q = \frac{\varphi R}{k}$$

ϵ - поверхностная плотность заряда.

$$\epsilon = \frac{q}{S}$$

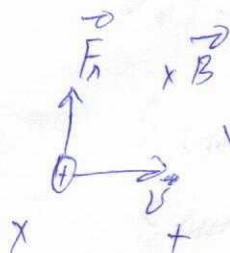
$$S = 4\pi R^2$$

$$\epsilon = \frac{q}{4\pi R^2} = \frac{\varphi \cdot 4\pi \epsilon_0 R}{4\pi R^2} = \frac{\varphi \epsilon_0}{R}$$

$$\epsilon = \frac{1013 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}}{0,1 \text{ м}} = 8,85 \cdot 10^{-10} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} = 0,9 \frac{\text{нКл}}{\text{м}^2}$$



N7.



на неподвижную частицу в магнитном поле действует сила Лоренца.

$$F_L = Bq v \sin \alpha$$

$$\text{По условию } \vec{B} \perp \vec{v} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

$$\sin \alpha = 1$$

по II закону Ньютона.

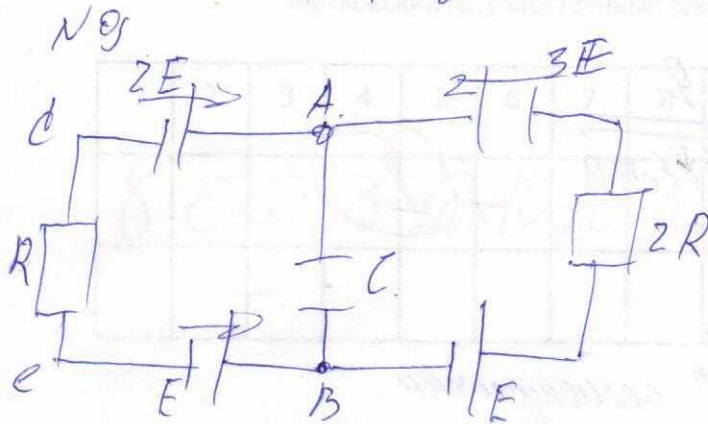
$$F_L = m a_y$$

$$Bq v = \frac{m v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m v}{Bq}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 q_2}{m_2 q_1} = \frac{1,87 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг}}{\text{с}}}{9,1 \cdot 10^{-31} \frac{\text{кг}}{\text{с}}} = 1835 \text{ раз.}$$



Ответ: 1835 pag. +



$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{eq}} &= \mathcal{E} + 3\mathcal{E} - 2\mathcal{E} + \mathcal{E} = 3\mathcal{E} \\ R_{\text{eq}} &= R + 2R = 3R \\ I &= \frac{\mathcal{E}_{\text{eq}}}{R_{\text{eq}}} = \frac{3\mathcal{E}}{3R} = \frac{\mathcal{E}}{R} \end{aligned}$$

Компьютеризация e d.

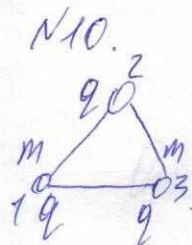
$$\varphi_A - 2\mathcal{E} - IR + \mathcal{E} = \varphi_B$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \mathcal{E} + IR$$

$$\Delta\varphi = \mathcal{E} + \frac{2R}{R} = 2\mathcal{E}$$

$$W = \frac{C \Delta\varphi^2}{2} = \frac{C \cdot 4\mathcal{E}^2}{2} = 2C\mathcal{E}^2$$

Ответ: $W = 2C\mathcal{E}^2$ +



В следующем измерении.

по закону сохранения импульса.

$$\begin{aligned} 2m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 &= 0 \\ 2mv_1 - mv_2 &= 0 \end{aligned} \Rightarrow 2v_1 = v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{v_2}{2}$$

$$W_0 = W_{p0} + W_{k0} = \frac{3kq^2}{a}$$

$$W = W_p + W_k = \frac{2kq^2}{a} + \frac{kq^2}{20} + \frac{2mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

По закону сохранения энергии.

$$W_0 = W_p + W_k$$

$$\frac{3kq^2}{a} = \frac{2kq^2}{a} + \frac{kq^2}{20} + \frac{2mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

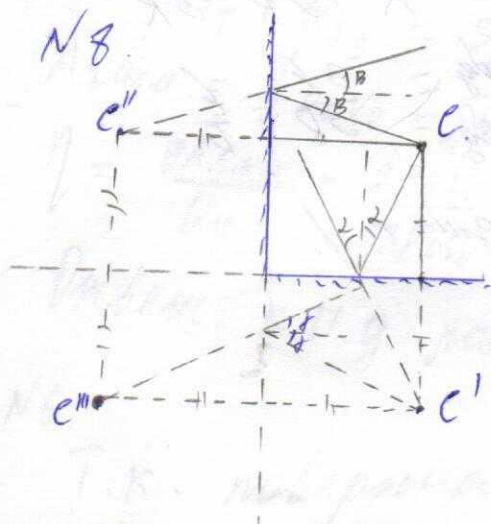
$$\frac{6kq^2 - 4kq^2 + kq^2}{20} = m\left(\frac{v_2}{2}\right)^2 + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{k q^2}{a^2} = \frac{3 m v_k^2}{2}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{2 k q^2}{3 a m}} = \sqrt{\frac{2 q^2}{3 a m \pi \epsilon_0}} = \frac{q}{\sqrt{6 \pi \epsilon_0 m a}}$$

Ответ: $\frac{q}{\sqrt{6 \pi \epsilon_0 m a}}$

+ (1)



с и с'' симметричны.
с'' и с''' симметричны.
с' и с'' симметричны.
с' и с''' симметричны.

+ (1)

N 4.

По закону Дальтона.

$$P_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T_0 = 273 \text{ К}$$

$$\phi = 0,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$P = P_1 + P_2$$

$$P_1 = n_1 k T$$

$$P_2 = (n_1 + n_2) k T$$

$$n_1 = \frac{P}{k T} - n_2$$

$$\phi_{\text{см}} = \phi_{\text{Ar}} + \phi_{\text{H}_2} = m_{\text{Ar}} n_1 + m_{\text{H}_2} n_2$$

$$m_{\text{Ar}} = \frac{M(\text{Ar})}{N_A}; \quad m_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{H}_2)}{N_A}$$

$$\phi_{\text{см}} = n_{\text{Ar}} \left(\frac{P}{k T} - n_2 \right) + m_{\text{H}_2} n_2$$

$$\phi_{\text{см}} = \frac{M(\text{Ar})}{N_A} \left(\frac{P}{k T} - n_2 \right) + \frac{M(\text{H}_2)}{N_A} n_2$$

$$\phi_{\text{см}} = \frac{M(\text{H}_2) - M(\text{Ar})}{N_A} n_2 + \frac{M(\text{Ar}) P}{R T}$$

$$n_2 = \frac{(\phi_{\text{см}} - \frac{M(\text{Ar}) P}{R T}) N_A}{M(\text{H}_2) - M(\text{Ar})}$$

$$n_2 = \left(0,8 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - \frac{0,104 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 10^5 \text{ Па}}{8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}} \right) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$\left(10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} - 0,104 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \right)$$

расчёт

0,75