

А. С. Смирнов

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119310

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника КОЛУН Александр Михайлович

Город, № школы (образовательного учреждения) МОСКВА, ГБОУ ВЛТ №1384

Регистрационный номер ЦМ2078

Вариант задания 2

Дата проведения “ 19 ” 03 20 17 г.

Подпись участника

Колун

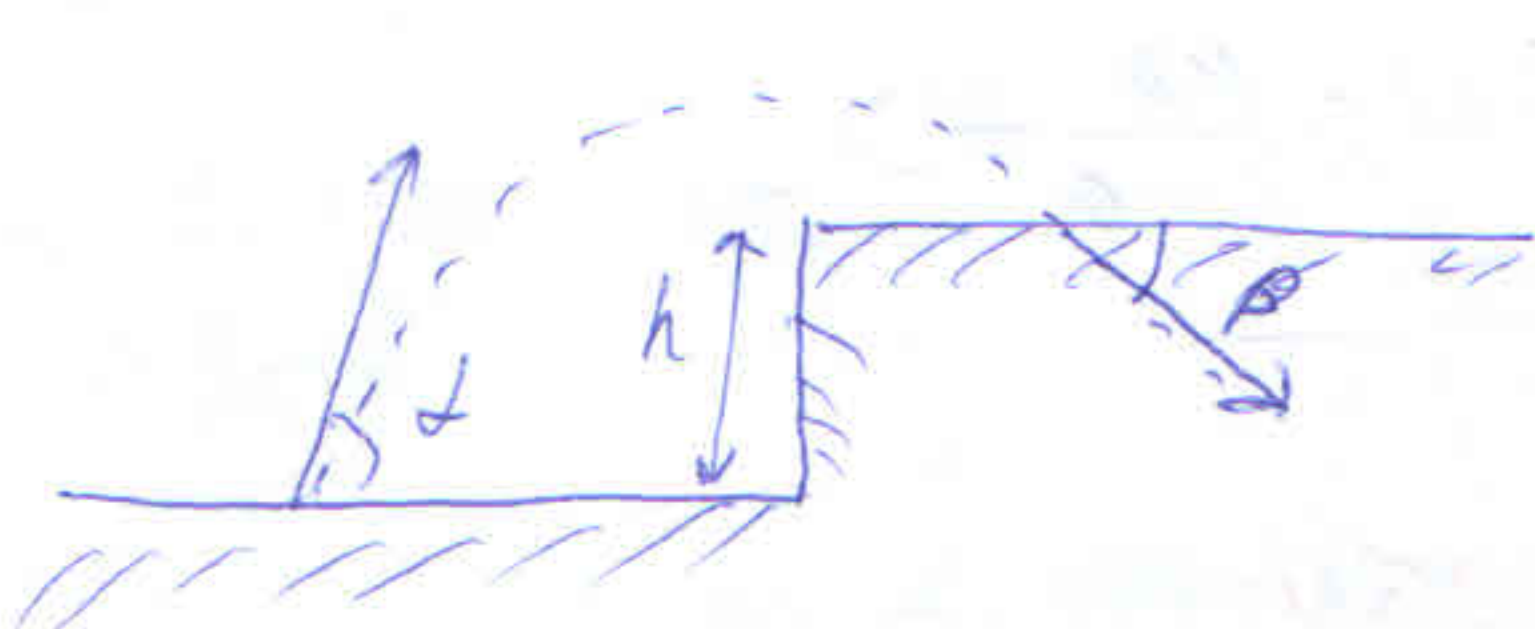
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	8	8	10	8	10	10	5	0	12	79
								—		

119310

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

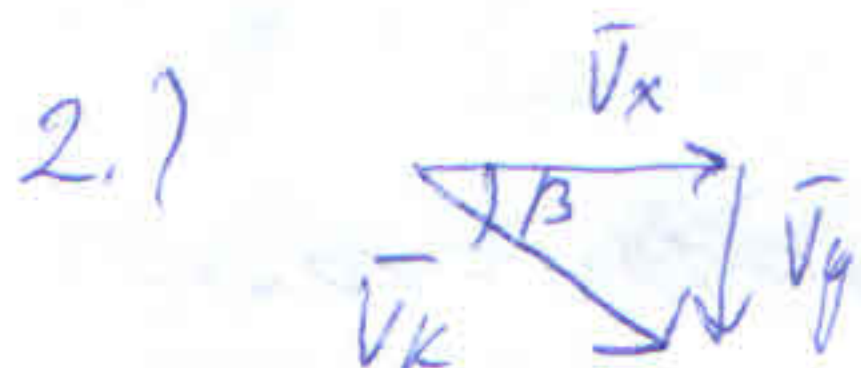


1. 3. С. Э.

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} + mgh$$

$$v_0^2 = v_k^2 + 2gh$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = \sqrt{10^2 - 2 \cdot 10 \cdot 3} = \sqrt{40} = 2\sqrt{10} \text{ м/с}$$



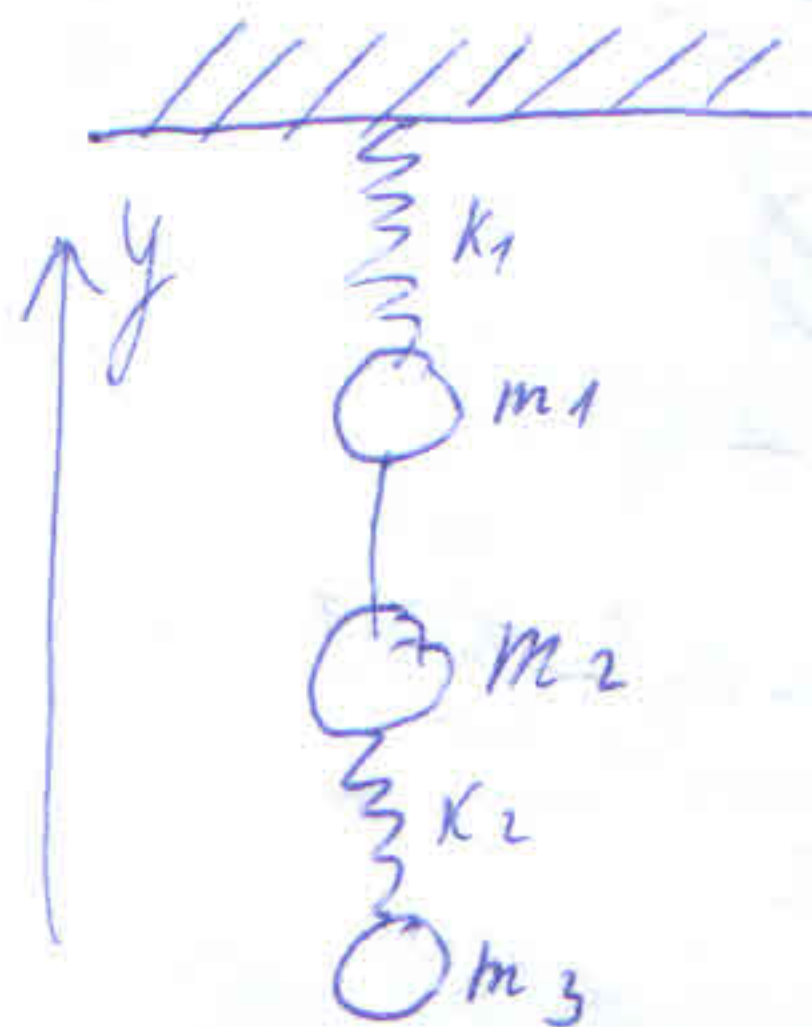
$$\cos \beta = \frac{v_x}{v_k}, \quad v_x = v_0 \cdot \cos \alpha = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5 \text{ м/с}$$

$$\beta = \arccos \frac{5}{2\sqrt{10}} = \arccos \frac{\sqrt{10}}{4}$$

Ответ: $\beta = \arccos \frac{\sqrt{10}}{4}$

расчет от 0 до 100%
1-

2. 2



I. 1. $k_1 x_1 = m_1 g + T$

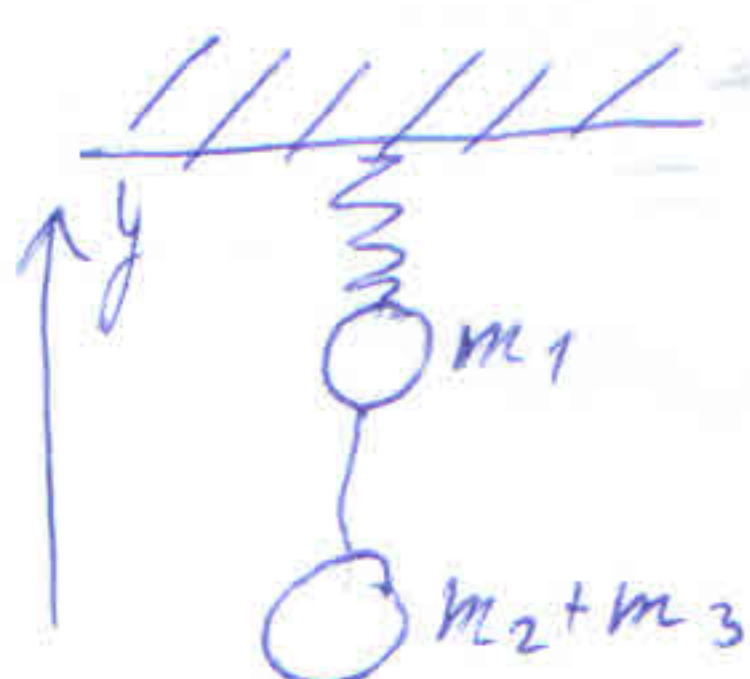
2. $T = m_2 g + k_2 x_2$

3. $k_2 x_2 = m_3 g$

Подставляем 3 в 2, получаем:
4. $T = m_2 g + m_3 g$

II. Подставляем 4 в 1, получаем: 5. $k_1 x_1 = m_1 g + (m_2 + m_3) g$

После перекидывания массы:



6. $m_1 a = k_1 x_1 - m_1 g$

~~а = (m2 + m3)g / m1~~

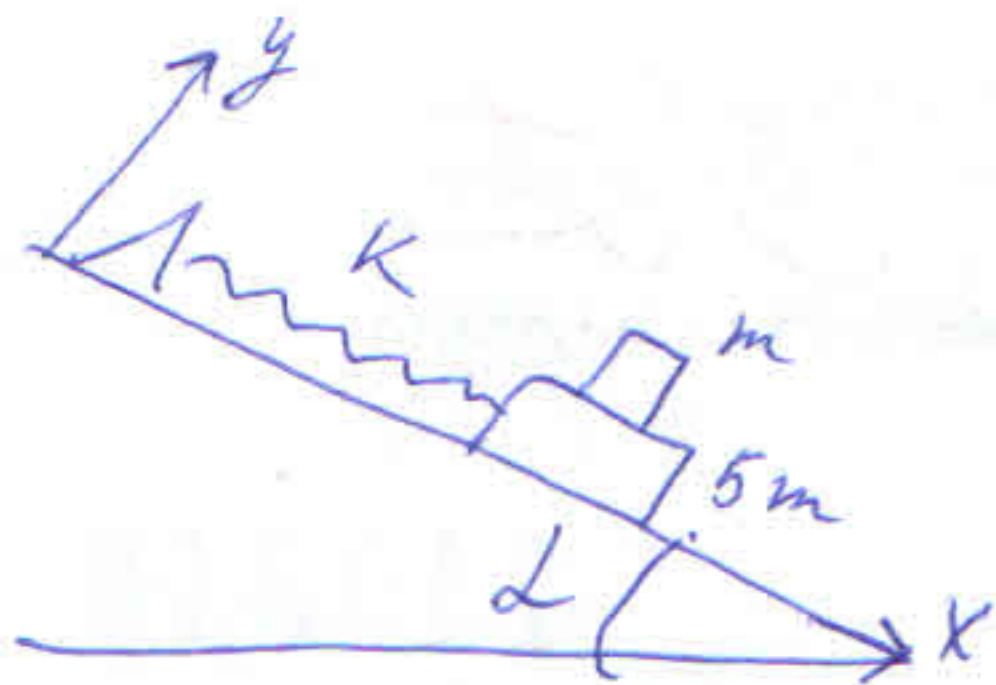
Подставляем 5 в 6, получаем

$$m_1 a = m_1 g + (m_2 + m_3) g - m_1 g \Rightarrow$$

$$a = \frac{(m_2 + m_3) g}{m_1}$$

Ответ: $T = m_2 g + m_3 a$ $a = \frac{(m_2 + m_3) g}{m_1}$

1



no 3

$$1) X: (5m + m) a_1 = K A$$

$$2) m a_2 = m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

Умова: маюча не протекати об'єкта одночасно
спуска, то $a_1 = a_2$

$$a_1 = \frac{KA}{6m} \quad a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

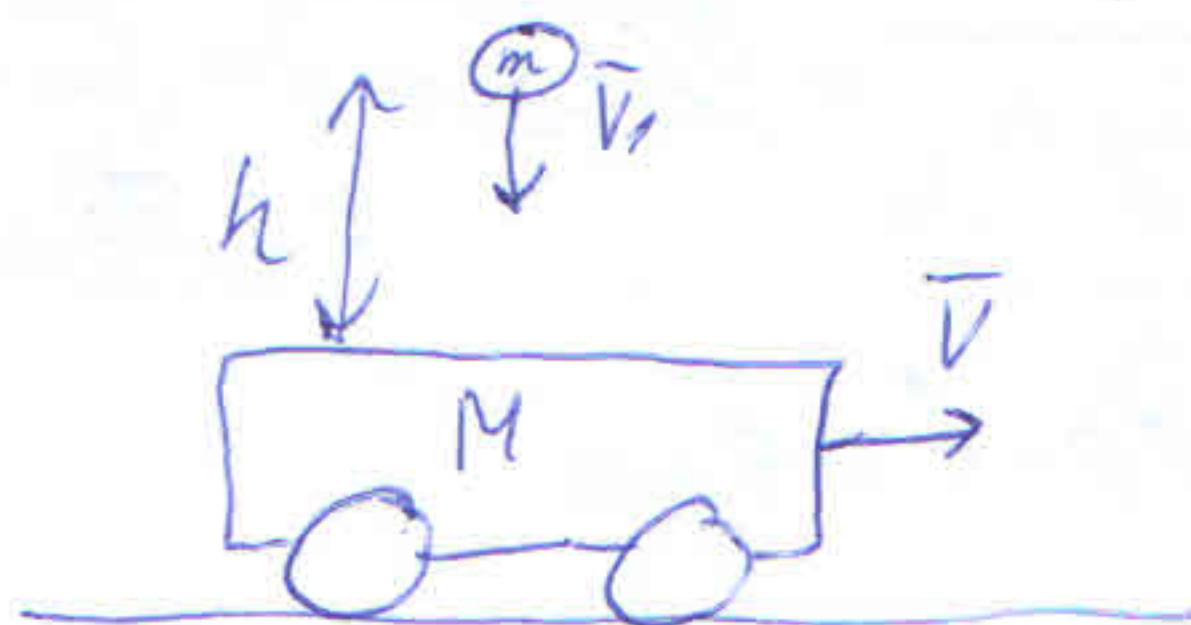
$$\frac{KA}{6m} = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad \mu g \cos \alpha = g \sin \alpha - \frac{KA}{6m} \Rightarrow$$

$$\mu_{\min} = \tan \alpha - \frac{KA}{6m g \cos \alpha}$$

Отже: $\mu_{\min} = \tan \alpha - \frac{KA}{6m g \cos \alpha}$

0,75

no 4



$$V_1 = g t$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1$$

$$h = \frac{g t^2}{2} = 5 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}} = 1 \Rightarrow V_1 = 10 \cdot 1 = 10 \text{ m/s}$$

$$3. \text{ C. U: } M V = (m + M) V_K \Rightarrow V_K = \frac{M V}{m + M}$$

Закон збереження енергії:

$$3. \text{ C. E: } \frac{m V_1^2}{2} + \frac{M V^2}{2} = \frac{(m + M) V_K^2}{2} + Q$$

$$Q = \frac{(m + M) V_K^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2} - \frac{M V^2}{2}$$

$$= \frac{(3 + 15) \cdot \frac{15^2 \cdot 6^2}{(15 + 3)^2}}{2} - \frac{3 \cdot 10^2}{2} - \frac{15 \cdot 6^2}{2}$$

$$Q = \frac{(m + M) V_K^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2} - \frac{M V^2}{2} = \frac{M^2 V^2}{m + M} - \frac{m V_1^2}{2} - \frac{M V^2}{2}$$

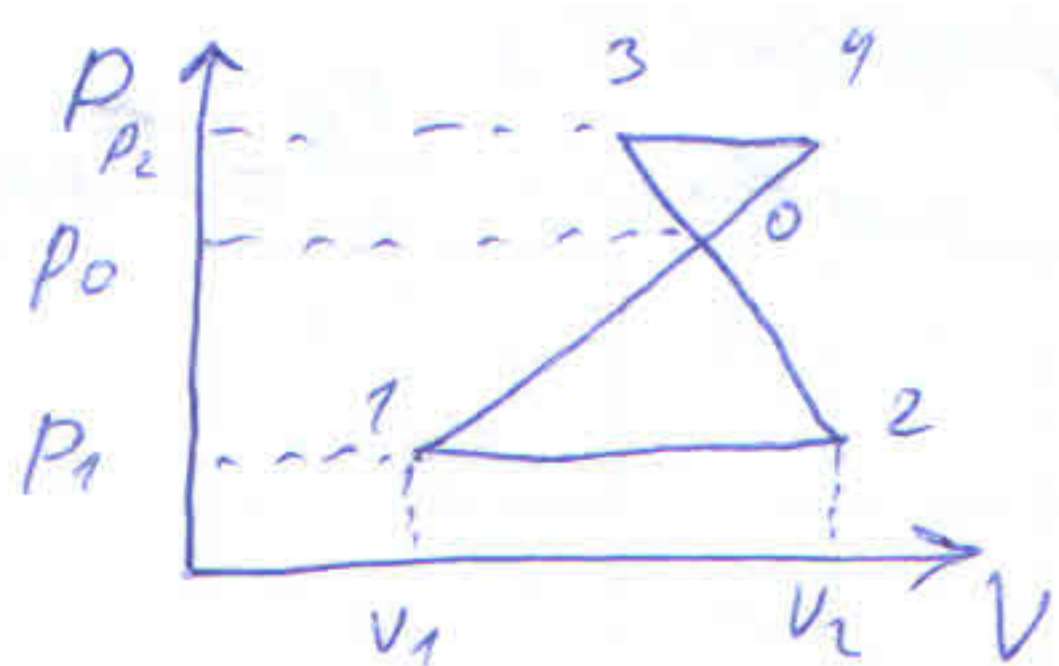
$$= \frac{15^2 \cdot 6^2}{15 + 3} - \frac{3 \cdot 10^2}{2} - \frac{15 \cdot 6^2}{2}$$

$$Q = \frac{m V_1^2}{2} + \frac{M V^2}{2} - \frac{(m + M) V_K^2}{2} = \frac{m V_1^2 + M V^2 - (m + M) \frac{M^2 V^2}{(m + M)^2}}{2}$$

$$= \frac{3 \cdot 10^2 + 15 \cdot 6^2 - \frac{15^2 \cdot 6^2}{15 + 3}}{2} = 195 \text{ Дж}$$

Отже: $Q = 195 \text{ Дж}$

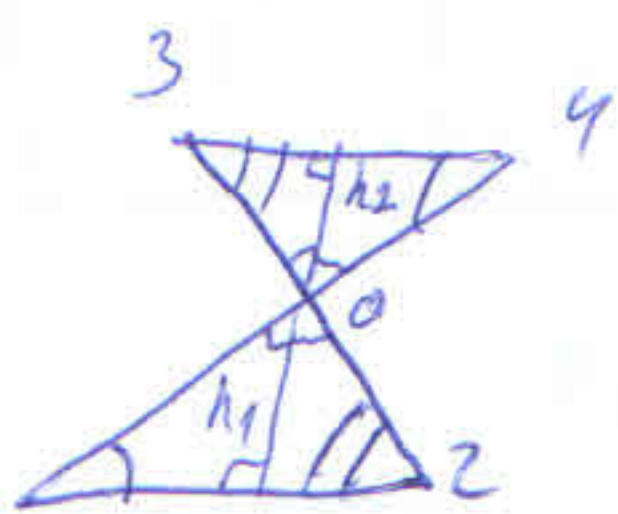
$n = 5$



П.к. цикл замкнутый, то
~~А = Q₁₀₂ + Q₄₀₃~~ работа равна
 площади фигуры:

$$A = S_{1234} = S_{\Delta 102} + S_{\Delta 403}$$

~~А₁₃₀ LO.~~



$\Delta 102 \sim \Delta 403$ по 3-м углам

$$S_{\Delta 102} = \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1) \cdot (P_0 - P_1) = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^5 = 2,5 \cdot 10^3$$

$V_2 - V_1 = 10 \text{ л} = 10^{-2} \text{ м}^3$
 $= 10^{-4} \text{ м}^3$

$$S_{\Delta 403} = \frac{1}{2} \cdot (V_4 - V_3) \cdot (P_2 - P_0) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{(V_2 - V_1)}{2,5} \cdot 2 \cdot 10^5 = \frac{10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^5}{5} = \frac{2}{5} \cdot 10^3 = 0,4 \cdot 10^3$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{(P_0 - P_1)}{(P_2 - P_0)} = \frac{6 \cdot 10^5 - 10^5}{8 \cdot 10^5 - 6 \cdot 10^5} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$$\Rightarrow \frac{V_2 - V_1}{V_4 - V_3} = 2,5 \Rightarrow$$

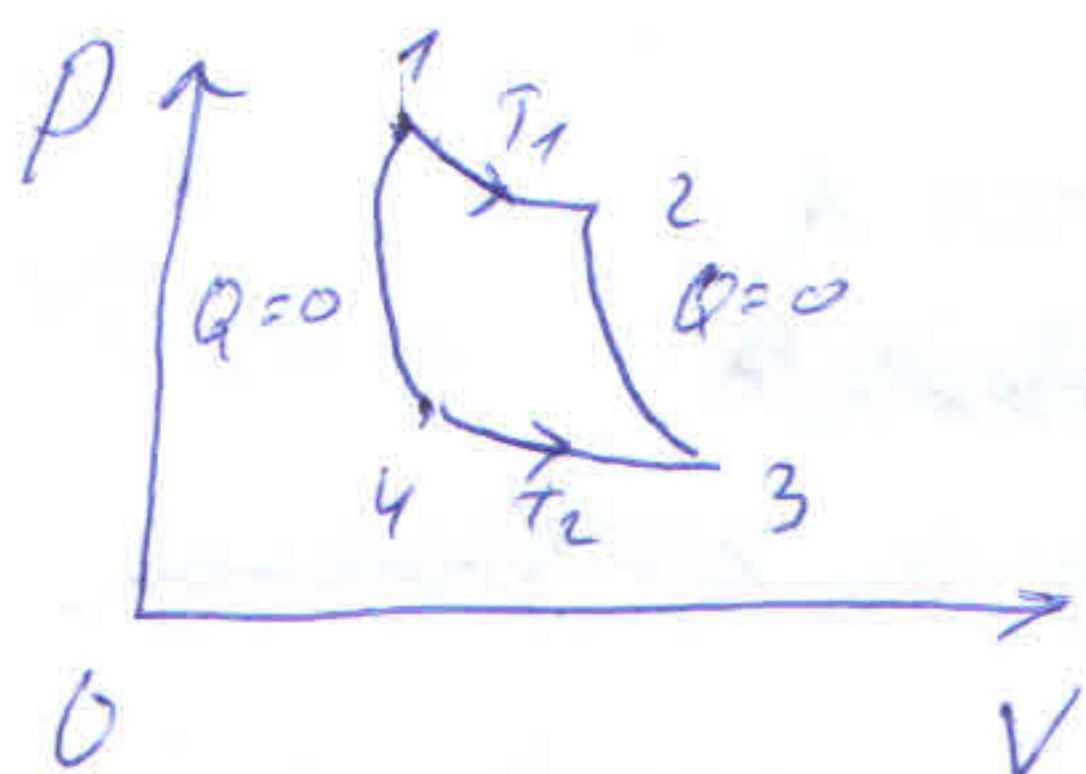
$$\Rightarrow (V_2 - V_1) = 2,5(V_4 - V_3)$$

$$(V_4 - V_3) = \frac{(V_2 - V_1)}{2,5}$$

$$A = S_{\Delta 102} + S_{\Delta 403} = 2,5 \cdot 10^3 + 0,4 \cdot 10^3 = 2,9 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Ответ: ~~А = 2,5 \cdot 10^3 Дж~~ $A = 2,9 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

(0,75)



$n = 6$

Цикл Карно. $\Rightarrow Q_{23} = 0; Q_{41} = 0$

$$A_{23} = A$$

$$1) \eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} = \frac{\Delta T}{T_H}; 2) A_{23} = -\Delta u = -V \cdot C_V \cdot \Delta T \Rightarrow$$

$$1) T_H = \frac{\Delta T}{\eta}$$

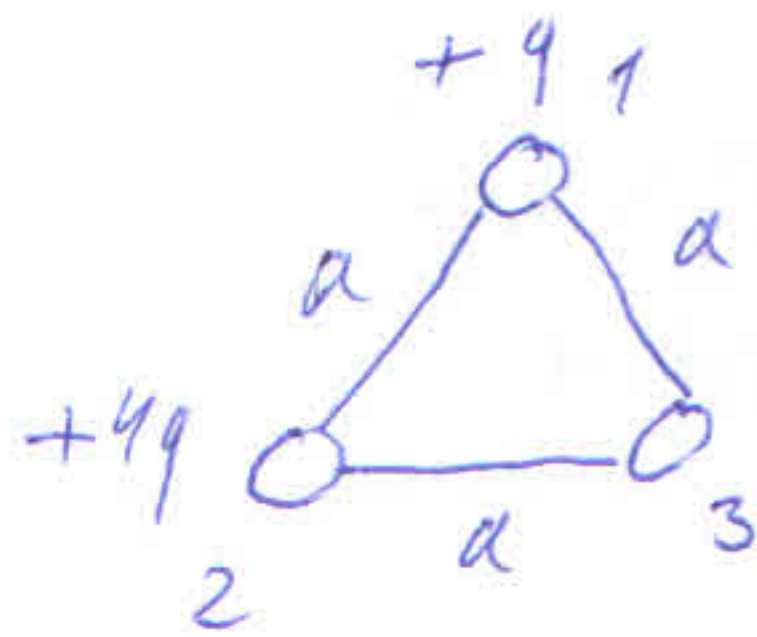
$$2) \Delta T = -\frac{A_{23}}{V \cdot C_V} = -\frac{A}{\frac{5}{2} R} = -\frac{A}{3R}$$

$$1) T_H = \left| \frac{\Delta T}{\eta} \right| = \frac{A}{3R\eta} = \frac{A}{3 \cdot 8,31 \eta} = \frac{A}{24,93 \eta}$$

Ответ: $T_H = \frac{A}{24,93 \eta}$ **(1)**

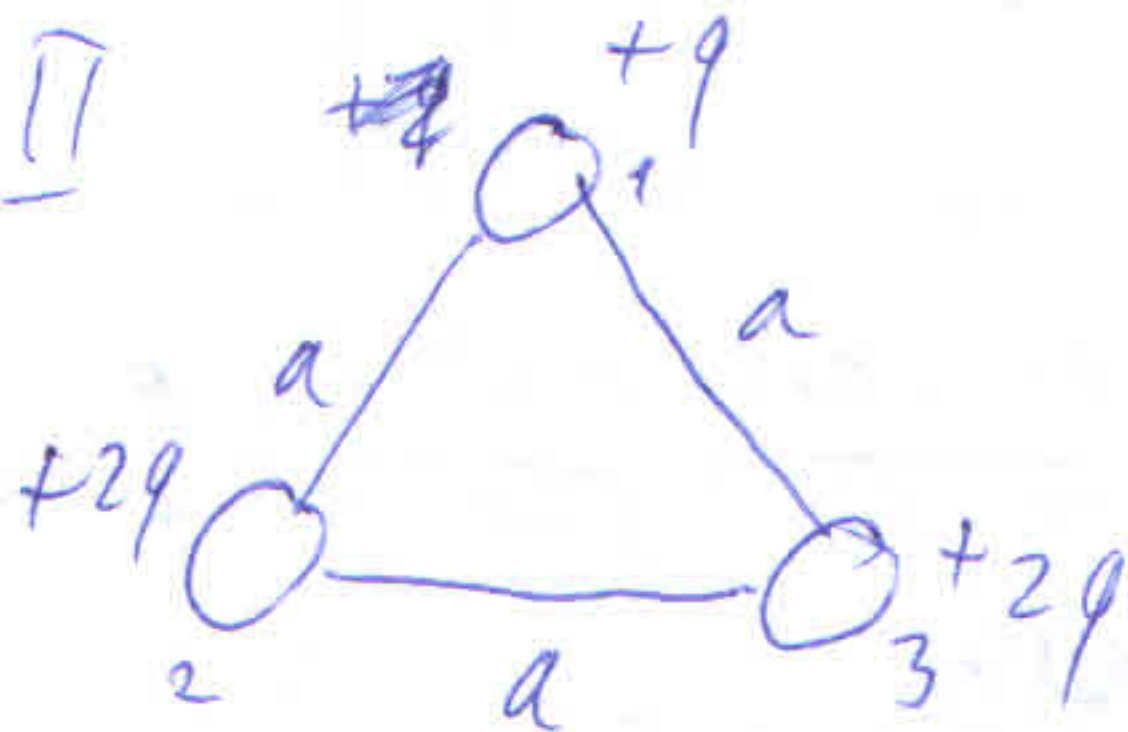
№ 7

I



1.1 Когда шарика 2 и 3 соединятся, то их заряды станут равны: $\frac{+4q}{2} = +2q$

II



2.1 $W = W_{12} + W_{23} + W_{31}$

$$W_{12} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{a} = K \frac{2q^2}{a};$$

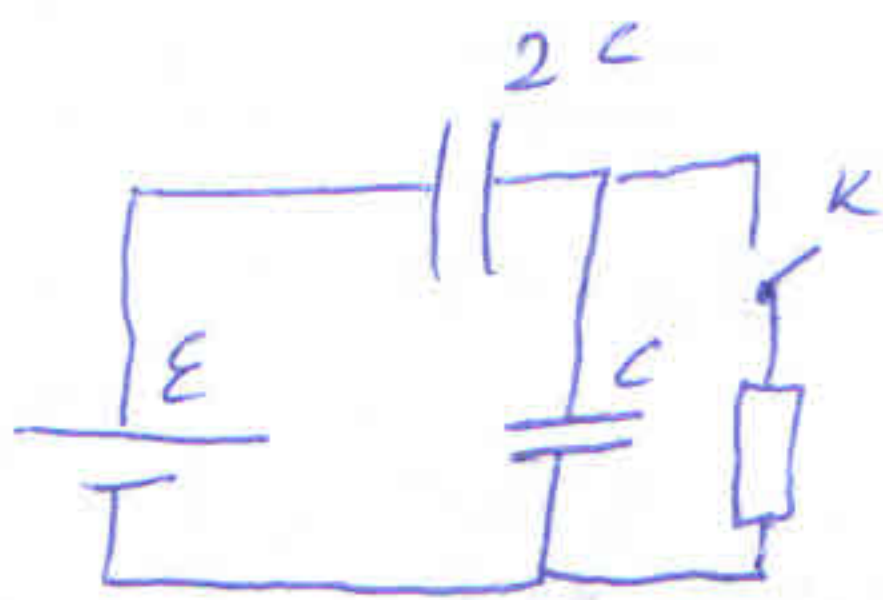
$$W_{23} = K \frac{4q^2}{a}, \quad W_{31} = K \frac{2q^2}{a}$$

$$W = K \frac{2q^2}{a} + K \frac{4q^2}{a} + K \frac{2q^2}{a} = K \frac{8q^2}{a}; \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \quad \epsilon=1 \Rightarrow K = 9 \cdot 10^9$$

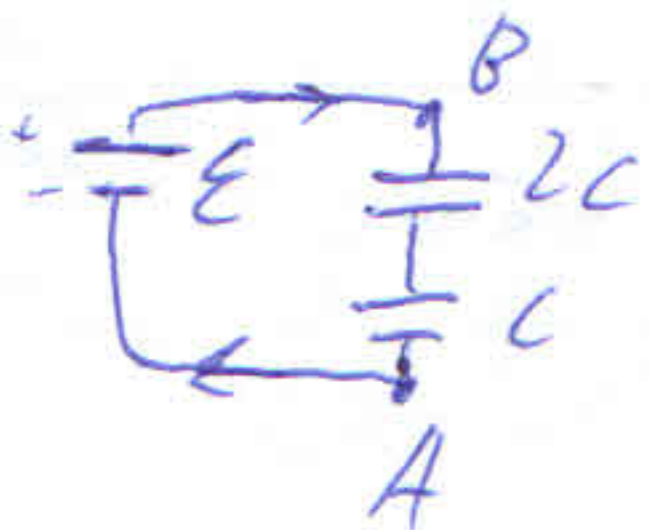
$$W = \frac{72 \cdot 10^9 \cdot q^2}{a}$$

Ответ: $W = \frac{72 \cdot 10^9 \cdot q^2}{a} + \textcircled{I}$

№ 8



После замыкания ключа K, вся энергия, накопленная ранее в конденсаторах, перейдет к резистору.



$$U = |\varphi_A - \varphi_B|; \quad \varphi_A + E = \varphi_B \Rightarrow \varphi_A - \varphi_B = -E$$

$$U = |\varphi_A - \varphi_B| = E$$

$$W = \frac{C_0 U^2}{2} = Q \quad C_0 = \frac{1}{\frac{1}{C} + \frac{1}{2C}} = \frac{1}{\frac{3}{2C}} = \frac{2}{3}C \quad \textcircled{+}$$

$$Q = \frac{\frac{2}{3}C U^2}{2} = \frac{C U^2}{3}$$

Ответ: $Q = \frac{C U^2}{3} \quad \textcircled{0,5} \quad \textcircled{-}$

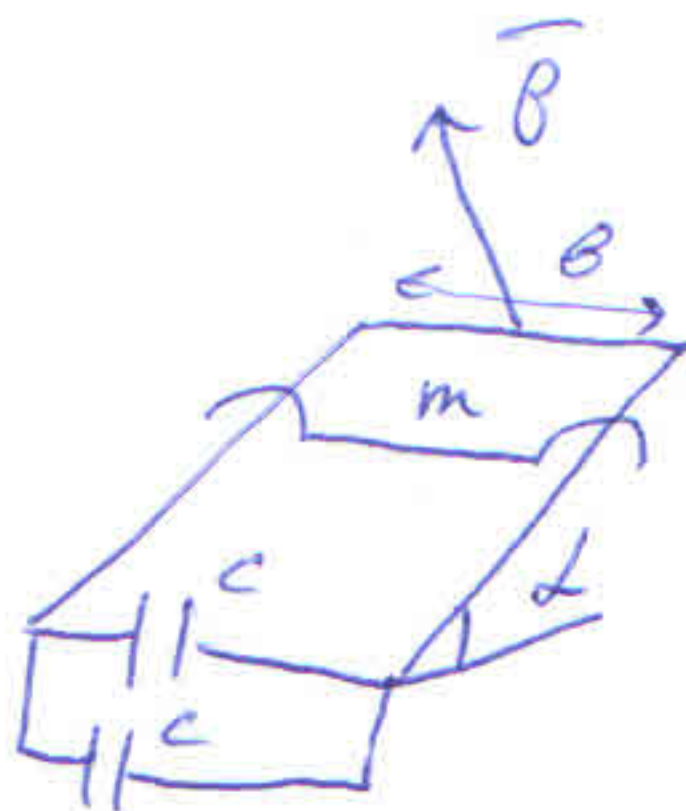
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119310

Шифр _____

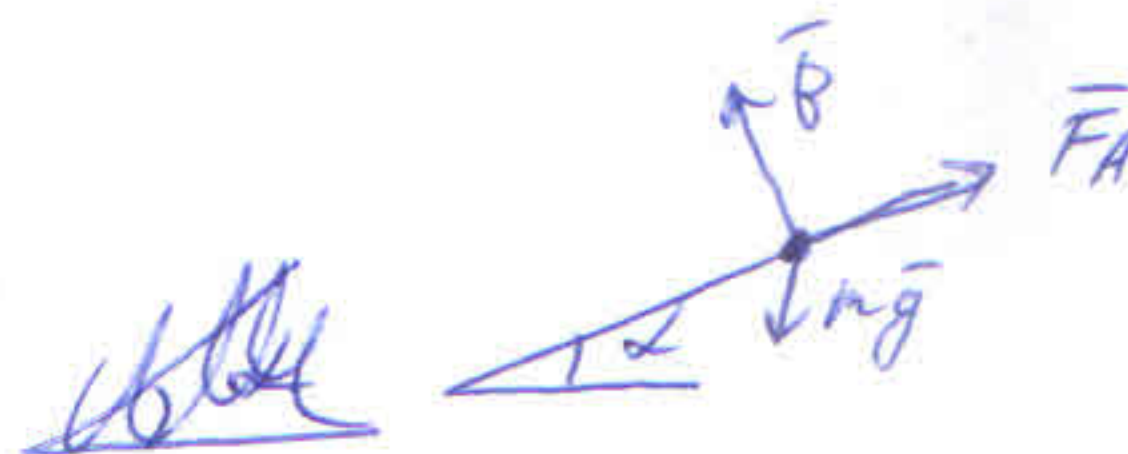
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2



$$c_0 = c + c = 2c$$

№ 10



$$1.1 \quad m a = m g \sin \alpha - F_A$$

$$F_A = I b l, \quad l = b$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{c_0 \Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{c_0 \cdot l \cdot b \cdot \Delta V}{\Delta t} \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$I = c_0 l b a, \quad F_A = c_0 l b a \cdot b \cdot l = b^2 l^2 a c_0 = b^2 b^2 a \cdot 2c$$

$$2.1 \quad m a = m g \sin \alpha - b^2 b^2 a \cdot 2c$$

$$a(m + b^2 b^2 \cdot 2c) = m g \sin \alpha$$

$$a = \frac{m g \sin \alpha}{(m + b^2 b^2 \cdot 2c)}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{m g \sin \alpha}{m + b^2 b^2 \cdot 2c}$$

+ (D)