

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119408

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Трокопенко Андрей Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Нижегород, ИОУ «Лицей №38»

Регистрационный номер ШМ 0386

Вариант задания 1

Дата проведения « 19 » марта 20 17 г.

Подпись участника



63 (шестидесять три)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,75	1	0,5	0,75	0,25	0,75	0,25	0,25	0,75	
8	6	10	5	8	3	8	3	3	9	

Шифр

119408

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

119408

Вариант № 1

N1.

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\beta = ?$$

Решение:

1. по 3.С.З: $E_k + E_n = E_k' + E_n'$, тогда

$$\frac{mv_0^2}{2} + 0 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh$$

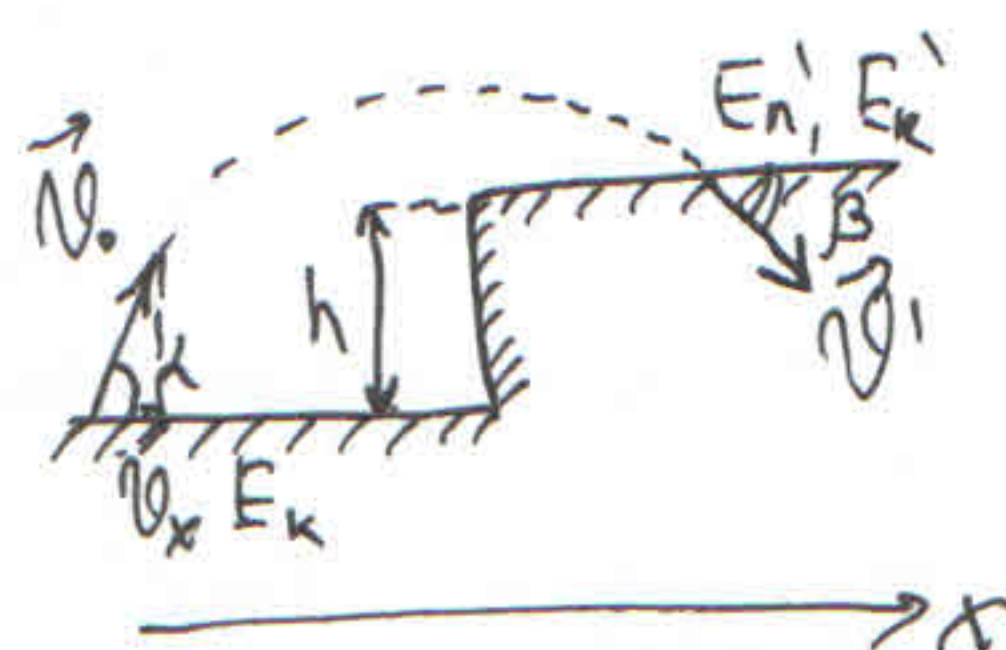
$$v_1 = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{v_0^2}{2} - gh \right)} = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

2. м.к. по ОХ проекция скорости неизменна и составляем $v_x = v_0 \cos \alpha$, то

$$\cos \beta = \frac{v_x}{v_1} = \frac{v_0 \cos \alpha}{\sqrt{v_0^2 - 2gh}} \Rightarrow \beta = \arccos \frac{v_0 \cos \alpha}{\sqrt{v_0^2 - 2gh}} =$$

$$= \arccos \frac{10 \cdot \frac{1}{2}}{\sqrt{100 - 40}} = \arccos \frac{5}{\sqrt{60}} \approx 49,8^\circ$$

Ответ: $\beta = \arccos \frac{v_0 \cos \alpha}{\sqrt{v_0^2 - 2gh}} \approx 49,8^\circ$



N2.

Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$m_3 = 2 \text{ кг}$$

$$F_{\text{уп}2} = ?$$

$$a_1 = ?$$

Решение:

1. по II 3-му закону:

$$\vec{F}_{\text{уп}2} + m_2 \vec{g} + \vec{F}_{\text{уп}3} = m_2 \vec{a}$$

на ОХ:

$$F_{\text{уп}2} = m_2 g + F_{\text{уп}3} = (m_2 + m_3) g = 30 \text{ Н}$$

2. по II 3-му закону:

$$F_{\text{уп}1} = m_1 a, \text{ тогда}$$

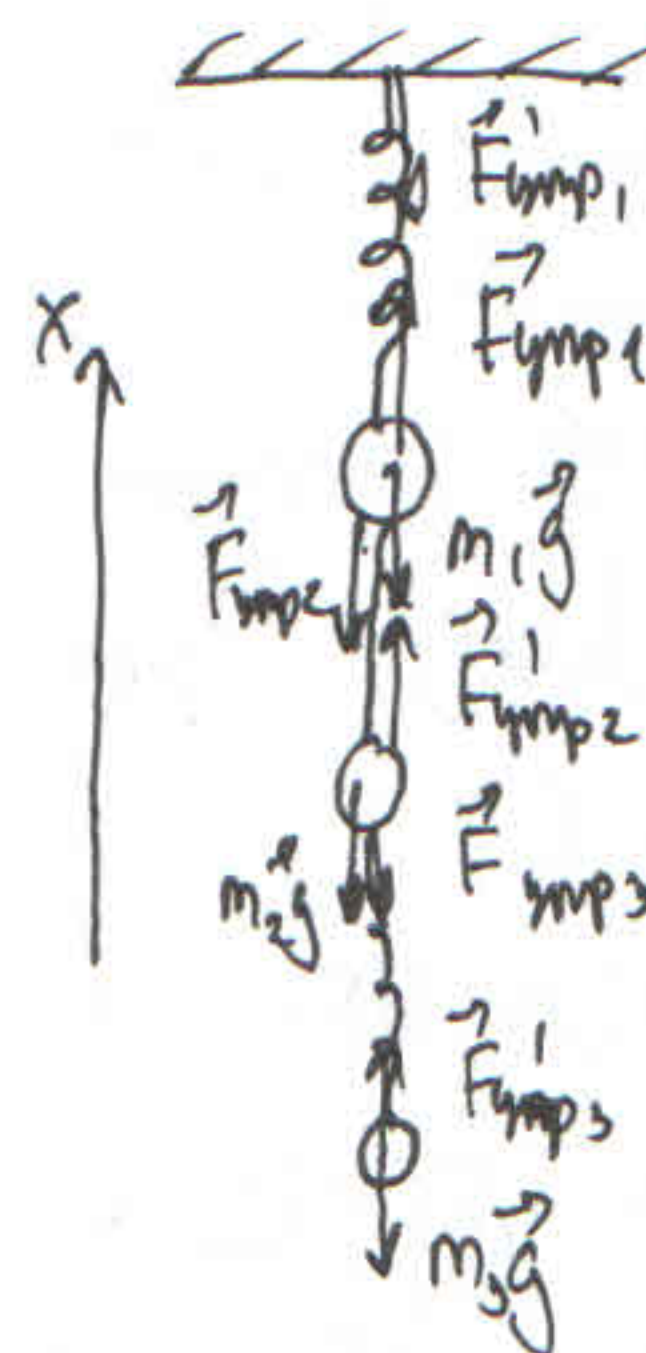
$$F_{\text{уп}1} = F_{\text{уп}2} + m_1 g = (m_1 + m_2 + m_3) g \Rightarrow$$

$$F_{\text{уп}1} = m_1 a, \text{ тогда}$$

$$m_1 a = (m_1 + m_2 + m_3) g$$

$$a = \frac{(m_1 + m_2 + m_3) g}{m_1} = \frac{(5 + 1 + 2) \cdot 10}{5} = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $F_{\text{уп}2} = 30 \text{ Н}$; $a_1 = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, направление вверх.



N3
 Dano:
 $L, m_1 = m$
 $m_2 = 3m$
 k, A
 $\mu = ?$

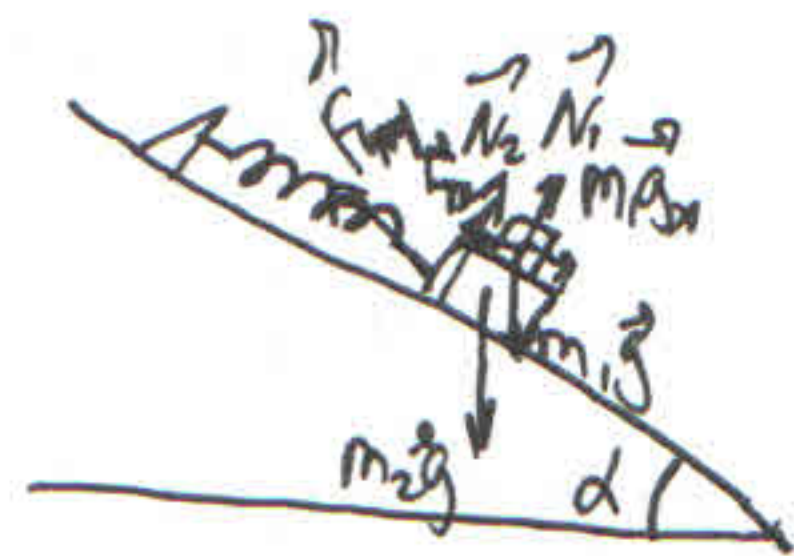
Решение:
 по II 3-й Координата:

$$F_{TP} = m_1 g \cdot \sin \alpha + F_{упр} = m_1 g \cdot \sin \alpha + k \cdot A$$

$$\mu N = m_1 g \cdot \sin \alpha + k \cdot A$$

$$\mu = \frac{m_1 g \cdot \sin \alpha + k A}{m_1 g \cdot \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha + \frac{k \cdot A}{m_1 g \cdot \sin \alpha}}{\sin \alpha \cos \alpha}$$

Ответ: $\mu_{min} = \frac{\sin \alpha + \frac{k \cdot A}{m_1 g \cdot \sin \alpha}}{\sin \alpha \cos \alpha}$



N4.
 Dano:
 $m = 1 \text{ кг}$
 $h = 5 \text{ м}$
 $\mu = 5 \text{ м}$
 $v = 6 \text{ м/с}$
 $\Delta W_1 = ?$
 $\Delta W_2 = ?$

Решение:

по 3-й Координате:

1. по 3-й Координате: $E_{пот} = E_{ки} + 0$
 $mgh = \frac{mv^2}{2}$
 $v = \sqrt{2gh}$

2. м.к. некое, по сравнению с абсолютно упругим:

по 3-й Координате:
 $m_1 v_1 + \mu v_2 = (m + \mu) v'$
 $v' = \frac{m_1 v_1 + \mu v_2}{m + \mu} = \frac{m \sqrt{2gh} + \mu v_2}{m + \mu}$

3. $\Delta W_1 = \frac{\mu}{2} \left(\frac{m \sqrt{2gh} + \mu v_2}{m + \mu} \right)^2 - \frac{\mu v_2^2}{2} = 21,1 \text{ Дж}$

$\Delta W_2 = \frac{m v'^2}{2} - mgh = m \left(gh - \frac{(m \sqrt{2gh} + \mu v_2)^2}{2(m + \mu)^2} \right) = -5,5 \text{ Дж}$

Ответ: $\Delta W_1 = 21,1 \text{ Дж}$; $\Delta W_2 = -5,5 \text{ Дж}$.



N10
 Dano:
 $L, l = b$
 m, C, B
 $a = ?$

Решение:

1. при формировании перемещения бегущим в 2 DC

самостоятельно:
 $\xi_i = \frac{B \cdot \Delta S \cdot \cos \beta}{\Delta t}$, а масса сила дунга, которая

по правилу Ленца будет направлена против потока вектора силы магнитного поля

$F_A = I B \cdot l \cdot \cos \beta$

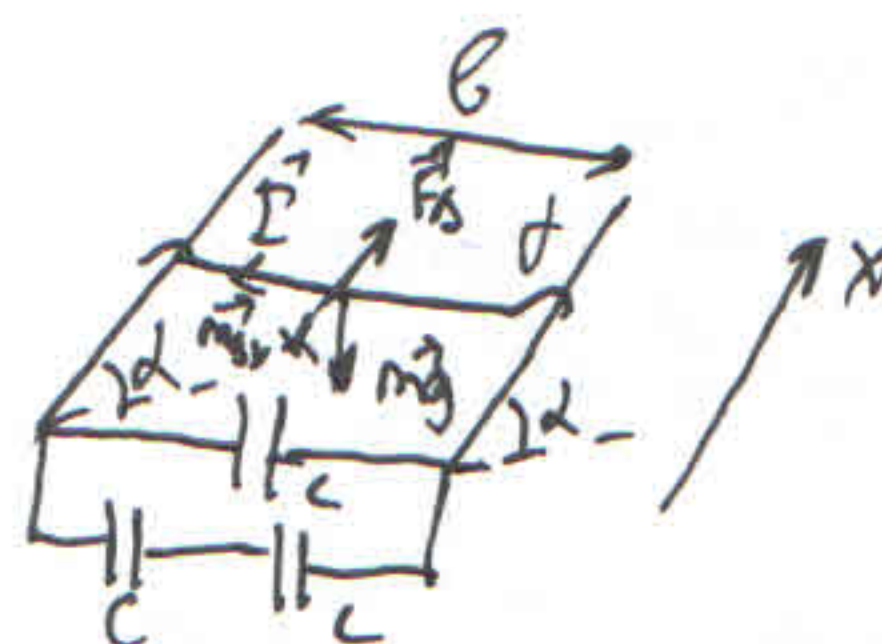
2. $C_0 = \frac{C^2}{2C} + C = 1,5C$ $C_0 = \frac{q}{U} \Rightarrow q = C_0 \cdot U$

$q = 1,5C \cdot U = 1,5C \cdot \xi_i = \frac{1,5C \cdot B \cdot \Delta S}{\Delta t}$ (м.к. $B \perp \delta$, то $\cos \beta = 1$)

$I = \frac{q}{\Delta t}$, тогда $I = \frac{1,5C \cdot B \cdot \Delta S}{\Delta t^2}$, а

$F_A = \frac{1,5C \cdot B^2 \cdot \Delta S \cdot b}{\Delta t^2}$

3. $\Delta S = b \cdot \Delta x$, по 3-й координате формула $x = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta S = \frac{b a \cdot \Delta t^2}{2}$



4). no II 3-ny kromona:

$$m\vec{g} + \vec{F}_A = m\vec{a}$$

na ox:

$$mg \cdot \sin \alpha - F_A = ma$$

$$a = g \cdot \sin \alpha - \frac{F_A}{m} = g \cdot \sin \alpha - \frac{1.5 C \cdot \delta \cdot b \cdot B^2}{m \cdot \delta b^2} = g \cdot \sin \alpha - \frac{1.5 C \cdot b \cdot a \cdot B^2}{2 m \cdot \delta b^2} = ?$$

$$\Rightarrow g \cdot \sin \alpha = a \left(1 + \frac{3 C \cdot b \cdot B^2}{4 m} \right)$$

$$a = \frac{g \cdot \sin \alpha}{1 + \frac{3 C \cdot b \cdot B^2}{4 m}} = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot 4 m}{4 m + 3 C \cdot b \cdot B^2}$$

Ответ: $a = \frac{4 m g \cdot \sin \alpha}{4 m + 3 C \cdot b \cdot B^2}$

№7.

Дано:

Решение:

$$W_n = q \cdot q = E \cdot \delta d \cdot q$$

или пересчитаем заряды:

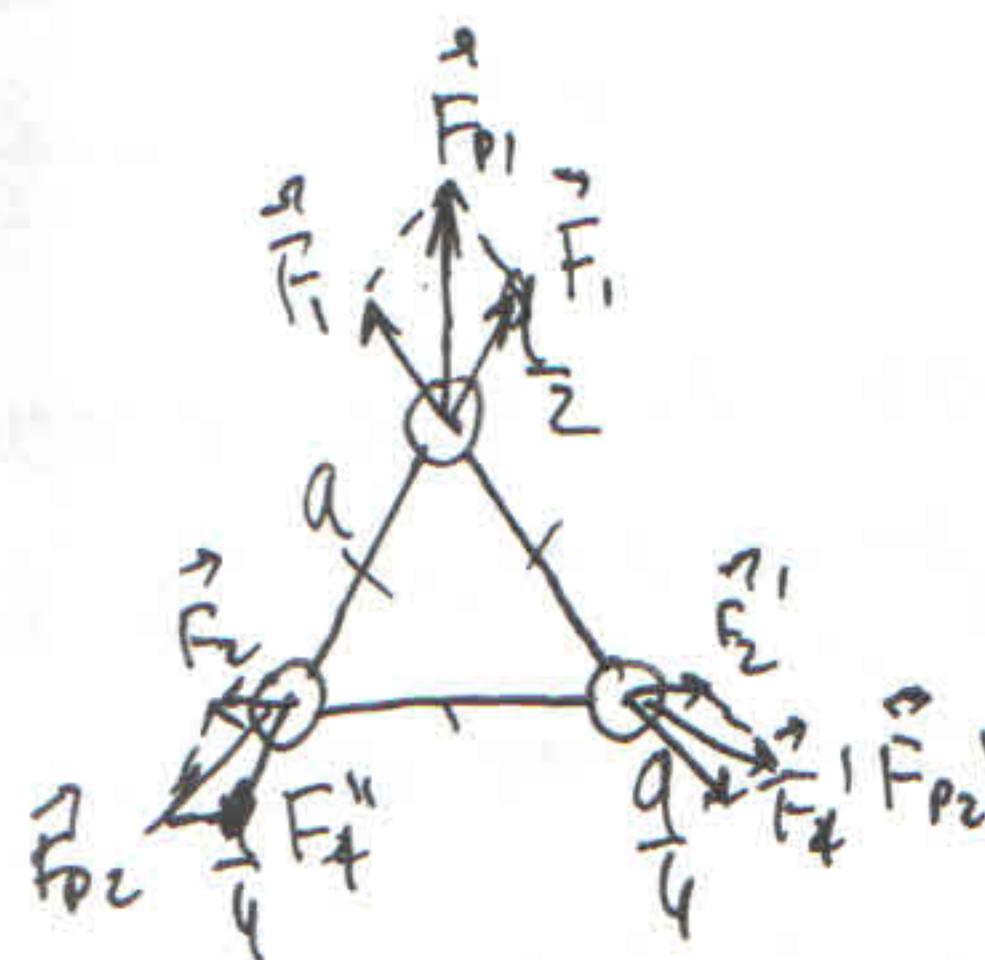
$$q_1 = \frac{q}{2}; \quad q_2 = \frac{q}{4}; \quad q_3 = \frac{q}{4}$$

$$W_n = W_{n1} + 2 W_{n2} = E_1 \cdot q_1 \cdot a + 2 E_2 \cdot q_2 \cdot a =$$

$$= \frac{k q_1^2}{a} + \frac{2 k q_2^2}{a} = \frac{k}{a} (q_1^2 + 2 q_2^2) = \frac{k}{a} \left(\left(\frac{q}{2} \right)^2 + 2 \left(\frac{q}{4} \right)^2 \right) = \frac{3 k q^2}{8 a}$$

$$W_n = \frac{3 q^2}{32 \pi \epsilon_0 a}$$

Ответ: $W_n = \frac{3 q^2}{32 \pi \epsilon_0 a}$



№5.

Дано:

Решение:

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$P_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 - V_1 = 10 \text{ м} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\Delta P_{12} = \Delta P_{34} = 0$$

$$A_{12321} = ?$$

1) A - площадь пог поверхности, м²

$$S_{12321} = S_{AOD} + S_{BOC}$$

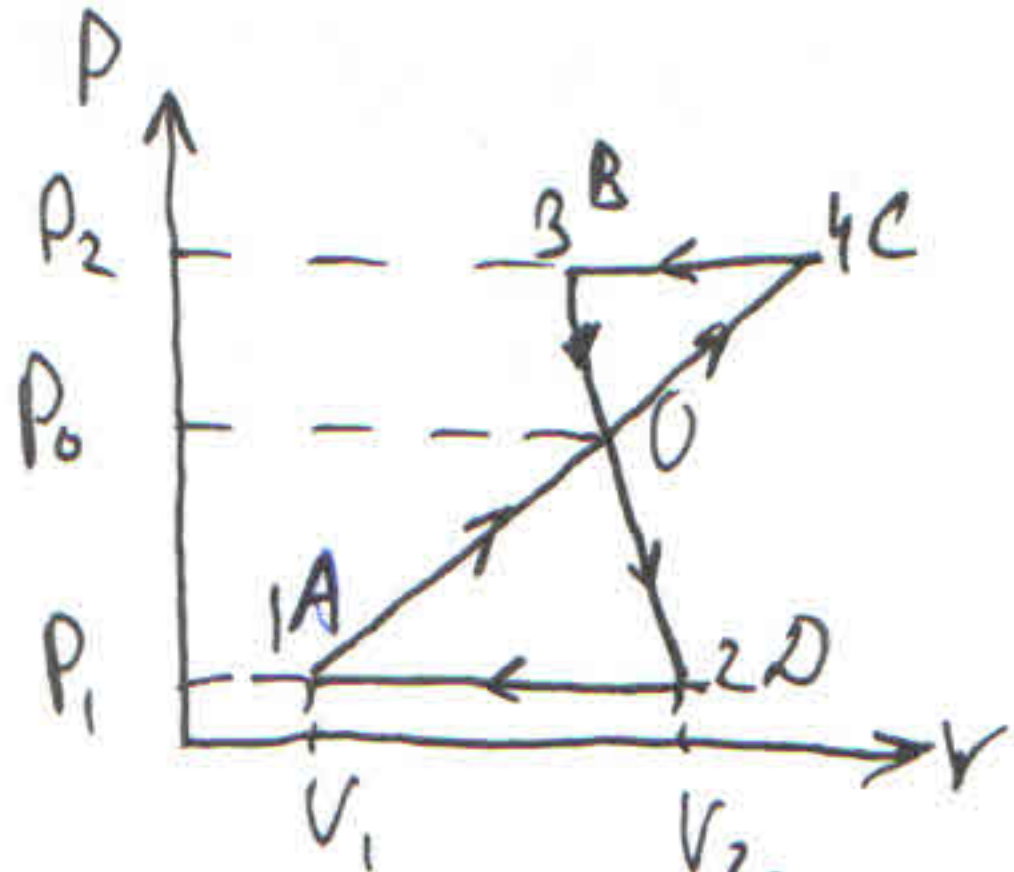
$$S_{AOD} = \frac{1}{2} AD \cdot h_1 = \frac{1}{2} \Delta V_{12} \cdot (P_0 - P_1)$$

$$S_{BOC} = \frac{1}{2} BC \cdot h_2 = \frac{1}{2} \Delta V_{34} \cdot (P_2 - P_0)$$

2) м.н. $\angle OAD = \angle OBC$ (напрям. смеж.) $\Rightarrow \triangle BOC \sim \triangle AOD$,
 $\angle ODA = \angle OCB$ (верш.)
 $\angle BOC = \angle AOD$ (верш.)

$$\text{поэтому } \frac{BC}{AD} = \frac{h_2}{h_1} \Rightarrow BC = AD \cdot \frac{h_2}{h_1} = \frac{\Delta V_{12} \cdot (P_2 - P_0)}{P_0 - P_1}$$

$$4). S_{BOC} = \frac{1}{2} \Delta V_{34} \cdot (P_2 - P_0) \cdot \left(\frac{P_0 - P_1}{P_2 - P_0} \right) =$$



$$\text{мысли: } A_{12} = 14321 = \frac{1}{2} \Delta V_{12} (P_0 - P_1) + \frac{1}{2} \Delta V_{12} \cdot \frac{(P_2 - P_0)^2}{P_0 - P_1} = \frac{1}{2} V_{12} \left(P_0 - P_1 + \frac{(P_2 - P_0)^2}{P_0 - P_1} \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \cdot \left(2 \cdot 10^5 + \frac{10^{10}}{2 \cdot 10^5} \right) = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \cdot 2,5 \cdot 10^5 = 1,25 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1,25 \text{ кДж}$$

Ответ: $A_{12} = 1,25 \text{ кДж}$

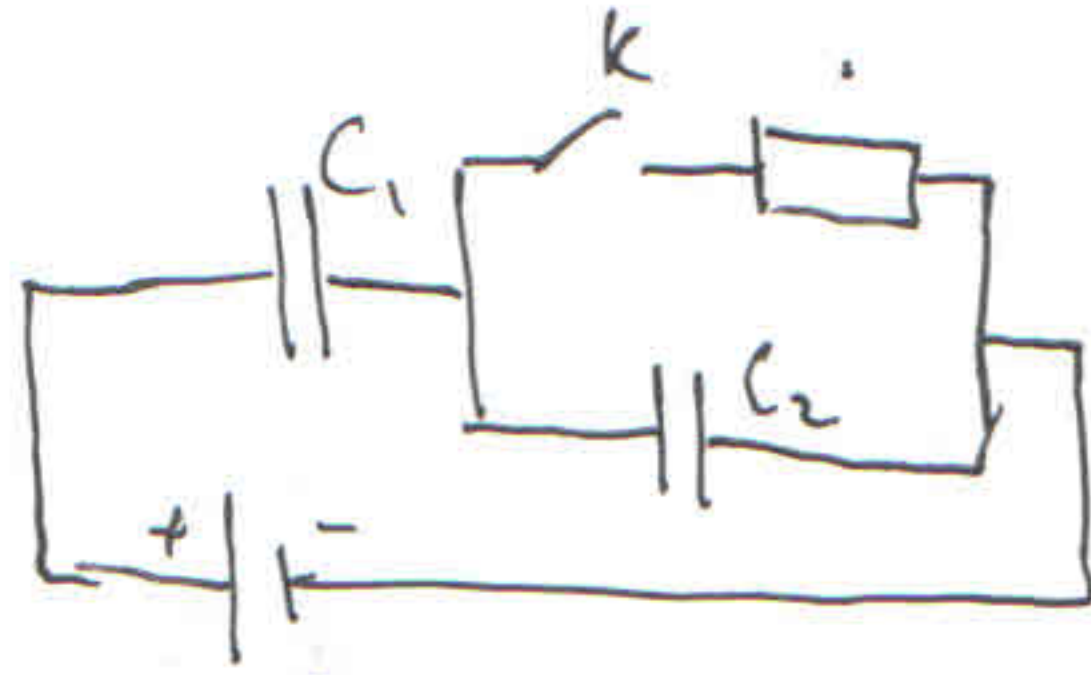
Nb.

Дано: Решение:

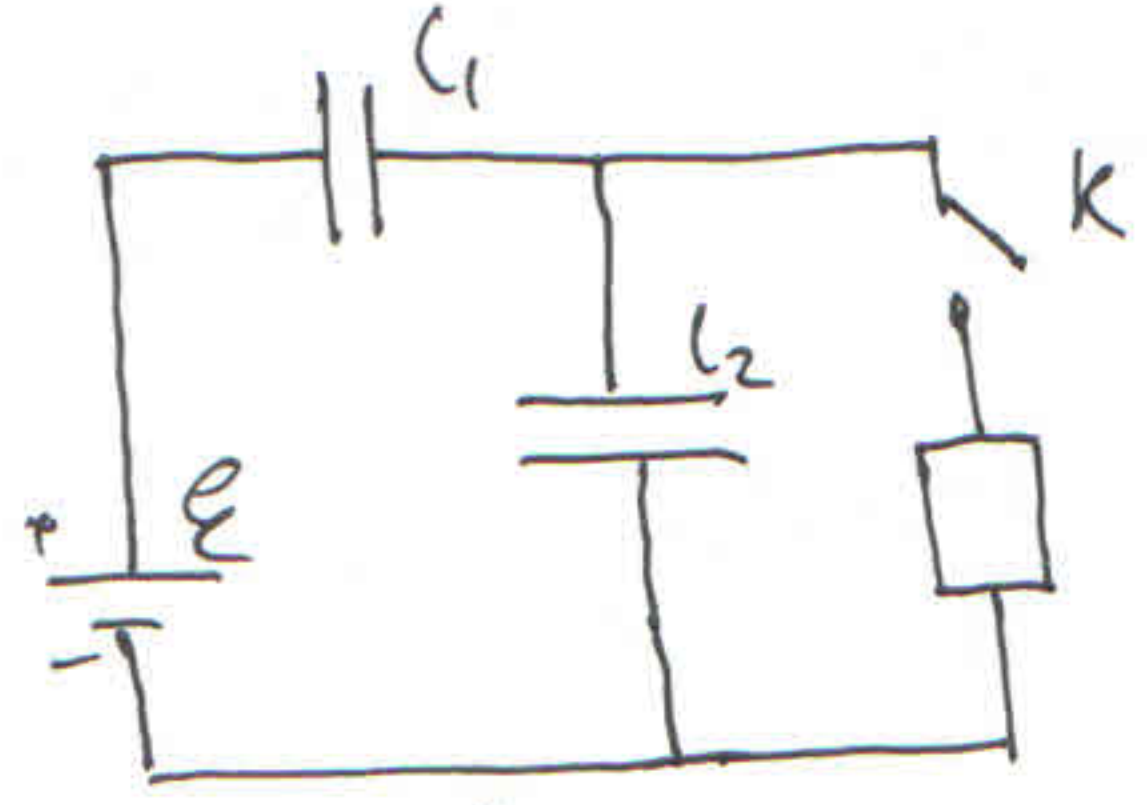
$C_1, C_2 = C$

$C_2 = 2C$

$Q = ?$



\Leftrightarrow



\Uparrow



1. при замыкании ключа конденсатор C_2 начнет разряжаться, т.е. конденсатор C_1 разрядится и заряд через него не потечет, тогда вся энергия конденсатора C_1 перейдет на конденсатор C_2

2. $Q = I^2 R t$ (по 3-й теореме Ленца); $W_k = \frac{CU^2}{2}$, макс. $U = \varepsilon$, то

$$Q = \frac{C_2 \cdot \varepsilon^2}{2} = \frac{2C \varepsilon^2}{2} = C \varepsilon^2$$

Ответ: $Q = C \varepsilon^2$

307!!

Nb

Дано:

$\eta; i=3;$

$V=1 \text{ мВб};$

$A_{23} = A;$

$T_H = ?$

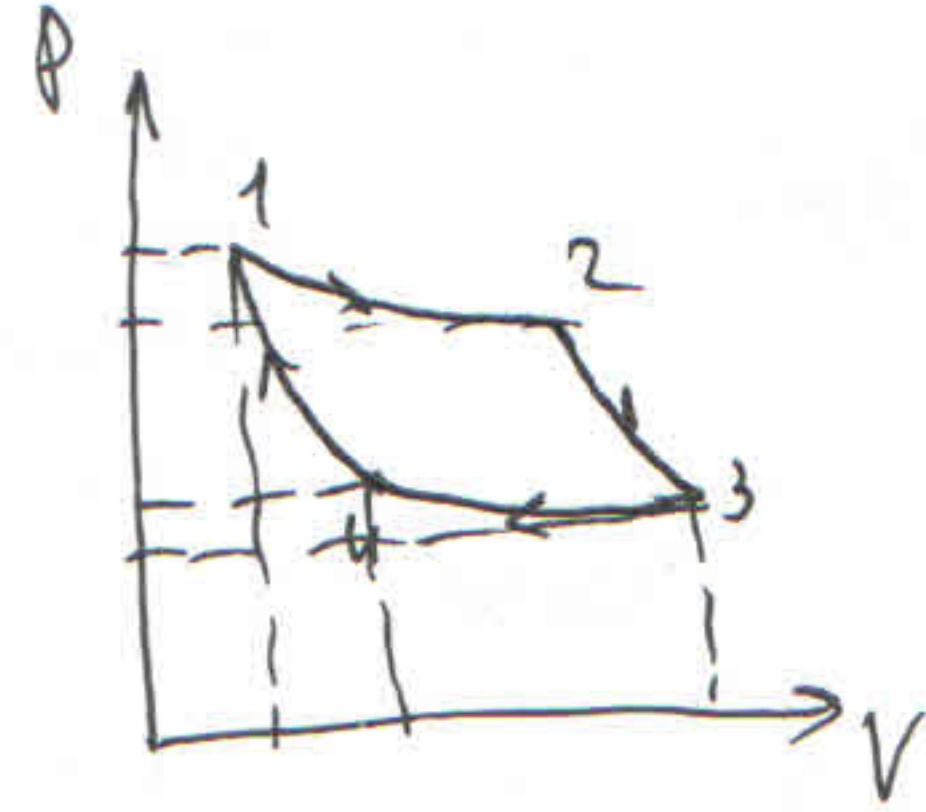
Решение:

$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \quad Q_H = Q_{12} \quad Q_X = Q_{341}$$

$$\Delta T_{12} = \Delta T_{34} = 0 \quad \text{мысли } Q_{12} = A_{12}, \quad Q_{34} = A_{34}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta Q_{23} = A_{23} + \frac{3}{2} V R (T_2 - T_1) = 0$$

$$T_H = \frac{T_X}{\eta - 1}$$



Nb

Дано:

$T = 20 \cdot 10^5 \text{ К}$

$q = 5 \text{ нКл} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

$I = 0,8 \text{ А}$

$I_m = ?$

Решение:

$$i = I_m \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$T = 2\pi \sqrt{L \cdot C} - \text{согласно формуле}$$

$$C = \frac{q}{U} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{L \cdot q}{U}} \quad \omega \cdot I_m \quad \omega \cdot q_m = I_m$$

$$W = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

2