

119416

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Поповкин Александр Алексеевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Мытищи МБОУ СОШ № 6

Регистрационный номер

ММ 0525.

Вариант задания

1

Дата проведения

“ 19 ”

марта

20 14 г.

Подпись участника



72 (семьдесят два)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	0	5	1	1	1	0,5	1	0,5	
8	8		5	10	10	10	3	12	6	

119416

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

≤ 72

Вариант № 1

№ 1

Тело брошено под углом к горизонту

проекция скорости на ось Oy будет:

$$v_{Ox} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{Oy} = v_0 \sin \alpha$$

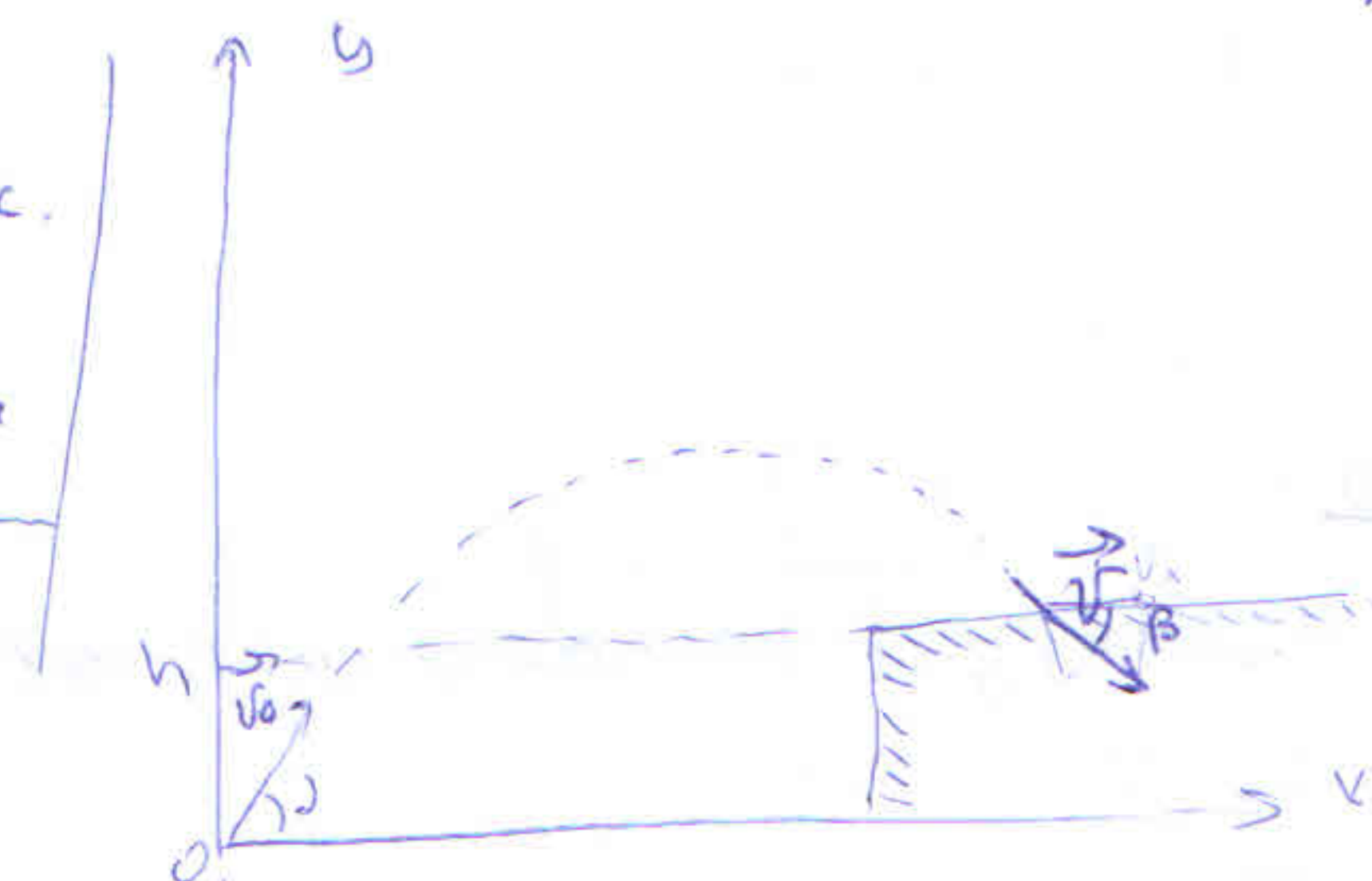
На тело действует только ускорение свободного падения. Проекция ускорения свободного падения на OX $a_x = 0$

Относительно оси X тело движется равномерно.

Относительно оси Y тело движется с ускорением g .

$$\begin{cases} v_x = v_{0x} \\ v_y = v_{0y} - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x} t \\ y = y_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$



$$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y = h; y_0 = 0$$

$$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t + h = 0$$

$$\text{Взяв } \frac{10 \text{ м/с}^2}{2} - 10 \text{ м/с} \cdot \sin 60^\circ t + 2 = 0$$

$$5t^2 - 5\sqrt{3}t + 2 = 0$$

$$D = 75 - 40 = 35$$

$$t = \frac{5\sqrt{3} \pm \sqrt{35}}{10} = \begin{cases} 1,46 \text{ с} \\ 0,24 \text{ с} \end{cases}$$

На высоте h тело будет дважды (во время подъёма и во время падения).
В данном случае нам нужен второй вариант.

$$t = 1,46 \text{ с}$$

$$\text{Тогда } v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \alpha - gt = 10 \text{ м/с} \cdot \sin 60^\circ - 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1,46 \text{ с} = -5,94 \text{ м/с}$$

Отрицательный ответ так как скорость направлена вниз, а v_y - проекция на OY.

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha = 10 \text{ м/с} \cdot \cos 60^\circ = 5 \text{ м/с}$$

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{-5,94 \text{ м/с}}{5 \text{ м/с}} = -1,188$$

$$\beta = \arctan(-1,188) = -49,9^\circ \approx -50^\circ$$

Угол отсчитывается так как от него оси.

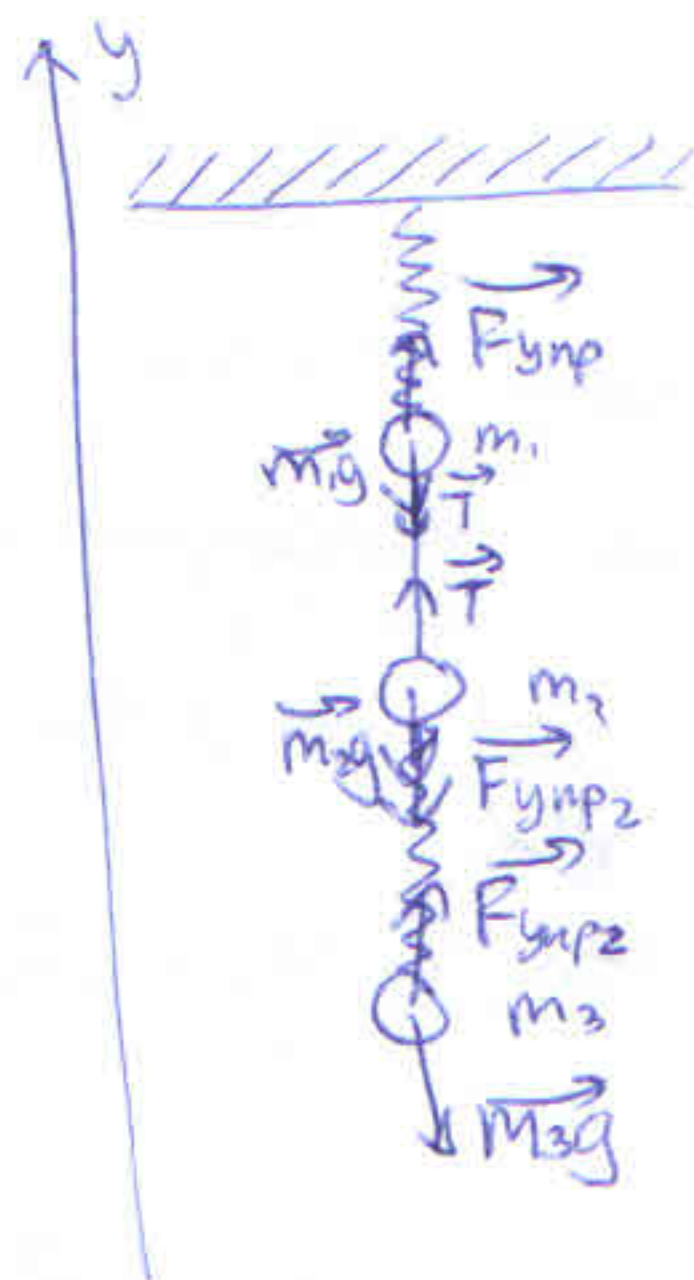
Ответ: сверху по модулю.

$$|\beta| = |-50^\circ| = 50^\circ$$

Ответ: 50° +



$$\begin{aligned} g &= 9,84 \text{ м/с}^2 \\ m_1 &= 5 \text{ кг} \\ m_2 &= 1 \text{ кг} \\ m_3 &= 2 \text{ кг} \\ T &=? \\ a &=? \end{aligned}$$



По 2 закону Ньютона для каждого из шариков:

- 1) $\vec{F}_{упр} + \vec{m}_1 \vec{g} + \vec{T} = 0$
- 2) $\vec{T} + \vec{m}_2 \vec{g} + \vec{F}_{упр2} = 0$
- 3) $\vec{F}_{упр2} + \vec{m}_3 \vec{g} = 0$

На ОУ

$$\begin{cases} F_{упр} - m_1 g - T = 0 \\ T - m_2 g - F_{упр2} = 0 \\ F_{упр2} - m_3 g = 0 \end{cases}$$

$$F_{упр2} = m_3 g$$

$$T = m_2 g + F_{упр2} = m_2 g + m_3 g = g(m_2 + m_3) = 9,84 \text{ м/с}^2 (1 \text{ кг} + 2 \text{ кг}) = 29,61 \text{ Н}$$

$$F_{упр} = m_1 g + T = m_1 g + m_2 g + m_3 g$$

После снятия кисти:

~~состояние~~

По 2 закону Ньютона:

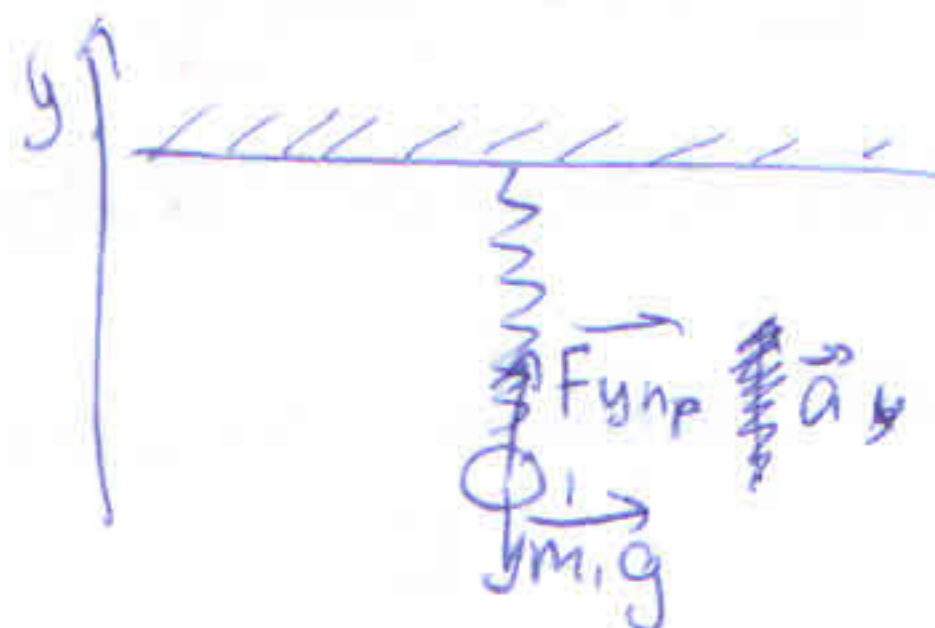
$$\vec{F}_{упр} + \vec{m}_1 \vec{g} = \vec{m}_1 \vec{a}$$

На ОУ $F_{упр} - m_1 g = m_1 a_y$

$$a_y = \frac{F_{упр} - m_1 g}{m_1} = \frac{m_1 g + T - m_1 g}{m_1} = \frac{T}{m_1} = \frac{29,61 \text{ Н}}{5 \text{ кг}} = 5,922 \text{ м/с}^2$$

$a_y > 0 \Rightarrow$ ускорение направлено вверх.

Ответ: 29,61 Н; 5,922 м/с².



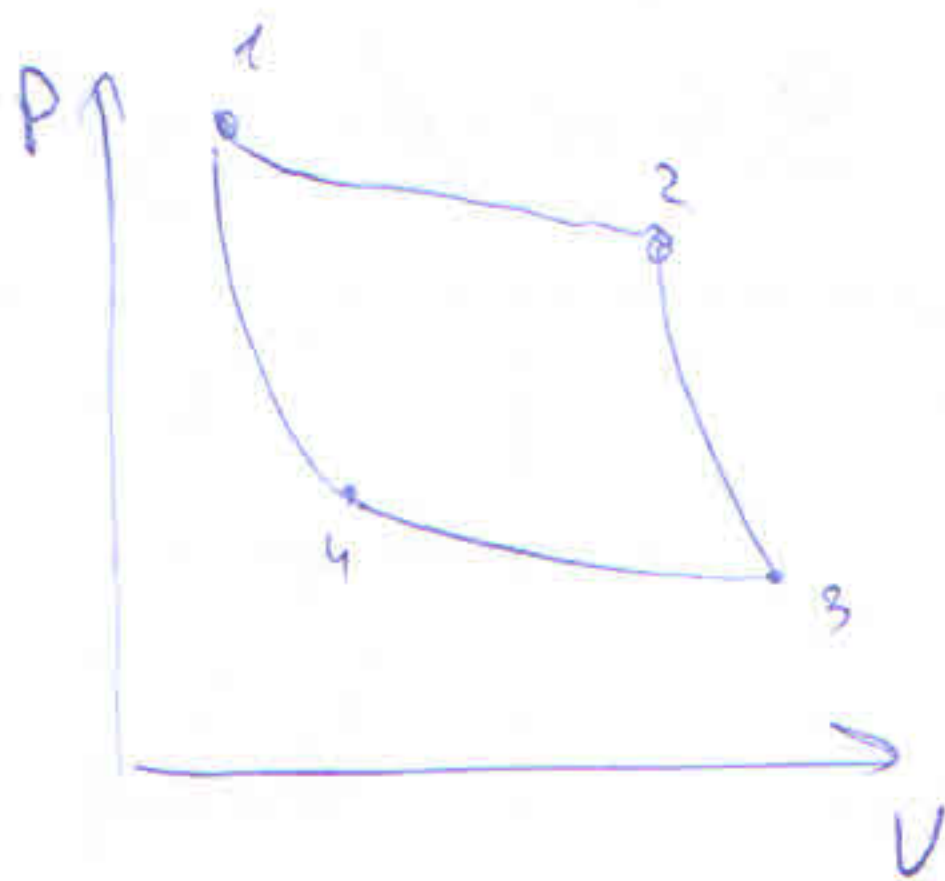
~ 6.

$$\eta_2$$

$$V = 1 \text{ моль}$$

$$A_{23} = A$$

$$T_1 = ?$$



2-3 Адиабата $\Rightarrow Q=0$.

$$Q = A + \Delta U; \quad A + \Delta U = 0$$

$$\Delta U = -A$$

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$ где i - степень свободы атома.
Газ одноатомный $\Rightarrow i=3$.

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = -A$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) = A$$

$$T_1 - T_2 = \frac{2A}{3\nu R}$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{2A}{3\nu R T_1} \cdot 100\%$$

$$T_1 = \frac{2A \cdot 100\%}{3\nu R \eta} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 100\%}{3 \cdot 8,31 \cdot 2} = 8,02 \frac{\text{А}}{\text{г}}$$

Ответ: $\frac{2A \cdot 100\%}{3\nu R \eta}$ $8,02 \frac{\text{А}}{\text{г}}$

~ 9

$$T = 20 \cdot 10^5 \text{ К}$$

$$q = 5 \cdot 10^9 \text{ Кл}$$

$$I = 0,8 \cdot 10^3 \text{ А}$$

$$I_m = ?$$

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

$$LC = \frac{T^2}{4\pi^2}$$

По закону сохранения энергии:

$$W_1 = W_2$$

1 случай - момент времени данный в условии.

2 случай - момент когда энергия катушки максимальна.

$$W_C + W_L = W_m$$

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\frac{q^2}{C} + LI^2 = LI_m^2$$

$$q^2 + LC I^2 = LC I_m^2$$

$$I_m^2 = \frac{q^2 + I^2 LC}{LC} = \frac{q^2}{LC} + I^2 = \frac{q^2 4\pi^2}{T^2} + I^2 = \frac{25 \cdot 10^{-18} \text{ К}^2 \cdot 4\pi^2}{4\pi^2 \cdot 10^{-10} \text{ с}^2} + 0,64 \cdot 10^{-8} \text{ А}^2 =$$

$$= 8,9 \cdot 10^{-4} \text{ А}^2 \quad I_m = \sqrt{I_m^2} = \sqrt{8,9 \cdot 10^{-4}} = 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ А} = 0,94 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

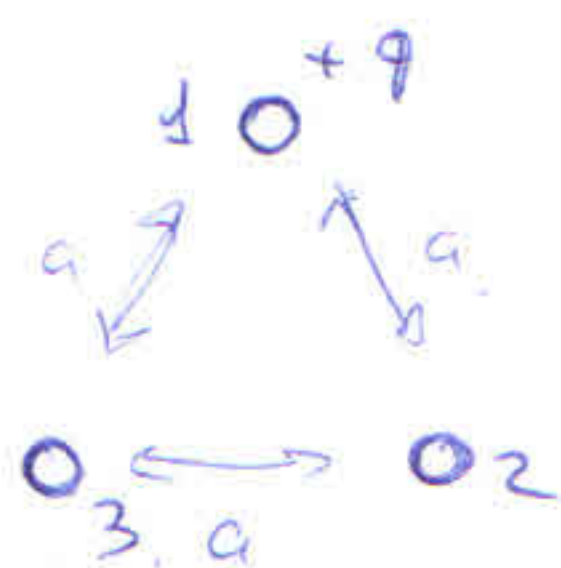
Ответ: ~~0,94 мА~~ $0,94 \cdot 10^{-3} \text{ А}$.

✍

+

✓

$$\frac{a}{q} \quad W_p = ?$$



после того как соединили 1 и 2!

по закону сохранения заряда

$$q_{1,2} + q_2 = q_1$$

так как

шары

одинаковы, то

$$q_{1,2} = q_2 = \frac{q_1}{2} = \frac{+q}{2} = +0,5q$$

$$+0,5q$$



$$+0,5q$$

после того как соединили 1 и 3:

По закону сохранения заряда $q_{1,3} + q_3 = q_{1,2}$

шары одинаковые \Rightarrow

$$+0,25q$$

$$q_{1,3} = q_3 = \frac{q_{1,2}}{2} = \frac{+0,5q}{2} = +0,25q$$



$$W_p = E q_2 a$$

$$E = \frac{k q_1}{a^2}$$

$$W_p = \frac{k q_1 q_2}{a}$$

$$W_p = W_{p12} + W_{p23} + W_{p31} = \frac{k q_{1,3} q_2}{a} + \frac{k q_2 q_3}{a} + \frac{k q_{1,3} q_3}{a} =$$

$$= \frac{k}{a} (q_{1,3} q_2 + q_2 q_3 + q_{1,3} q_3) = \frac{9 \cdot 10^9}{a} (0,25q \cdot 0,5q + 0,5q \cdot 0,25q + 0,25q \cdot 0,25q) =$$

$$= \frac{2,8125 \cdot 10^9 q^2}{a} \text{ Дж}$$

Ответ: $\frac{2,81 \cdot 10^9 q^2}{a} \text{ Дж}$.

+

✍

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119416

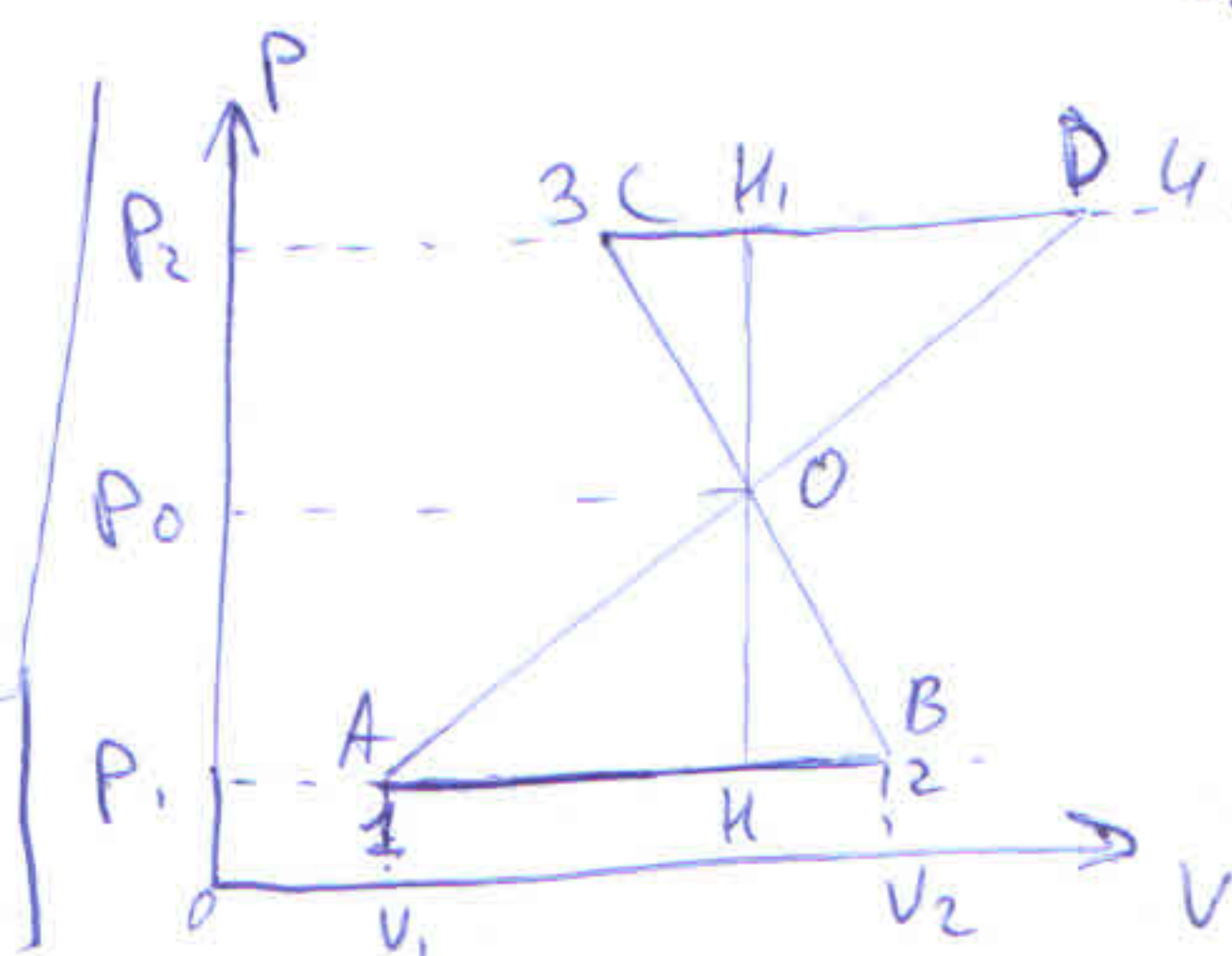
Шифр _____
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

~5

$$\begin{aligned} P_1 &= 10^5 \text{ Па} \\ P_0 &= 3 \cdot 10^5 \text{ Па} \\ P_2 &= 4 \cdot 10^5 \text{ Па} \\ V_2 - V_1 &= 10 \text{ м}^3 = 10^{-2} \text{ м}^3 \end{aligned}$$

A = ?



$$\begin{aligned} |A_{120}| &= S_{\Delta OAB} = \frac{OH \cdot AB}{2} = \\ &= \frac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} \end{aligned}$$

CD || OA V
AB || OA V

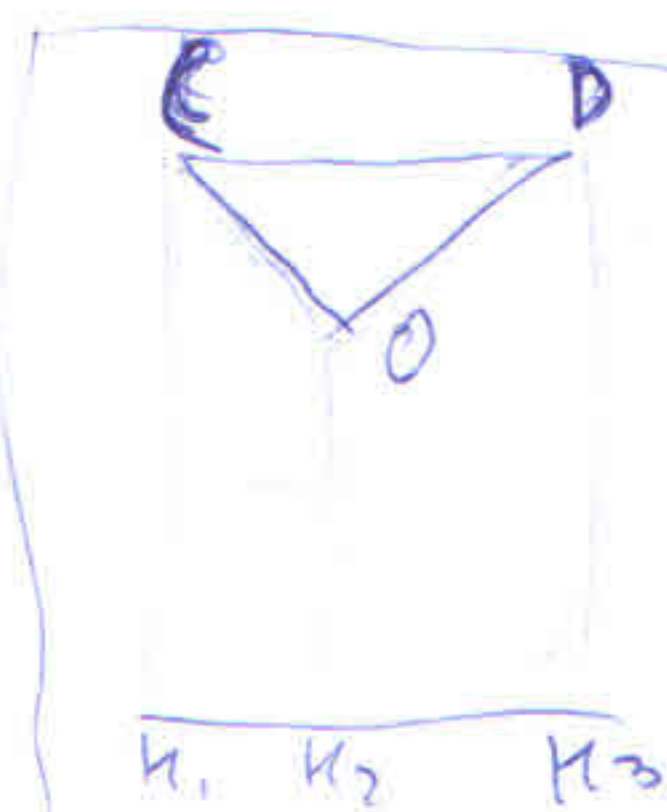
CD || AB
AD секущая $\Rightarrow \angle OAB = \angle CDO$

CD || AB
CB секущая $\Rightarrow \angle OCD = \angle OBA$

$$k = \frac{OH}{OH_1} = \frac{(P_0 - P_1)}{(P_2 - P_0)}$$

$$|A_{034}| = S_{\Delta OCD} = \frac{S_{\Delta OBA}}{k^2} = \frac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)(P_2 - P_1)^2}{2(P_0 - P_1)^2} = \frac{(V_2 - V_1)(P_2 - P_1)^2}{2(P_0 - P_1)}$$

$$A_{034} < 0$$



$$\begin{aligned} A &= S_{\Delta OH_1H_2H_3} + S_{\Delta OH_2H_3H_4} - S_{\Delta OH_1H_3H_4} \\ S_{\Delta OH_1H_3H_4} &> S_{\Delta OH_1H_2H_3} + S_{\Delta OH_2H_3H_4} \end{aligned}$$

Работа газа за цикл численно равна площади фигуры под графиком.

Док-во: разделим фигуру на части

и стремимся к бесконечности тогда на каждом участке описывается ~~каждый участок~~ $P \sim V$ при $P \propto V$

Для всей фигуры равносильно $P \sim V$.
 $P \sim V$ - площадь прямоугольника

Для всей фигуры - площадь ~~на~~ фигуры.

$$A = |A_{120}| - |A_{340}| = \frac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} - \frac{(V_2 - V_1)(P_2 - P_0)^2}{2(P_0 - P_1)} =$$

$$= \frac{(3 \cdot 10^5 \text{ Па} - 10^5 \text{ Па}) \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3}{2} - \frac{10^{-2} \text{ м}^3 (4 \cdot 10^5 \text{ Па} - 3 \cdot 10^5 \text{ Па})^2}{2 \cdot (3 \cdot 10^5 \text{ Па} - 10^5 \text{ Па})} = 450 \text{ Дж}$$

Ответ: 450 Дж. +

~ 4

$$\begin{aligned} g &= 9,84 \text{ м/с}^2 \\ m &= 1 \text{ кг} \\ h &= 5 \text{ м} \\ M &= 5 \text{ м} \\ v &= 6 \text{ м/с} \\ \Delta E &= ? \end{aligned}$$

Камень падает и его энергия уменьшается с mgh на $\frac{mv_{\text{из}}^2}{2}$,
а затем он падает в песок и вся его скорость рассеивается.
Так как падает камень вертикально вниз и его скорость
на 0 ~~равна 0~~.

По закону сохранения энергии:

$$E_1 = E_2 \quad mgh = \frac{mv_{\text{из}}^2}{2} \quad \frac{mv_{\text{из}}^2}{2} = Q$$

$$Q = mgh$$

Вся энергия камня переходит в тепло.



Коробка движется и ее энергия до падения камня
равна $E_1 = \frac{Mv^2}{2}$, после падения камня $E_2 = \frac{(M+m)v_2^2}{2}$ +

по закону сохранения энергии

$$E_1 = E_2$$

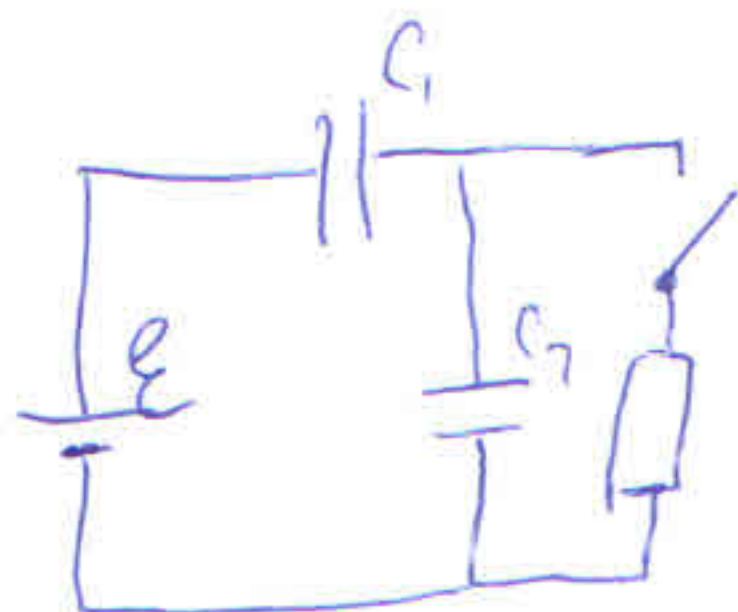
Энергия окружающего тела не меняется ~~так как~~
~~камень не действует на тело~~

результат $\Delta E = -Q = -mgh = -1 \text{ м} \cdot 5 \text{ м} \cdot 9,84 \text{ м/с}^2 = -49,35 \text{ Дж}$

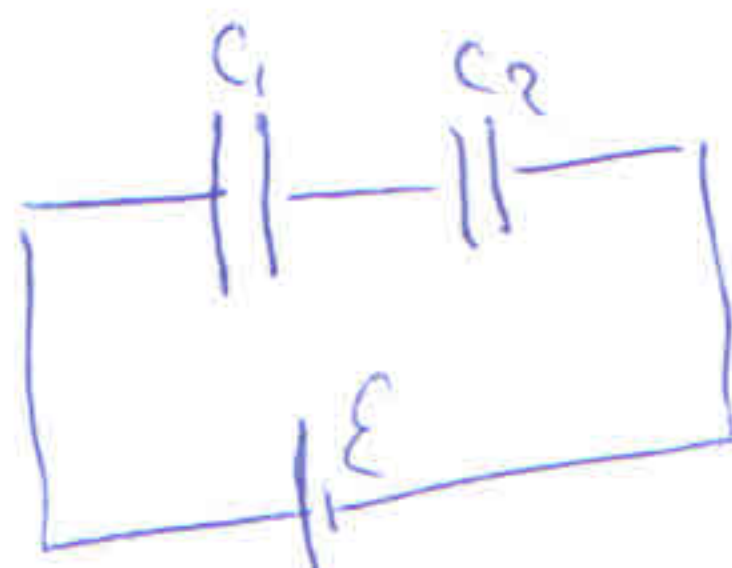
Ответ: уменьшается на $\Delta E = 49,35 \text{ Дж}$.

$$\begin{aligned} \mathcal{E} \\ C_1 = C \\ C_2 = 2C \end{aligned}$$

$$Q = ?$$



1)



$$q_1 = q_2 = q$$

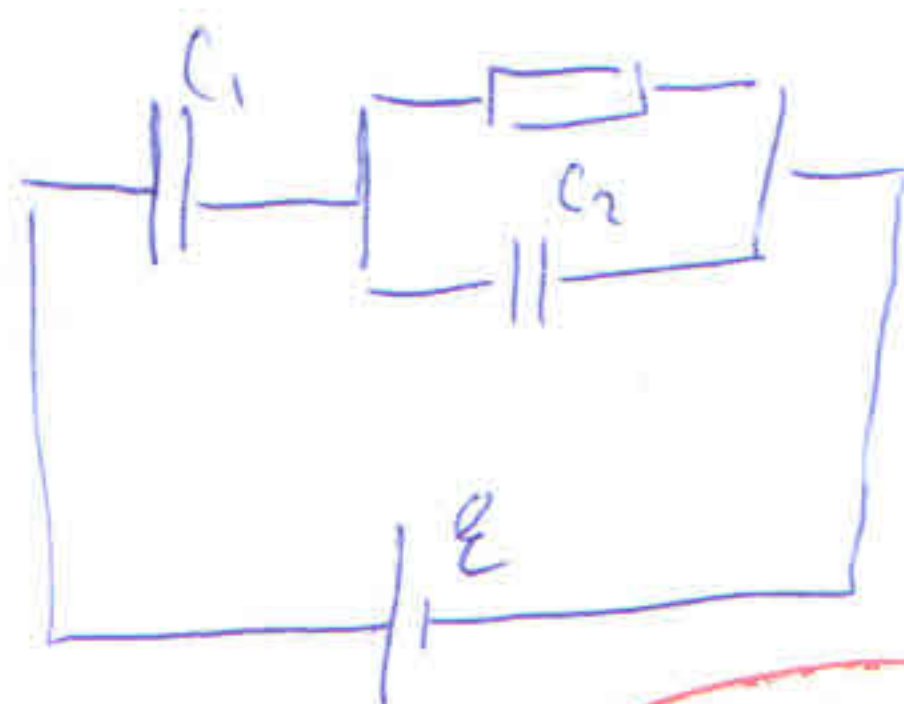
$$\frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{2C} = \mathcal{E}$$

$$\frac{2q + q}{2C} = \mathcal{E}$$

$$q = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$$

~ 8.

2)



конденсатор C_2 разрядится и начнет заряжаться.

вся его энергия перейдет в тепло.

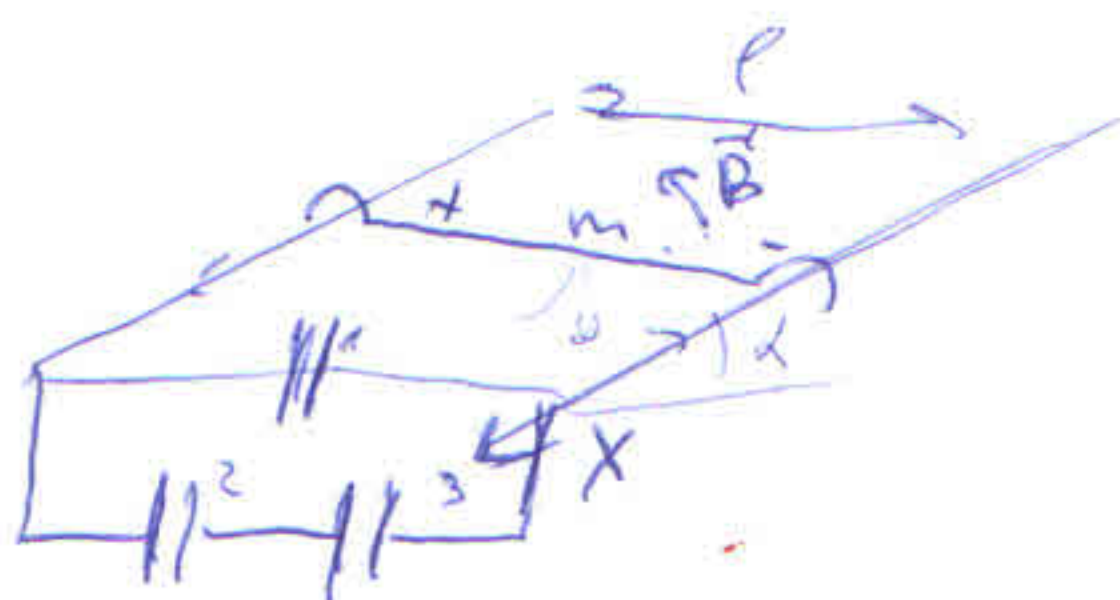
$$Q = W_2 = \frac{A_2}{2C} = \frac{4C^2\mathcal{E}^2}{92C} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{9}$$

Ответ: $\frac{2C\mathcal{E}^2}{9}$

$A = ?$

~ 10.

m
 α
 C
 B



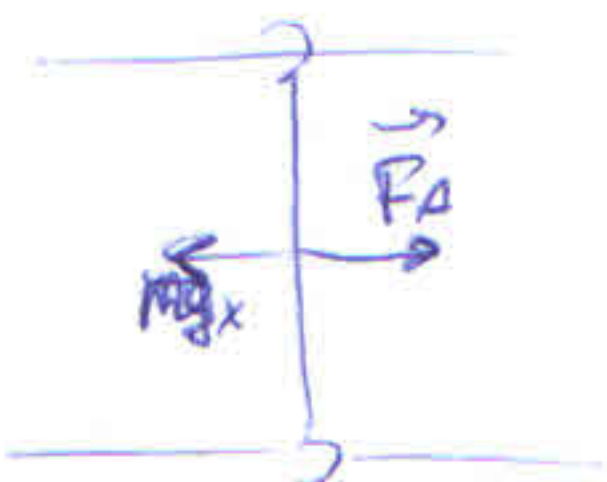
Батарей конденсаторов можно представить как 1 конденсатор емкостью которого равна:

$$C_{\text{об}} = C_1 + \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1} = C_2 + 0.5C = 1.5C$$

Переменная магнетизм и возникает $\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

$$|\mathcal{E}| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B S \sin \alpha}{\Delta t} = \frac{B l b \sin \alpha}{\Delta t}$$

Ка перемещение проводника магнитное поле.



$$F_A - mg_x = ma$$

$$B I b \sin \alpha - mg \sin \alpha = ma$$

$$B I b \sin \alpha - mg \sin \alpha = ma$$

$$a = \frac{B I b \sin \alpha - mg \sin \alpha}{m}$$

$$C = \frac{q}{\mathcal{E}}$$

$$q = C \mathcal{E} = \frac{B l b \sin \alpha}{\Delta t}$$

$$q = \frac{I}{\Delta t}$$

$$B l b \sin \alpha = I$$

$$a = \frac{B^2 b^2 l \sin \alpha - mg \sin \alpha}{m}$$

Ответ: $\frac{B^2 b^2 l \sin \alpha - mg \sin \alpha}{m}$