

АЧ КФ

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119298

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника КАРАСЕВ ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ

Город, № школы (образовательного учреждения) САМАРА, МБОУ СМАЛ

Регистрационный номер ШМ 2065

Вариант задания 4

Дата проведения " 19 " марта 20 17 г.

Подпись участника Кар

79 (семьдесят девять) б/р -

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119298

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

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант №

4

Задача 1.

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

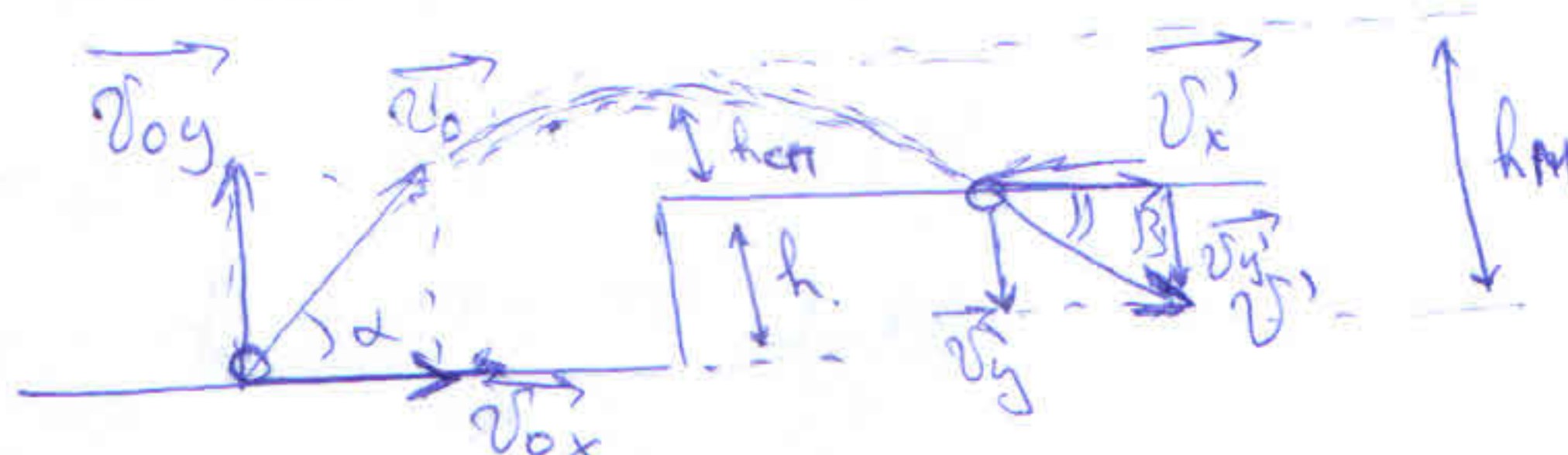
$$h = 8 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$\beta = ?$

+ 1,0
сш

Решение:



$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2} \text{ (м/с)}$$

$$v_x' = v_{0x} = 10\sqrt{2} \text{ (м/с)} \text{ (горизонтальная составляющая скорости не меняется)}$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha = 10\sqrt{2} \text{ (м/с)}$$

$$v_{0y} = g \cdot t_{\pi} \Rightarrow t_{\pi} = \frac{v_{0y}}{g} = \sqrt{2} \text{ (с)}$$

$$h_m = v_{0y} t_{\pi} - \frac{g t_{\pi}^2}{2} = 10\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} - \frac{10 \cdot 2}{2} = 10 \text{ (м)}$$

$$h_{\pi} = h_m - h = 10 - 8 = 2 \text{ (м)}$$

$$h_{\pi} = \frac{g t_{\pi}^2}{2} \Rightarrow t_{\pi} = \sqrt{\frac{2 h_{\pi}}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{10}} = \sqrt{0,4} \text{ (с)}$$

$$v_y' = g \cdot t_{\pi} = \sqrt{0,4} \cdot 10 = 10 \cdot \sqrt{0,4} \text{ (м/с)}$$

$$\tan \beta = \frac{v_y'}{v_x'} = \frac{10 \cdot \sqrt{0,4}}{10 \cdot \sqrt{2}} = \sqrt{0,2}$$

$$\beta = \arctg(\sqrt{0,2}) \approx 24,1^\circ$$

$$\text{Ответ: } \boxed{\beta \approx 24,1^\circ}$$

Задача 2. Дано:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$m_2 = 4 \text{ кг}$$

$$m_3 = 3 \text{ кг}$$

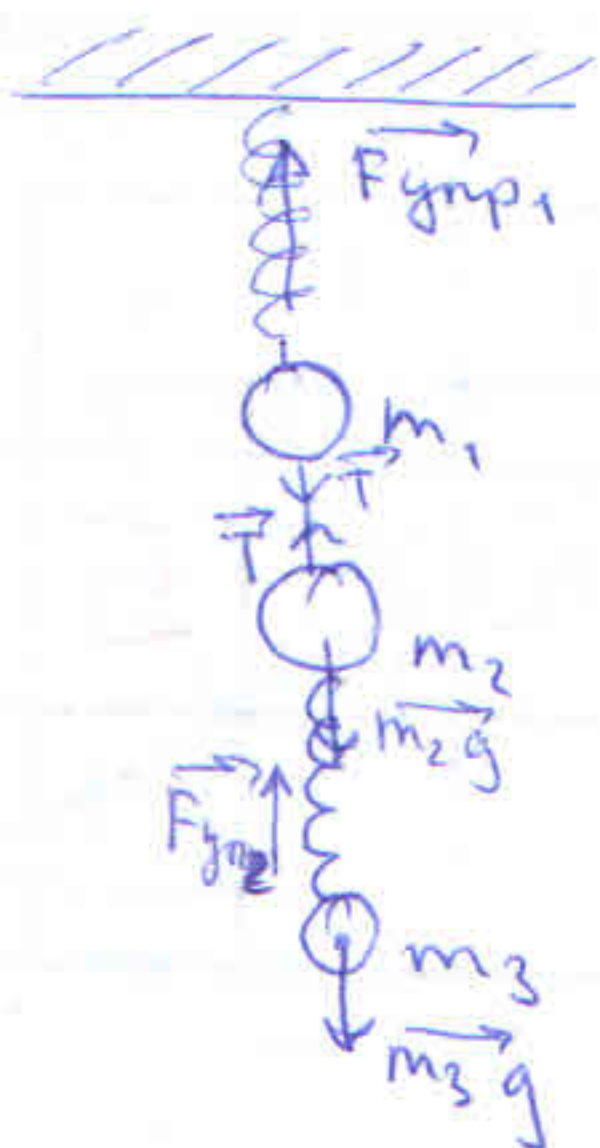
$$T = ?$$

$$|a_1| = ?$$

$$a_1 = ?$$

См

Решение:



$$\begin{cases} F_{\text{суп}1} = m_1 g + T \text{ (по II-у)} \\ T = m_2 g + F_{\text{суп}2} \\ F_{\text{суп}2} = m_3 g \end{cases}$$

Получаем:

$$T = (m_2 + m_3) \cdot g$$

$$F_{\text{суп}1} = (m_1 + m_2 + m_3) g$$

$$T = (3 \text{ кг} + 4 \text{ кг}) \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 70 \text{ Н}$$

Когда нити пережигают:

$$m_1 a_1 = F_{\text{суп}1} - m_1 g = (m_2 + m_3) \cdot g$$

$$|a_1| = \frac{(m_2 + m_3) \cdot g}{m_1} = 70 \text{ м/с}^2$$

ускорение a_1 направлено вверх, так как $F_{\text{суп}1} > m_1 g$

Ответ: $T = 70 \text{ Н}$; $|a_1| = 70 \text{ м/с}^2$; направлено вверх.

Задача 3. Дано:

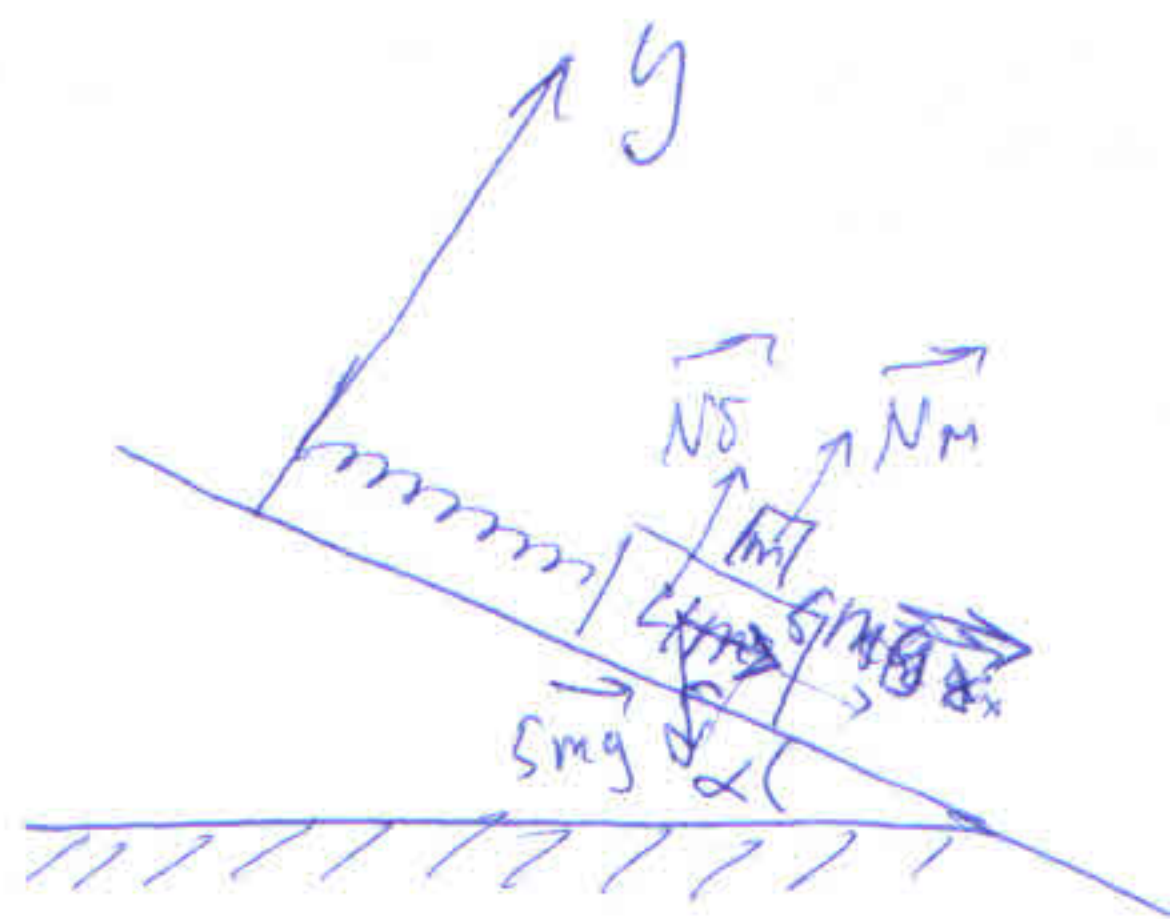
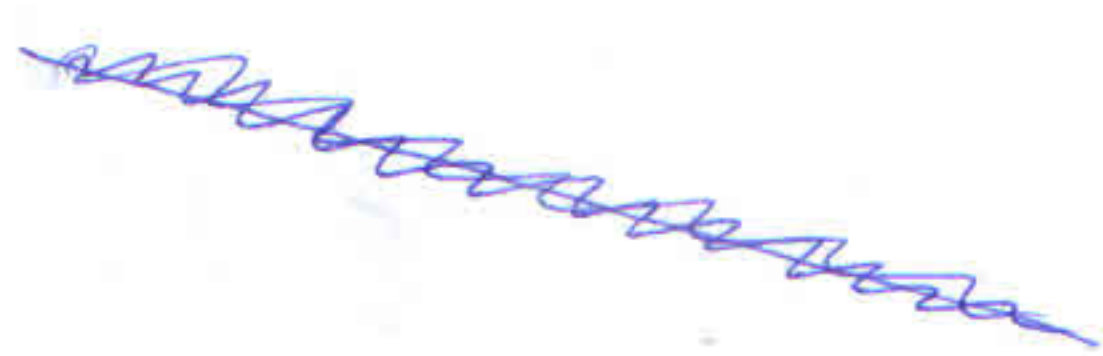
$$L; m; 4m;$$

$$k; x_m = A.$$

$$u = ?$$

См

Решение:



Максимальное ускорение у груза и шара будет тогда, когда они будут находиться в высшей точке или в нижней точке траектории.

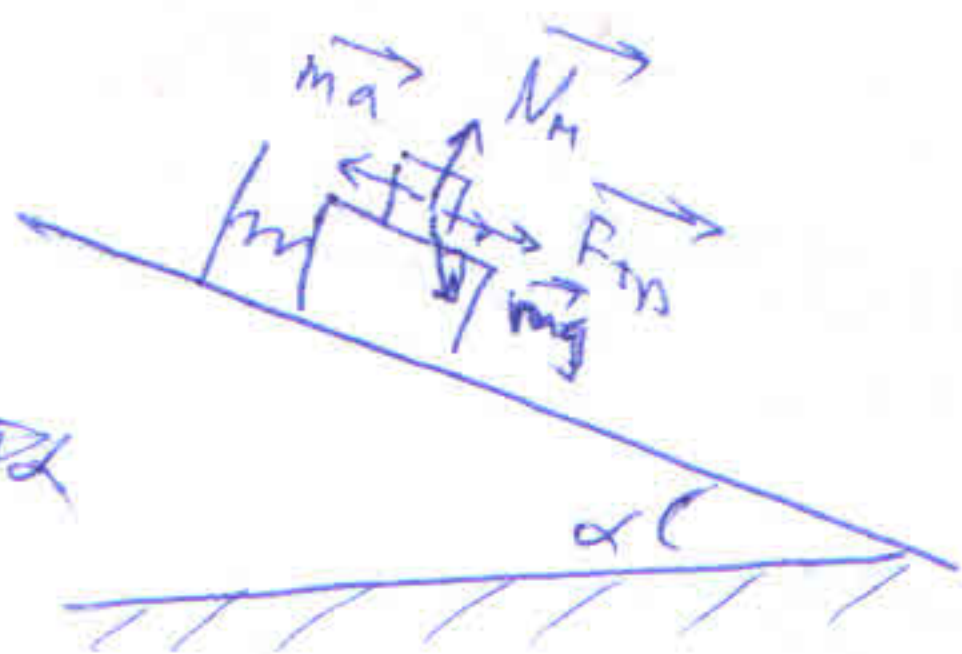
Рассмотрим ситуацию, когда груз находится в высшей точке:

по II-у закону Ньютона:

$$5m \cdot a_m = k \cdot x_m + 5mg_x = k \cdot A + 5mg \cdot \sin \alpha$$

$$a_m = \frac{k \cdot A}{5m} + g \cdot \sin \alpha$$

для камня: $ma_m \leq F_{тр} + mg \cdot \sin \alpha$



~~$\mu mg \cdot \cos \alpha \geq m(a_m - g \sin \alpha)$~~

не у нас равновесию геопроизводство

$\mu \cdot g \cdot \cos \alpha \geq \frac{kA}{sm} + g \sin \alpha - g \sin \alpha$

$\mu \geq \frac{kA}{smg \cos \alpha}$

Ответ: $\mu = \frac{kA}{smg \cos \alpha}$

Задача 4. Дано:

$m = 3 \text{ кг}$

$M = 9 \text{ кг}$

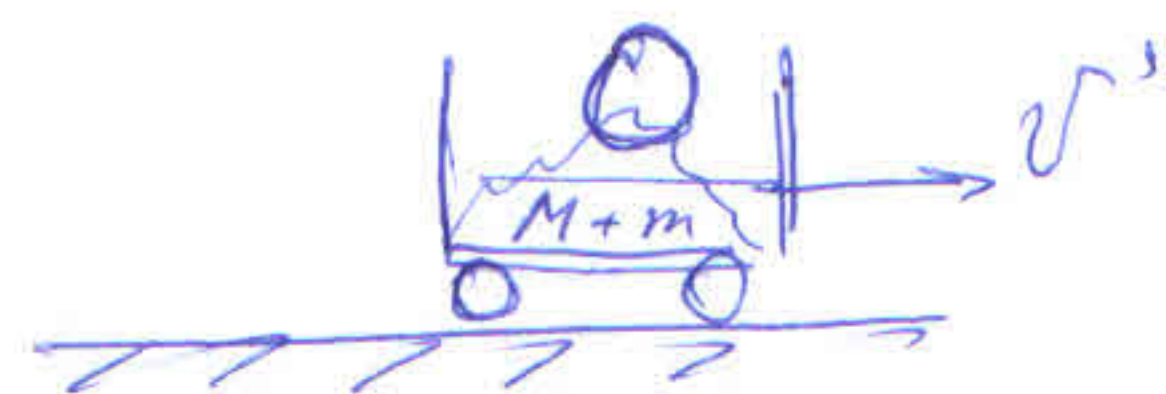
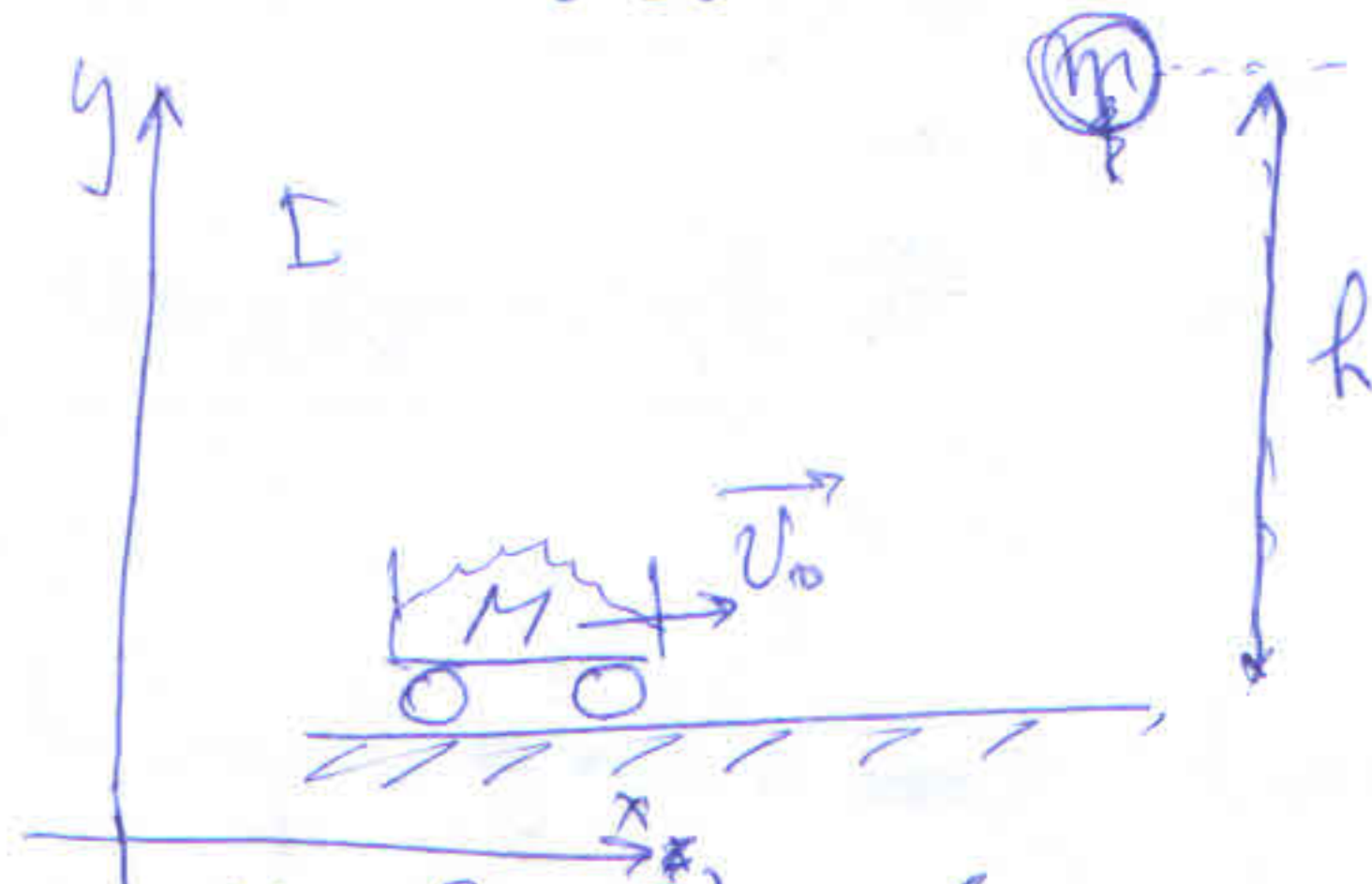
$h = 10 \text{ м}$

$v_0 = 4 \text{ м/с}$

$\Delta U = ?$

+ 1.0

Решение:



$\Delta U = E_0 - E'$ (по закону сохранения энергии)

$E_0 = mgh + M \frac{v_0^2}{2} = 3 \cdot 9.84 \cdot 10 + \frac{9 \cdot 16}{2} = 295.1 + 72 = 367.1 \text{ (Дж)}$

$E' = (M+m) \frac{v'^2}{2}$

по закону сохранения импульса:

ОХ: $Mv_0 = (M+m)v'$

А вдоль оси ОУ закон сопр. импульса не выполняется, так как удар камня об песок - неупругий.

$v' = \frac{Mv_0}{M+m} = \frac{9 \cdot 4}{12} = 3 \text{ (м/с)}$

$E' = 12 \cdot \frac{9}{2} = 54 \text{ (Дж)}$

$\Delta U = 367.1 - 54 = 313.1 \text{ (Дж)}$ Ответ: 313.1 Дж

Задача 5.

Дано:

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$P_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_2 = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

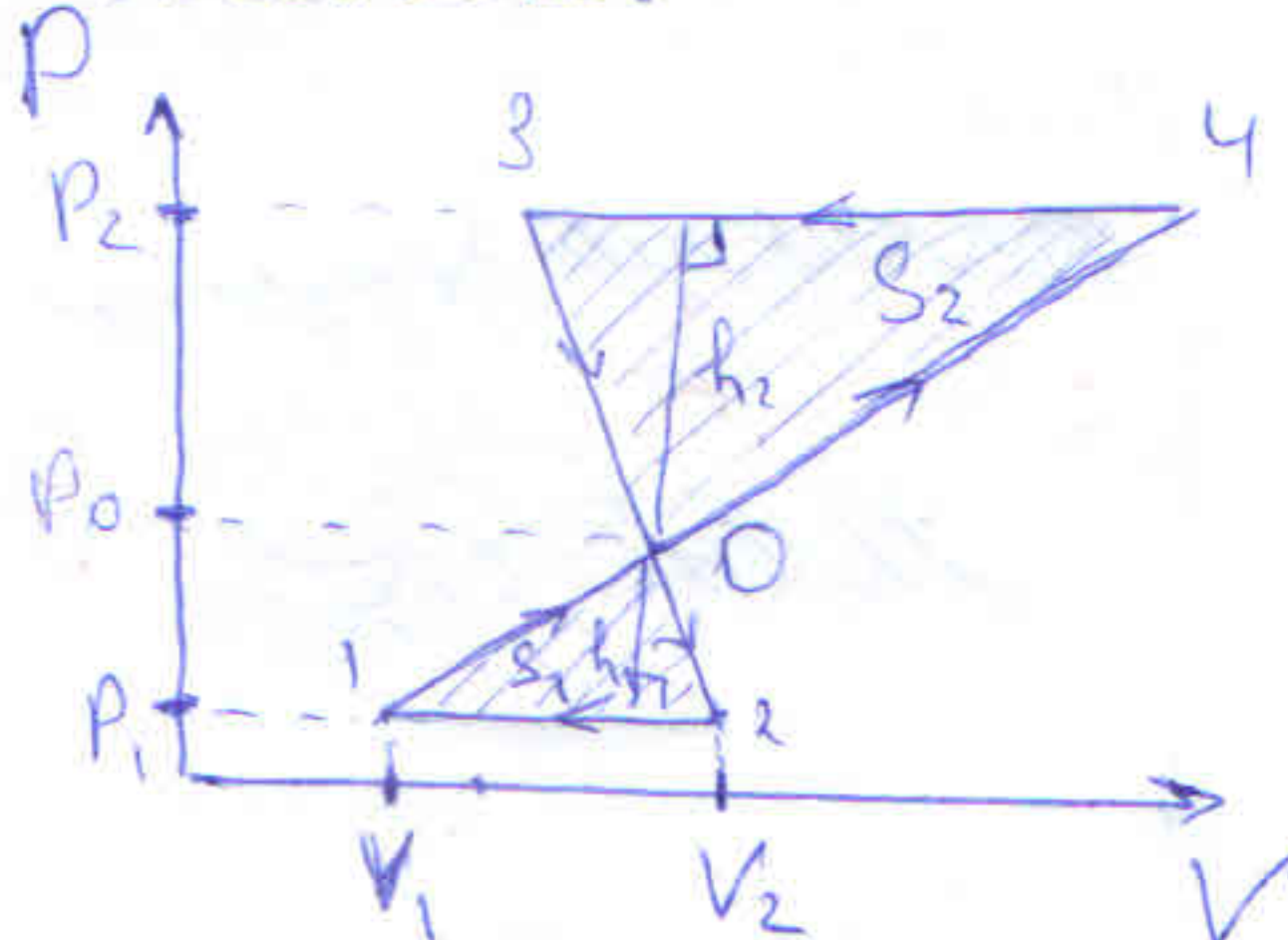
$$V_2 - V_1 = 6 \text{ л} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

A = ?

+ 0,75

CU

Решение:



$$A = S_{\text{под кривой}}$$

$$\Delta 012 \sim \Delta 043 \text{ (max как } 34 \parallel 12)$$

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^2$$

$$h_1 = P_0 - P_1 \quad S_1 = \frac{(V_2 - V_1) \cdot h_1}{2} = \frac{(V_2 - V_1) \cdot (P_0 - P_1)}{2}$$

$$h_2 = P_2 - P_0$$

$$S_1 = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5}{2} = 600 \text{ Дж}$$

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{3 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^5} = \frac{3}{2}$$

$$S_2 = S_1 \cdot \left(\frac{3}{2} \right)^2 = 600 \cdot \frac{9}{4} = 1350 \text{ Дж}$$

$$A = S = S_1 + S_2 = 1350 \text{ Дж} + 600 \text{ Дж} = 1950 \text{ Дж}$$

Ответ: A = 1950 Дж.

Задача 4.

+ 1,0

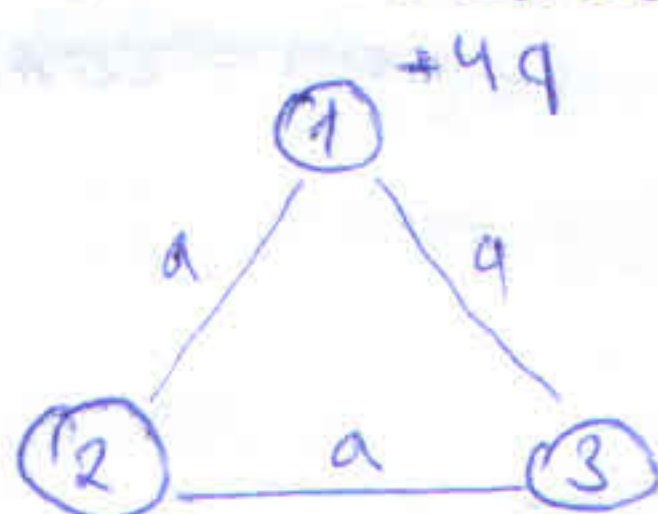
Дано:

$$q; 4q$$

W_n - ?

CU

Решение:



При соединении двух шариков проводником заряд распределяется поровну на концы.

при ~~соединении~~ соединении ① и ②: $q_1 = q_2 = \frac{4q}{2} = 2q$

при соединении ① и ③: $q_1' = q_3 = \frac{2q}{2} = q$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

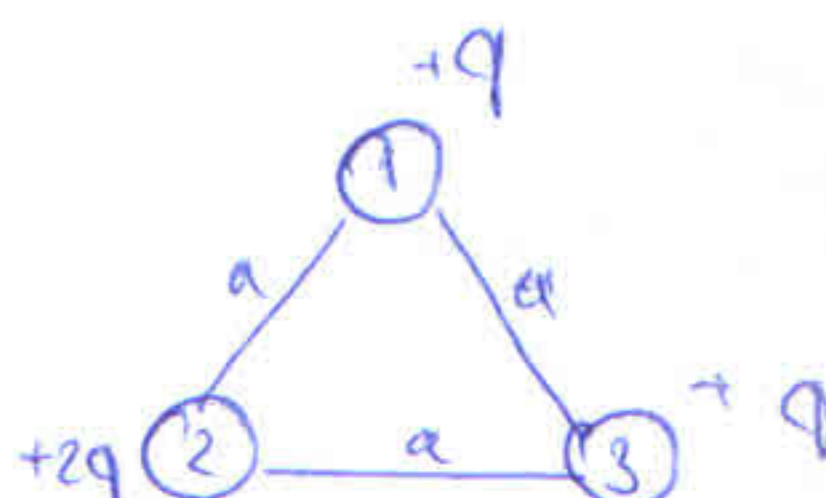
119298

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

В итоге получается:



$$W_{\pi} = W_{12} + W_{13} + W_{23} = \frac{k \cdot 2q^2}{a} + \frac{k \cdot q^2}{a} + \frac{k \cdot 2q^2}{a} = \frac{5kq^2}{a}$$

$$= \frac{5q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$$

Ответ: $W_{\pi} = \frac{5q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$

Задача 8.

Дано:

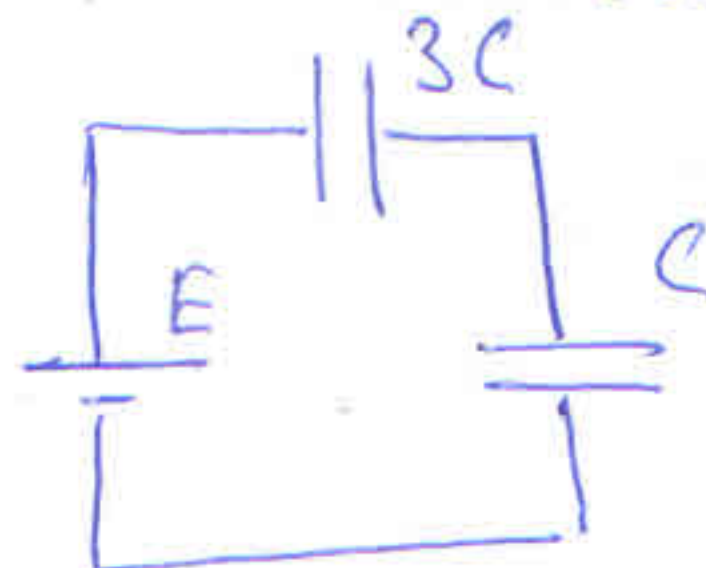
$C; E$

$Q_{12} = ?$

\pm 0.5
u

Решение:

1)



$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{3C} + \frac{1}{C}$$

(так как они соединены последовательно)

$$C_{\text{общ}} = \frac{3}{4}C$$

$$W_0 = \frac{C_{\text{общ}} \cdot E^2}{2} = \frac{3CE^2}{8} = \frac{12CE^2}{32}$$

$$C = \frac{q}{u}$$

~~Вспомогательные~~

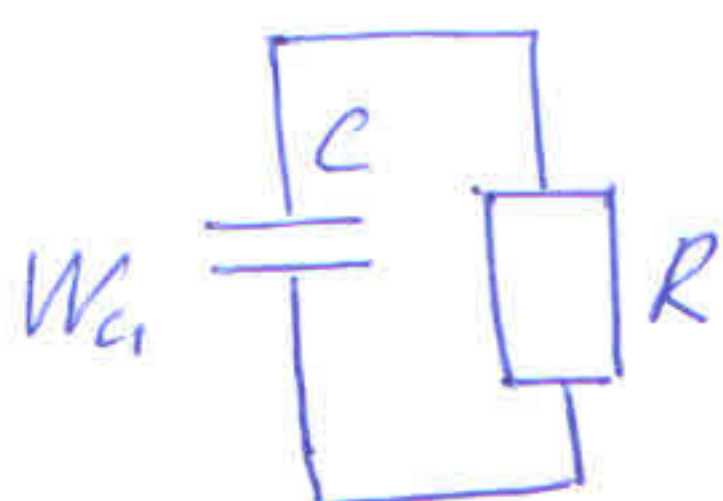
$$U_1 = \frac{q}{C} \quad U_2 = \frac{q}{3C}$$

$$E = U_1 + U_2 = \frac{4q}{3C}$$

$$Q = \frac{3CE}{4}$$

$$W_{el} = \frac{q^2}{2C} = \frac{9C^2E^2}{32C} = \frac{9CE^2}{32}$$

2)



Энергия, выделяющаяся на резисторе будет равной начальной энергии конденсатора C .

Неверно

$$Q = W_{el} = \frac{9}{3} CE^2$$

$$Q \approx 0,281 CE^2$$

Ответ: $Q \approx 0,281 \cdot CE^2$

Задача 9.

Дано:

$$C = 2 \cdot 10^{-5} \text{ фФ}$$

$$L = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

$$q_m = 10^{-8} \text{ Кл}$$

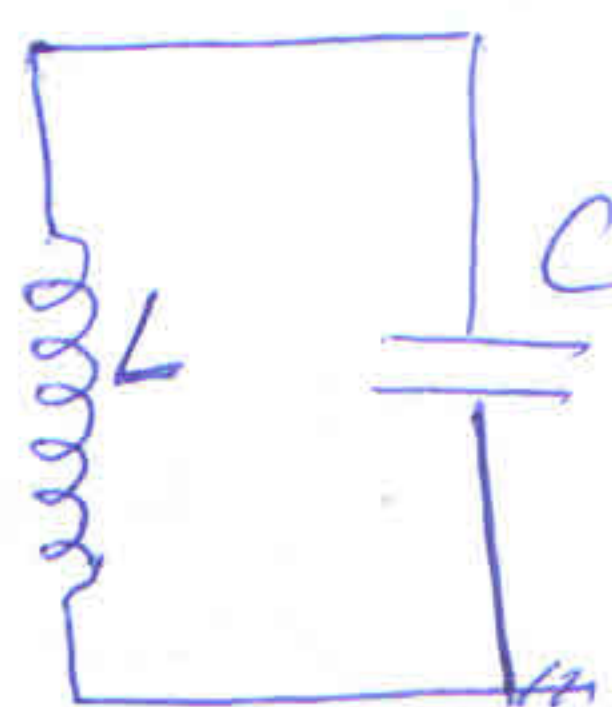
$$q_1 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$I_1 = ?$

+ (1,0)

СИ

Решение:



$$W_0 = \frac{q_m^2}{2C} = \frac{10^{-16} \text{ Кл}^2}{4 \cdot 10^{-5} \text{ фФ}^2} \cdot \frac{1}{4}$$

$$W_0 = \frac{LI_1^2}{2} + \frac{q_1^2}{2C} \quad (\text{по закон. сохр. энергии})$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{2W_0 - q_1^2/C}{L}}$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{2W_0 - \frac{q_1^2}{C}}{L}}$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{0,5 \cdot 10^{-13} - \frac{36 \cdot 10^{-18}}{2 \cdot 10^{-5}}}{4,5 \cdot 10^{-3}}}$$

$$= \sqrt{\frac{(50 - 18) \cdot 10^{-13}}{4,5 \cdot 10^{-3}}}$$

$$= \sqrt{4,11 \cdot 10^{-10}} = 2,64 \cdot 10^{-5}$$

Ответ: $I_1 = 2,64 \cdot 10^{-5} \text{ (A)}$

Задача 6.

Дано:

$$\text{КПД} = \eta$$

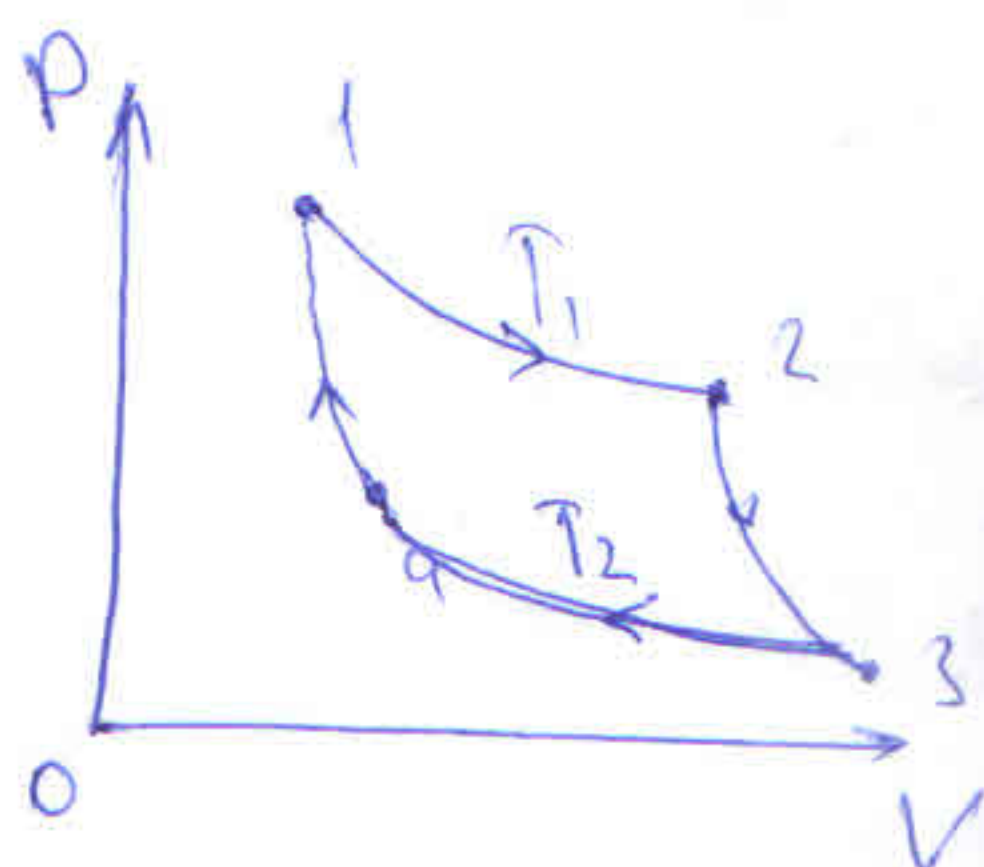
$$A_{23} = A$$

$$T_x = ?$$

или

+10

Решение:



$$T_H = T_1 ; T_x = T_2$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H} = \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

в процессе 2-3 : $Q = 0$ (адиабатический процесс).

$$A = \frac{3}{2} R (T_H - T_x) = \frac{3}{2} R (T_H - T_x)$$

$$T_H - T_x = \frac{2A}{3R}$$

$$T_H = \frac{2A}{3R} + T_x$$

$$T_H - T_x = \eta \cdot T_H$$

$$T_x = T_H (1 - \eta)$$

$$T_x = \left(\frac{2A}{3R} + T_x \right) \cdot (1 - \eta)$$

$$\cancel{T_x} = \frac{2A}{3R} - \frac{2A\eta}{3R} + \cancel{T_x} - T_x \cdot \eta$$

$$T_x = \frac{2A(1-\eta)}{3R \cdot \eta}$$

Ответ: $T_x = \frac{2A(1-\eta)}{3R \cdot \eta}$

Задача 10.

Дано:

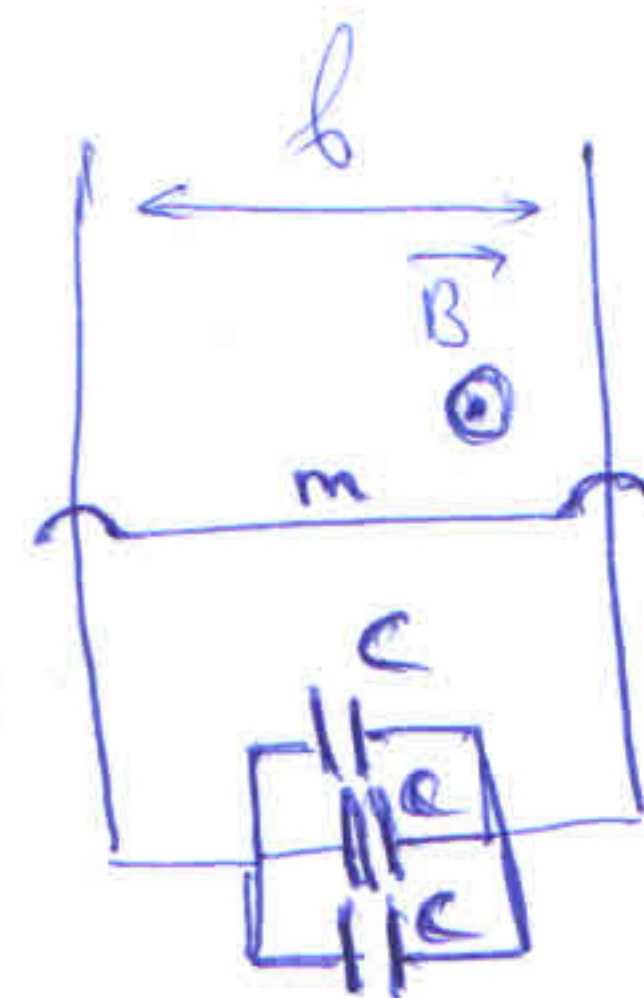
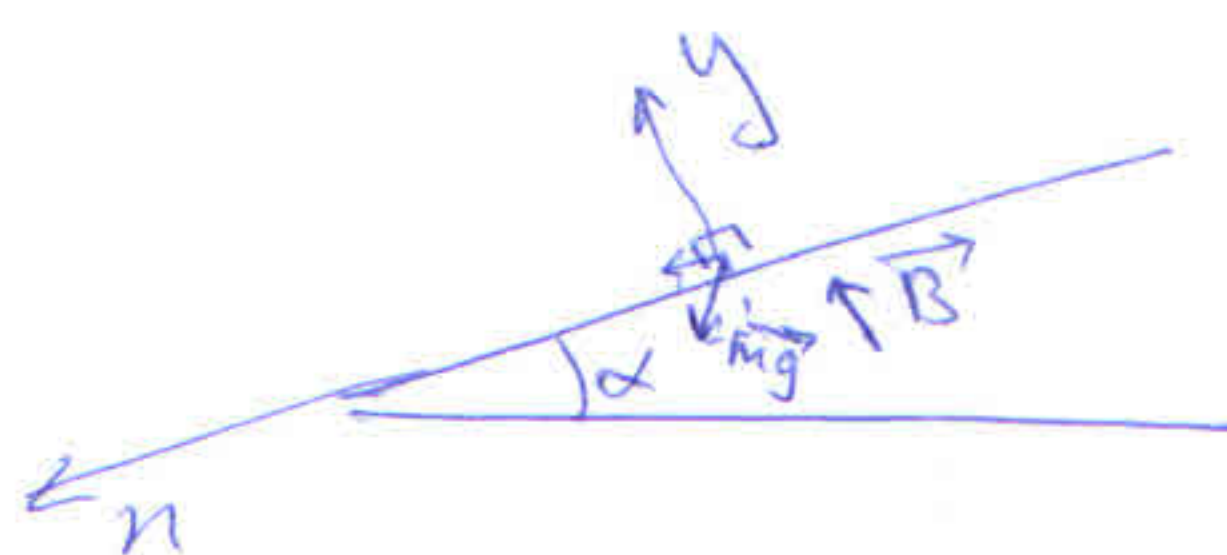
$l; b; m; C;$

$B;$

$a = ?$

И

Решение:



$$C_{\text{общ}} = C + C + C = 3C$$

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

$$F_A = I \cdot B \cdot b$$

$$\beta = \angle (\vec{B}; \vec{l}) = 90^\circ$$

$$l = b$$



Но так как в цепи батареи состоит из конденсаторов \Rightarrow

\Rightarrow ток в цепи будет $\frac{I}{2}$ будет течь в одну сторону и $\frac{I}{2}$ в другую (так как через $\frac{I}{2}$ конденсатор не проходит).

перемычка будет казаться \Leftarrow проводником

из-за разного направления сил АМПЕРА.

(из-за разного направления сил тока)

При касании перемычки ~~давление~~ ^{давление} на амплитудное значение от положения равновесия не превышает.

Поэтому перемычка будет перемещаться за счет сил тяжести. \Rightarrow ускорение перемычки $a = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{m} = g \cdot \sin \alpha$

Ответ: $a = g \cdot \sin \alpha$.