

119334

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика  
(наименование дисциплины)


Фамилия И. О. участника Благова Татьяна Владиславовна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва Школа №315

Регистрационный номер ШМ 0063

Вариант задания 3

Дата проведения “ 19 ” марта 20 17 г.

Подпись участника 



64 (шестьдесят четыре)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119334

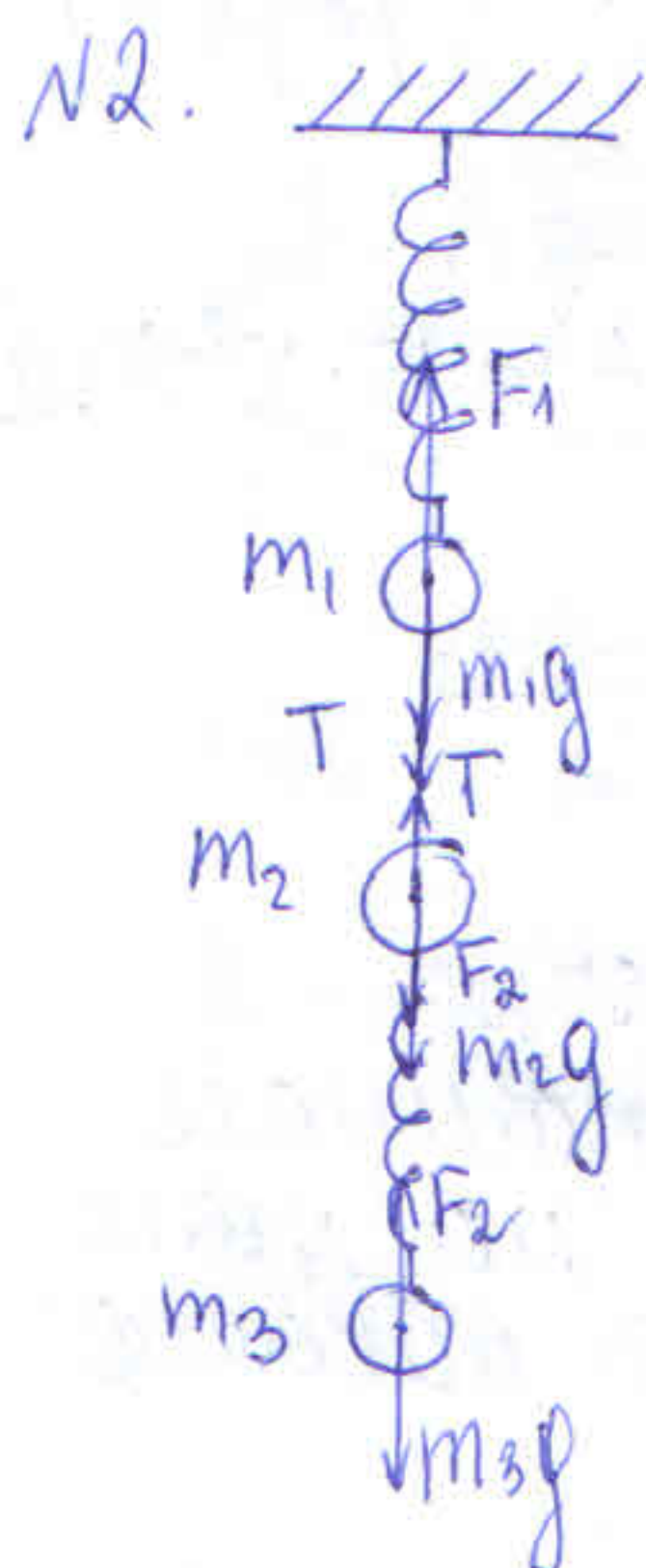
119334

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

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3



$$\begin{aligned} m_1 &= 2 \text{ кг} \\ m_2 &= 5 \text{ кг} \\ m_3 &= 1 \text{ кг} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} F_1 = m_1 g + T & (\text{II З.Н.}) \\ T = F_2 + m_2 a & (\text{II З.Н.}) \\ F_2 = m_3 g & (\text{I З.Н.}) \end{cases}$$

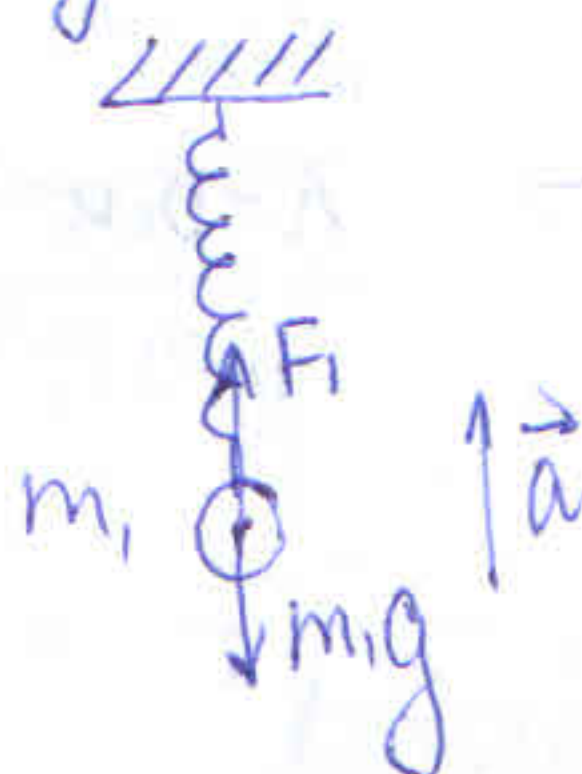
a) T-?

б) a-?

$$T = m_3 g + m_2 a$$

$$T = g(m_2 + m_3) = 9,87(5 + 1) = 59,22$$

б)



$$m_1 a = F_1 - m_1 g \quad (\text{II З.Н.})$$

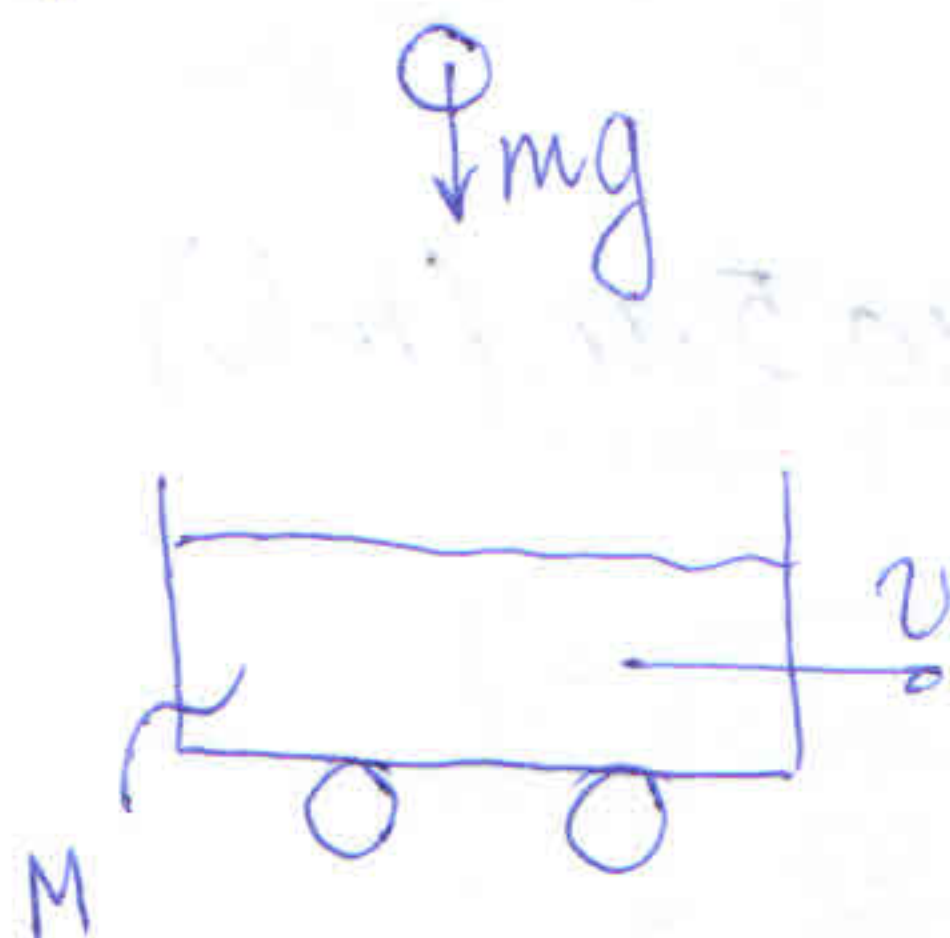
$$a = \frac{F_1 - m_1 g}{m_1} = \frac{m_1 g + T - m_1 g}{m_1} =$$

$$= \frac{(m_2 + m_3)g}{m_1} = \frac{59,22}{2} =$$

$$= 29,61 \text{ м/с}^2 \approx 30 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $T = g(m_2 + m_3) = 59,22 \text{ Н}$ ;  $a = \frac{(m_2 + m_3)g}{m_1} \approx 30 \text{ м/с}^2$  и напр. вверх.

N4.



$$h = 20 \text{ м}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$M = 10 \text{ кг}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

Q-?

$$mgh + \frac{Mv^2}{2} = \frac{(m+M)u^2}{2} + Q \quad (\text{Закон сохранения энергии})$$

З.Н. (закон сохранения импульса):

$$Mv = (m+M)u \Rightarrow u = \frac{Mv}{M+m}$$

$$Q = mgh + \frac{Mv^2}{2} - \frac{(m+M)M^2v^2}{2(M+m)^2}$$

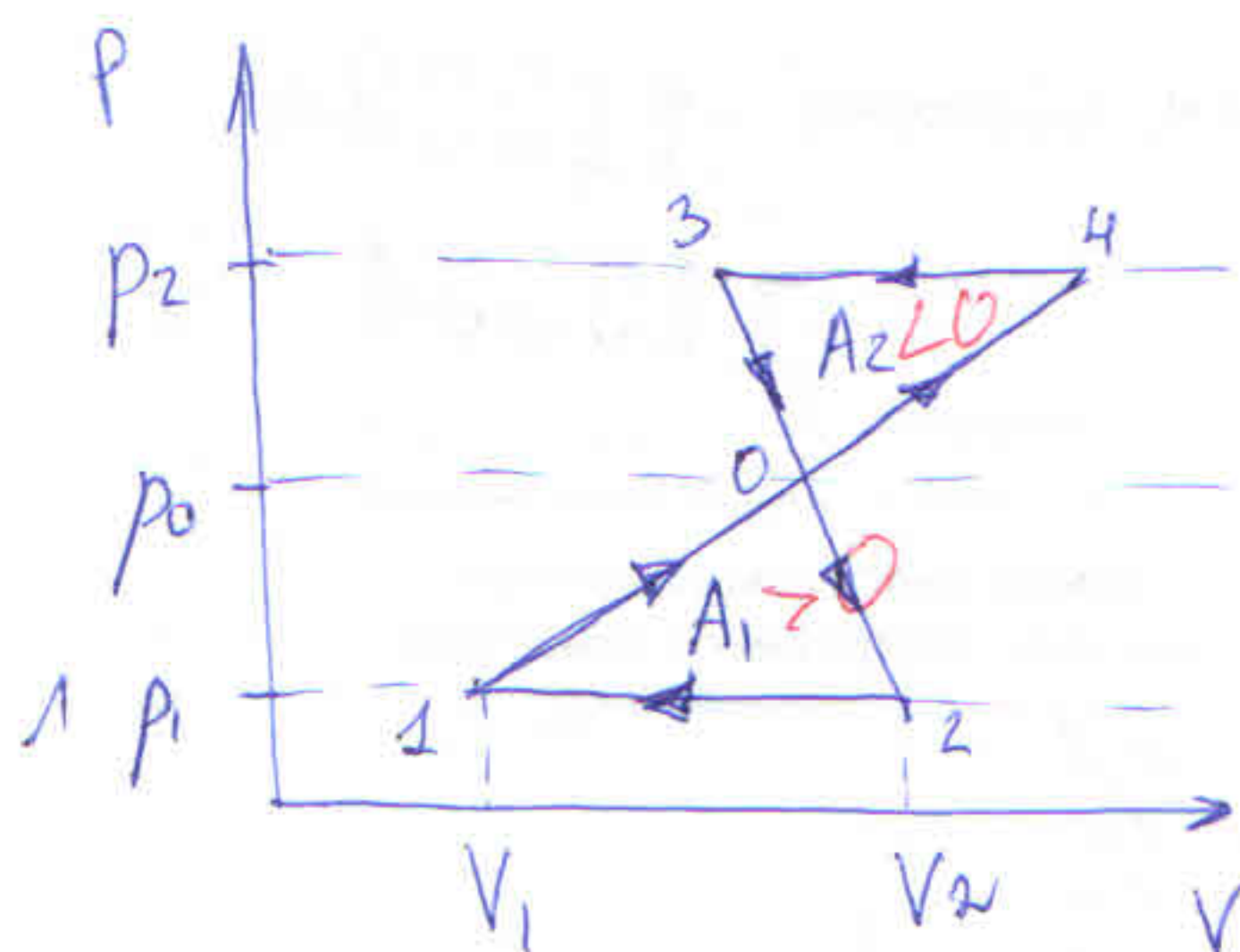
$$= mgh + \frac{Mv^2}{2} - \frac{M^2v^2}{2(M+m)} = 2 \cdot 9,87 \cdot 20 + \frac{10 \cdot 36}{2} - \frac{100 \cdot 36}{2 \cdot 12} =$$

$$= 400 + 180 - 150 = 430 \approx 395 + 180 - 150 \approx 425$$

Ответ: 425 Дж



№ 5.



Цикл 1-4-3-2-1

$$\begin{aligned} p_1 &= 2 \cdot 10^5 \text{ Па} \\ p_0 &= 3 \cdot 10^5 \text{ Па} \\ p_2 &= 5 \cdot 10^5 \text{ Па} \\ V_2 - V_1 &= 6 \text{ м} \end{aligned}$$

$A_y = ?$

$$A_y = A_1 + A_2$$

$\Delta 340 \sim \Delta 210$  (подобие  $\Delta$  по 2-ым углам)

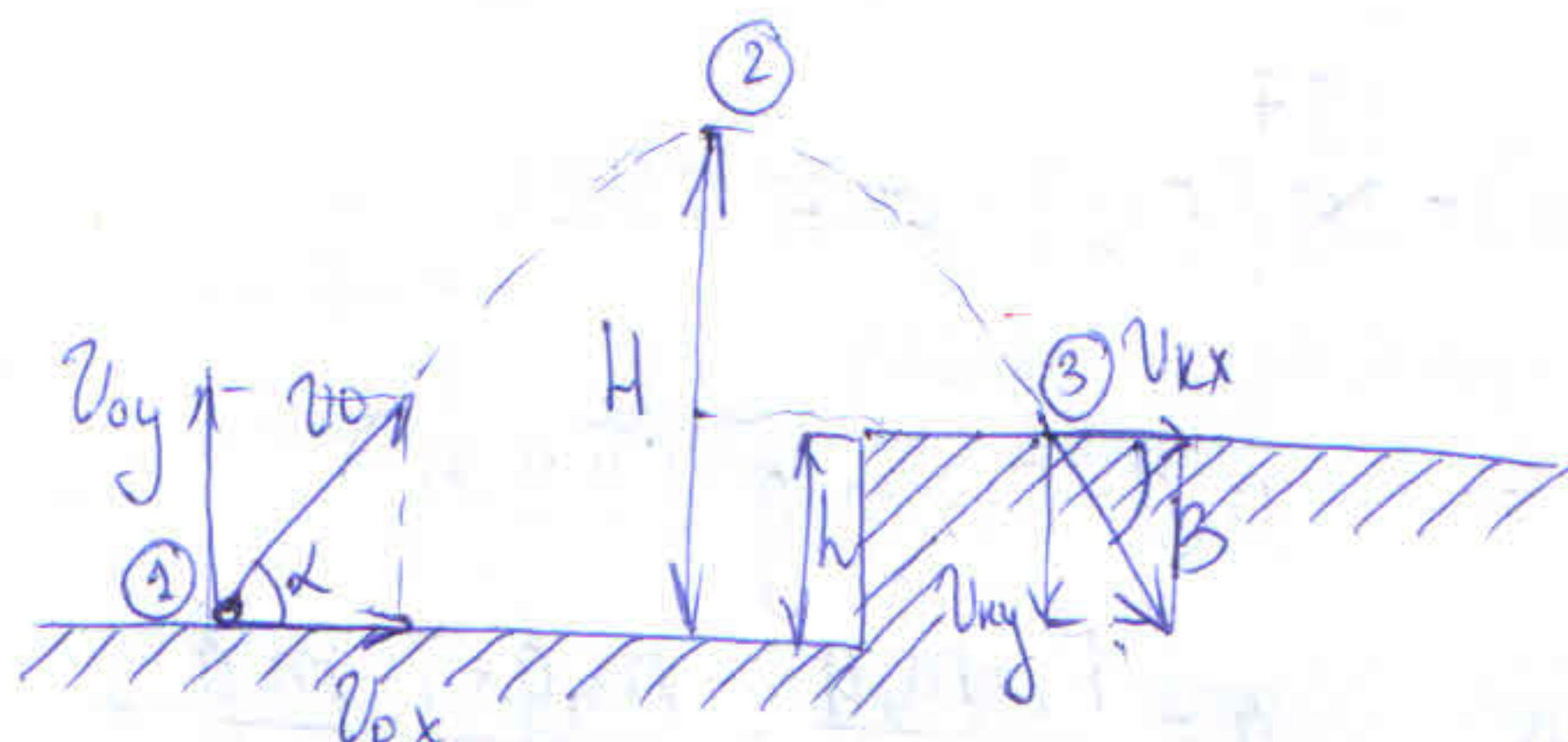
$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{(p_0 - p_1)^2}{(p_2 - p_0)^2} \Rightarrow A_1 = A_2 \left( \frac{p_0 - p_1}{p_2 - p_0} \right)^2$$

$$A_y = A_1 + A_2 = A_2 \left( 1 + \left( \frac{p_0 - p_1}{p_2 - p_0} \right)^2 \right) = A_1 + A_1 \left( \frac{p_2 - p_0}{p_0 - p_1} \right)^2 = A_1 \left( 1 + \left( \frac{p_2 - p_0}{p_0 - p_1} \right)^2 \right)$$

$$A_1 = (V_2 - V_1) \cdot \frac{1}{2} \cdot (p_0 - p_1)$$

$$A_y = \frac{(p_0 - p_1)(V_2 - V_1)}{2} \left( 1 + \frac{(p_2 - p_0)^2}{(p_0 - p_1)^2} \right) = \frac{10^2 \cdot 63}{2 \cdot 10^5} \left( 1 + \frac{(2 \cdot 10^5)^2}{(1 \cdot 10^5)^2} \right) = 3 \cdot 10^2 (1 + 4) = 15 \cdot 10^2 \text{ Н}$$

№ 1



$$\begin{aligned} v_0 &= 20 \text{ м/с} \\ \alpha &= 45^\circ \\ h &= 5 \text{ м} \\ p &= ? \end{aligned} \quad \left| \begin{aligned} v_{0x} &= v_{kx} = \text{const} \\ (\text{т.к. в горизонтальном направлении на тело не действуют никакие силы}) \end{aligned} \right.$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

из ① в ②:

$$\begin{cases} v_2 = v_{0y} - gt_1; & 0 = v_0 \sin \alpha - gt_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \\ H = v_{0y} t_1 - \frac{gt_1^2}{2}; & H = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \end{cases}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{20^2 \cdot 2}{4 \cdot 2 \cdot 10} = \frac{400}{40} = 10 \text{ м}$$

Значит из ② в ③ тело по вертикали прошло 5 м. (H-h)

$$t_{pB} = \frac{v_{ky}}{v_{kx}}$$

$$v_{kx} = v_{0x} = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2}$$

$$v_{ky} = gt_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_{ky}}{g}$$

$$H - h = \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow 5 = \frac{g v_{ky}^2}{g^2 \cdot 2}; \quad v_{ky}^2 = 5 \cdot 2g = 100$$

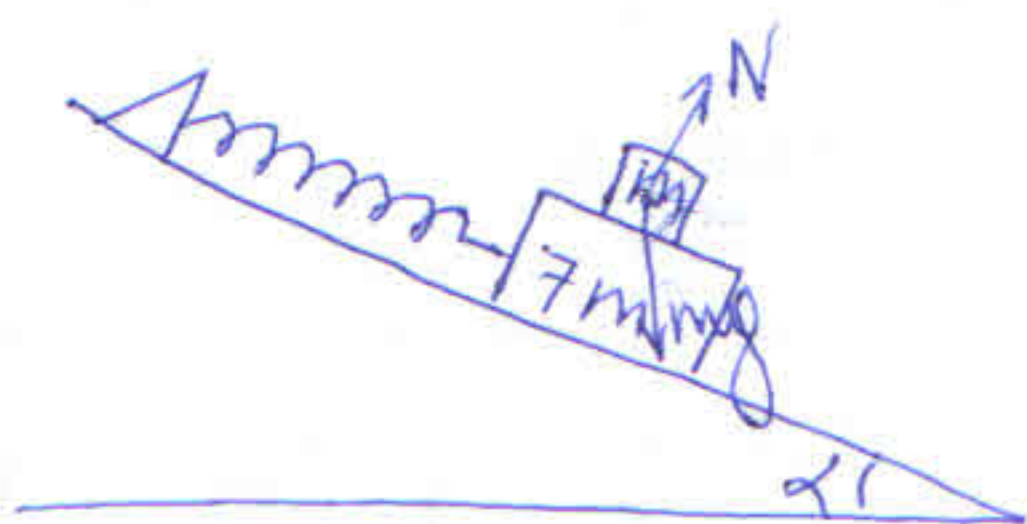
$$v_{ky} = 10 \text{ м/с}$$

$$t_{pB} = \frac{10}{10\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow p = v_{kx} t_{pB} = 10 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}}$$

$$p_{\text{верт}} = p = \frac{10}{\sqrt{2}}$$



N3



$d; m; 7m; A$   
 $\mu_{\min} = ?$

~~$F_{\text{tp}} = mg \sin \alpha$~~   
 ~~$F_{\text{tp}} = \mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$~~   
 ~~$\mu N =$~~

$\mu N + mg \sin \alpha = ma \quad (\text{I 3.A.})$   
 $N = mg \cos \alpha$

$-mg \sin \alpha + \mu N = ma \quad (2 \text{ g.H.})$   
 $\omega = \sqrt{\frac{k}{8m}}$

$x = A \cos(\omega t)$

$x'' = -A \cos(\omega t) \cdot \omega^2$

$a_{\max} = A \omega^2 = A \cdot \frac{k}{8m} = \frac{Ak}{8m} \quad (\cos(\omega t) = -1)$

$\mu_{\max} = \frac{ma_{\max} + mg \sin \alpha}{N}$

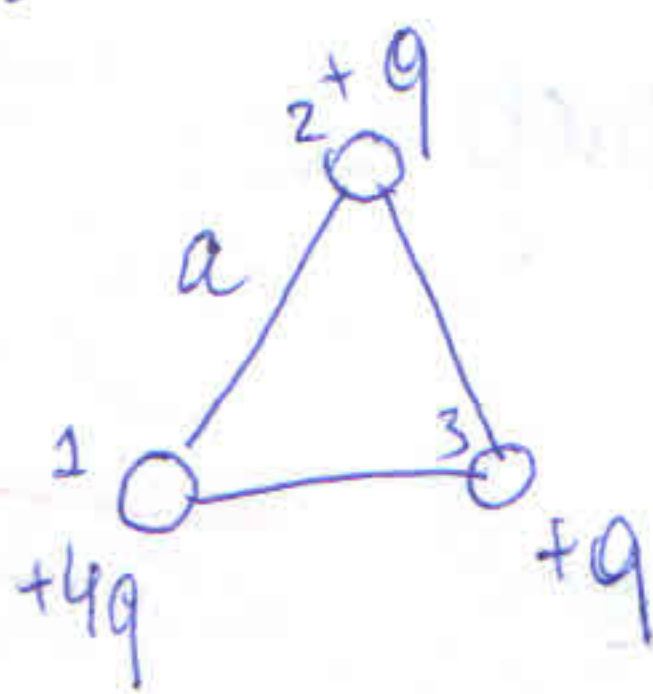
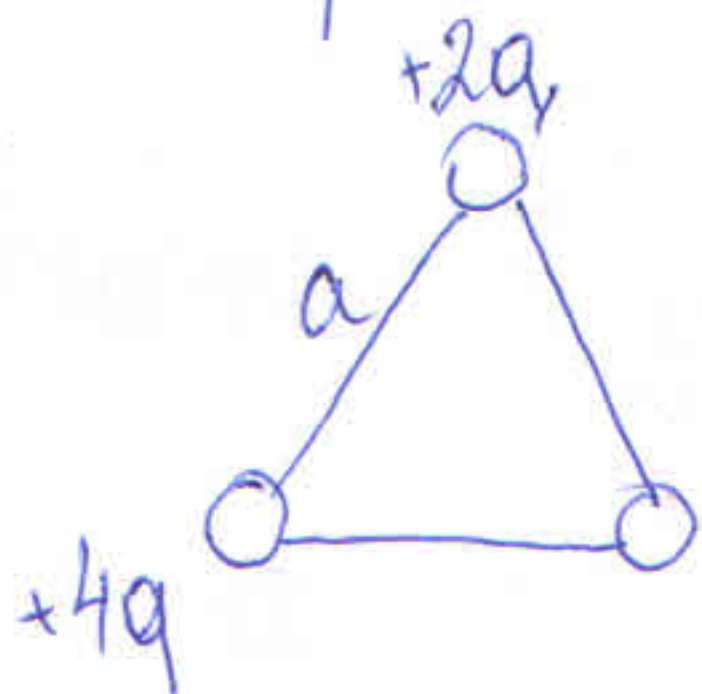
$N = mg \cos \alpha$

~~$\mu_{\max} = \frac{m \cdot Ak}{8m \cdot mg \cos \alpha} = \frac{Ak}{8mg \cos \alpha}$~~

$\mu_{\max} = \frac{m \cdot \frac{Ak}{8m} + mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \frac{Ak + 8mg \sin \alpha}{8mg \cos \alpha}$

Ответ:  $\mu_{\max} = \frac{Ak + 8mg \sin \alpha}{8mg \cos \alpha}$

N7



$W_n = q \cdot q$

$\varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$

(по принципу суперпозиции потенциалов)

$\varphi_2 = \frac{4q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{5q}{4\pi\epsilon_0 a}$

$\varphi_2 = \varphi_3$

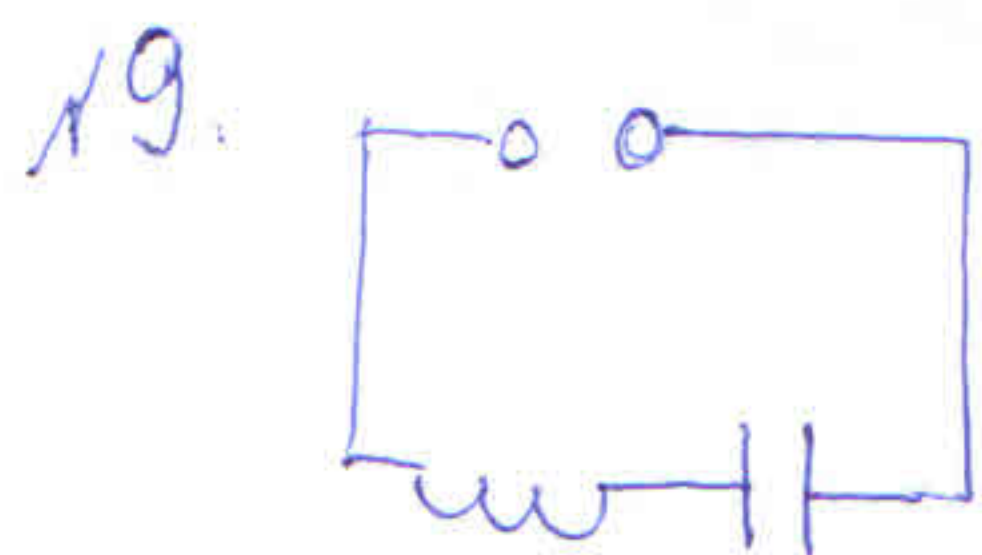
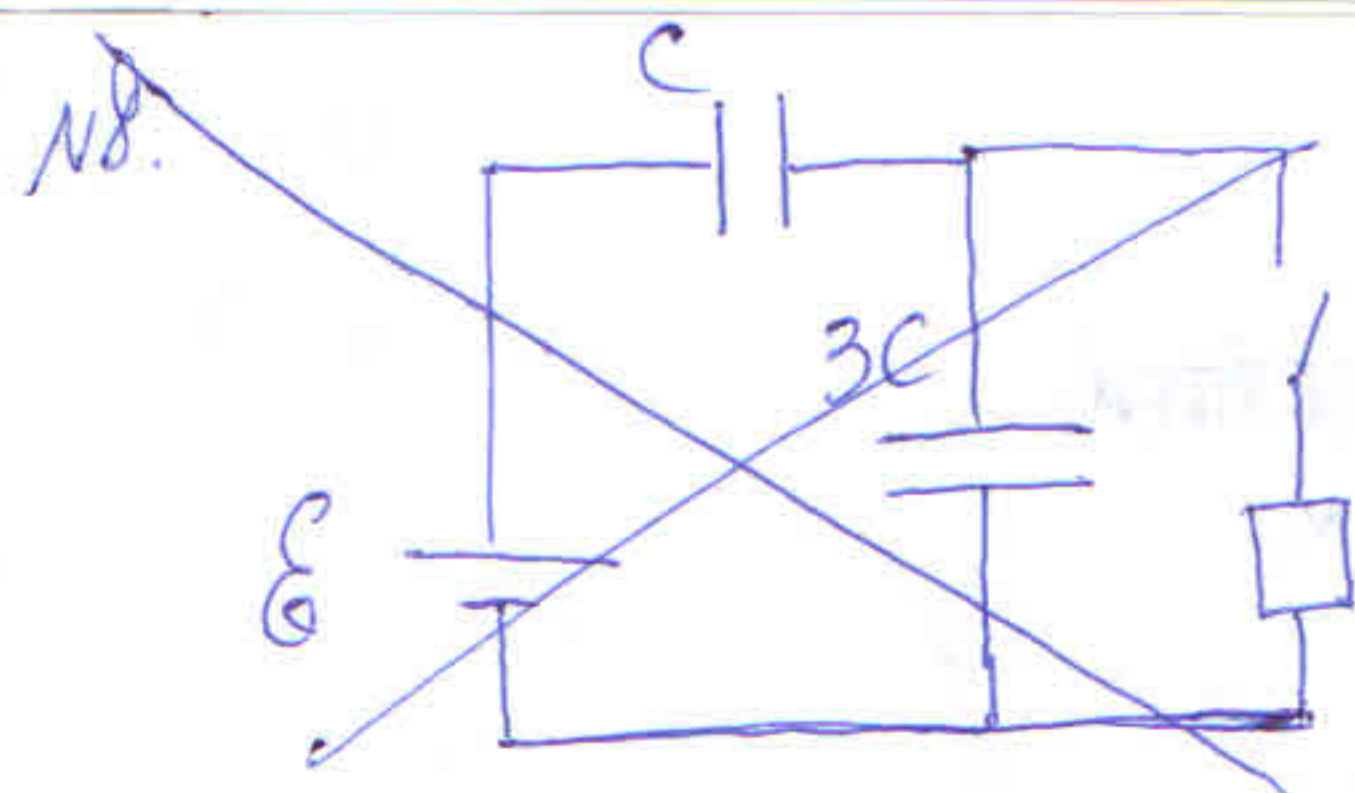
$W_{\text{no}} = W_{n1} + W_{n2} + W_{n3}$

$W_{n1} = 4q \cdot \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{8q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$   
 $W_{n2} = 4q \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{4q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$   
 $W_{n3} = 2q \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$

$W_{\text{no}} = \frac{5q^2}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{5q^2}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{8q^2}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{18q^2}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{9q^2}{2\pi\epsilon_0 a}$

Ответ:  $\frac{9q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$





$$T = 6\pi \cdot 10^{-4}$$

$$I_m = 5 \text{ mA}$$

$$I = 3 \text{ mA}$$

$$q = ?$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 6\pi \cdot 10^{-4}$$

$$\sqrt{LC} = \frac{10^{-4}}{2}$$

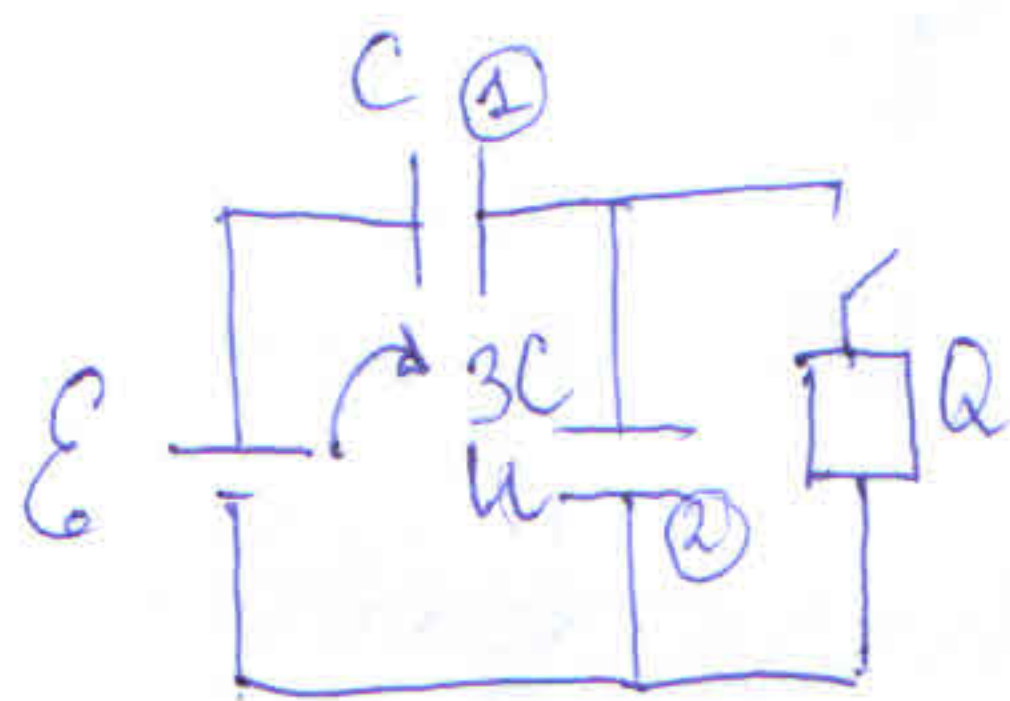
$$W_k = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$W = \frac{LI^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$LC I_{\text{MAX}}^2 = LC I^2 + q^2$$

$$q = \sqrt{LC(I_{\text{MAX}}^2 - I^2)} = \sqrt{LC} \cdot \sqrt{I_m^2 - I^2} = \frac{10^{-4}}{2} \cdot 4 \text{ mA} = 2 \text{ mA} \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

18



Ток перестанет течь после того, как конденсатор 1 зарядится до  $\varepsilon$ .  
Т.е. заряд на нем будет  $q = CE$

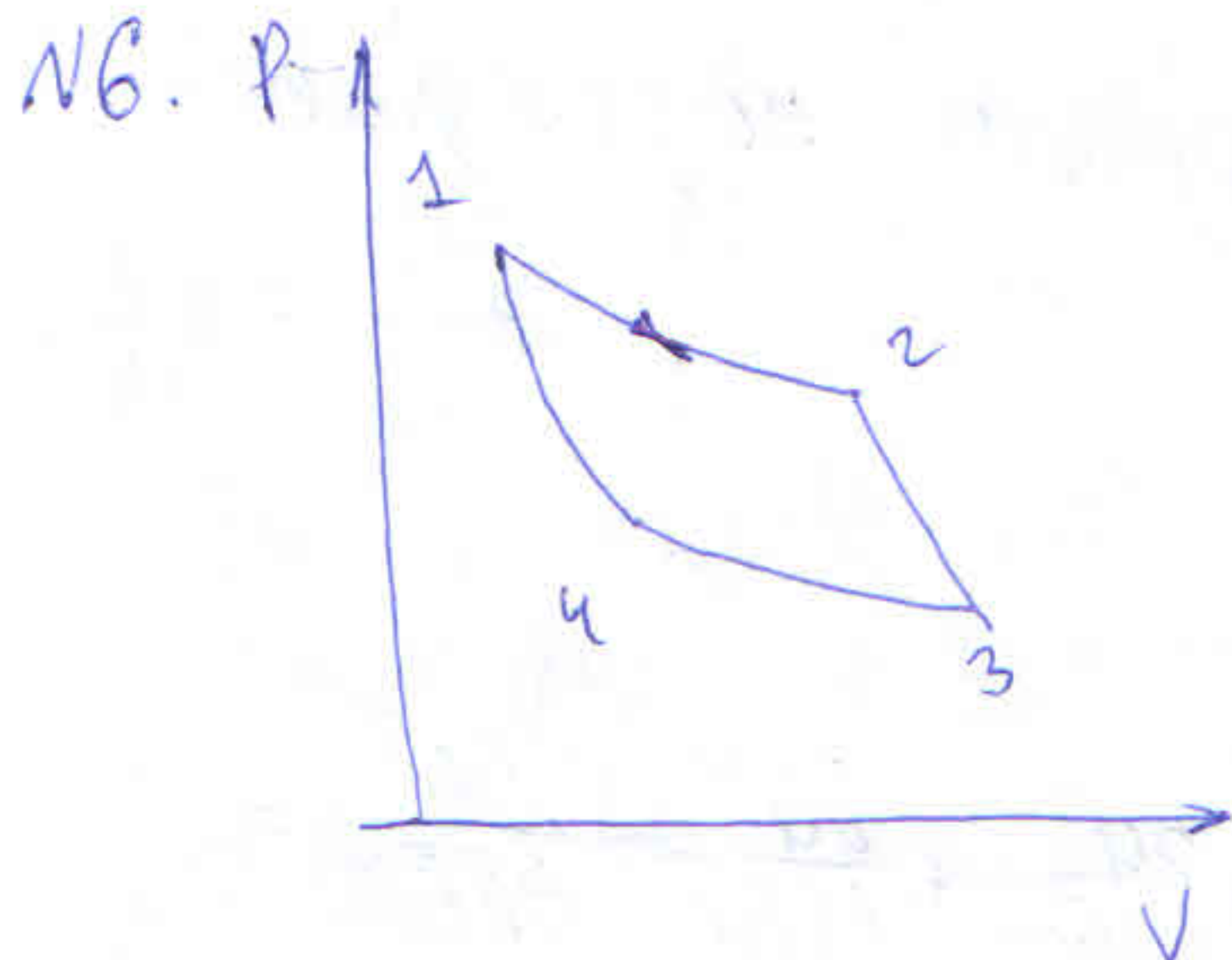
$$\varepsilon = \varepsilon + U$$

$$U = 0 \quad \varepsilon = \varepsilon + U \Rightarrow U = 0 \quad (\text{правило Кирхгофа})$$

Заряд проходит через резистор

$$Q = CE$$

Ответ:  $Q = CE$



$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{зп}}}$$

$$v = 2$$

$$i = 3$$

$$A_{\text{зп}} = 7 \text{ J}$$

$$T_x = ?$$

