

+ 1000000

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119274

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Абашков Михаил Евансеевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

Москва, школа № 1501

Регистрационный номер

ШМ 2001

Вариант задания

1

Дата проведения

“ 19 ”

03

20 17 г.

Подпись участника

Абашков

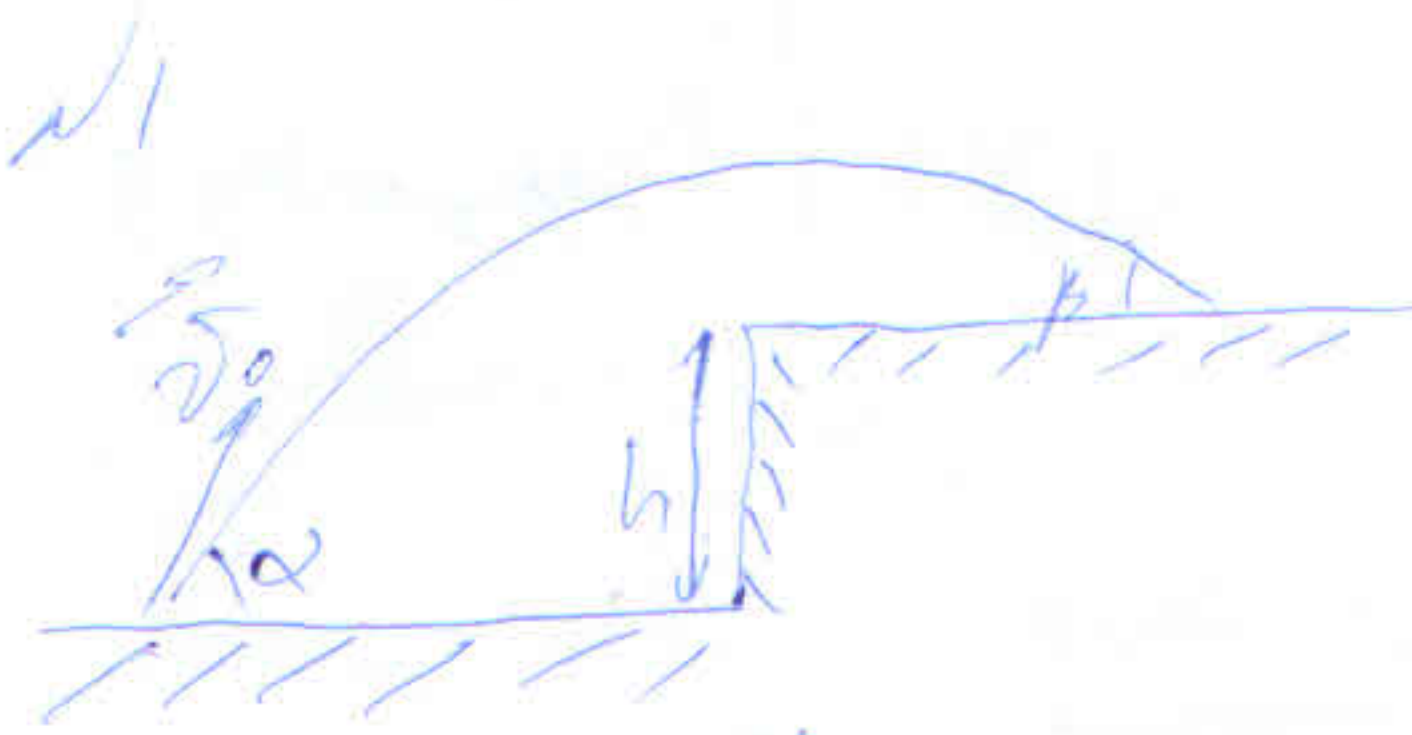


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4	4	3	10	8	3	3	5	9	3	52

Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1



1) Закон сохранения энергии:

$$E_k = E_n + E_{k2}$$

$$E_{k1} = \frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2} \quad E_n = mgh$$

$$E_{k2} = \frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2}$$

$$\frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = mgh + \frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = 2gh \Rightarrow \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}$$



$$H_{\max} = \frac{v^2 \sin^2 \beta}{2g} \Rightarrow \text{макс. высота полета}$$

$$\Rightarrow 3C \Rightarrow mgh + \frac{mv^2 \sin^2 \beta}{2g} = mgH_{\max} = mg \frac{v^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$gh = v^2 \sin^2 \beta$$

$$\sin^2 \beta = \frac{gh}{v^2} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{gh}{v^2}}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{gh}{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}$$

$$\sin \beta = \frac{v_0}{v}$$

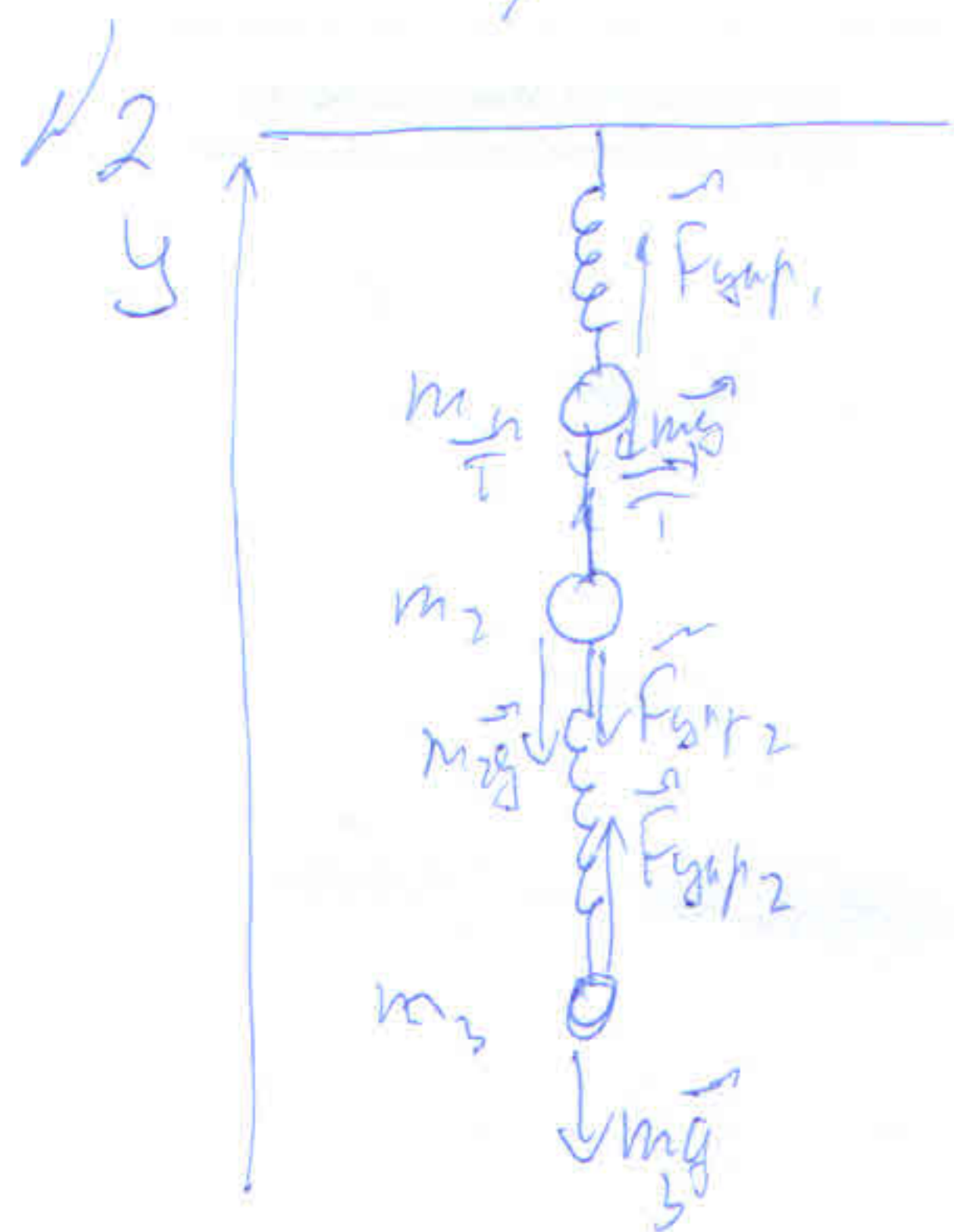
$$= \sqrt{\frac{10 \cdot 2}{100 \cdot \frac{8}{2} - 2 \cdot 10^2}} = \sqrt{\frac{40}{300 - 80}} = \sqrt{\frac{40}{220}} = \sqrt{\frac{2}{11}} \approx 0.426$$



$$\approx 0,42$$

$$\beta = \arcsin 0,42$$

$$\text{Откуда } \beta = \arcsin 0,42$$



1) ~~30~~ Задача Ньютона?

$$\vec{F}_{суп1} = m_1 \vec{g} + \vec{T} \quad \text{откуда } F_{суп1} = m_1 g + T$$

$$\vec{T} = m_2 \vec{g} + \vec{F}_{суп2} \quad \text{откуда } T = m_2 g + F_{суп2}$$

$$F_{суп2} = m_3 g \quad \text{откуда } F_{суп2} = m_3 g$$

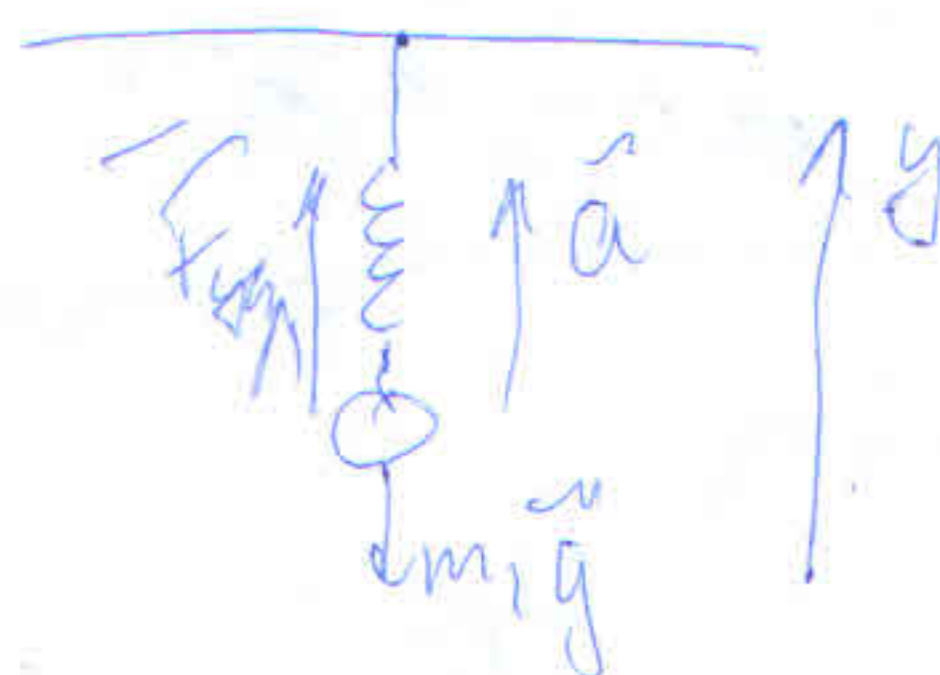
первая система уравнений, 250

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

$$= 10 \cdot 3 = 30 \text{ Н}$$

$$a \text{ и } F_{суп1} = g(m_1 + m_2 + m_3)$$

2) Кусок пружины  $\Rightarrow$   
там, параметр гравитации  
вверх и вниз гравитации



0,5

силы  $F_{суп1}$ , т.к. она считается считается  $\Rightarrow$

$$\text{Задача Ньютона: } F_{суп1} + m_1 g = a m_1$$

$$\text{откуда } F_{суп1} - m_1 g = m_1 a \Rightarrow$$

$$a = \frac{F_{суп1} - m_1 g}{m_1}, \text{ найдем } F_{суп1}, \text{ найдем}$$

$$a = 6 \text{ м/с}^2$$

$$T = 30 \text{ Н}$$

$$a = \frac{10}{5} (5 + 2 + 1) = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м/с}^2 \quad \text{Откуда } T = 30 \text{ Н}; a = 16 \text{ м/с}^2$$

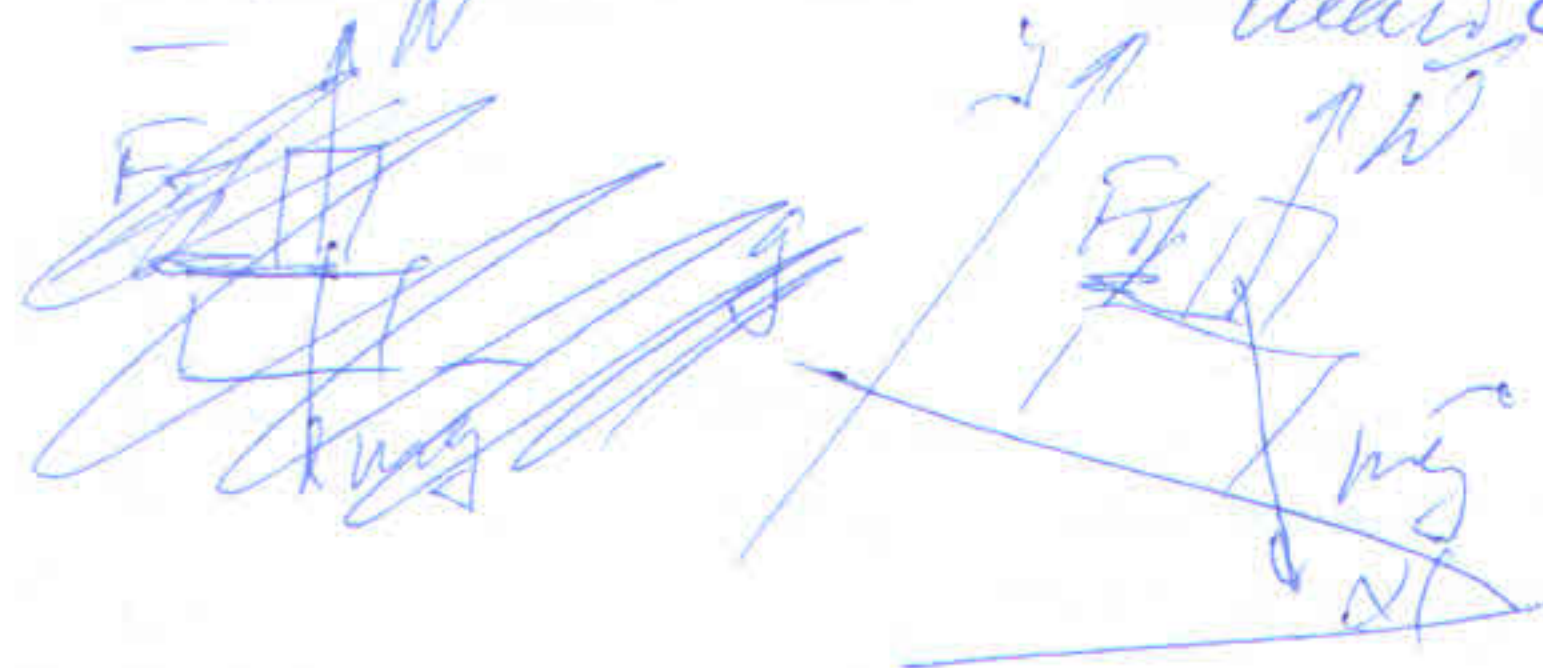
—



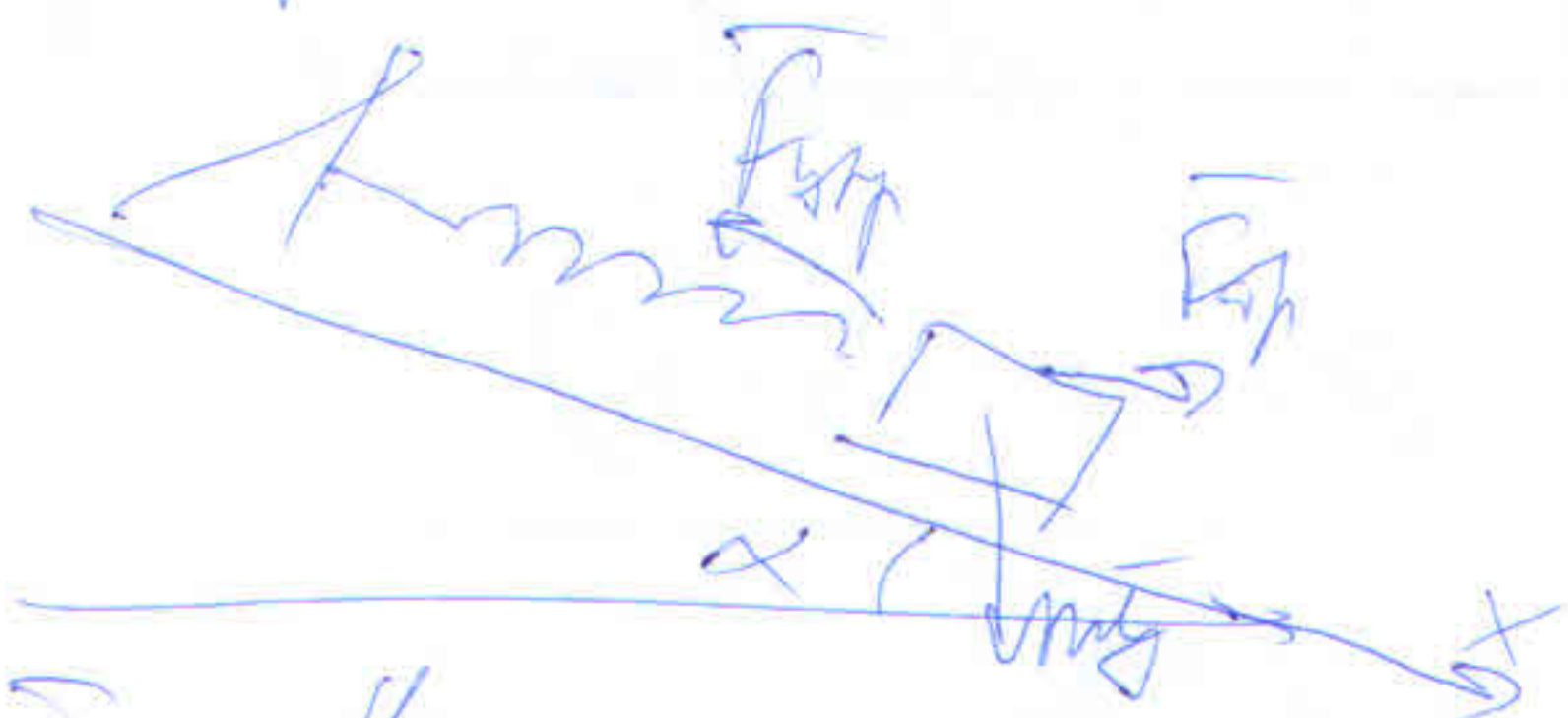
N3



1) рассмотрим систему брусков + маятник



2) рассмотрим систему пружины + брусков



для маятника 3д 3н Ньютона

$$N = mg \quad \text{от: } N = mg \cos \alpha$$

$F_{sp} = \mu N$  - из Ампера-ко-Курса

$$F_{sp} = \mu mg \cos \alpha$$

2 н Ньютона:

$$\vec{F}_{sp} + \vec{F}_{fr} + \vec{Mg} = m\vec{a}, \quad M = 3m$$

$$\text{от: } F_{sp} + 3mg \sin \alpha - F_{fr} = -3ma$$

$$a = \mu g \cos \alpha + 3g \sin \alpha - \frac{kx}{2m}$$

$$a + \frac{kx}{2m} = \frac{(2\mu g \cos \alpha + 6g \sin \alpha)m}{k}$$

из гр-а гармонического колебания  $x(t) = A \sin(\omega t)$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(2\mu g \cos \alpha + 6g \sin \alpha)m}{k} = A$$

$$2 \cos \alpha \mu + 6 \sin \alpha = \frac{Ak}{gm}$$

$$\mu = \frac{Ak - 6gm \sin \alpha}{2gm \cos \alpha}$$

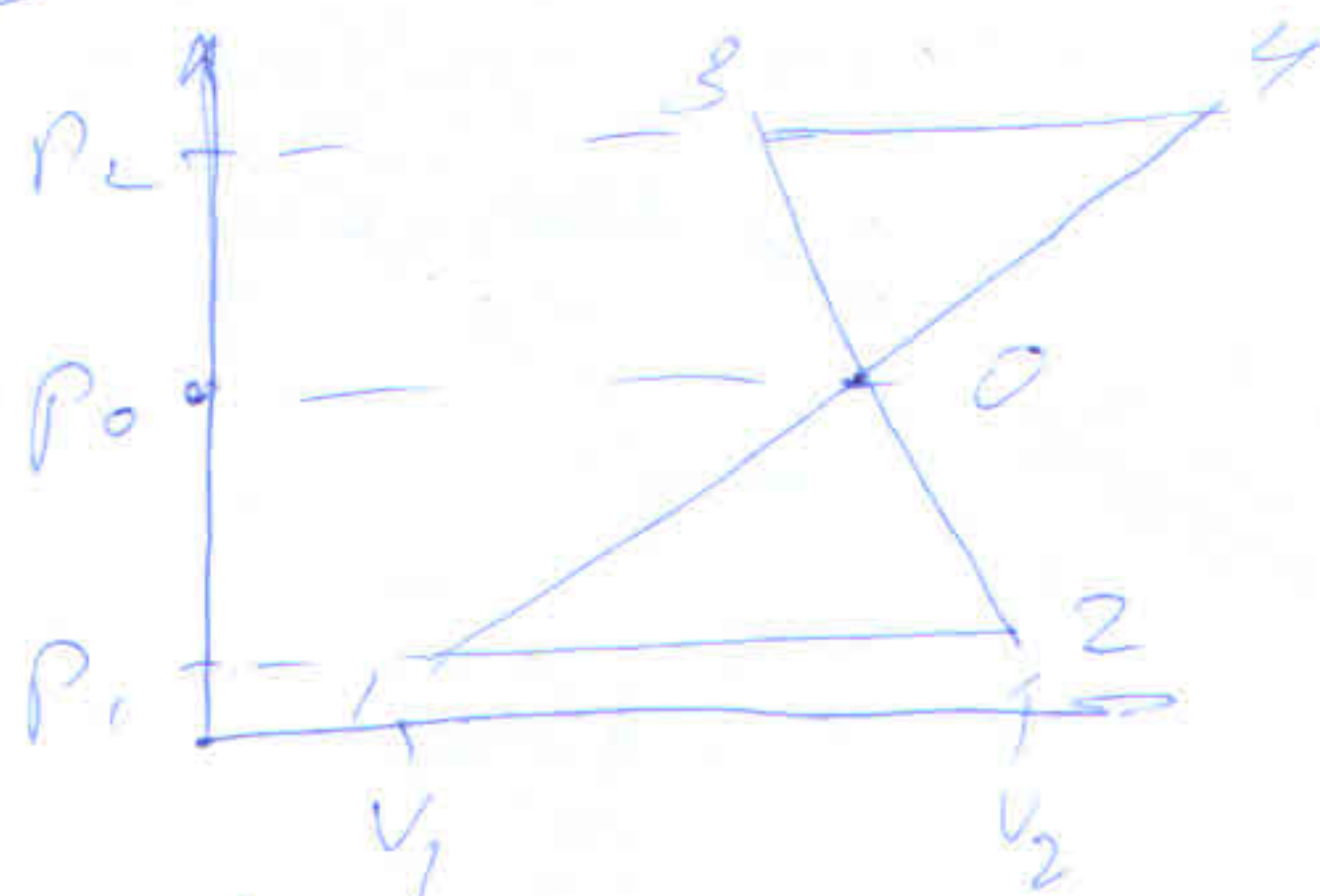
0,25

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{Ak - 6gm \sin \alpha}{2gm \cos \alpha}$$

-



$$15 \quad V_2 - V_1 = 10^{-3} = 10 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$



1) Найти работу газа проходящего по  
замкнутому циклу

$$A = S_{\text{цикла}}$$

$$S = S_1 + S_2 - \text{т.к. это фигура}$$

2) Если известна работа  $S_1 = \frac{1}{2} \Delta p \Delta V =$   

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

3) т.к. газы при этом 1-2 и 3-4 являются идеальными  
 $\Delta p \sim \Delta V$  по этому закону.

где коэффициент пропорциональности найдем по отношению  
 давлений *или же по отношению*

$$k = \frac{p_2 - p_0}{p_0 - p_1} \quad k S_2 = k S_1$$

тогда  $A = S_1 (1 + k) = \frac{1}{2} (p_0 - p_1) (V_2 - V_1) \left(1 + \frac{p_2 - p_0}{p_0 - p_1}\right)$

$$= \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (p_0 - p_1) \frac{(p_0 - p_1 + p_2 - p_0)}{(p_0 - p_1)} =$$

$$= \left[ \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) \right] = A$$

750 Дж

$$A = \frac{1}{2} 10 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \text{ Па} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} = 1500 \text{ Дж}$$

Ответ:  $A = 1500 \text{ Дж}$

0,85

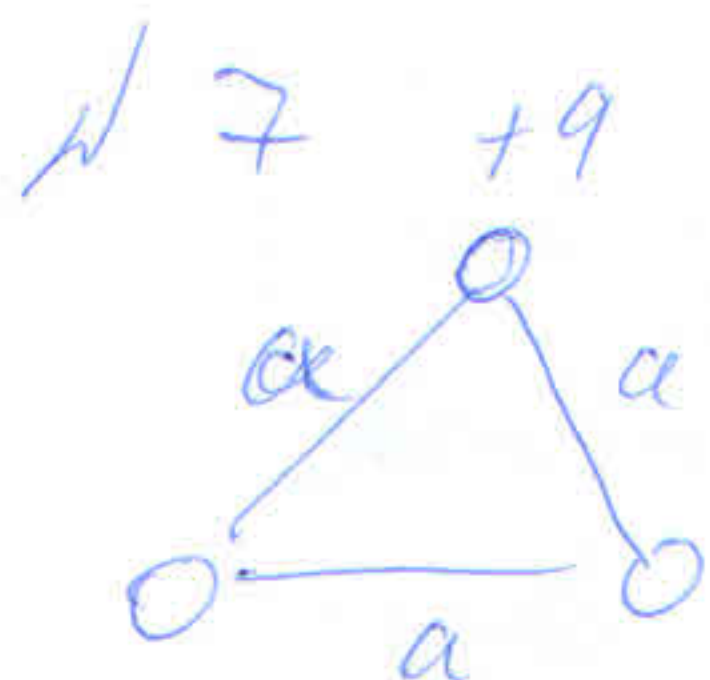


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119274

Шифр \_\_\_\_\_  
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1



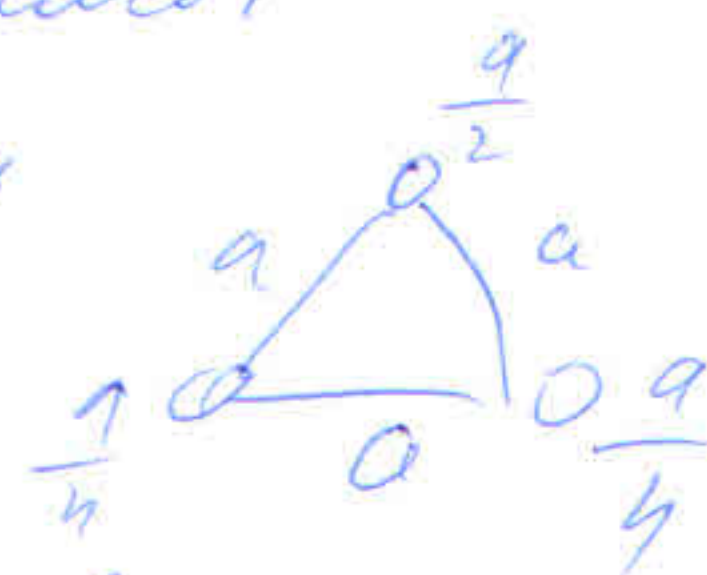
1) Так как шарик соединяется со всеми, то ~~работа~~ работа ~~Закон~~ закон соф. зарядов, заряд распределится ~~равно~~ на равные части по шарикам  $\Rightarrow$

$$\text{ЗЗ}_1: q = q' + q' = 2q' \Rightarrow q' = \frac{q}{2}$$

2) затем шарик соединяется с другим шариком, где так же складываются ~~уже~~ соф. заряды:

$$\text{ЗЗ}_2: q' = q'' + q'' = 2q'' \quad q'' = \frac{q'}{2} = \frac{q}{4}$$

3) электрическая энергия системы в центре треугольника



!  $E = q\varphi = q \left( \frac{\frac{q}{4}}{a \frac{\sqrt{3}}{2}} + \frac{\frac{q}{4}}{a \frac{\sqrt{3}}{2}} + \frac{\frac{q}{2}}{a \frac{\sqrt{3}}{2}} \right) \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$$E = \frac{q^2}{2\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a}$$

Отв:  $\frac{q^2}{2\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a}$

0,25

$W = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i$  !  $\frac{\sum q^2}{64\pi\epsilon_0 a}$



д 9 1) в контуре переменного тока  
эл-мощность контура рассчитывается по формуле  $T = 2\pi\sqrt{LC}$   
откуда получаем  $LC = \frac{T^2}{4\pi^2}$

2) закон сохранения энергии:  $\frac{I^2 L}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{I_{\max}^2 L}{2} +$   
при этом, это конденсатор разряжен

$$I^2 + \frac{q^2}{LC} = I_{\max}^2, \quad I_{\max} - \text{это максимальная}$$

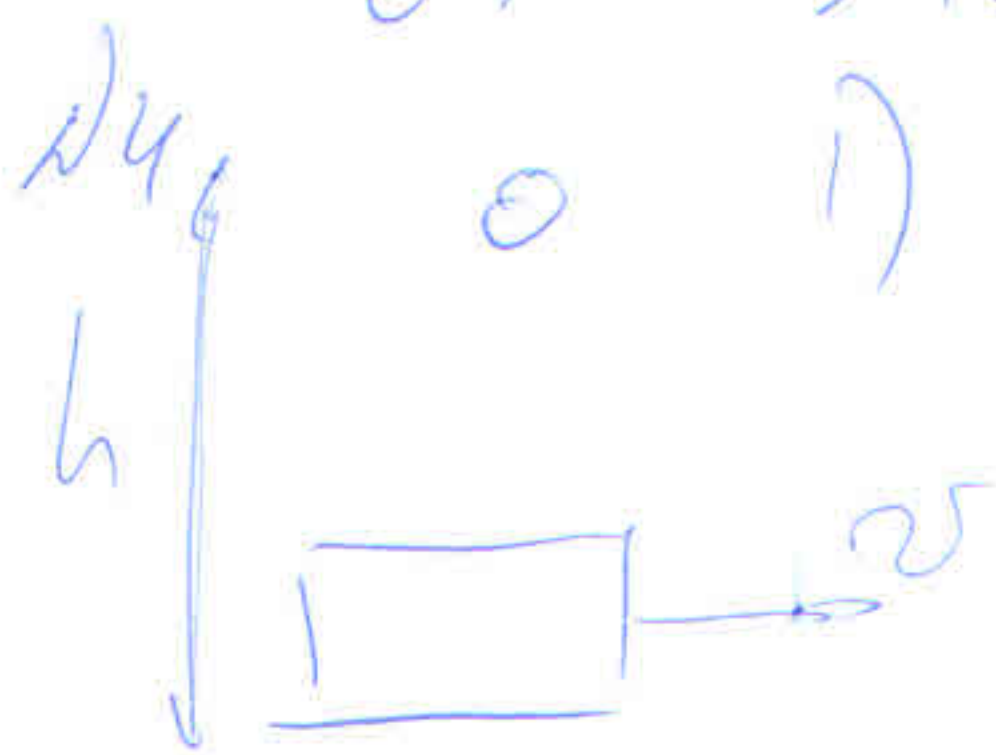
$$I_{\max} = \sqrt{I^2 + \frac{q^2}{LC}}$$

для этого случая.

$$A = I_{\max} = \sqrt{I^2 + \frac{q^2}{LC}}$$

$$A = \sqrt{0,64 + \frac{25 \cdot 10^{-9} \cdot 4 \cdot (3,14)^2}{4\pi^2 \cdot 10^{-10}}} = \sqrt{250,64} \approx 15,8$$

Ответ: 15,8 А.



2)



1) закон сохранения энергии:  $mgh + \frac{mv^2}{2} = E_1$

2) закон сохранения энергии:  $\frac{(m+M)u^2}{2} = E_2$

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{2mgh + mv^2}{2} - \frac{Mu^2}{2(m+M)}$$

3) закон сохранения энергии:

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

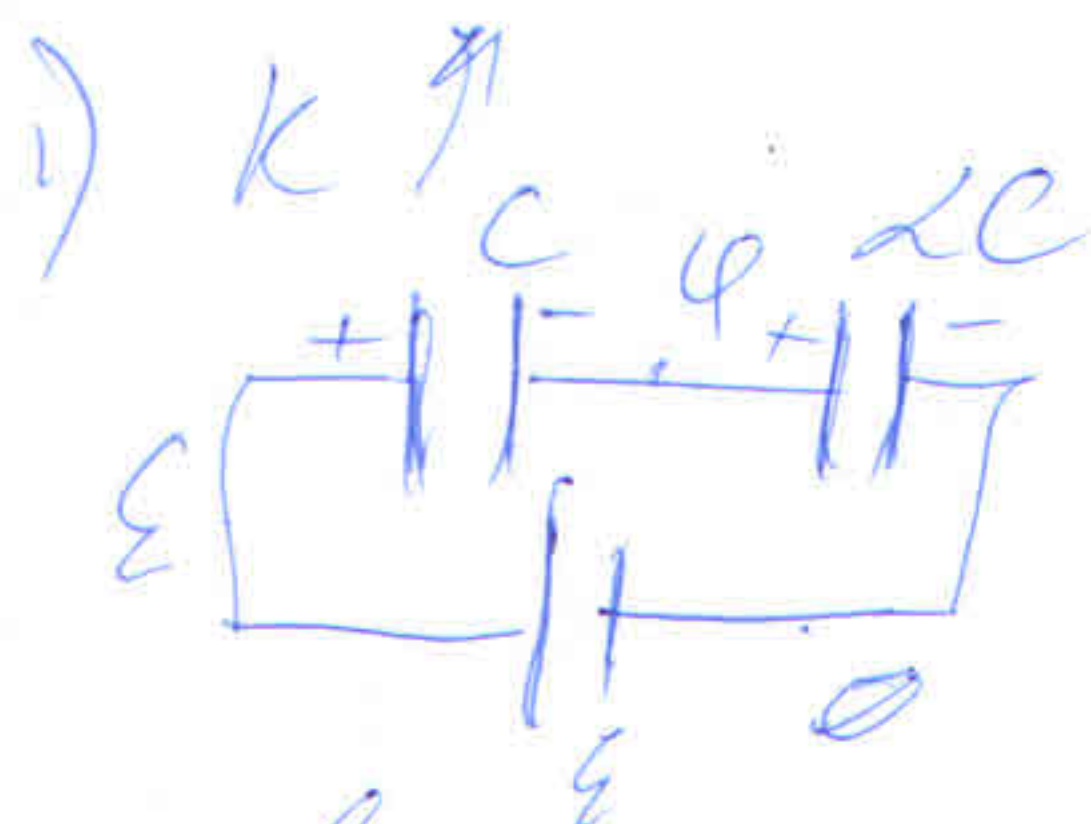
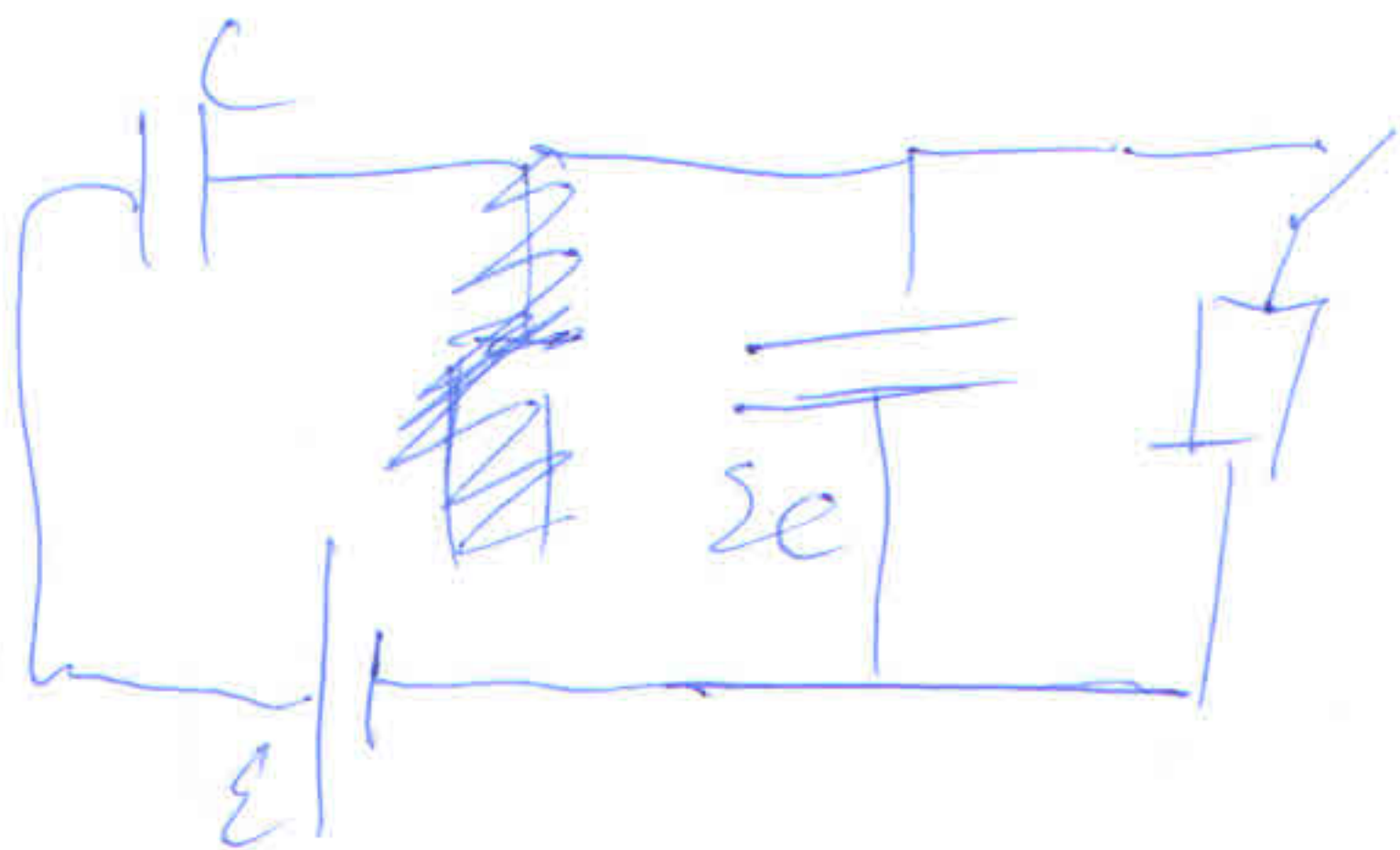
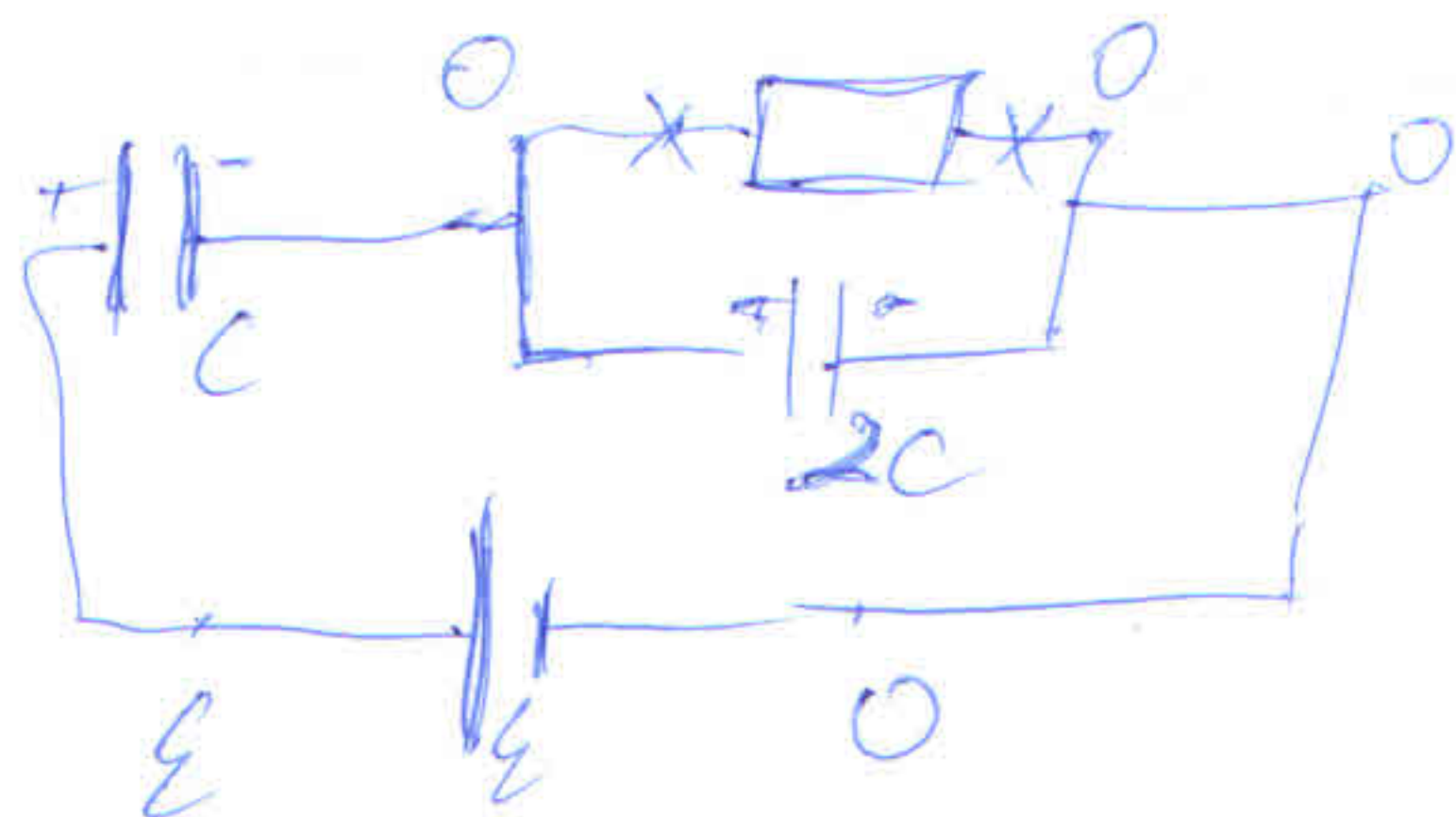
$$= \frac{2 \cdot 50 + 5 \cdot 36^2}{2} = 140$$

$$= \frac{25 \cdot 36^2}{2 \cdot 6} = 75$$

Ответ: 65 Дж



13

2) ключ  $K_d$ 

расставим потенциалы  
по узл. сохр. з-ра

$$0 = -C(\varepsilon - \varphi) + 2C(\varphi - 0)$$

$$\frac{1}{3}\varepsilon = \varphi, \text{ тогда } q_C = \frac{2}{3}C\varepsilon$$

$$q_{2C} = \frac{2}{3}C\varepsilon$$

в установившемся режиме

~~так как в цепи нет ЭДС, следовательно, ток равен нулю~~

так в цепи нет ЭДС  $\Rightarrow$  ток  $R = 0 \Rightarrow$  на конденсаторах  
тогда  $q_C = 2C$   $2C$   $q_{2C} = 0$

3) ЗЧЭ:  $A_{\text{из}} = \Delta W_C + \Delta W_{2C} + Q$ 

$$\Delta W_C = -\frac{\varepsilon^2 C}{2} + \frac{(\frac{2}{3}\varepsilon)^2 C}{2} = -\frac{\varepsilon^2 C}{2} \cdot \frac{5}{9} = -\frac{5}{18}\varepsilon^2 C$$

$$\Delta W_{2C} = 0 - \frac{\frac{1}{9}\varepsilon^2 2C}{2} = -\frac{1}{9}\varepsilon^2 C$$

$$A_{\text{из}} = \Delta q \varepsilon, \Delta q - \text{узел перенесен из нач. состояния} \\ = \frac{1}{3}\varepsilon^2 C$$

$$\frac{1}{3}\varepsilon^2 C + \frac{5}{18}\varepsilon^2 C + \frac{1}{9}\varepsilon^2 C = Q$$

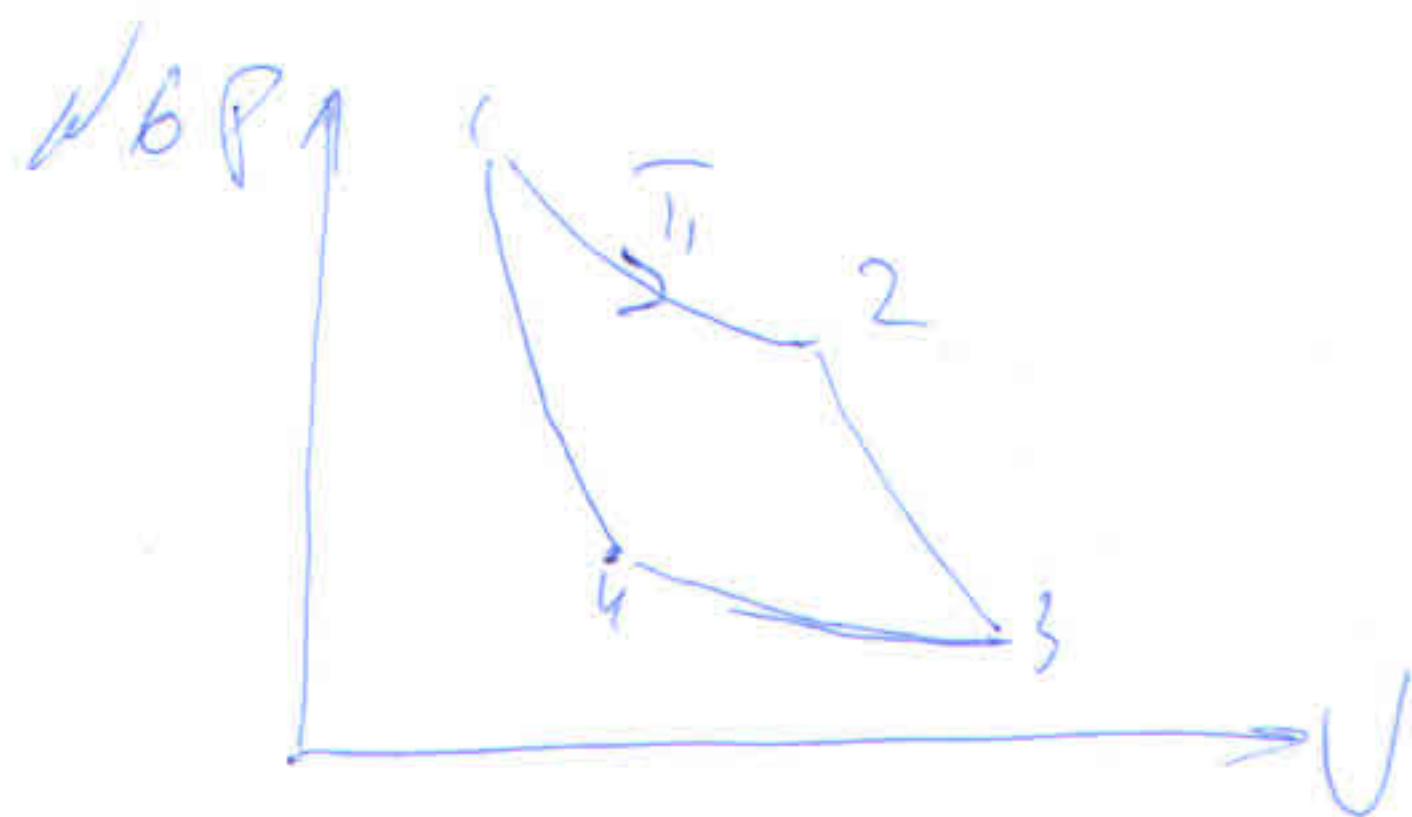
$$Q = \frac{13}{18}\varepsilon^2 C$$

$$\text{Ответ: } \frac{13}{18}\varepsilon^2 C$$

$$\frac{C\varepsilon^2}{6}$$

0.5





уника Карно:  $\eta = 1 - \frac{T_x}{T_H}$

с другим состоянием  $\eta = \frac{A}{Q_H} \cdot 100\%$

$Q_H = \Delta U + A - \sum \text{нагрев термодинамики}$

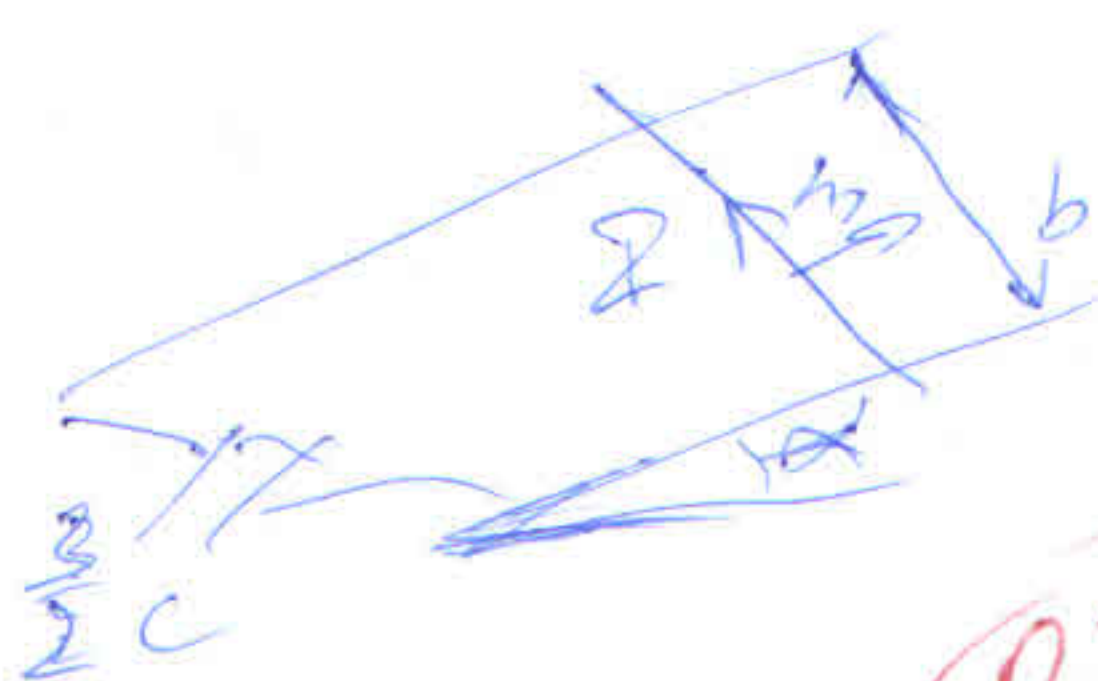
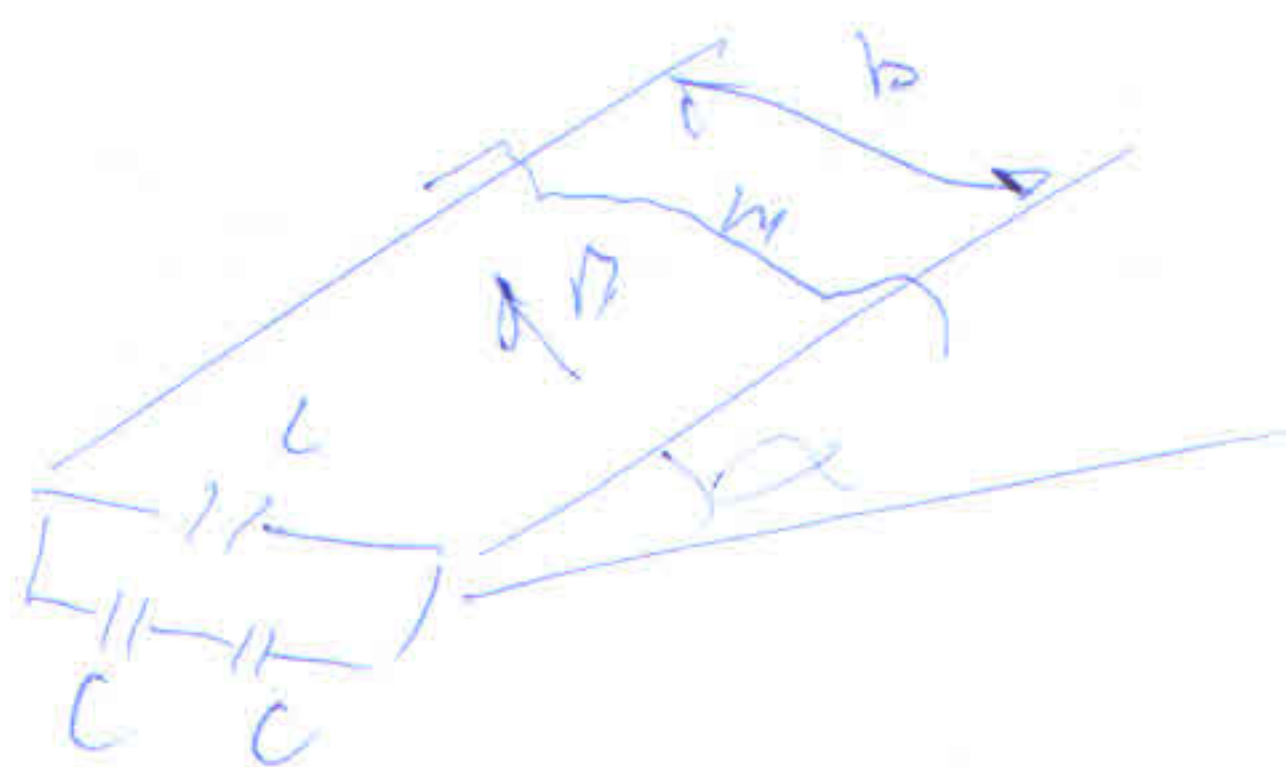
п.к.  $Q_H$  только при  $T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0$

$Q_H = A_H$

✓

0,25

10



0,25

5)

1) закон сохранения энергии:  $\frac{1}{c} + \frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} \Rightarrow c_0 = \frac{c}{2}$

$\frac{c}{2} + c = \frac{3}{2}c +$

2)  $F_H$  — сила, действующая на шарик и вращающая его

3)  $F_H = I B L \sin 90^\circ = I B L, L = b$

4)  $F_H = I B L \sin 90^\circ = I B L, L = b$