

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 119268  
(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Семенов Юрий Викторович

Город, № школы (образовательного учреждения) МАОУ "Лицей", г.о. Балашиха

Регистрационный номер ШМ-0559

Вариант задания 1

Дата проведения "19" марта 20 17 г.

С работой ознакомлен

24.03.17

Сену

Подпись участника Сену



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

119268

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

N1

$\beta = ?$

Решение

$\alpha = 60^\circ$

$v_0 = 10 \frac{m}{c}$

$h = 2m$

$g = 10 \frac{m}{c^2}$

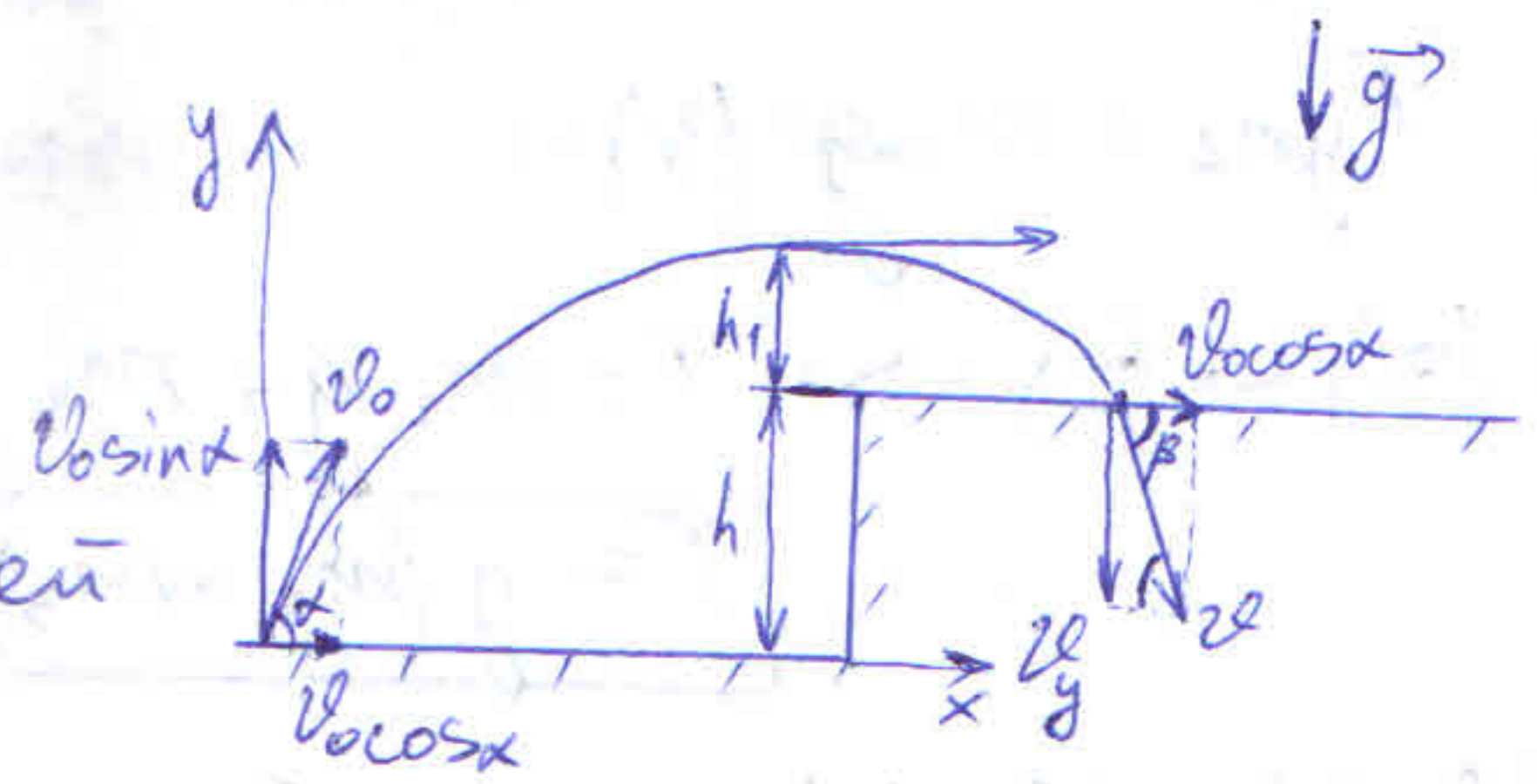
1)  $H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

рассмотрим гв-е в верхней точке

Т-ке

оу:  $0 = v_0 \sin \alpha - gt$

$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$



$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

2)  $H = h_1 + h \Rightarrow h_1 = H - h$

$$h_1 = \frac{v_y^2 - 0}{2g} = \frac{v_y^2}{2g}$$

$$2g \left( \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - h \right) = v_y^2$$

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

3)  $\tan \beta = \frac{v_y}{v_0 \cos \alpha}$

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

$$\beta = \arctan \frac{\sqrt{100 \cdot \frac{3}{4} - 20 \cdot 2}}{10 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$\beta = \arctan \frac{\sqrt{35}}{5} \approx 50^\circ$$

Ответ:  $\beta \approx 50^\circ$



Т-? а-?	Решение
$m_1 = 5 \text{ кг}$	1) По II з. Ньютона (рав-е)
$m_2 = 1 \text{ кг}$	1 шарик с $m_1$
$m_3 = 2 \text{ кг}$	2 шарик с $m_2$
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	оу: $F_{y1} = m_1 g + T \quad (1)$

оу:  $T = m_2 g + F_{y2} \quad (2)$

оу:  $F_{y2} = m_3 g \quad (3)$

2) (3)  $\rightarrow$  (2)  $\Rightarrow T = m_2 g + m_3 g$

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

$T = 10 \cdot 3 = 30 \text{ (Н)}$

3) после пережатия нити, сила  $T$ , действующая на шарик с  $m_1$ , будет равной 0.

По II з. Ньютона

оу:  $m_1 a = F_{y1} - m_1 g$

(3)  $\rightarrow$  (2)  $\rightarrow$  (1)  $\Rightarrow F_{y1} = m_1 g + m_2 g + m_3 g$

$m_1 a = m_1 g + m_2 g + m_3 g - m_1 g$

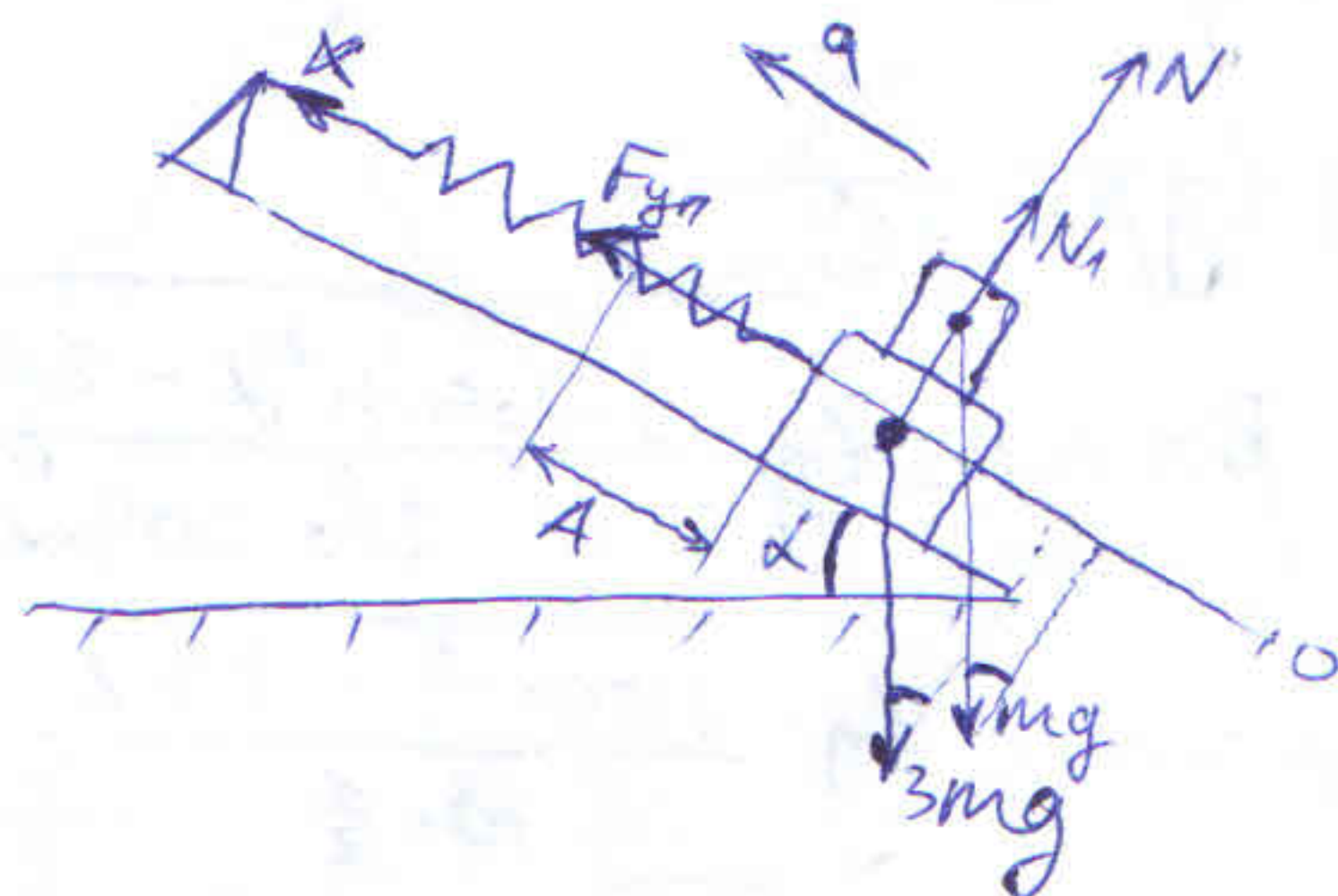
$$a = \frac{g(m_2 + m_3)}{m_1}$$

$a = \frac{10 \cdot 3}{5} = 6 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$

Ответ:  $T = 30 \text{ Н}$ ,  $a = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

N3

μ-?	Решение
<del>3 м, м</del>	1) трения не будет
<del>к, А</del>	до тех пор, пока будет выполняться усл-е
	По II з. Ньютона (для шарика)
	оx: $ma = F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$
	$F_{\text{тр}} = \mu N_1$
	$N_1 = mg \cos \alpha$
	$\Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$





$$ma = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

2) ~~ч~~

По II з. Ньютона:

$$ox: \mu ma = F_{yn} - F_{tp} - \mu mg \sin \alpha$$

~~ч~~ тела имеет макс. ускорение, когда пружина растянута на A.

$$am = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$\mu mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = kA - \mu mg \cos \alpha - \mu mg \sin \alpha$$

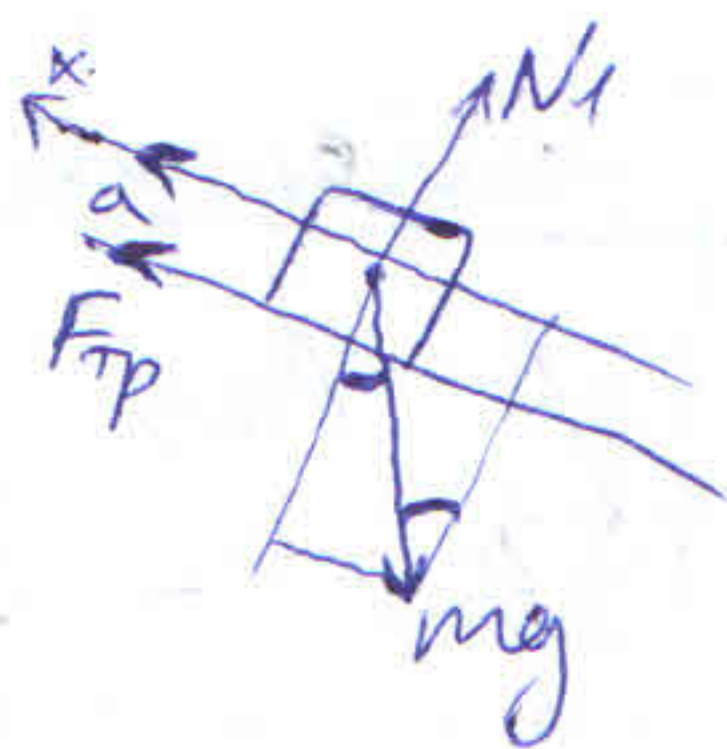
$$\mu mg \cos \alpha - \mu mg \sin \alpha = kA - \mu mg \cos \alpha - \mu mg \sin \alpha$$

$$5 \mu mg \cos \alpha = kA$$

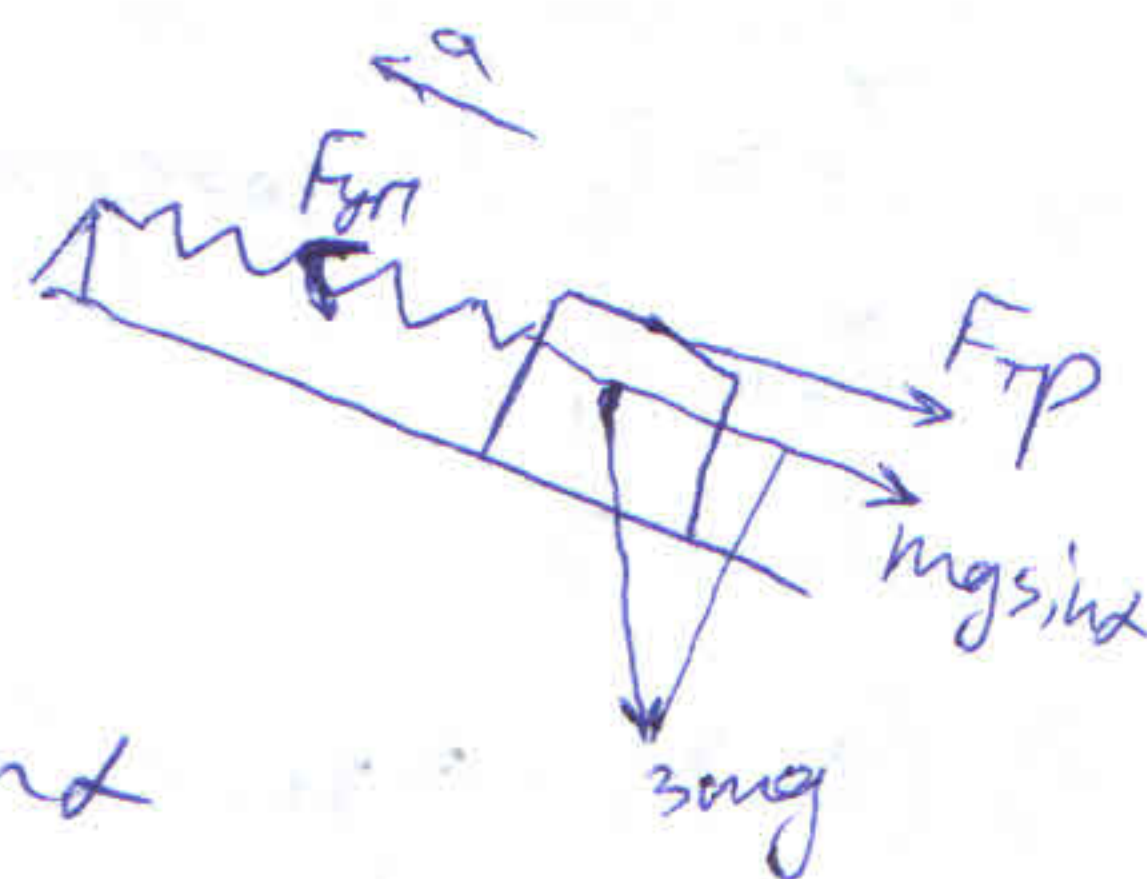
$$\mu = \frac{kA}{5mg \cos \alpha}$$

Ответ:  $\mu = \frac{kA}{5mg \cos \alpha}$

маніфа:



спусок:



$\Delta W_{ang}$ ?  $\Delta W_{kam}$ ?  $\Delta W_{wup}$ ? | Remember

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$M = 5 \text{ кг}$$

$$v = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

1) Закон. сохр. энергии

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

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + Q$$

$$2) \Delta W_{ang} = \frac{(M+m)v^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = \frac{Mv^2}{2}$$

$$\Delta W_{ang} = \frac{5 \cdot 36}{2} = 90 \text{ Дж}$$

$$3) \Delta W_{kam} = \frac{mv^2}{2} - mgh = m\left(\frac{v^2}{2} - gh\right)$$

$$\Delta W_{kam} = 1 \cdot (18 - 50) = -32 \text{ Дж}$$

$$4) \Delta W_{wup} = Q - 0 = Q$$

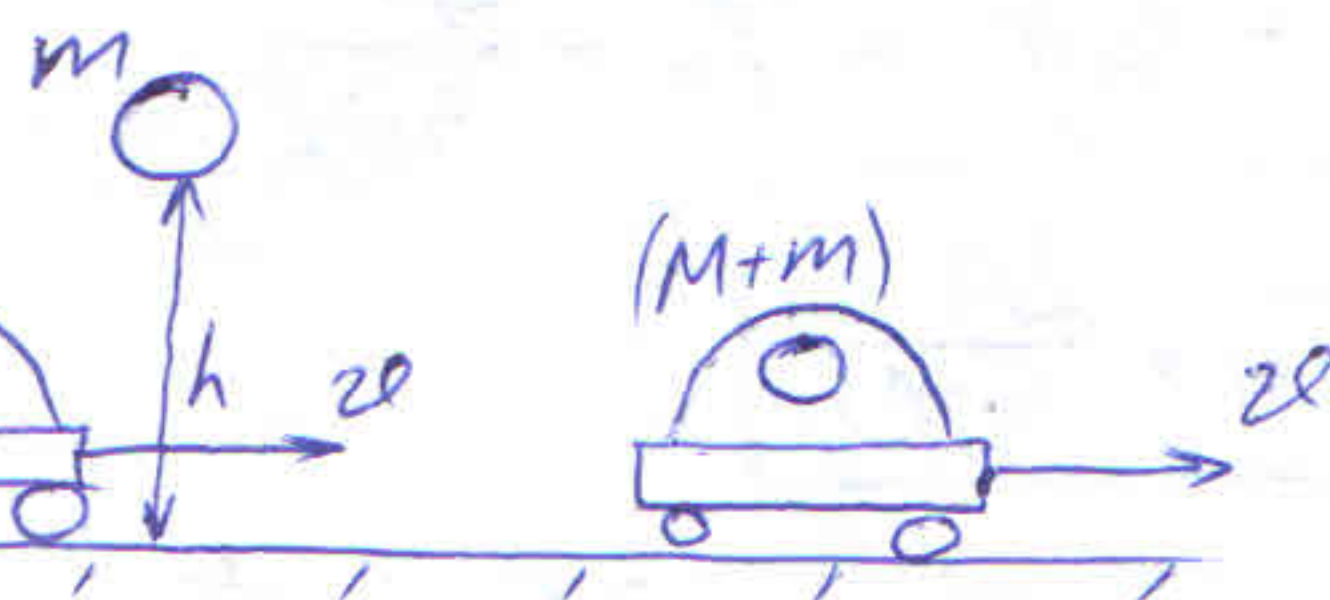
$$Q = m\left(gh - \frac{v^2}{2}\right)$$

$$Q = 1 \cdot (50 - 18) = 32 \text{ Дж}$$

Ответ:  $\Delta W_{ang} = 90 \text{ Дж}$

$$\Delta W_{kam} = -32 \text{ Дж}$$

$$\Delta W_{wup} = 32 \text{ Дж}$$



сохр энер?

0.5



N6

$T_H$  - ? | Решение

$\eta, A$

1)  $A = A_{23}$

2)  $\eta = 1 - \frac{T_x}{T_H} \Rightarrow T_H = \frac{T_x}{1-\eta}$

3)  $T_1 > T_2$  (изотерма идет выше)

$T_1 = T_H$

$T_2 = T_x$

4) (2-3) - адиабатный проц.  $\Rightarrow -\Delta U = A$

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

$\frac{3}{2} \nu R T_H - \frac{3}{2} \nu R T_x = A \quad | \cdot 2$

$3 \nu R T_x = 3 \nu R T_H - 2A$

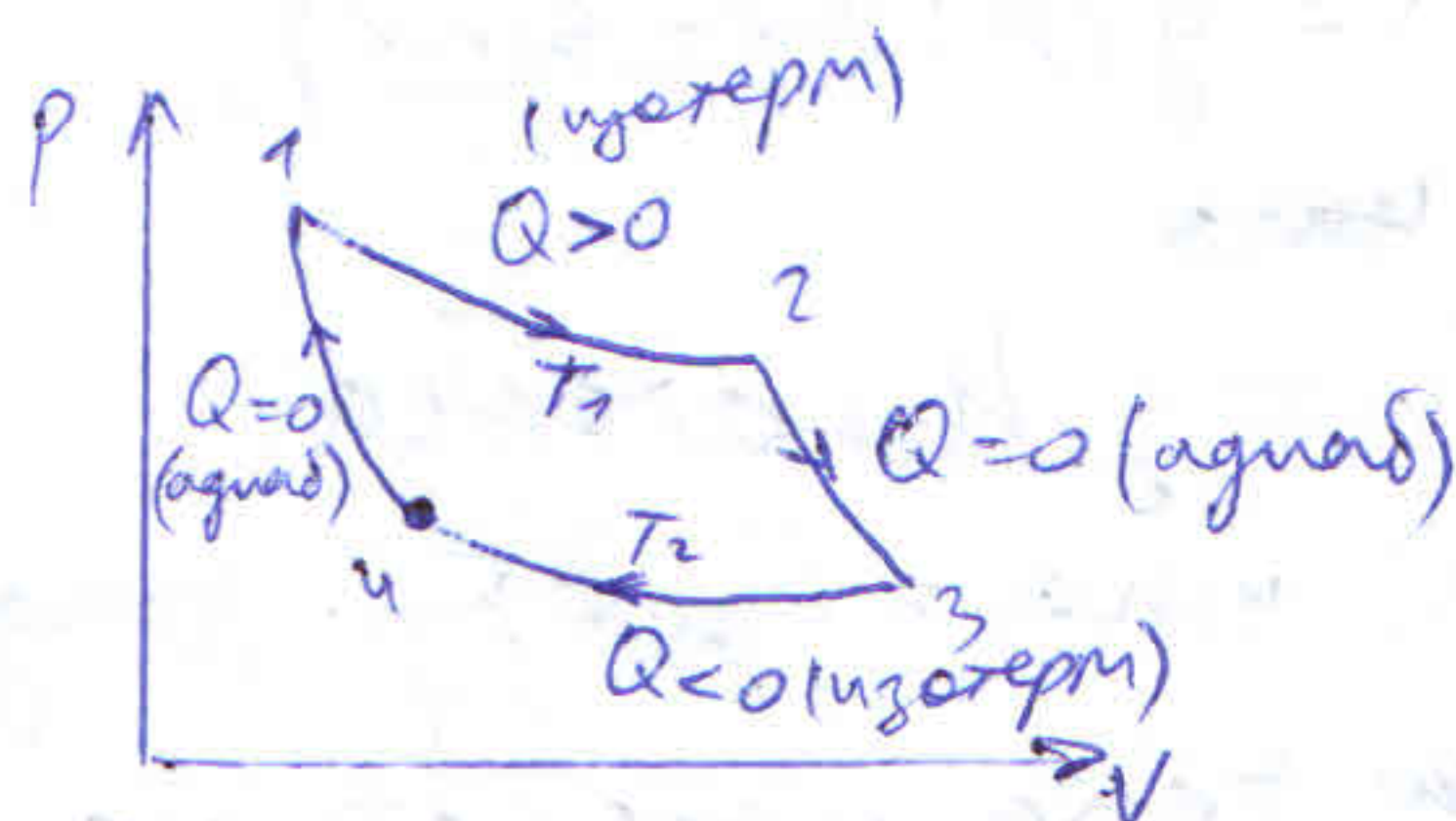
$T_x = T_H - \frac{2A}{3 \nu R}$

5)  $T_H = \frac{T_H - \frac{2A}{3 \nu R}}{1-\eta}$

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

$T_H = \frac{2A}{3 \nu R \eta}$

Ответ:  $T_H = \frac{2A}{3 \nu R \eta}$



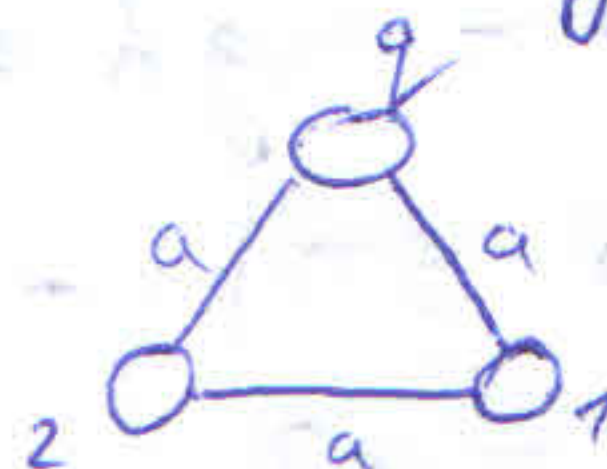
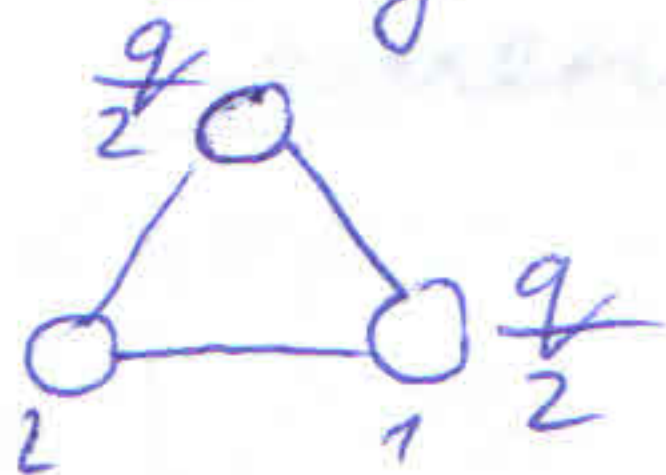
N7

$W$  - ? | Решение

$a, q$

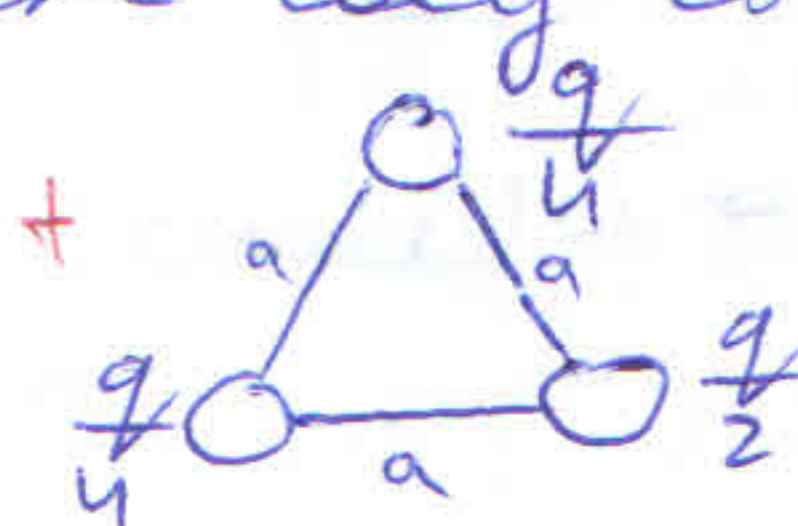
Когда заряженный шарик соединяют с незаряженным, то он передает половину своего заряда незаряженному шару.

после соедин. с 1-ым шариком:



$\frac{1}{a}$

к после соедин. со 2-ым шариком:



$W = \frac{k \frac{q}{4} \frac{q}{4}}{a} + \frac{k \frac{q}{4} \frac{q}{2}}{a} + \frac{k \frac{q}{4} \frac{q}{2}}{a} =$

$= \frac{k q^2}{16a} + \frac{2k q^2}{8a} = \frac{5k q^2}{16a}$

Ответ:  $W = \frac{5k q^2}{16a}$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119268

Шифр \_\_\_\_\_

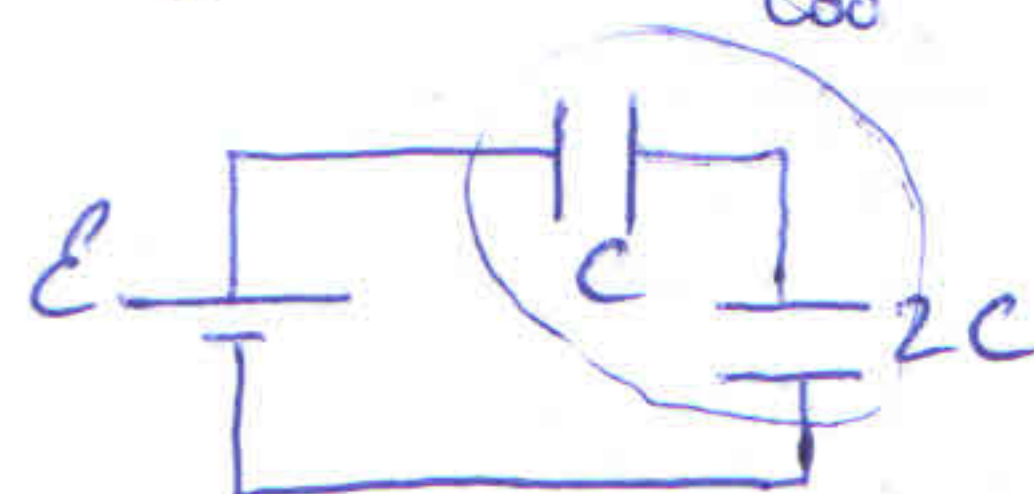
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

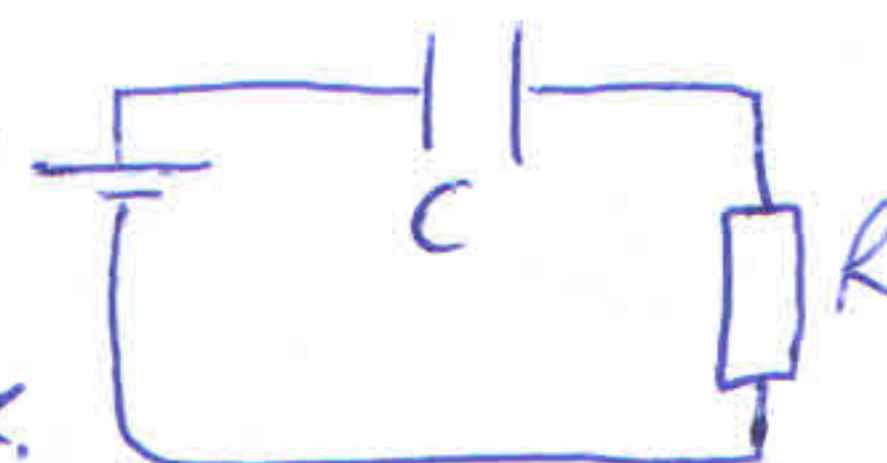
N 8

Q-?	Решение
C, 2C	1) $\cos\delta = \frac{2C^2}{3C} = \frac{2}{3} C$ (посл. ссег)
E	2) $W_1 = \frac{\cos\delta U^2}{2}$

до замыкания:



после замыкания:



3) после замыкания второго конденсатор с емкостью 2C разряжается, E но не может больше зарядиться, т.к. положительный заряд идти до него не может.

4)  $A_{ст} = \Delta W + Q$

$A_{ст} = \Delta q E$

$\Delta q = q_2 = C \cdot E$

$\Delta q = CE - \frac{2}{3}E = \frac{EC}{3}$

5)  $W_2 = \frac{CE^2}{2}$

$\Delta W = \frac{CE^2}{2} - \frac{CE^2}{3} = \frac{CE^2}{6}$

6)  $E \cdot \frac{EC}{3} = \frac{CE^2}{6} + Q$

$Q = \frac{CE^2}{6}$

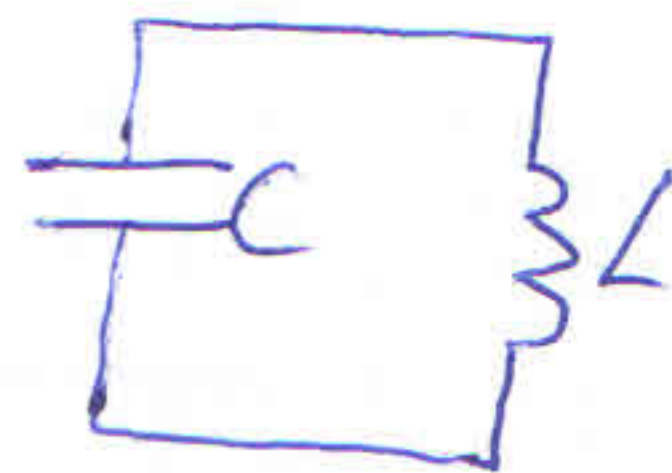
Ответ:  $Q = \frac{CE^2}{6} +$



№9

$I_m$ - ?	CM	Решение
$T = 2\pi \cdot 10^{-5} \text{ c}$		1) по ф-ле Томсона
$q = 5 \text{ нКл}$	$5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$	$T = 2\pi \sqrt{LC}$
$I = 0,8 \text{ мА}$	$0,8 \cdot 10^{-3} \text{ А}$	$T = 2\pi \cdot 10^{-5}$

$\Rightarrow \sqrt{LC} = 10^{-5} \sqrt{2}$   
 $LC = 10^{-10}$



2) Закон сохр. энергии

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

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

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

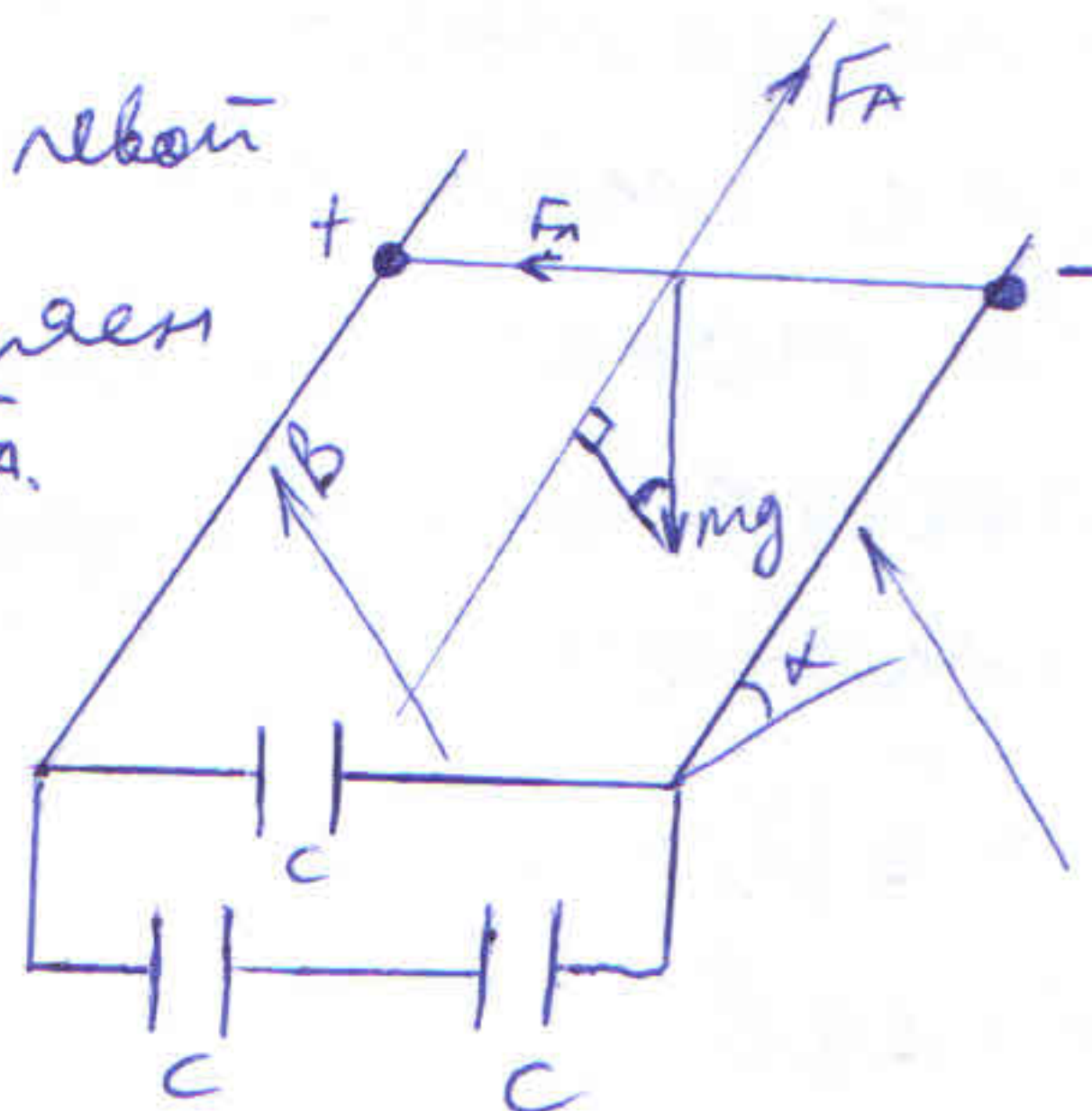
$$I_m = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-18}}{10^{-10}} + 0,64 \cdot 10^{-6}} \approx 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ А} = 0,94 \text{ мА}$$

Ответ:  $I_m = 0,94 \text{ мА}$

№10

$a$ - ?	Решение
$\alpha, \text{ б, м}$ $C, \text{ В}$	1) По II з. Ньютона $mg \sin \alpha - F_A$ $F_A = B I b \sin \alpha$

по пр. левой  
руки  
определяем  
напр.  $F_A$



$$2) \cos \delta = C + \frac{C^2}{2C} = \frac{3}{2}C$$

$$3) \text{ по з. ЭМ/матн, угловой}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{B \Delta S \cos \alpha}{t}$$

$$\Delta S = b \cdot \Delta l$$

$$\Delta l = \frac{at^2}{2} \quad (\text{гб-е с ускорением})$$

$$\Delta S = \frac{abt^2}{2}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{Bab t^2}{2t} = \frac{Bab t}{2} \quad ? \quad Bbv$$

0,5

$$4) \begin{cases} \mathcal{E}_i = q \\ q = It \end{cases} \Rightarrow \mathcal{E}_i = It \quad I' = \frac{dq}{dt}$$

$$\frac{3C Bab t}{4} = It \Rightarrow I = \frac{3C Bab}{4}$$



$$5) ma = mg \sin \alpha - B \frac{3CBab}{4} b$$

$$ma + \frac{3CB^2b^2a}{4} = mg \sin \alpha$$

$$a \left( \frac{4m + 3CB^2b^2}{4} \right) = mg \sin \alpha$$

$$a = \frac{mg \sin \alpha}{4m + 3CB^2b^2}$$

N5

A-?	CM	Ремарке
$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ $p_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $p_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $V_2 - V_1 = 10 \text{ A}$	$10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$A = \frac{m}{\rho} S_{\text{пр}}$ $S_{\text{пр}} = S_1 + S_2$ $S_1 = \frac{1}{2} (p_0 - p_1) (V_2 - V_1)$ $S_2 = \frac{1}{2} (p_2 - p_0) (V_D - V_C)$

2)  $\triangle AOB \sim \triangle COD$  (по 3 углам)

$$\frac{AB}{CD} = \frac{V_D - V_C}{V_2 - V_1} = \frac{p_2 - p_0}{p_0 - p_1} \Rightarrow V_D - V_C = \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_0)}{(p_0 - p_1)}$$

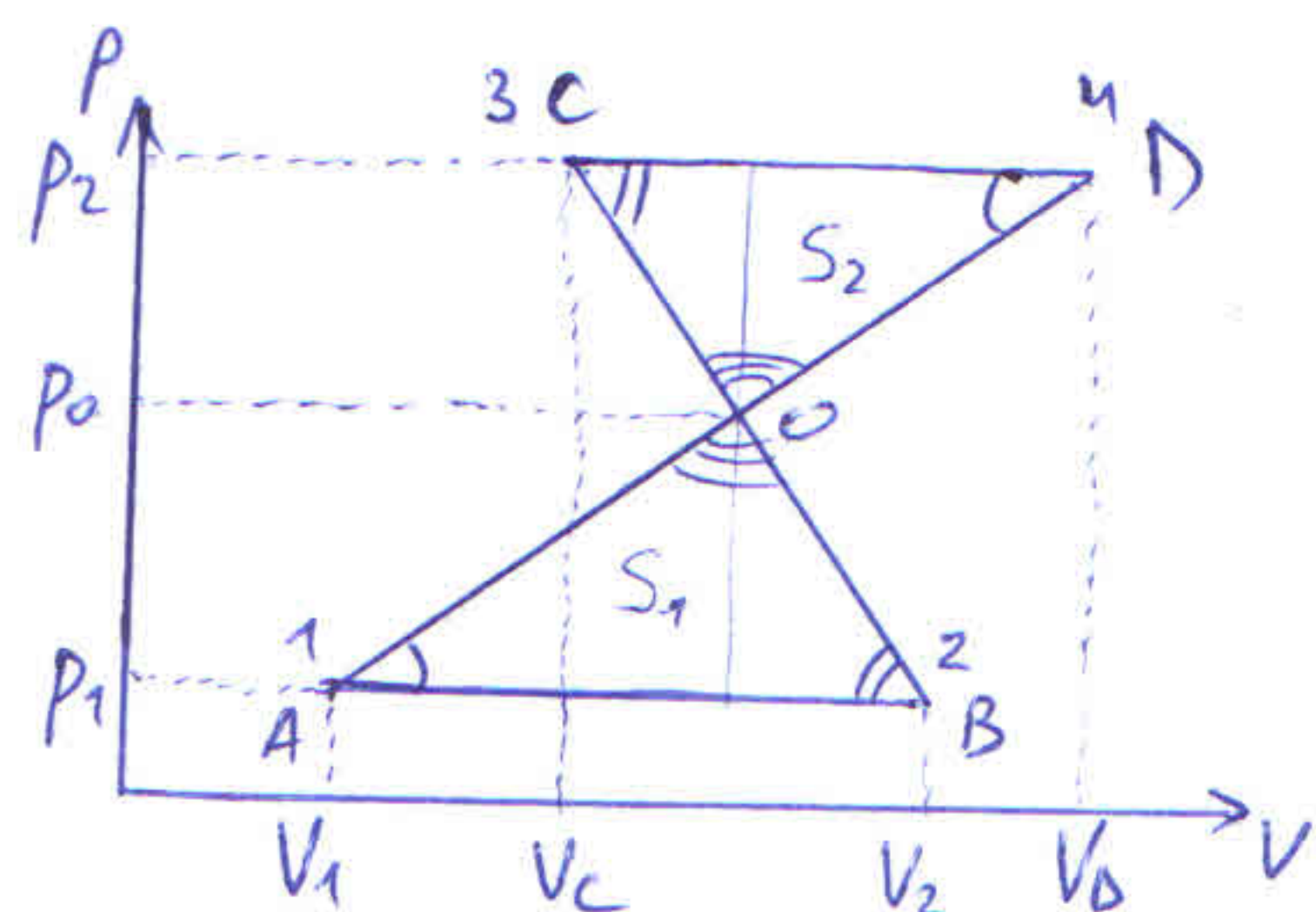
$$3) A = \frac{1}{2} (p_0 - p_1) (V_2 - V_1) + \frac{1}{2} (p_2 - p_0) \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_0)}{(p_0 - p_1)} =$$

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

$$A = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \left( 2 \cdot 10^5 + \frac{(3 \cdot 10^5)^2}{2 \cdot 10^5} \right) = \frac{10^{-2}}{2} \left( 2 \cdot 10^5 + \frac{9 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 10^5} \right) =$$

$$= 10^3 + \frac{9 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^5} = 10^3 + 2,25 \cdot 10^3 = 3,25 \cdot 10^3 = 3250 \text{ (D*)}$$

Ответ:  $A = 3250 \text{ D*}$ . 750 D



знаем,  
рабоч.

0,5