



МГТУ

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119312

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Васильев Александр Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Калуга, МБОУ «Лицей № 36»

Регистрационный номер

ШМ 2004

Вариант задания

2

Дата проведения “ 19 ” марта 20 17 г.

Подпись участника

Савва



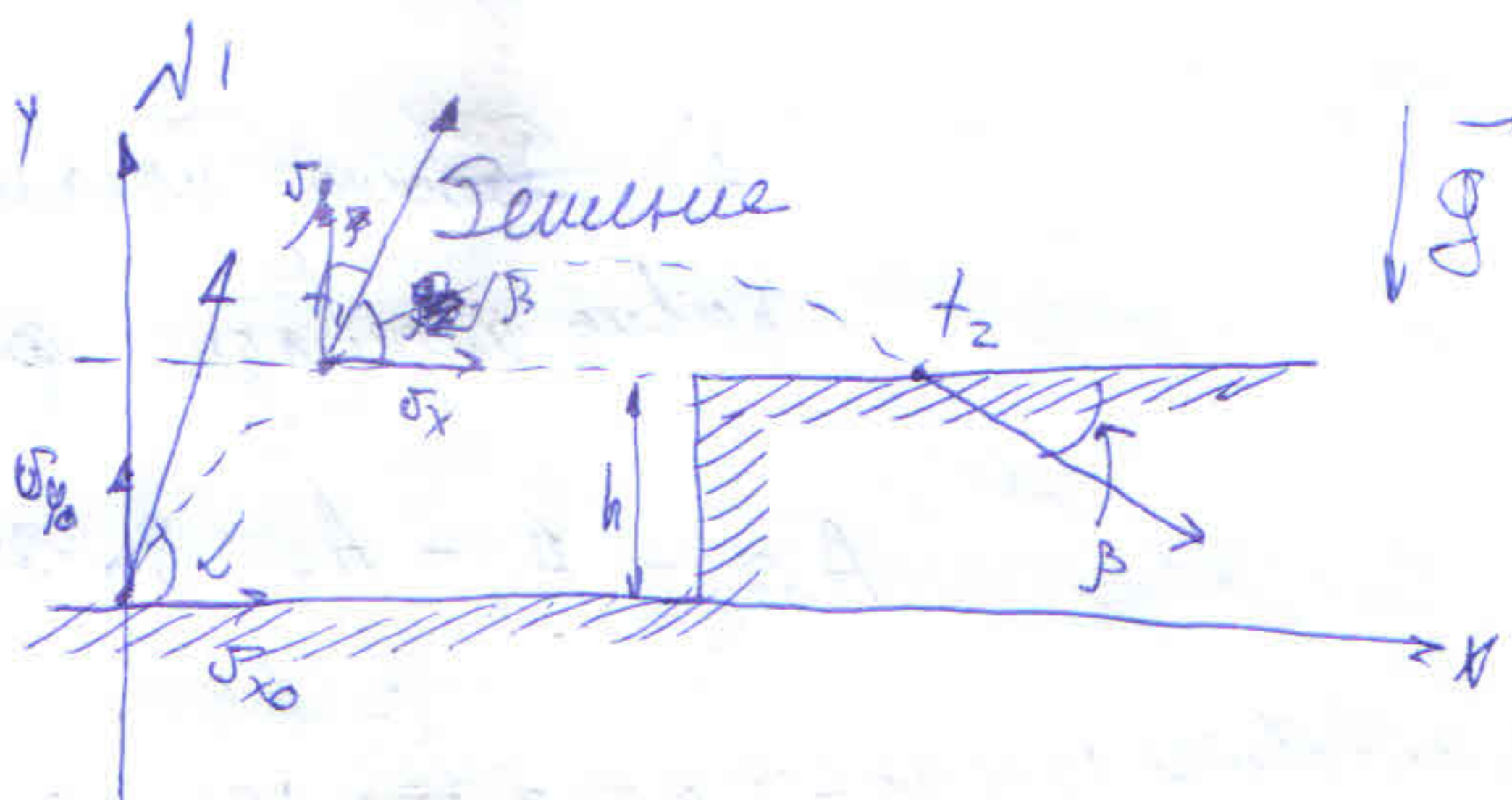
119312

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
8	4	3	0	8	10	3	3	12	0	54
			—						—	51

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

Вариант № 2

Дано:  
 $\alpha = 60^\circ$   
 $h = 3\text{ м}$   
 $\sigma_0 = 10\text{ м/с}$   
 $g = 10\text{ м/с}^2$   
Найти:  
 $\beta = ?$



1) введём систему координат  $xOy$  с точкой  $O$  в месте, откуда вылетел камень.

Запишем ур-в движения от н.  $Ox$  и  $Oy$ .

$$Ox: g_x = 0; \sigma_{0x} = \sigma_0 \cos \alpha$$

$$\sigma_x = \sigma_0 \cos \alpha$$

$$Oy: g_y = g; \sigma_{0y} = \sigma_0 \sin \alpha$$

$$\sigma_y = \sigma_0 \sin \alpha - g t$$

$$H = y_0 + \sigma_{0y} t - \frac{g t^2}{2} \quad ; \quad 3 = \sigma_0 \sin \alpha - \frac{g t^2}{2}$$

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

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

$$t_2 = 4,25$$

$$t_1 = 0,47$$

2) в момент  $t_1$ ;  $\sigma_y = \sigma_0 \sin \alpha - g t_1 = 5\sqrt{3} - 0,47 \cdot 10 = 3,96\text{ м/с}$   
скорость  $\sigma_x$  в этот момент  $= 5\text{ м/с}$

$$\sigma, \text{ м/с в этот момент} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} = \sqrt{16 + 25} = 6,4$$

$$\cos \beta = \frac{5}{6,4} = 0,78$$

$$\beta = \arccos(0,78)$$

еще расчет

0,78

1-

$$\beta = \arccos(0,78)$$



Дано:

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$P_0 = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

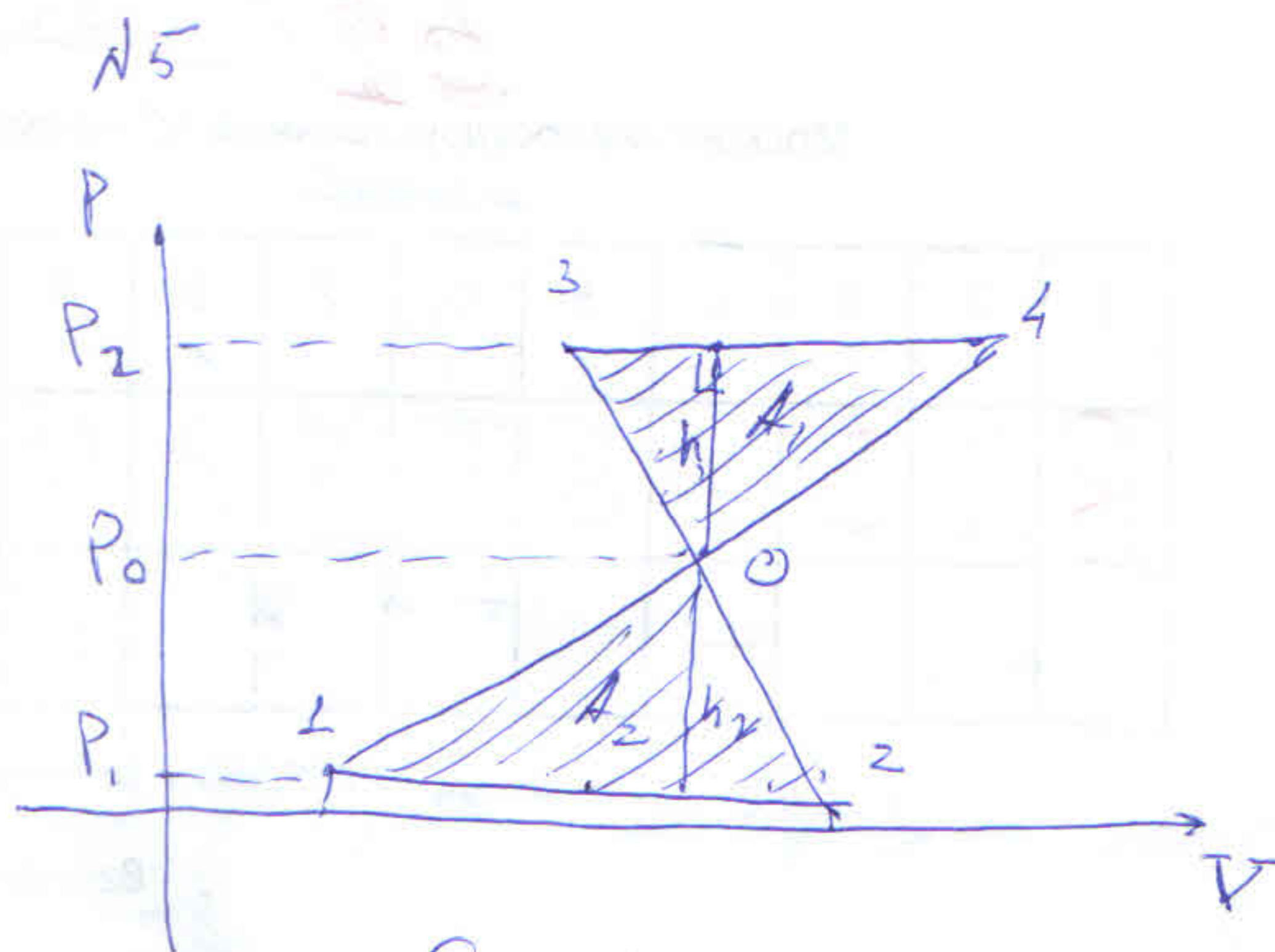
$$P_2 = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 - V_1 = 10 \text{ л} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 10^{-2} \text{ м}^3$$

22/34

Найти:

$A_0 = ?$



Решение:

1) Работа идеального газа в цикле 1-2-3-4 равна площади фигуры, ограниченной графиком.

$$A_{\text{цикл}} = A_1 + A_2 ; \text{ где } A_1 = S_{\Delta 034} ; A_2 = S_{\Delta 102}$$

2) По условию 12/34  $\Rightarrow \Delta 034 \Rightarrow \Delta 102 \Rightarrow \frac{S_{\Delta 034}}{S_{\Delta 102}} = k^2$

$$k = \frac{P_2 - P_0}{P_0 - P_1} = \frac{(8-6) \cdot 10^5}{(6-1) \cdot 10^5} = \frac{2}{5} \Rightarrow k^2 = \frac{4}{25}$$

$$S_{\Delta 102} = \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1) \cdot (P_0 - P_1) = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^5 = \frac{5 \cdot 10^3}{2} = \frac{5000}{2} = 2500$$

$$S_{\Delta 034} = \frac{2500 \cdot 4}{25} = 400 \text{ Дж}$$

$$A_{034} = 400$$

$$A = 2500 + 400 = 2900 \text{ Дж}$$

$$0,25$$

Ответ 2900 Дж

Решение

1) Запишем закон сохранения энергии для контура:

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

2) Запишем формулу периода:

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

3) Поделим первое выражение на 6, имеем

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

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

подставим вместо LC выражение 2, получим:

$q_m$

Дано

$T = 8\pi \cdot 10^{-4} \text{ с}$	или
$I = 8 \text{ мА}$	$8 \cdot 10^{-6} \text{ А}$
$q = 5 \text{ нКл}$	$5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

Найти

$q_m = ?$



$$LC = \frac{16 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 10^2} = 16 \cdot 10^{-8} ; 64$$

$$I^2 \cdot LC + q^2 = q_m^2$$

$$64 \cdot 10^{-12} \cdot 16 \cdot 10^{-8} + 25 \cdot 10^{-18} = q_m^2$$

$$10,24 \cdot 10^{-18} + 25 \cdot 10^{-18} = q_m^2$$

$$q_m^2 = 10^{-9} \cdot \sqrt{10,24 + 25} = 10^{-9} \cdot 5,9 = 5,9 \text{ нКл}$$

Ответ:  
5,9 нКл

13

Дано:

$m$

$5 \text{ м}$

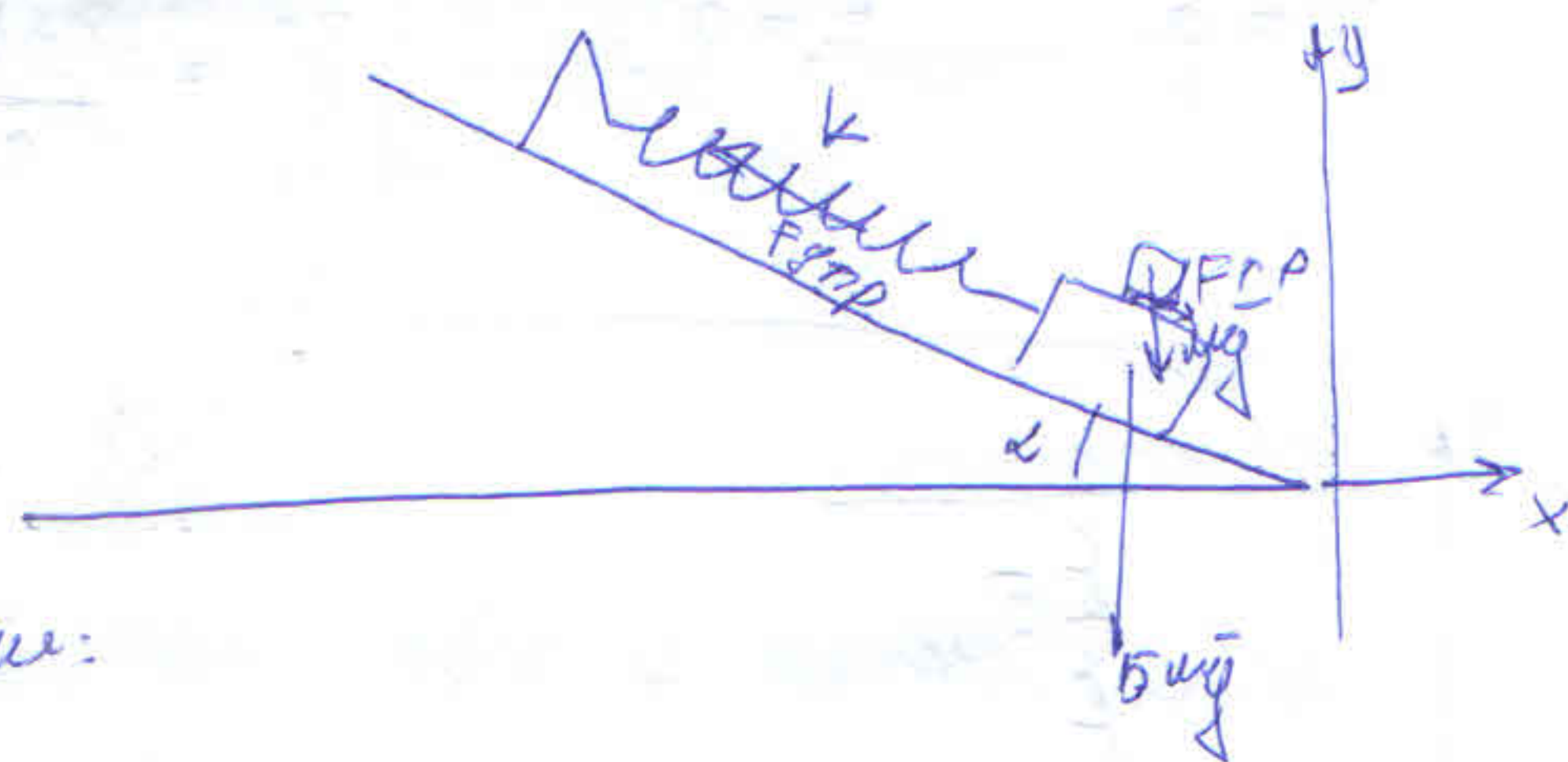
$k$

$\alpha$

$A$

Найти:

$\mu$  или?



Решение:

1) Зап. пр. - соед. закону сопр. телам

$$5mg \sin \alpha - \frac{k \Delta x^2}{2} = \mu \cdot mg \cos \alpha \cdot A$$

$$\Delta x = A; \Delta h = \sin \alpha \cdot A$$

$$5mg \sin \alpha \cdot A - \frac{k \cdot A^2}{2} = \mu mg \cos \alpha \cdot A$$

$$\mu = 5 - \frac{k A^2}{2 \mu mg \sin \alpha \cdot A}$$

$$\mu = 5 - \frac{k A}{2 \mu g \sin \alpha}$$

0,25

Или через

он

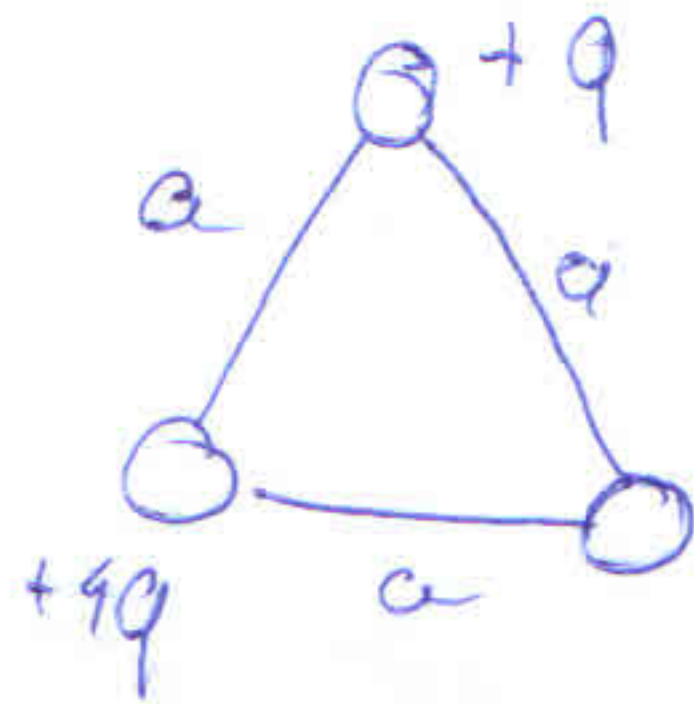
Ответ:

$$\mu = 5 - \frac{k A}{2 \mu g \sin \alpha}$$

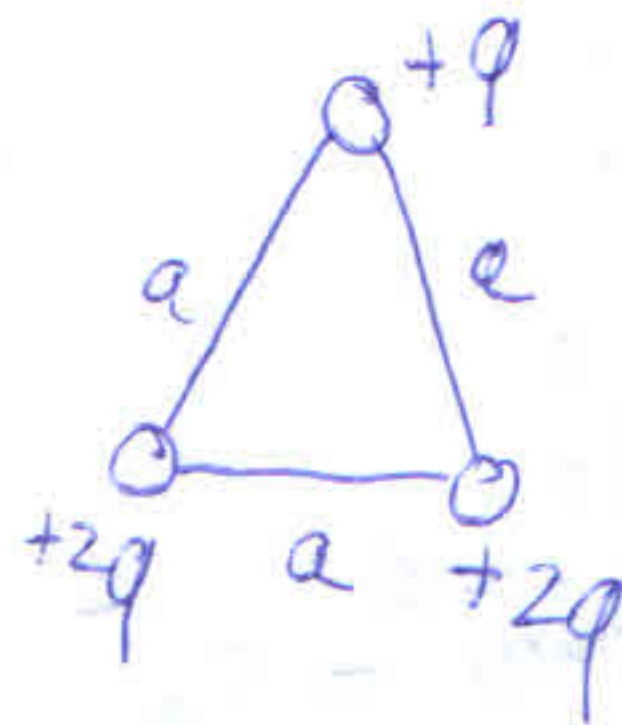


№2

Дано



Схема



После соединения внешнего шара проводником, заряды между ними распр. поровну.

Найдем разность потенциалов:

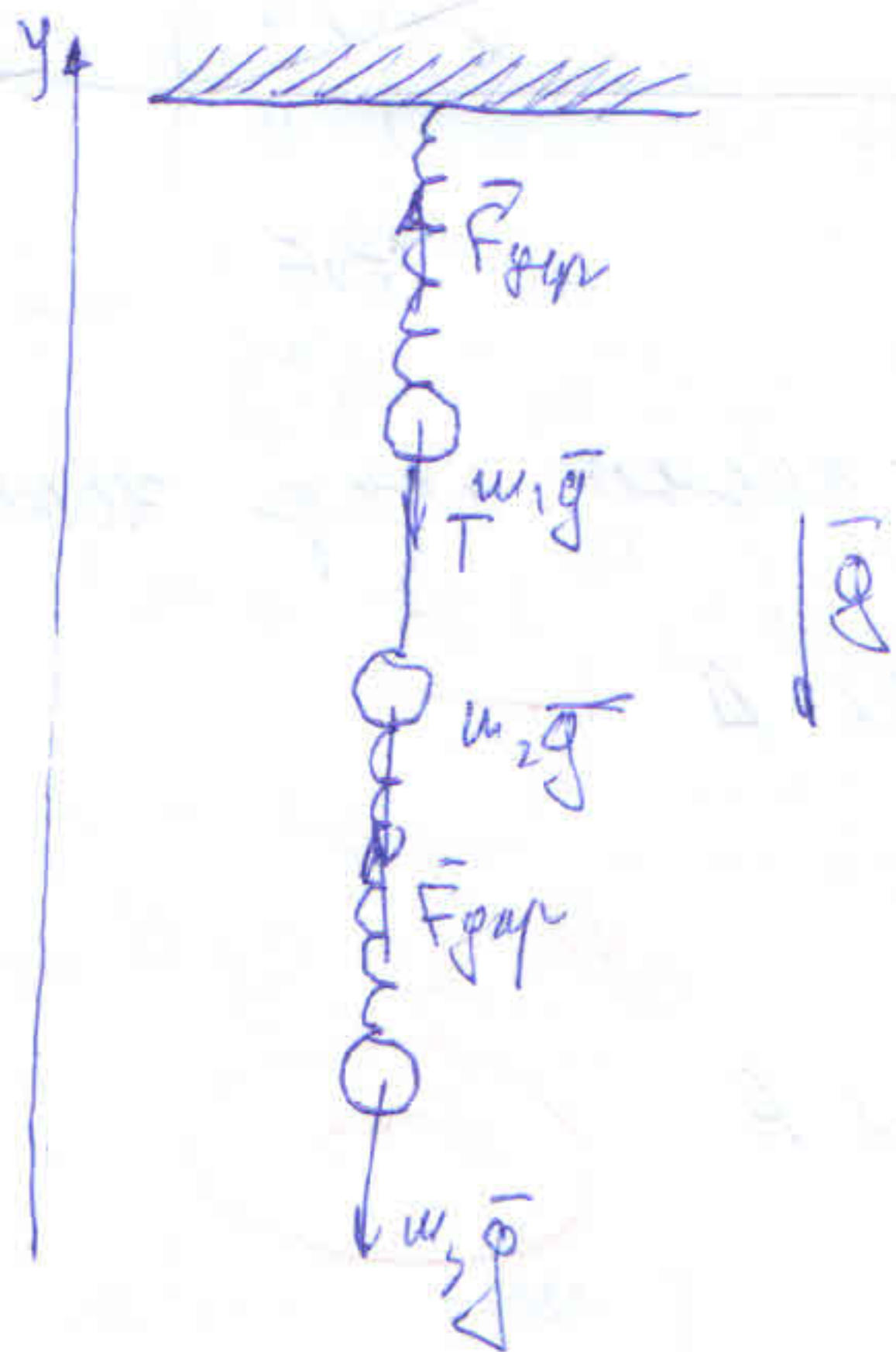
$$\Delta \varphi = \frac{k \cdot 2q}{a} + \frac{k \cdot 2q}{a} + \frac{k \cdot 2q}{a} - \frac{k \cdot 2q}{a} - \frac{kq}{a} - \frac{kq}{a} = \frac{10kq}{a}$$

Реш

$$F_n = q \cdot \Delta \varphi = q \cdot \frac{10kq}{a} = \frac{10kq^2}{a}$$

0,25

Отв:  $\frac{10kq}{a}$



№2

Решение:

По закону Ньютона

$\sum F = 0$ ; если считать положительным:

Затем для каждого шара:

$$\begin{cases} 0 = -m_1 g + k \Delta x_1 - T \\ 0 = T + k \Delta x_2 - m_2 g \\ 0 = k \Delta x_3 - m_3 g \end{cases}$$

Знач

$$T = m_2 g - k \Delta x_2$$

$$T = m_2 g - m_3 g = 30 - 10 = 20 \text{ Н}$$

$$a m_1 = -m_1 g + k \Delta x_1 \rightarrow \text{по 2-му}$$

$$k \Delta x_1 = m_1 g + m_2 g - m_3 g =$$

$$= 30 + 30 - 10 = 50 \text{ Н}$$

$$a \cdot 4 = -40 + 50$$

$$a = \frac{10}{2} = 5 \text{ м/с}^2$$

0,5

Отв:  
 $T = 20 \text{ Н}$   
 $a = 5 \text{ м/с}^2$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

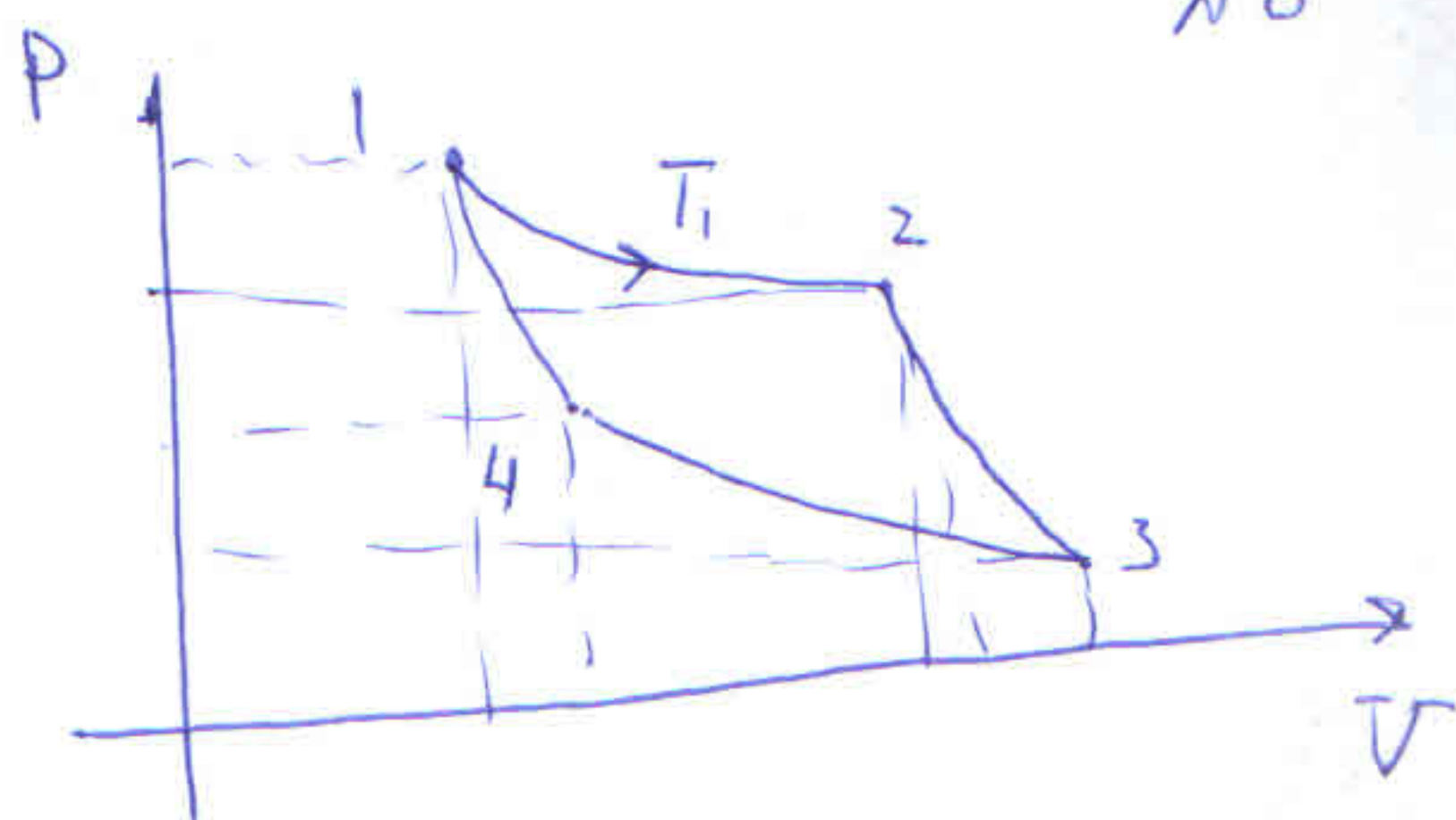
119312

Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

№ 6



При адиабатическом расширении

$$Q = 0 \Rightarrow$$

из первого закона

термодинамики следует что  $\Delta U = A$

$$\text{из одноатомный} \Rightarrow i = 3 \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R (T_H - T_x) = A$$

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

$$\text{из формулы КПД} : \eta = \frac{T_H - T_x}{T_H} \quad (II)$$

подставим в (II) выраж. (I) и получим

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

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

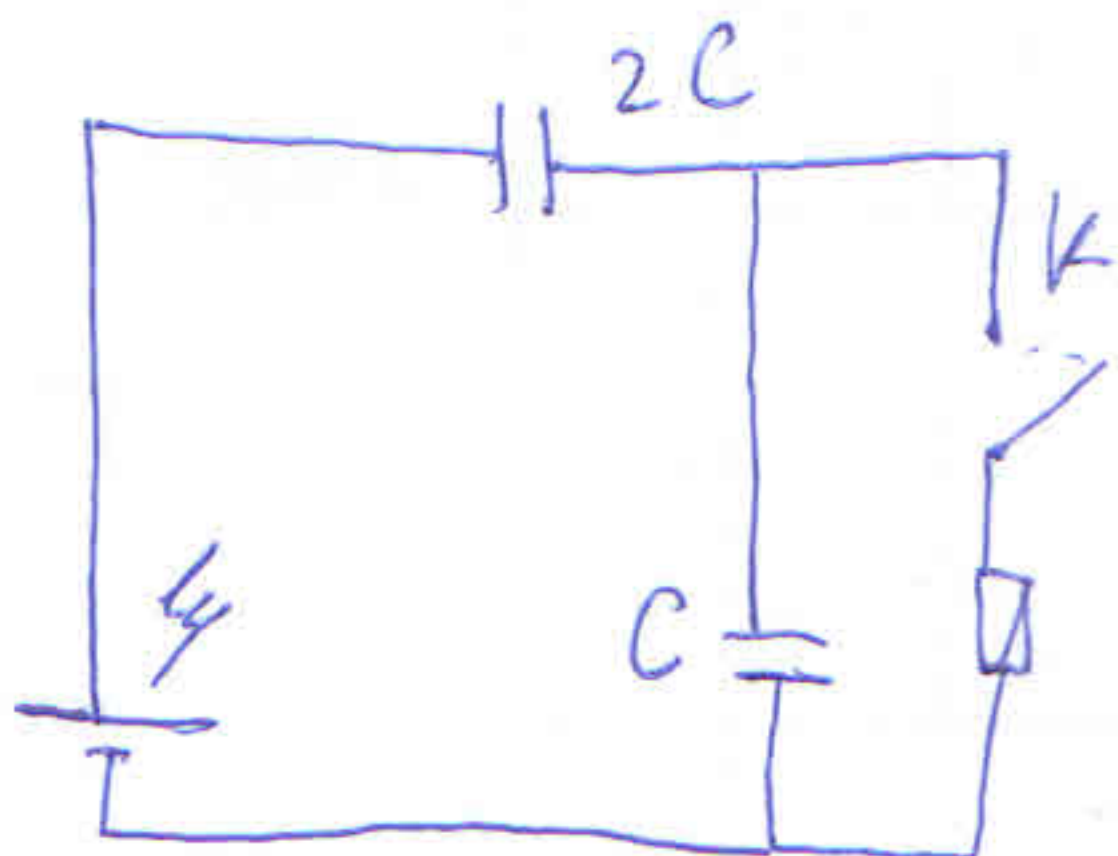
1 +

$$\text{отсюда} \\ T_H = \frac{A}{3 \eta R}$$



Дано:  
 $2C$   
 $C$   
 $4q$   
 Найти:  
 $Q$  - ?

№ 8



При паралл. соедин. конденсаторов:

$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{C}$$

$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{3}{2C}$$

$$C_{\text{общ}} = \frac{2}{3} C \quad +$$

1) Найти при замыкании  
 работа, затрач. на заряд  $q$ .  
 когда работа не совершена

$A = 4q$        $A_{\text{исп}} - \Delta W =$

2) Эта работа идет на  
 зарядку конденсаторов  
 и на изменение  $Q$

0,25

