

1 

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123470

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника БЕЗУКЛАДНИКОВА Т.А.

Город, № школы (образовательного учреждения) г. ЧЕЛЯБИНСК,

МАОУ „ЛИЦЕЙ № 82 г. ЧЕЛЯБИНСКА“

Регистрационный номер ШМ 9057

Вариант задания 8

Дата проведения “ 23 ” марта 20 12 г.

Подпись участника



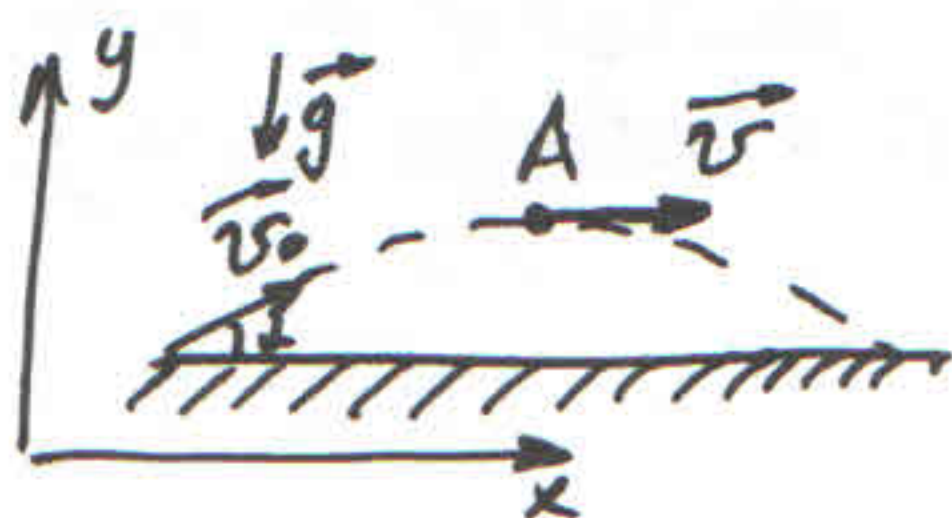
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	
8	8	10	10	10	10	10	10	6	12	94

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 8

1. $m = 4 \text{ кг}$ $\alpha = 30^\circ$ $t = 1,2 \text{ с}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ $W_{k0} = ?$



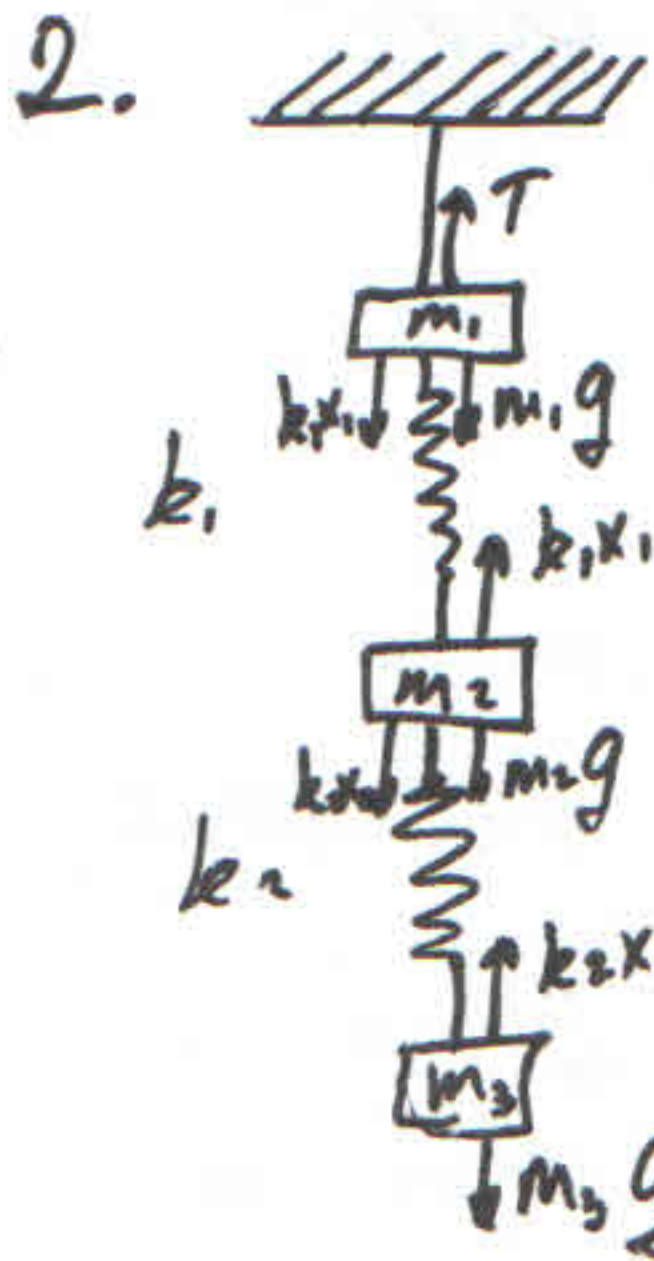
В точке А тело окажется через время $t_0 = \frac{t}{2} = 0,6 \text{ с}$

В этот момент проекция скорости на ось $Oy = 0. \Rightarrow$

$$g = \frac{v_0 \sin \alpha - 0}{t_0} \Leftrightarrow v_0 \sin \alpha = g t_0 = 6 \text{ м/с} \Leftrightarrow v_0 = \frac{6}{\sin 30} = 12 \text{ м/с}$$

$$W_{k0} = \frac{m v_0^2}{2} = \frac{4 \cdot 12^2}{2} = 288 \text{ Дж.}$$

Ответ: 288 Дж. — кинетическая энергия в начальный момент броска.



1) Т.к. система находится в равновесии, то векторные суммы сил на каждый из грузов равны.

$$3: m_3 g = k_3 x_3$$

$$2: m_2 g + k_3 x_3 = k_2 x_2$$

$$m_2 g + m_3 g = k_2 x_2$$

$$1: m_1 g + k_2 x_2 = T$$

$$m_1 g + m_2 g + m_3 g = T$$

$$\Rightarrow T = g(m_1 + m_2 + m_3) = 10 \cdot 8 = 80 \text{ Н}$$

2) Сразу после пережатия нити брусок не успев сдвинуться. растяжения пружин не изменились.

$$m_1 a = m_1 g + k_2 x_2 = m_1 g + m_2 g + k_3 x_3 = m_1 g + m_2 g + m_3 g = 80 \text{ Н}$$

$$a = \frac{80 \text{ Н}}{m_1} = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: Сила натяжения нити равна 80 Н, ускорение бруска массой m_1 направлено вниз и равно $80 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

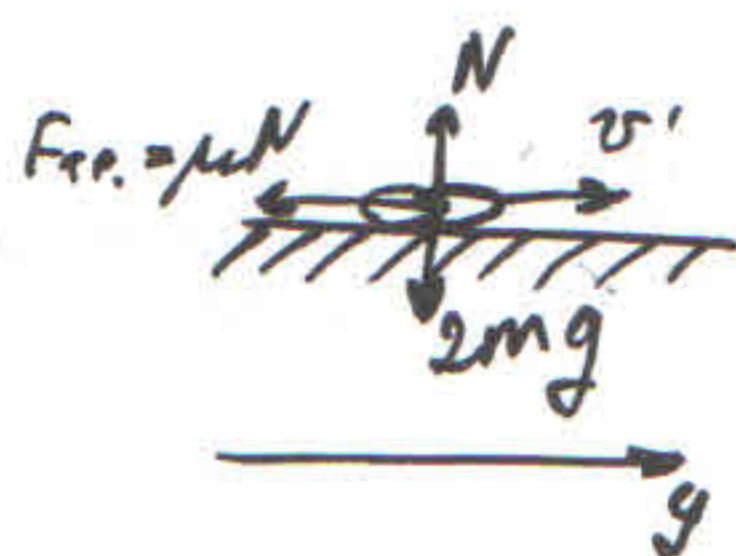
3. В данной системе маятник часть колебаний совершает с длиной нити l , а другую часть с длиной $l - \frac{l}{4} = \frac{3l}{4}$.

Общий период T складывается из двух полу периодов T_1 и T_2 с такими длинами.

$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} + \pi \sqrt{\frac{3l}{4g}} = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

Ответ: период колебаний такого маятника $\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \approx 1,85 \sqrt{l}$

4. Запишем закон сохранения импульса (m - масса шариков):
 $m \cdot 2v - m v = 2m v' \Rightarrow v' = \frac{v}{2}$ (т.к. удар неупругий, то предметы дальше движутся как единое целое)



$$F_{тр.} = \mu N = 2\mu mg$$

$$O_y: 2ma = 2\mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$t = \frac{v'}{a} = \frac{v}{2\mu g}$$

Ответ: Шарик после соударения будет двигаться время равное $\frac{v}{2\mu g}$

$$5. V = 20 \text{ дм}^3 = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

V_n	O_2 $m_n = 16$	H_2O $m_n = 27$
-------	---------------------	----------------------

$$t = 100^\circ\text{C} \quad T = 373 \text{ K}$$

Если воды в правой части достаточно, то там будет насыщенный пар. При 100°C давление насыщенного равно атмосферному при н.у. $\Rightarrow P_0 = 10^5 \text{ Па}$ (Достаточность воды проверим позже)

Т.к. перегородка невесомая и движется без трения, то давление в правой части равно давлению в левой части

$$P_0 V_n = \nu_{O_2} RT = \frac{m_n RT}{M_n} \Rightarrow V_n = \frac{m_n RT}{M_n P_0}$$

$$V_n = V - V_n = V - \frac{m_n RT}{M_n P_0} = 20 \cdot 10^{-3} - \frac{16 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 373}{32 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5} = 15,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 15,5 \text{ дм}^3$$

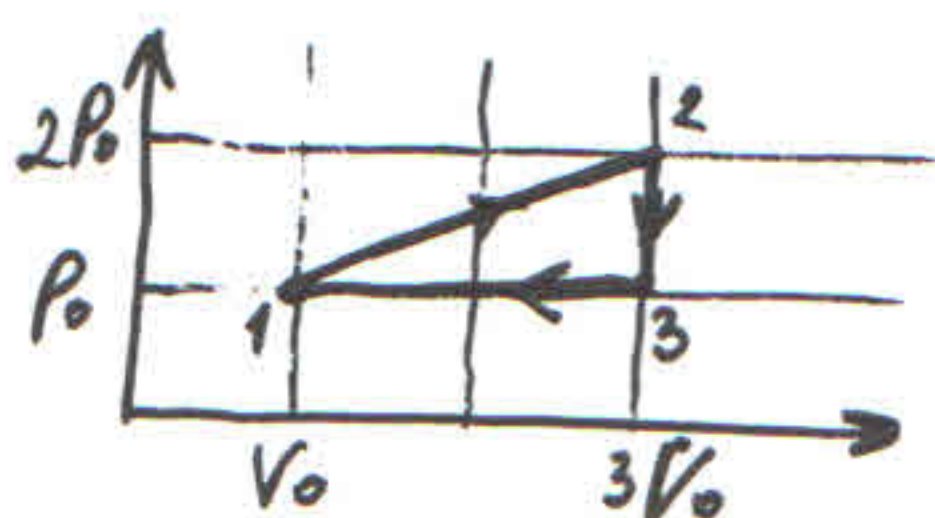
$$= 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 4,5 \text{ дм}^3$$

Теперь посмотрим, какой объем ^{может} заполнить нас. пар из 27 г

$$\nu_{H_2O} RT = P_0 V' \quad V' = \frac{27 \cdot 8,31 \cdot 373}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5} = 0,046 \text{ м}^3 = 46 \text{ дм}^3 \quad (\text{Пара хватает})$$

Ответ: $4,5 \text{ Дж}$ - объем правой части сосуда.

6.



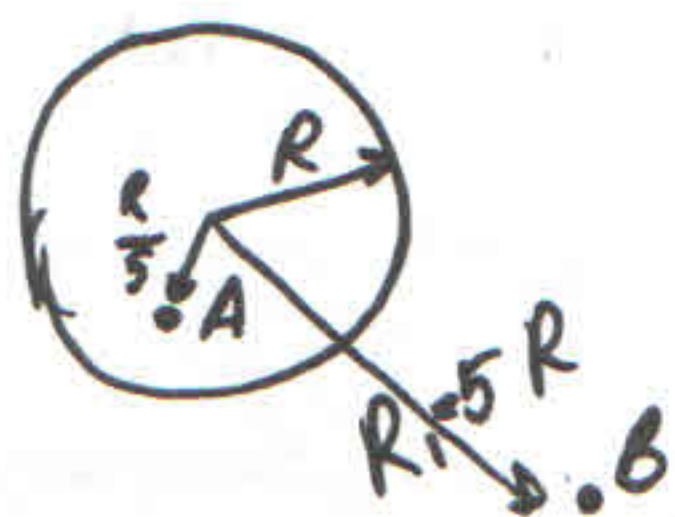
$$1) A_{12} = 0 \Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \\ = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot (3 P_0 V_0 - 6 P_0 V_0) = -4,5 P_0 V_0$$

$$2) Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + P_0 (V_1 - V_3) = \\ = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) + P_0 (V_0 - 3 V_0) = \frac{5}{2} (P_0 V_0 - 3 P_0 V_0) = -5 P_0 V_0$$

$$3) \frac{Q_{12}}{Q_{13}} = \frac{-4,5 P_0 V_0}{-5 P_0 V_0} = 0,9$$

Ответ: Q_{12} относится к Q_{13} , как 9 относится к 10.

7.



Потенциал внутри шара не зависит от расстояния до центра $(k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0})$

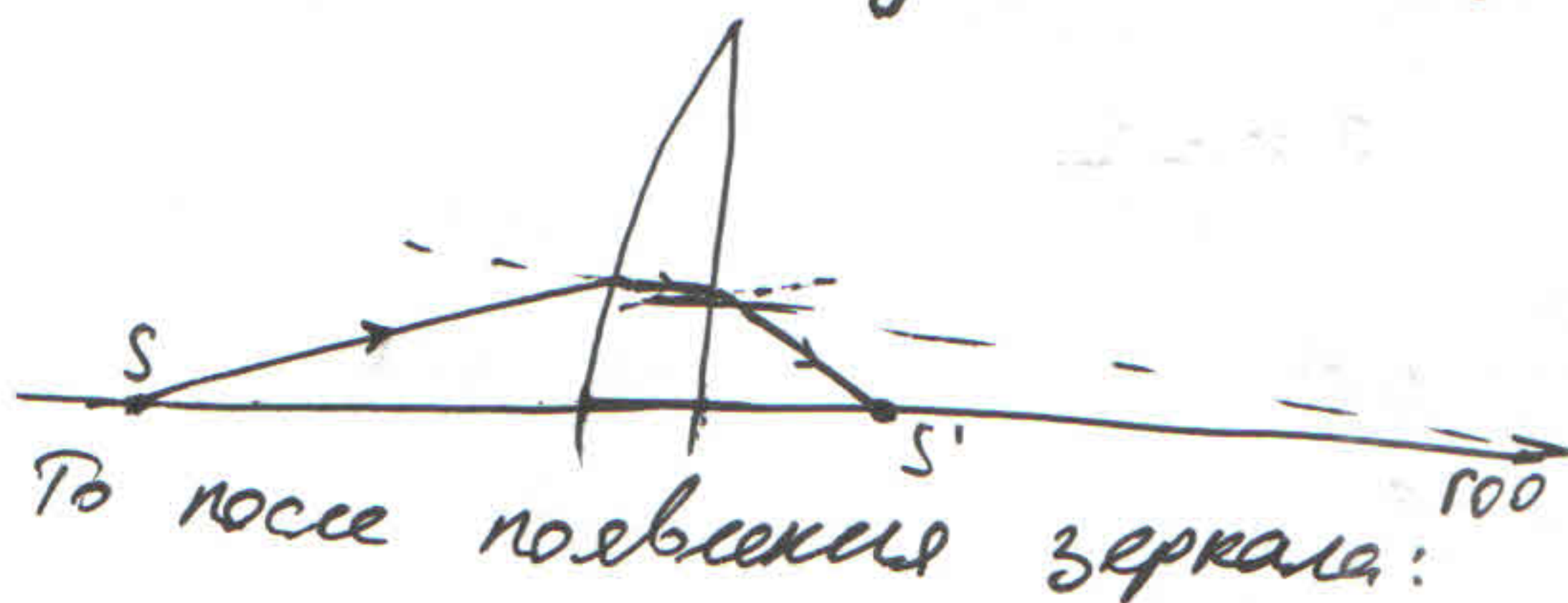
$$\varphi(A) = \frac{kq}{R} = \varphi \Rightarrow kq = \varphi R$$

$$E(B) = \frac{kq}{(5R)^2} = \frac{kq}{25R^2} = \frac{\varphi R}{25R^2} = \frac{\varphi}{25R}$$

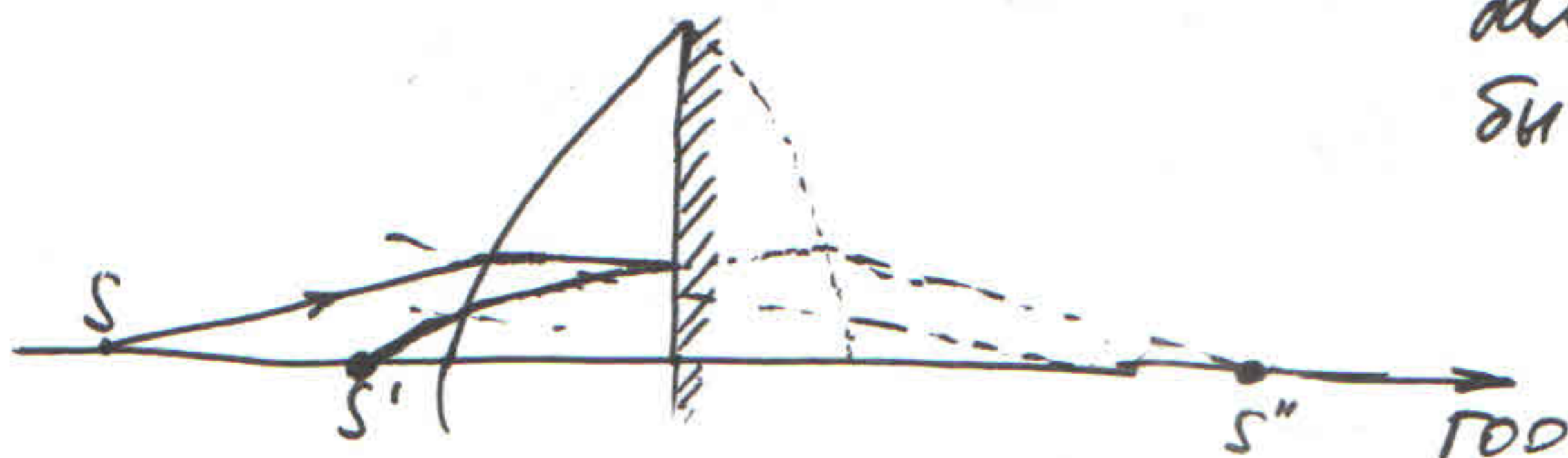
Ответ: Напряженность на расстоянии $5R$ от центра шара равна $\frac{\varphi}{25R}$.

(По ходу всей задачи шар рассматривается как сфера, потому что он проводящий, а заряд распределится на поверхности \Rightarrow образует сферу)

8. Если скатала луч шел вот так:



По себе появились зеркала:



S' - это изображение

S'' - это искомое положение предмета, который бы дал изображение S' , если бы линза имела вид O

Получаем, что до появления зеркала:

$$D = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\infty} \right) = (n-1) \cdot \frac{1}{R} = 1 \text{ дптр} \quad \checkmark$$

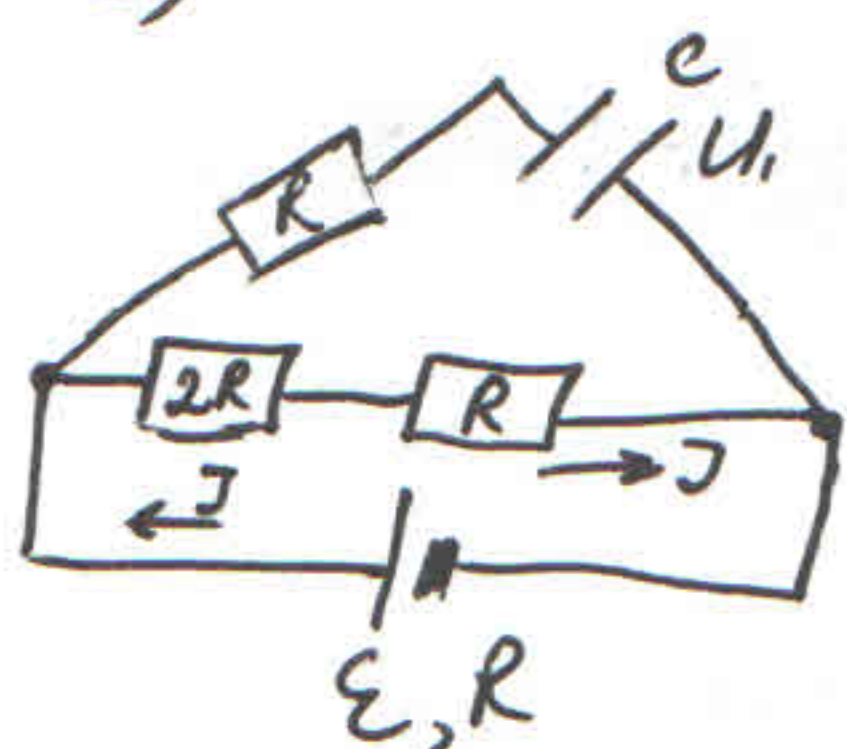
После появления ~~зеркала~~ зеркала:

$$D' = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right) = (n-1) \frac{2}{R} = 2 \cdot D = 2 \text{ дптр}$$

Но так как изображение s' расположено по ту же сторону, что и предмет s , то D должна быть отриц и равной -2 дптр .

Ответ: оптическая сила станет равной -2 дптр .

9. 1)

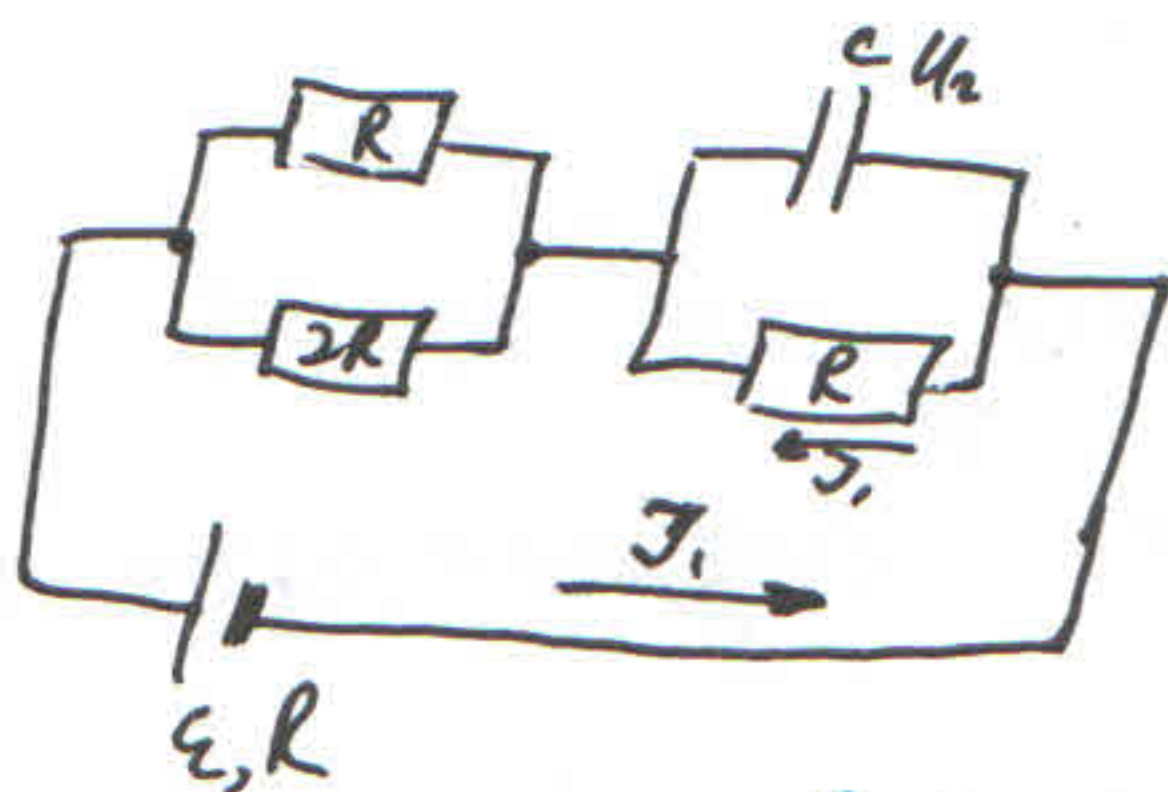


Когда режим установился, конденсатор заряжен, ток через него и резистор, соединенный с ним последовательно, не бежит. \Rightarrow
 $U_1 = U$ двух резисторов $2R$ и R

$$\cancel{U_1} \quad \varepsilon = IR + I \cdot 2R + I \cdot R = 4IR \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{4R} \quad \checkmark$$

$$U_1 = IR + I \cdot 2R = \frac{3\varepsilon}{4} = 12 \text{ В} \Rightarrow \varepsilon = 16 \text{ В}$$

2)



Т.к. через конденсатор ток не бежит, то весь ток, текущий через цепочку, проходит через резистор R , соедин. параллельно с конденсатором

$$\varepsilon = I_1 R + I_1 R + I_1 \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \left(2 + \frac{2}{3} \right) I_1 R \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{3\varepsilon}{8R}$$

$$U_2 = I_1 R = \frac{3\varepsilon}{8} = \frac{3 \cdot 16 \text{ В}}{8} = 6 \text{ В}$$

Ответ: $U_2 = 6 \text{ В}$

10. (на следующем месте)

0,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

123470

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

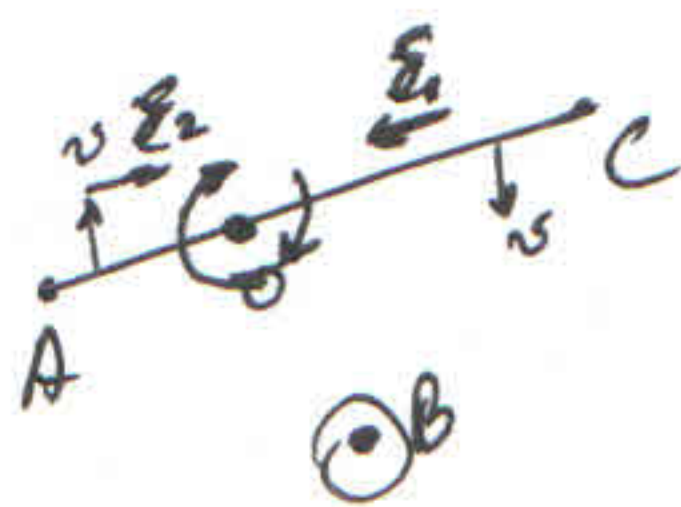
Вариант № 8

10. При движении проводника в магнитном поле в нем возникает ЭДС: $\mathcal{E} = vBl$

Т.к. у нас отдельные кусочки движутся с разными скоростями, то можно просуммировать ЭДС от отдельных бесконечно малых кусочков проводника

$$\mathcal{E} = \int_{-1,5l}^{3l} vB dl = \int_{-1,5l}^{3l} \omega l B dl = \omega B \frac{l^2}{2} \Big|_{-1,5l}^{3l} = \omega B \frac{9l^2}{2} - \omega B \frac{1,5^2 l^2}{2} =$$

$$= \frac{27}{8} \omega B l^2 = 3,375 \omega B l^2$$



$$\varphi_C > \varphi_A$$

Ответ: $\frac{27}{8} \omega B l^2 \approx 3,4 \omega B l^2$

$$\varphi_C - \varphi_A = \frac{27}{8} \omega B l^2$$