

41

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123471

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Коперский Никита Юрьевич

Город, № школы (образовательного учреждения) станция Чибасская МБОУ СОШ №26

Регистрационный номер ШМ 04 49

Вариант задания 8

Дата проведения " 23 " марта 20 17 г.

Подпись участника Коперский

ЗК (составляет часть)

123471

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,25	
8	8	5	10	10	10	10	5	6	3	ЗК

Вариант № 8

Дано

$$m = 4 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

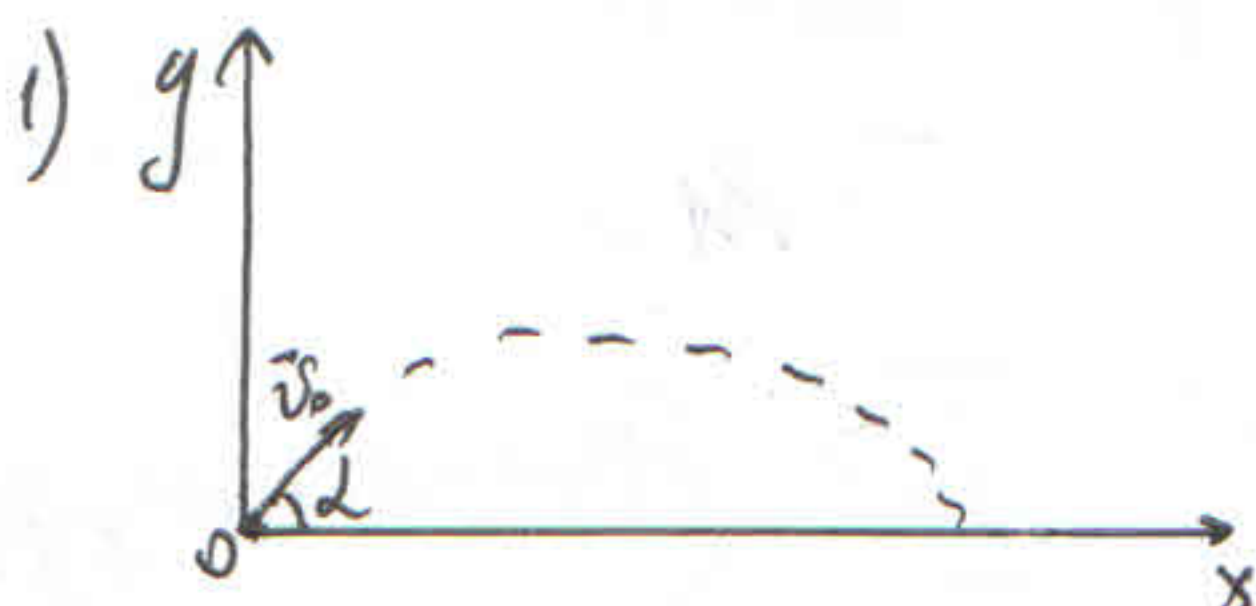
$$t = 1,2 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$E_{k0} = ?$$

Решение

Задача №1.



Спроецируем начальную скорость на ось Oy
 $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$

2) Относительно Oy получаем

$$\vec{S} = \vec{v}_{0y} t + \vec{g} \frac{t^2}{2}$$

$$0 = v_0 \sin \alpha \cdot t - g \frac{t^2}{2}$$

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

$$v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha}$$

3) Кинетическая энергия в начале

$$E_0 = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m}{2} \left(\frac{gt}{2 \sin \alpha} \right)^2 = \frac{m}{2} \cdot \frac{g^2 t^2}{4 \sin^2 \alpha}$$

$$E_0 = \frac{4 \cdot 10^2 \cdot 1,2^2 \cdot 4}{2 \cdot 4 \cdot 1} = 288 \text{ Дж}$$

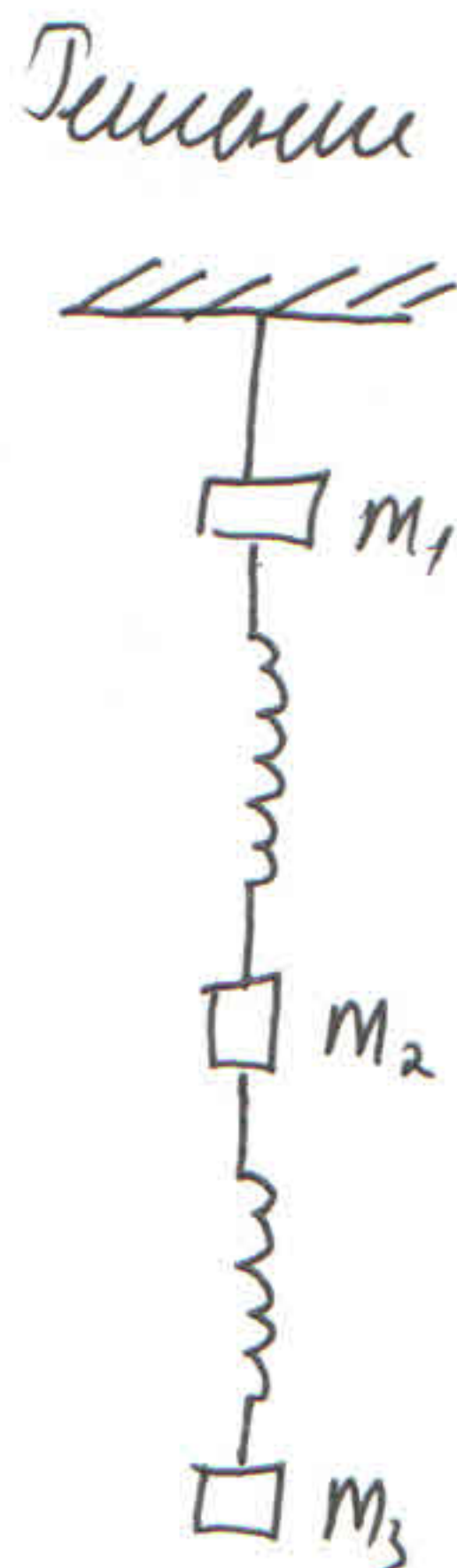
Ответ: $E_0 = \frac{m g^2 t^2}{8 \sin^2 \alpha}$; $E_0 = 288 \text{ Дж}$

①

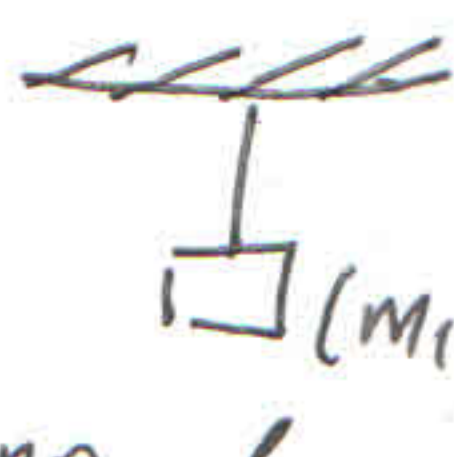
Задача №2.

Дано
 $m_1 = 1 \text{ кг}$
 $m_2 = 4 \text{ кг}$
 $m_3 = 3 \text{ кг}$

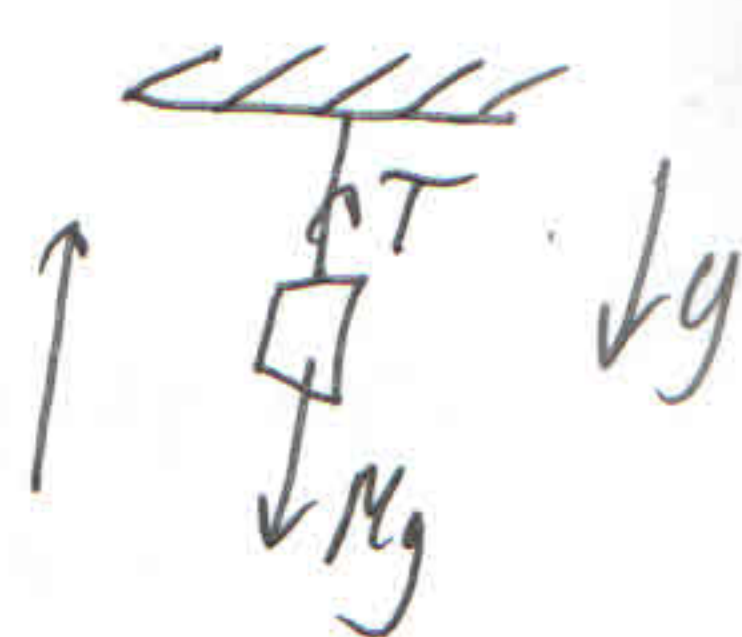
- 1) $T_0 = ?$
- 2) $|a| = ?$
и направление



Рассмотрим систему грузов и нить
и получим $M_{\text{пол}} = m_1 + m_2 + m_3$



по второму закону Ньютона в состоянии
равновесия имеем



$$m\vec{a} = \vec{T} + M\vec{g}$$

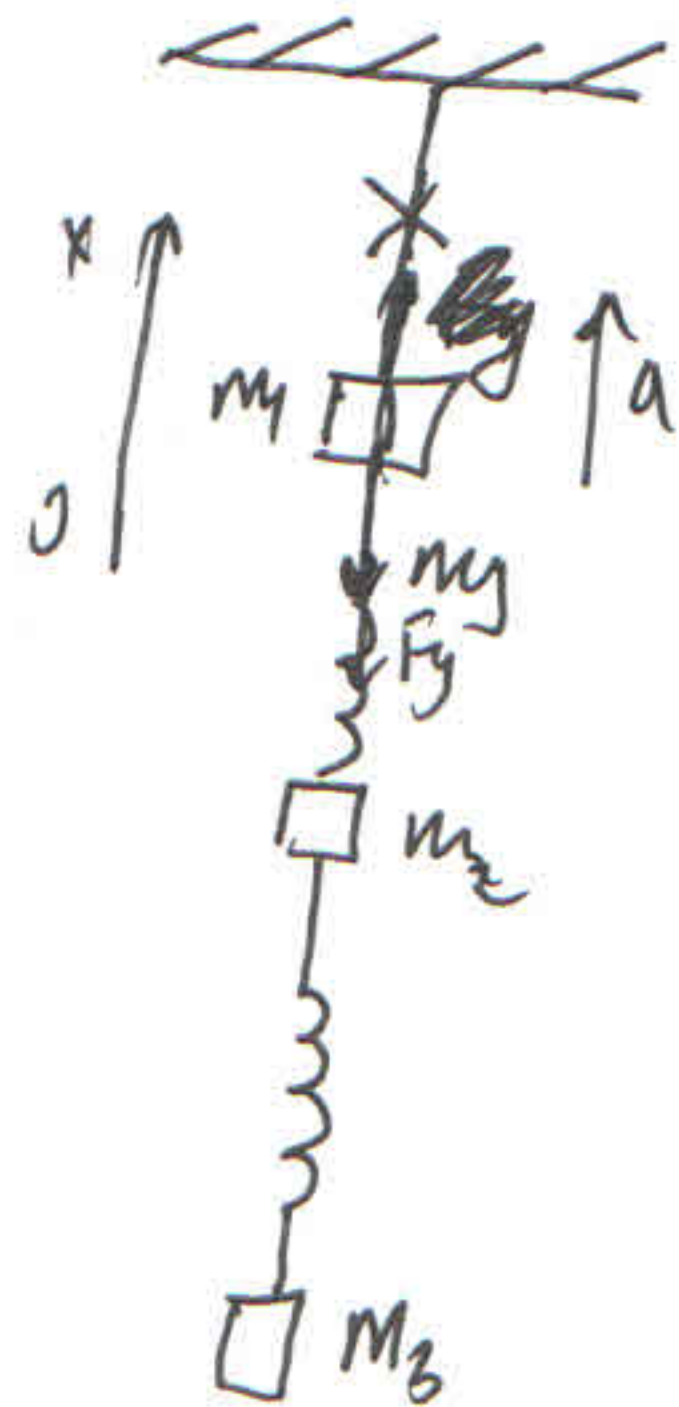
$$0 = T - Mg$$

$$T = Mg$$

$$\Rightarrow T_0 = (m_1 + m_2 + m_3)g$$

$$T_0 = (1 + 3 + 4) \cdot 10 = 80 \text{ (Н)}$$

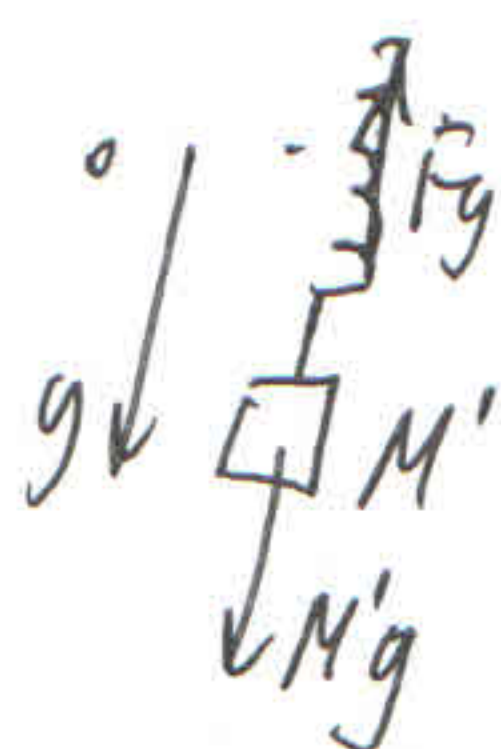
- 2) Рассмотрим момент сразу после перерезания нити по
2 закону Ньютона имеем, относительно OX



$$Ma = -F_y - m_1g$$

- 3) Найдем F_y .

Сила F_y связана с грузами m_3 и m_2 , рассмотрим
систему верхней пружины и грузов m_2 и m_3 , по
2 закону Ньютона имеем; OY



$$Ma_y = M'g - F_y; \text{ где } M' = m_2 + m_3$$

$$\Rightarrow M'g = F_y$$

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

$$4) \Rightarrow \begin{aligned} m_1 a &= -F_y - m_1 g \\ m_1 a &= -m_2 g - m_3 g - m_1 g \\ a &= \frac{-(m_2 + m_3)g - m_1 g}{m_1} \end{aligned}$$

$$a = \frac{-(4 + 3) \cdot 10 - 10 \cdot 1}{1} = -70 + 10 = -80 \text{ м/с}^2$$

$$|a| = 80 \text{ м/с}^2$$

Ответ 1) $T_0 = g(m_1 + m_2 + m_3)$
 $T_0 = 80 \text{ (Н)}$

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

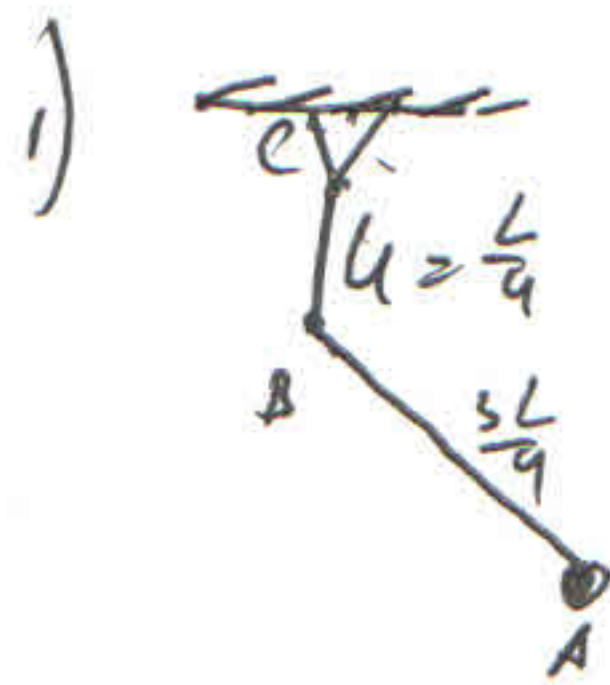
направлена
вниз

$$|a| = 80 \text{ м/с}^2$$

Задача №3

Дано
L
Найти
T

Решение.



Найдем длину AB

$$AB = L - l = \frac{3L}{4}$$

2) Период математического маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{3L}{4}}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{3L}{4g}} = \frac{2\pi}{2} \sqrt{\frac{3L}{g}} = \pi \sqrt{\frac{3L}{g}}$$

$$T = \pi \sqrt{\frac{3L}{g}}$$

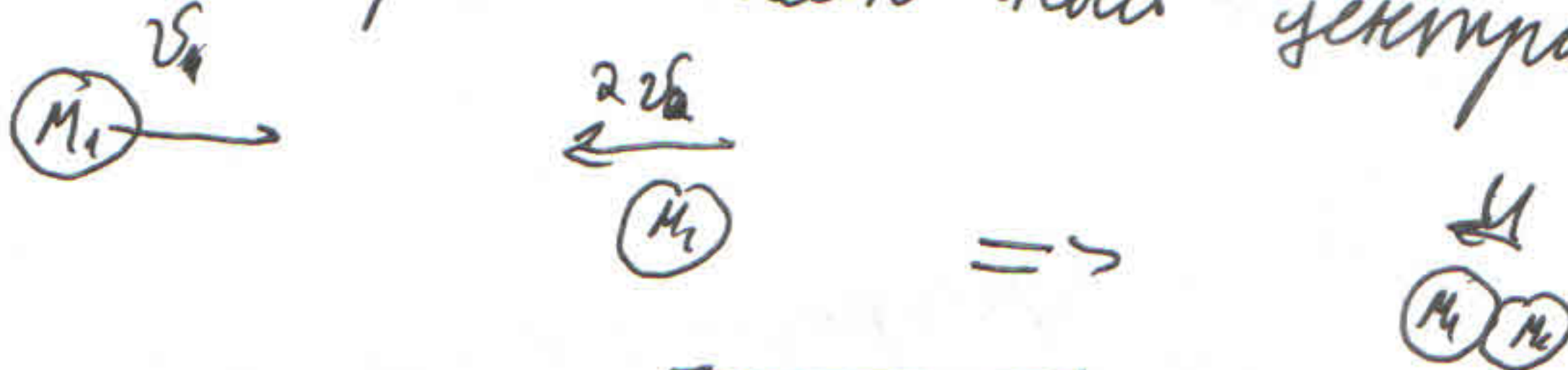
Ответ $T = \pi \sqrt{\frac{3L}{g}}$

Задача №4

Дано
 v_1, v_2
 $m_1 = m_2$
 M
 $t = ?$

Решение

1) Рассмотрим абсолютно упругий центральный удар



$$-m_1 v_1 + m_2 2v_2 = u(m_1 + m_2)$$

$$m_1 v_1 = 2m_1 u$$

$$u = \frac{v_1}{2}$$

2) По закону сохранения энергии имеем после удара до остановки

$$(m_1 + m_2) u^2 = F_{\text{тр}} S$$

(где S - пройденный путь шариками).

3) По второму закону Ньютона имеем

$$-ma = -F_{\text{тр}}$$

$$ma = F_{\text{тр}} \Rightarrow a = \frac{F_{\text{тр}}}{m}$$

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow$$

$$a = \frac{v_1 - v_0}{t} = -\frac{v_0}{t}$$

$$\Rightarrow \frac{mv_0}{t} = F_{\text{тр}}$$

$$\frac{m \cdot 2S}{t^2} = F_{\text{тр}}$$

$$S = \frac{F_{\text{тр}} \cdot t^2}{2m_{\text{шар}}}, \text{ где } F_{\text{тр}} = \mu(m_1 + m_2)g$$

$$\Rightarrow \text{по 3.с.и. } \frac{(m_1 + m_2) u^2}{2} = F_{\text{тр}} \cdot S$$

$$\frac{(M_1 + M_2)u^2}{2} = P_{\text{пр}} \cdot S$$

$$\frac{(M_1 + M_2)u^2}{2} = \frac{P_{\text{пр}} \cdot t^2 \cdot P_{\text{пр}}}{2(M_1 + M_2)}$$

$$\frac{(M_1 + M_2)u^2}{2} = \frac{t^2 \cdot \mu g (M_1 + M_2)^2}{2(M_1 + M_2)}$$

$$\frac{u^2}{2} = \frac{t^2 \cdot \mu^2 g^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{u^2}{\mu^2 g^2}}$$

$$t = \frac{u}{\mu g}$$

$$t = \frac{u}{2\mu g}$$

Ответа $t = \frac{u}{2\mu g}$

Задача №5.

Дано

$$V_2 = 20 \text{ dm}^3$$

$$t = 100^\circ \text{C}$$

$$M_{O_2} = 16 \text{ г/моль}$$

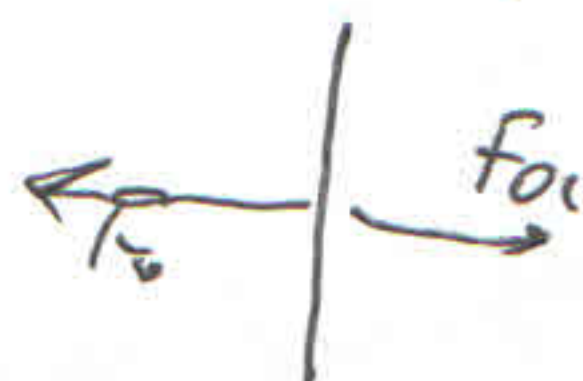
$$M_{H_2O} = 27 \text{ г/моль}$$

$$V_{\text{пр}} = ?$$

Решение

t	P_1	t	P_2
O_2	M_{O_2}	H_2O	M_{H_2O}

3) Тахометрическим методом



$$P_0 = F_0$$

$$P_0 S = P_01 S$$

$$P_0 = P_01$$

1) Т.к. перфорация тонкая то в частях сечения температура t

2) Там же в правой части сечения находится вода, то давление в нем $P_0 = 10^5 \text{ Па}$

$$F_{01} = P_01 S$$

$$F_0 = P_0 S$$

4) Тахометрическим методом

по уравнению Менделеева-Клапейрона имеем

$$P_0 V_1 = \frac{M_{O_2} R T}{M_{O_2}}$$

$$V_1 = \frac{M_{O_2} R T}{M_{O_2} \cdot P_0}$$

5) Объем протекшей части $V_{\text{пр}} = V_2 - V_1$

$$V_{\text{пр}} = V_2 - \frac{M_{O_2} R T}{M_{O_2} \cdot P_0} = 20 \cdot 10^{-3} - \frac{16 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 373}{16 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5} = 20 \cdot 10^{-3} - \frac{503,099}{10^5} = 20 \cdot 10^{-3} - 0,00503099 = 0,01496901 \text{ м}^3$$

Ответа

$$V_{\text{пр}} = V_2 - \frac{M_{O_2} R T}{M_{O_2} \cdot P_0}$$

$$V_{\text{пр}} = 4,5 \text{ dm}^3$$

$$V_{\text{пр}} = 4,5 \text{ dm}^3$$

$$V_{\text{пр}} = 0,0045 \text{ м}^3$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

123471

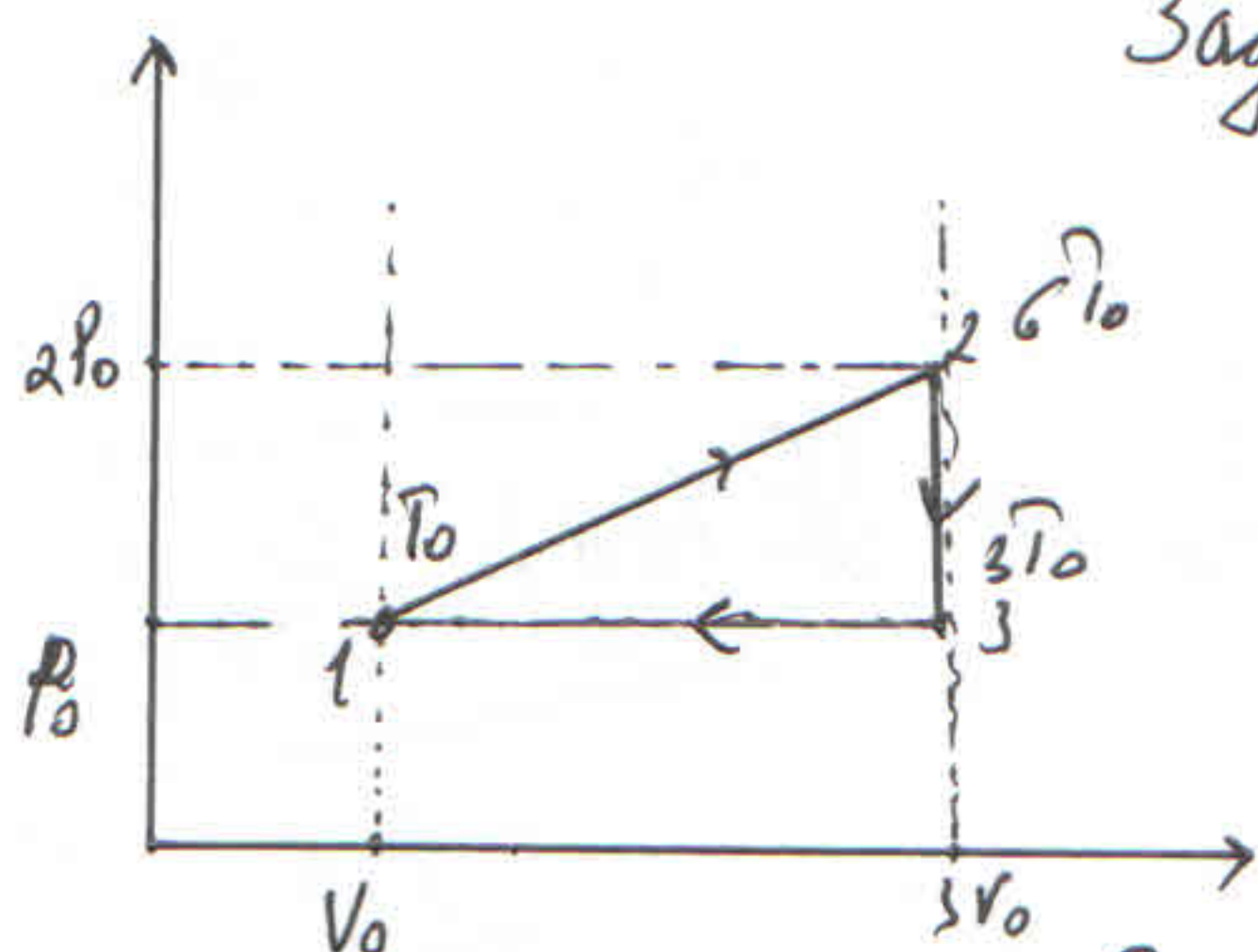
Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 8

Задача №6
Найти

$$\frac{Q_{2-3}}{Q_{3-1}} = ?$$



Решение

1) Обозначим температуру T_0 в точке 1, тогда по уравнению Менделеева-Клапейрона найдем температуру в точке 3.

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_3 V_3 = \nu R T_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{T_1}{T_3} \Rightarrow \frac{P_0 \cdot V_0}{P_0 \cdot 3V_0} = \frac{T_0}{T_3}$$

$$\begin{cases} P_3 V_3 = \nu R T_3 \\ P_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_3 V_3}{P_2 V_2} = \frac{T_3}{T_2} \Rightarrow \frac{P_0 \cdot 3V_0}{3V_0 \cdot 2P_0} = \frac{3T_0}{T_2} \Rightarrow T_2 = 6T_0$$

2) По первому закону термодинамики имеем

$$Q = A + \Delta U$$

Для процесса 2-3

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3}; \text{ где } A_{2-3} = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$$

$$Q_{2-3} = \Delta U_{2-3}$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} \nu R (3T_0 - 6T_0) = \frac{3}{2} \nu R (-3T_0) = -\frac{9}{2} \nu R T_0$$

Для процесса 3-1 имеем

$$Q = A + \Delta U \quad (p = \text{const})$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R (T_0 - 3T_0) = \frac{5}{2} \nu R (-2T_0) = -5 \nu R T_0$$

$$3) \Rightarrow \frac{Q_{2-3}}{Q_{3-1}} = \frac{-\frac{9}{2} \nu R T_0}{-5 \nu R T_0} = 0,9$$

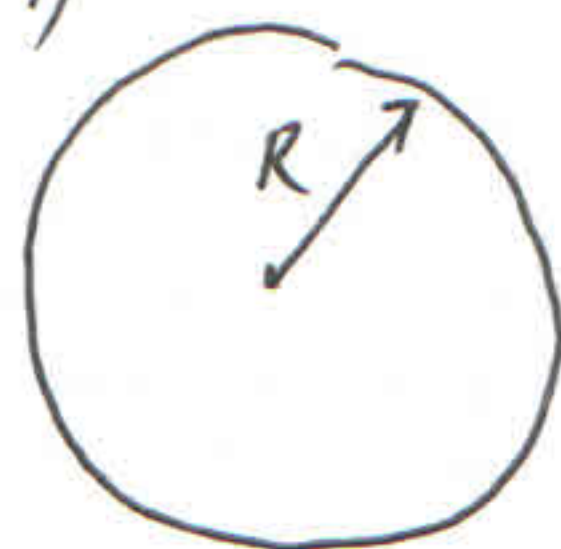
Ответ:

$$\frac{Q_{2-3}}{Q_{3-1}} = 0,9$$

Задача №7

Дано
R.
 $\varphi(\frac{R}{5}) = \varphi$
 $E(5R) = ?$

Решение.



Потенциал в шаре одинаков во всех точках

$$\Rightarrow \varphi = \frac{kq}{R}$$

$$q = \frac{\varphi R}{k}$$

где q - ~~потенциал~~ заряд в центре

д) Напряженность на расстоянии 5R будет складываться с зарядом q

$$\Rightarrow E(5R) = \frac{kq}{(5R)^2}$$

$$= \frac{k \cdot q}{25R^2}$$

$$= \frac{k}{25R^2} \left(\frac{\varphi R}{k} \right)$$

$$= \frac{\varphi}{25R}$$

$$E(5R) = \frac{\varphi}{25R}$$

Ответ: $E(5R) = \frac{\varphi}{25R}$

Задача №8.

Дано
R = 50 см
D = 10 мтр.
~~R~~
D₂ = ?

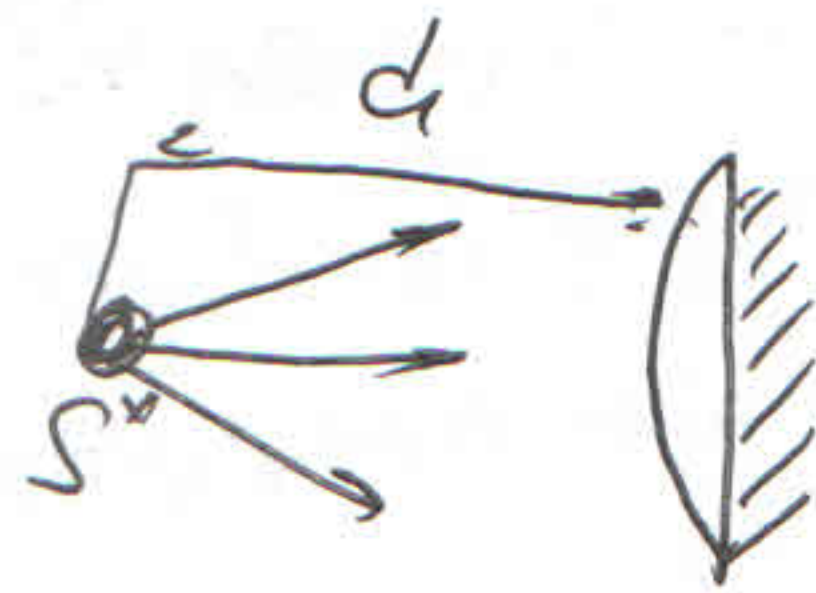
Решение

1) Фокусное расстояние поперечной равно

$$F = \frac{R}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ см}$$

2) ~~формула~~ формула тонкой линзы в данном случае.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$



3) Изначально линза не посеребрили и имеет фокусное расстояние $F_0 = \frac{1}{2}$

$$F_0 = \frac{1}{2} = 1 \text{ (м)}$$

4) По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}$$

5) Так как мы посеребрили, то, из пунктов 1 и 3 видно, что фокусное расстояние удвоилось в 2 раза.

$$\Rightarrow \begin{cases} D_1 = \frac{1}{F_0} \\ D_2 = \frac{1}{F_x} \end{cases}$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{F_0} \cdot \frac{F_x}{1}$$

$$D_2 = \frac{2D_1^2}{R}$$

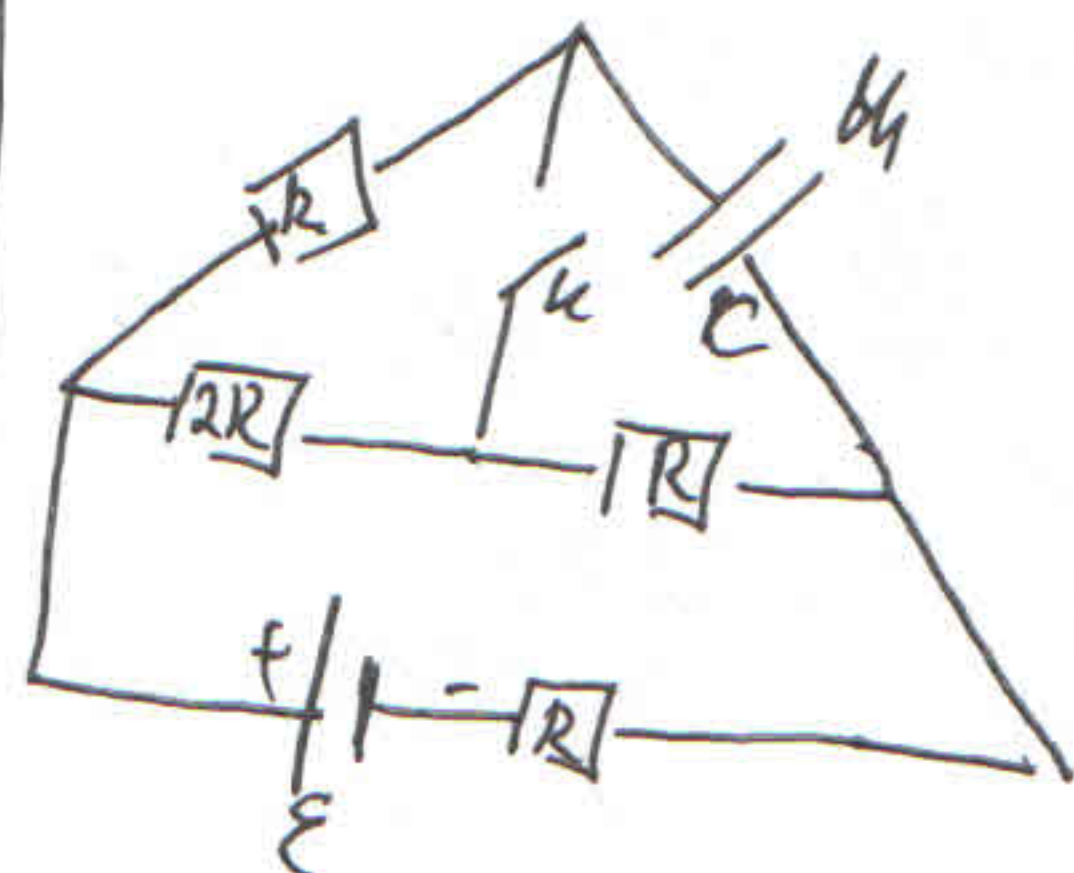
$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{F_1 R}{2} \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{R \cdot 1}{2D_1} \Rightarrow D_2 = \frac{2D_1^2}{R} = \frac{2 \cdot 1^2}{0,52} = 3,85 \text{ (мтр)}$$

Ответ: $D_2 = 2D_1^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 \text{ мтр}$

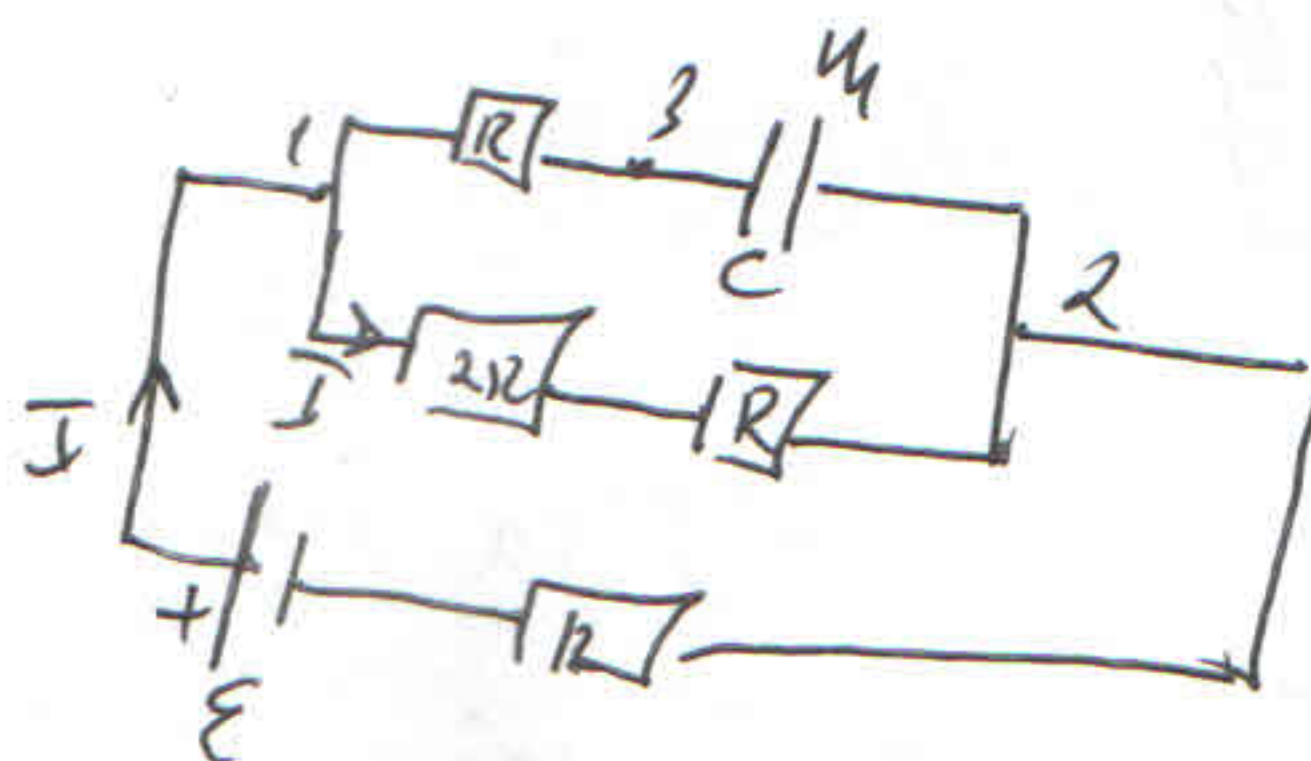
Задача W9

Дано
 $U_1 = 12 \text{ В}$
 $U_2 = ?$
 R

Решение



При разомкнутом ключе мы имеем схему



1) В установившемся

$\Rightarrow I = \frac{E}{R+2R+R} = \frac{E}{4R}$; по закону Ома.

2) Напряжение между точками 1-2 равно.

$U_2 = I \cdot 3R = \frac{E}{4R} \cdot 3R = \frac{3E}{4}$; а также $U_2 = U_1$, т.к.

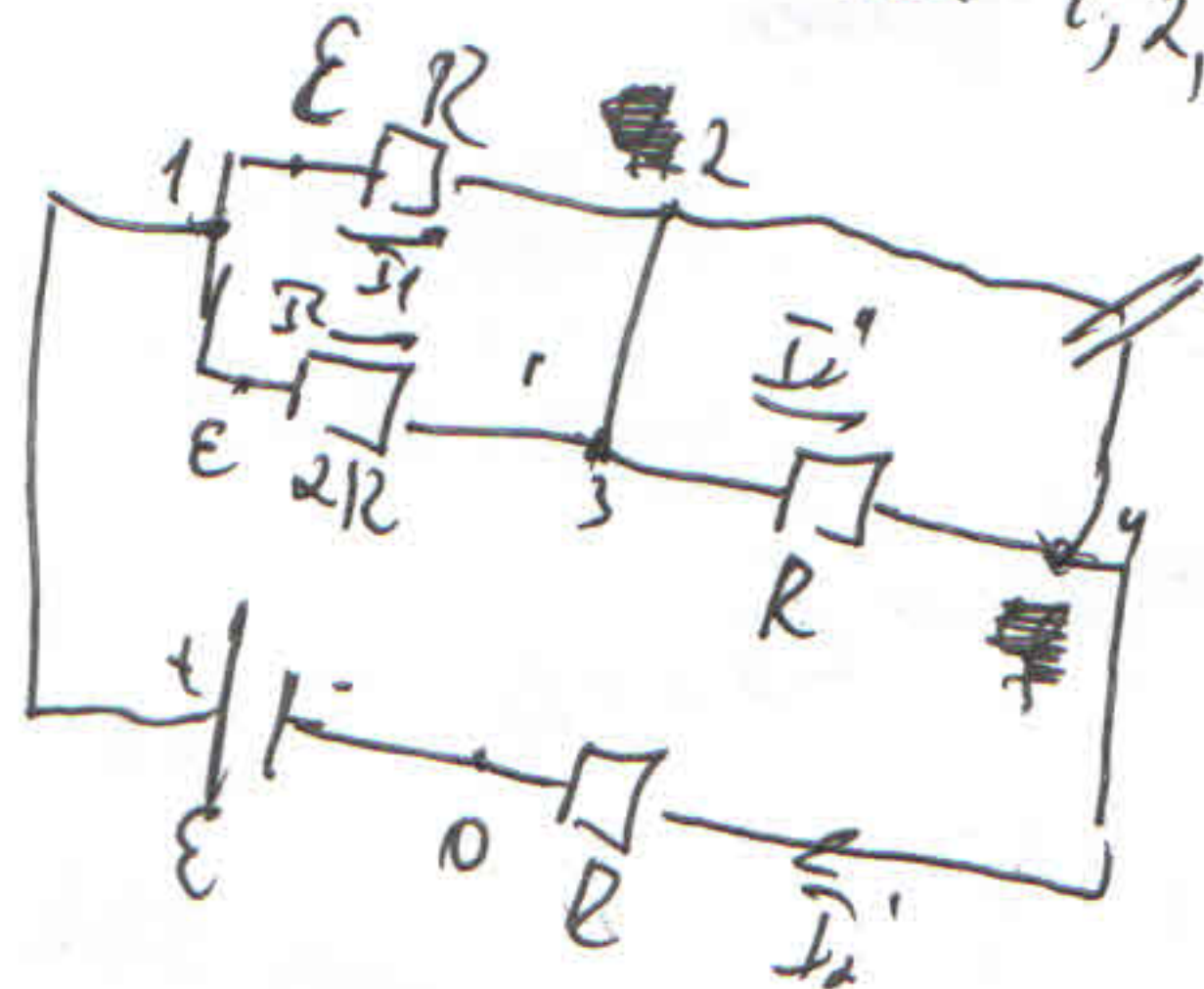
$\Rightarrow U_1 = \frac{3E}{4} \Rightarrow E = \frac{4U_1}{3}$. $\frac{4 \cdot 12}{3} = 16 \text{ В}$

3) При замыкании ключа и имеем I_2' , который равен I (источник один и тот же)

$$\Rightarrow I_2' = \frac{E}{4R} = \frac{4U_1}{3 \cdot 4R} = \frac{U_1}{3R}$$

4) В установившемся режиме ток через конденсатор не течёт.

5) Обозначим токи 1, 2, 3, 4. Используем ~~правила Кирхгофа~~ правила Кирхгофа



в точке 1 потечёт E

$U_{12} = U_{13}$

$I_1 R = 2R I_2$

$$I_1 = 2I_2$$

$I_{34} = I_2' = \frac{U_1}{3R}$

$U_{1-2} = I_1 \cdot R$, но $I_1 + I_2 = I'$

$$I' = I_1 + \frac{I_1}{2} = \frac{3I_1}{2} = \frac{U_1}{3R}$$

$$\frac{3I_1}{2} = \frac{U_1}{3R}$$

$$I_1 = \frac{2U_1}{9R}$$

$$\Rightarrow U_{1-2} = I_1 \cdot R = \frac{2U_1 \cdot R}{9R} = \frac{2U_1}{9}$$

6) В точке 2 $U_2 = E - \frac{2U_1}{9} = \frac{4U_1}{3} - \frac{2U_1}{9} = \frac{12U_1 - 2U_1}{9} = \frac{10U_1}{9}$

В точке 3 $U_3 = E - I_2 2R = E - \frac{U_1}{9R} \cdot 2R = \frac{4U_1}{3} - \frac{2U_1}{9} = \frac{10U_1}{9}$

В том же $\varphi_4 = I_a \cdot R = \frac{U_1 \cdot R}{5R} = \frac{U_1}{5}$

2) Напряжения на конденсаторах равно $\varphi_2 - \varphi_4 = U_2$

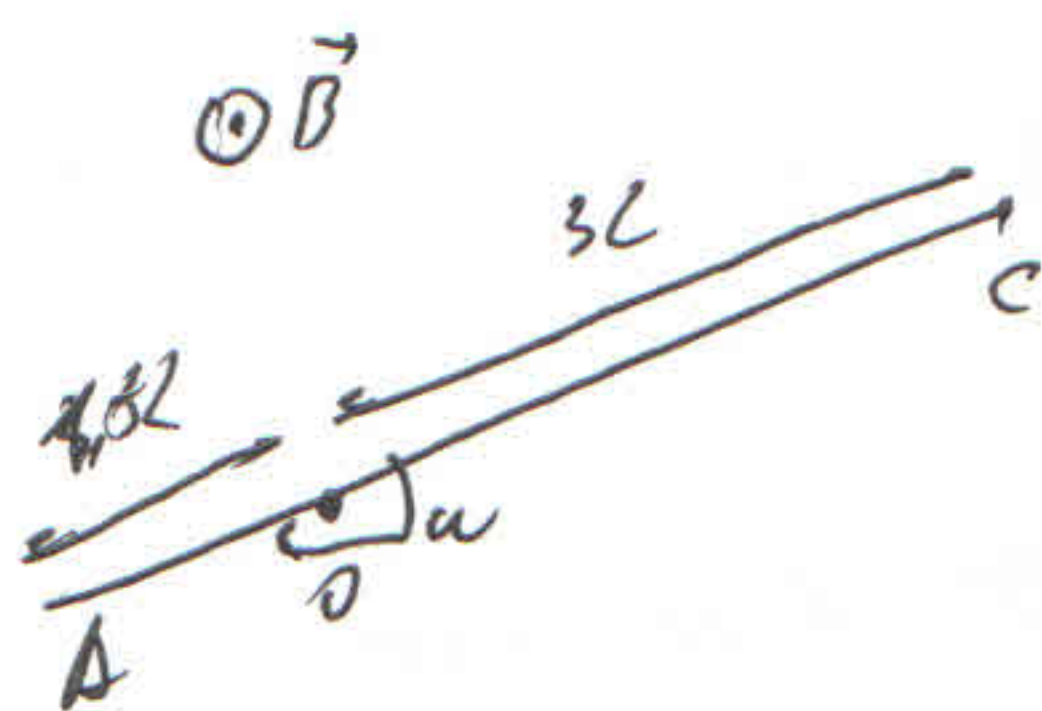
$$U_2 = \frac{10U_1}{9} - \frac{U_1}{5} = \frac{10U_1}{9} - \frac{2U_1}{9} = \frac{8U_1}{9}$$

Ответ: $U_2 = \frac{8U_1}{9}$; $U_2 = \frac{28}{3}(B)$

$U_2 = \frac{7}{9} \cdot 12^4 = \frac{28}{3}(B)$

0.5

Задача 110



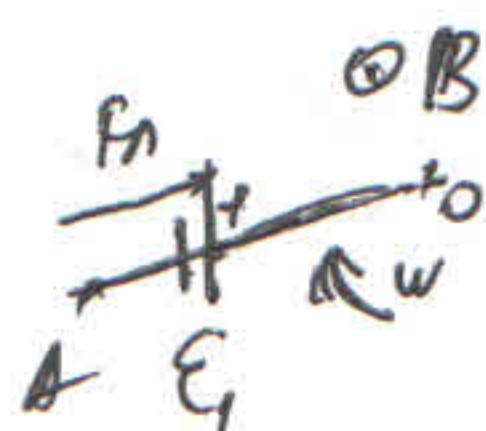
1) По электродвижущей силе в стержне возникает разность потенциалов, в AD и DC ее найдём

2) Сила Лоренца $F_L = qvB \sin \alpha$; где $\sin \alpha = 1$ по З.С.Д.

$$q v B \sin \alpha \cdot L = \varepsilon q$$

$$\boxed{\varepsilon = B v L}$$

3) в стержне AD.

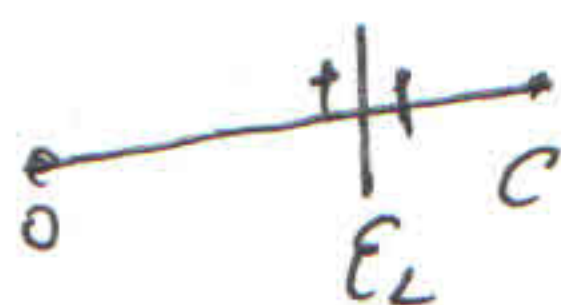


ε_1 направлена как на рисунке.

$\varepsilon_1 = B v_1 L_1$; где $v_1 = \omega R = \frac{\omega R}{2} = \frac{\omega \cdot 1.5L}{2} = \frac{3}{4} \omega L$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon_1 = B \cdot \frac{3}{4} \omega L \cdot L_1}$$

4) в стержне DC ε_2 будет направлена как на рисунке



$\varepsilon_2 = B \omega L_2 = \frac{B \cdot \omega \cdot 3L \cdot L_2}{2} = \frac{3 B \omega L L_2}{2}$

5) По подобия треугольников найдём $L_2 = 2L$

6) Разность потенциалов φ_{AC} равна $\varepsilon_2 - \varepsilon_1$

$\varphi_{AC} = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = \frac{3 B \omega L \cdot 2L}{2} - \frac{3 B \omega L \cdot L}{4} = \frac{9}{4} B \omega L^2$

7) $L_1 = \frac{2\pi \cdot 3L}{2} = 3\pi L$

$\Rightarrow \varphi_{AC} = \frac{9}{4} B \omega L \cdot \frac{3}{2} L = \frac{27}{8} B \omega L^2 = \frac{27 B \omega L^2}{8}$

Ответ: $\varphi_{AC} = \frac{27 B \omega L^2}{8}$

0.25