

(+1) 

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123443

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Хохлов Б.С

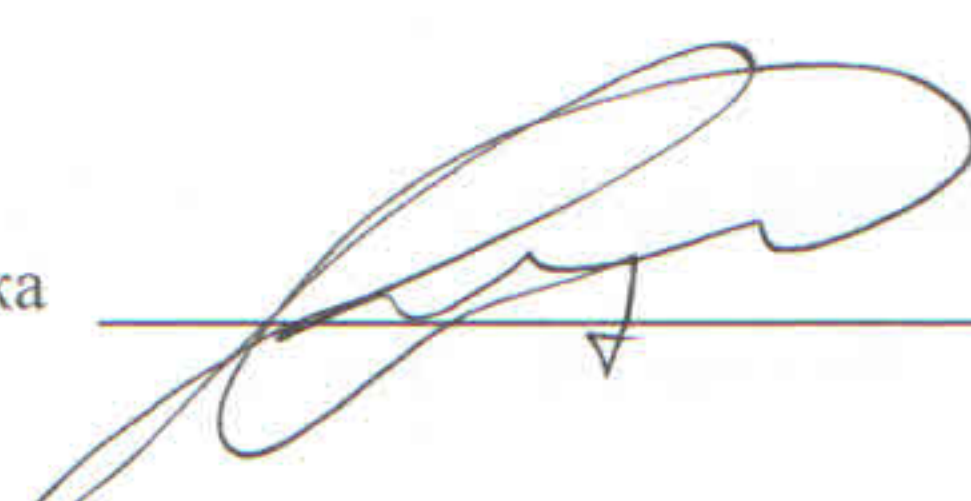
Город, № школы (образовательного учреждения) г. Екатеринбург, МАОУ лицей №110

Регистрационный номер ШМ 9110

Вариант задания 7

Дата проведения " 23 " марта 20 17 г.

Подпись участника



841 (вариант семь)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	8	10	10	8	10	5	10	6	12	87

123443

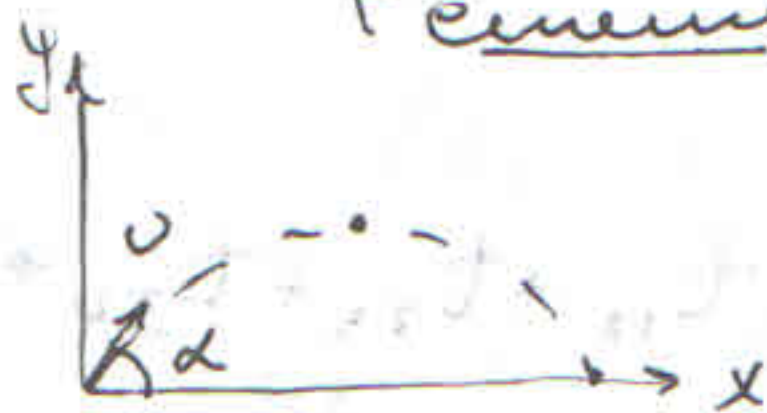
Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 7

①

Решение:



Введем систему координат как на рисунке. Уравнение движения: $\vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{g t^2}{2}$

спроецируем на Oy:

$$\frac{1}{2} v_0 t = \frac{g t^2}{2}$$

$$v_0 = g t, t \neq 0$$

Дано:

$$m = 4 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$t = 1,5 \text{ с}$$

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

$E_k = ?$

$$E_k = \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m g^2 t^2}{2} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{2} = 450 \text{ Дж}$$

Ответ: $E_k = 450 \text{ Дж}$

②

Решение:



Рассмотрим силы, на каждый грузик. F_H - сила натяжения нити. F_1, F_2 - силы со стороны 1 и 2 грузов. По 3-ему закону Ньютона:

$$I: F_H = F_1 + m_1 g$$

$$II: F_1 = F_2 + m_2 g$$

$$III: F_2 = m_3 g$$

Объединим:

$$F_H = m_1 g + m_2 g + m_3 g = (m_1 + m_2 + m_3) g$$

$$F_H = 8 \cdot 9,87 = 79$$

Когда же нити порвутся, получим, что сила, действующая на I: F_1 и по 2-му и 3-му законам Ньютона

$$a = \frac{F}{m}; a = \frac{(m_2 + m_3) g}{m_1} = \frac{8 \cdot 9,87}{2} = 4 \cdot 9,87 \approx 39,5$$

Ответ: $F_H = 79 \text{ Н}$; $a = 39,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

③ Решение:
 т.к. нить не растягивается, то
 $W_M = \text{const}$ и $T = 2\pi\sqrt{\frac{P}{g}}$

Дано:
 l
 $P_1 = \frac{2}{3}P$
 $T = ?$

Тогда из 1 и 2 он получается

$$t_{12} = \frac{T_1}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{P}{g}} \text{ из 2 и 3}$$

$$t_{23} = \frac{T_2}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{P_2}{g}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{P}{3g}} \text{ т.к. } P_2 = \frac{1}{3}P$$

$$\text{из 3 и 4 } t_{34} = \frac{T_3}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{P}{3g}}$$

$$\text{из 4 и 5 } t_{45} = \frac{T_4}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{P}{g}}$$

и сложив все периоды

$$T = t_{12} + t_{23} + t_{34} + t_{45}$$

$$T = \pi\sqrt{\frac{P}{g}} + \pi\sqrt{\frac{P}{3g}} = \pi\sqrt{\frac{P}{g}}\left(\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}\right)$$

Ответ: $T = \pi\sqrt{\frac{P}{g}}\left(\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}\right)$

④ Решение:

т.к. движение абсолютно упругое, то
 $\vec{U}_1, \vec{U}_2, \vec{U}_3$

Дано:

$$m_1 = m_2 = m$$

$$U_1 = U$$

$$U_2 = 4U$$

$$\mu$$

$$S = ?$$



по закону сохранения импульса и энергии сохр:

введем ось ОХ и пусть после соударения они продолжат движение по ОХ:

$$m\vec{U}_1 + m\vec{U}_2 = 2m\vec{U}_{\text{ос}}$$

$$4mU - mU = 2mU_{\text{ос}}$$

$$U_{\text{ос}} = \frac{3}{2}U$$

Далее движение безразлично: по 2-му закону

$$a = \frac{F}{2m} \text{ и } F = \mu N = 2\mu mg$$

$$a = \frac{2\mu mg}{2m} = \mu g$$

упр-е движение: $\vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{U}_0 t + \frac{a t^2}{2}$

ОХ: $S = 0 + U_{\text{ос}} t - \frac{\mu g t^2}{2}$

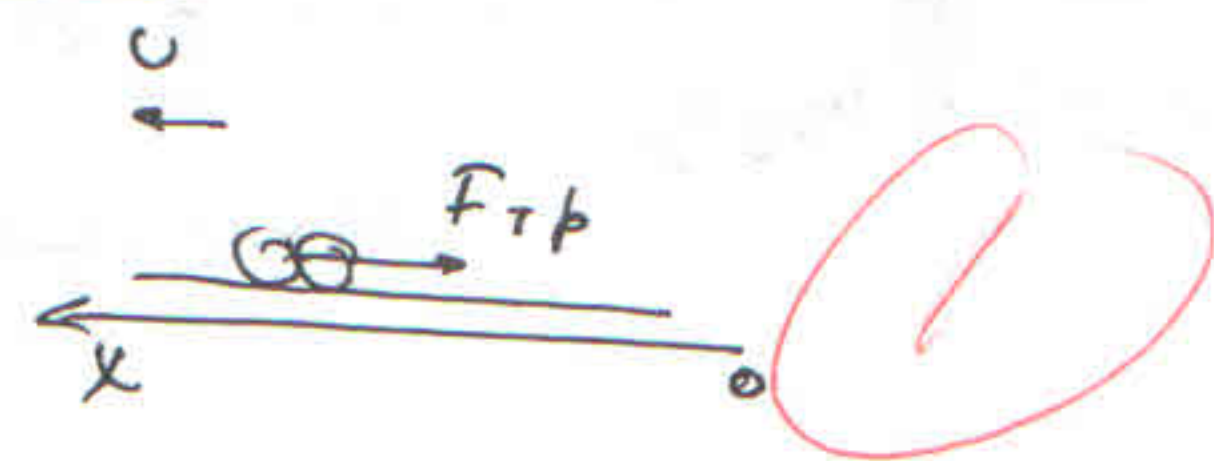
упр-е скорости: $\vec{U} = \vec{U}_0 + at$

когда $U = 0$

$$U_{\text{ос}} = \mu g t \text{ ; } t = \frac{U_{\text{ос}}}{\mu g} \text{ , подставим}$$

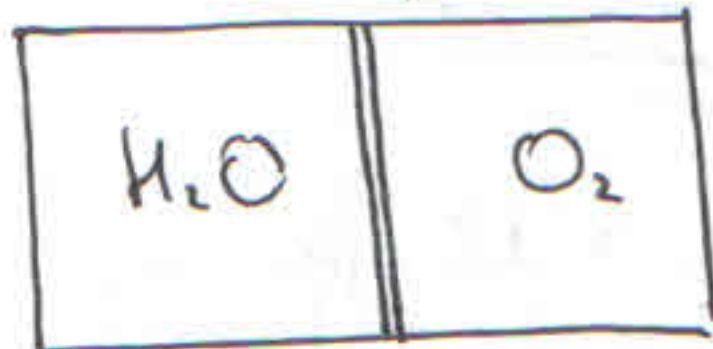
$$S = \frac{U_{\text{ос}}^2}{\mu g} - \frac{U_{\text{ос}}^2}{2\mu g} = \frac{U_{\text{ос}}^2}{2\mu g} \text{ ; } S = \frac{g U^2}{8\mu g}$$

Ответ: $S = \frac{g U^2}{8\mu g}$



5

Решение:



Т.к. $T = 100^\circ C$, то в
левой части будет насыщенное
пар. Т.к. система в равновесии

то $p_{H_2O} = p_{O_2}$; заменим ур-е Менделеева Кавендиша
паре газа каждого газа:

$$\begin{cases} p_{H_2O} V_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} RT \\ p_{O_2} V_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} RT \end{cases} \Leftrightarrow \frac{V - V_{O_2}}{V_{O_2}} = \frac{54 \cdot 32}{18 \cdot 32}$$

$$V - V_{O_2} = 3V_{O_2}$$

$$V_{O_2} = \frac{V}{4} = \frac{50 \text{ гм}^3}{4} = 12,5 \text{ гм}^3$$

Ответ: $V_{O_2} = 12,5 \text{ гм}^3$

Дано:

$$V = 50 \text{ гм}^3$$

$$m_{H_2O} = 54 \text{ г}$$

$$m_{O_2} = 32 \text{ г}$$

$$T = 100^\circ C$$

$$V_{O_2} = ?$$

0,75

6

Найти: $\eta = \frac{Q_{23}}{Q_{31}} = ?$

Решение: по закону $\Delta U = Q + A_{вн}$

где 23: $V = \text{const}$, тогда $A_{вн} = 0$

$$Q_{23} = Q_{орг} = -\Delta U = -\frac{3}{2} 4V_0 (p_0 - 2p_0) = 6V_0 p_0$$

где 31: $p = \text{const}$, тогда $A = p \Delta V$; $\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$

$$Q = \frac{5}{2} p \Delta V; \quad Q_{31, орг} = -\frac{5}{2} p_0 (V_0 - 4V_0) = \frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{Q_{23}}{Q_{31}} = \frac{6 p_0 V_0}{\frac{15}{2} p_0 V_0} = \frac{4}{5} = 0,8$$

Ответ: $\eta = 0,8$

8 Решение: т.к. образуют многообразие.

мысли, то

$$\begin{cases} D_1 + D_2 + D_3 = 0 \text{ гмгп} \\ D_1 + D_2 = -2 \text{ гмгп} \\ D_2 + D_3 = -3 \text{ гмгп} \end{cases}$$

откуда $D_3 = 2 \text{ гмгп}$, а $D_2 = -5 \text{ гмгп}$

Ответ: $D_2 = -5 \text{ гмгп}$

Дано:

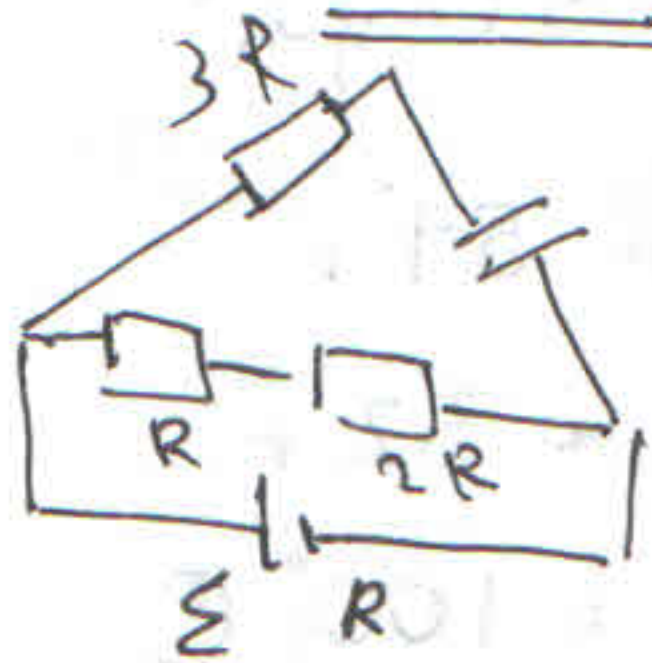
$$D_{12} = -2 \text{ гмгп}$$

$$D_{23} = -3 \text{ гмгп}$$

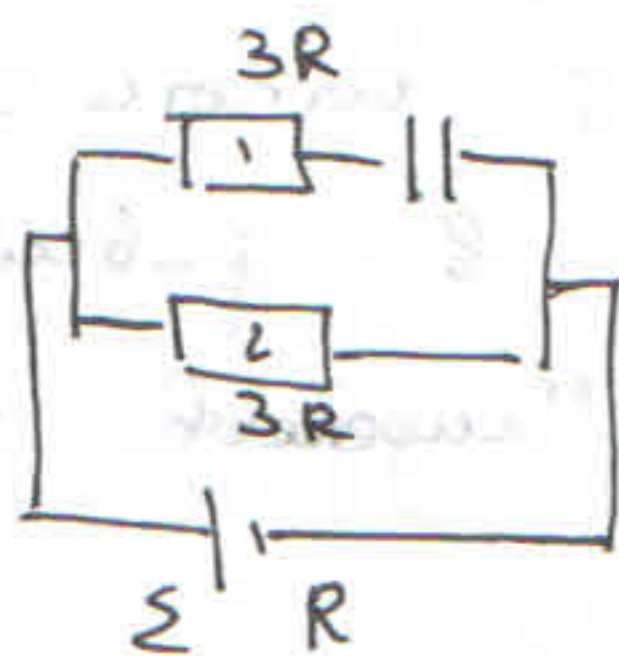
$$D_2 = ?$$

9) Решение:

1 схема:



2 схема:



Дано:

$$U_1 = 12 \text{ В}$$

$$U_2 = ?$$

$$I = \frac{E}{R_{05} + R}$$

$$\frac{1}{R_{05}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{3R} \Leftrightarrow R_{05} = \frac{3}{2}R$$

(напряжение на соединении)

$$I = \frac{E}{\frac{5}{2}R} = \frac{2E}{5R}$$

$$I_{05} = I_1 + I_2$$

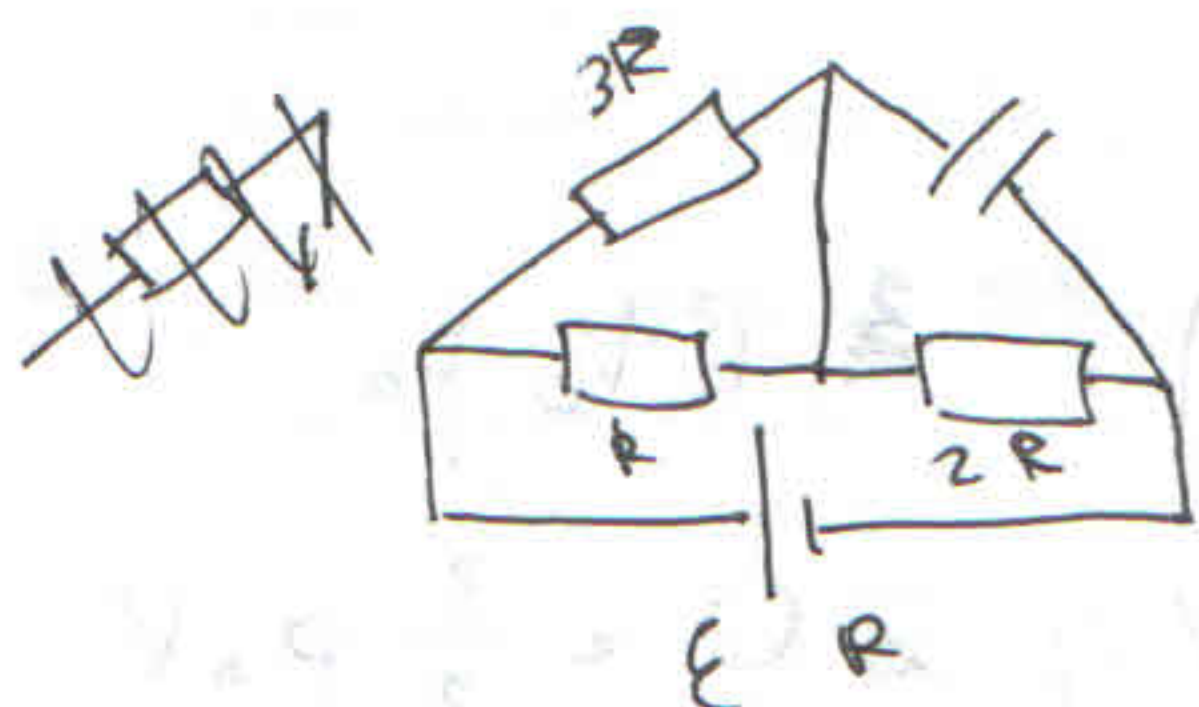
0,5

а т.к. сопротивление одинаково и напряжение на 1 и 2, то сопротивление одинаково: на 1 резисторе - $I = \frac{E}{5R}$

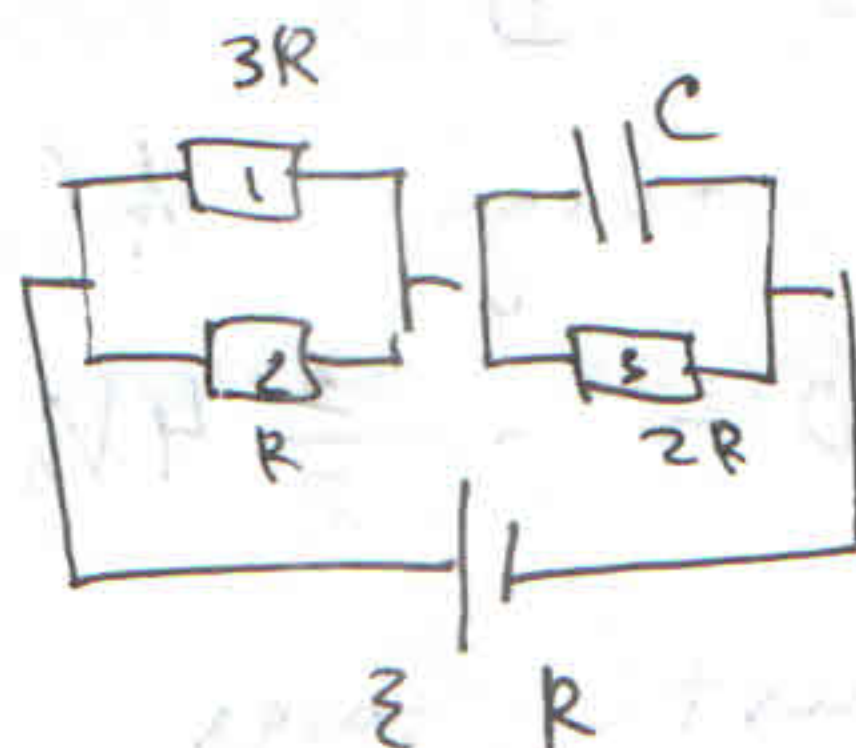
$$U_1 = U_{1\text{рез}} = 3R \cdot \frac{E}{5R}; \quad \frac{3}{5}E = U_1 = 12 \text{ В}$$

$$E = 20 \text{ В.}$$

2 схема:



\Leftrightarrow



напряжение

на конденсаторе равно напряжению на резисторе 3
Ток идет через конденсатор по нормальному пути, то есть

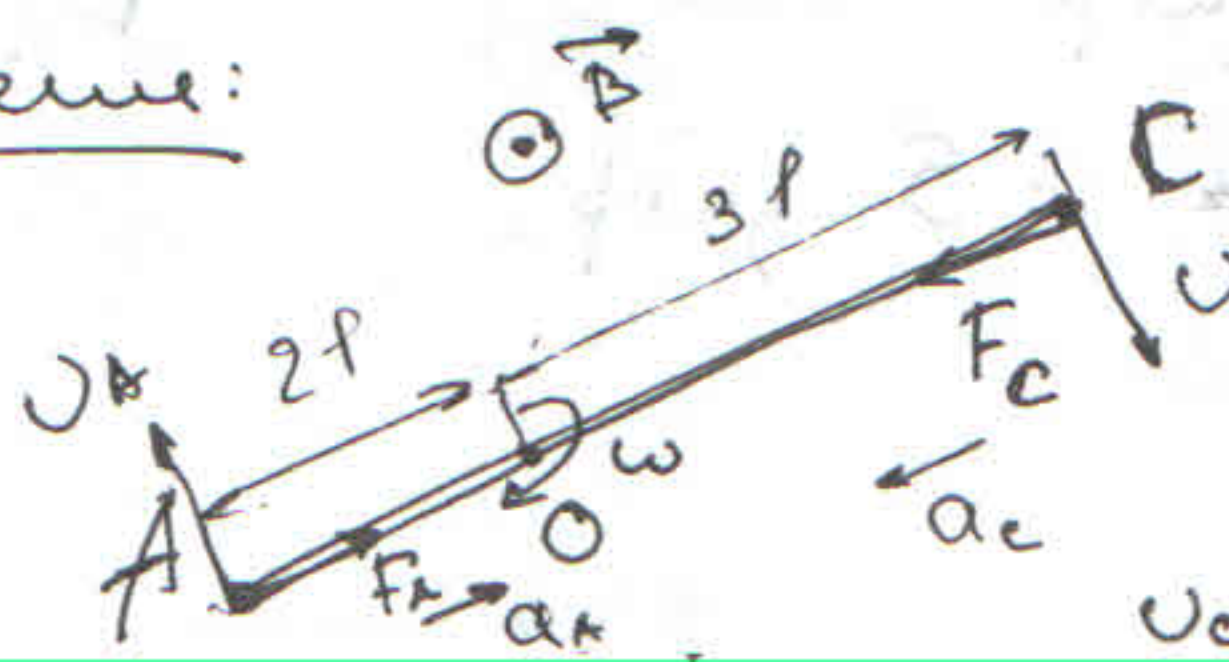
$$R_{05} = R_{12}; \quad \frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; \quad R_{12} = \frac{3}{4}R$$

$$U_{\text{конг}} = U_{12}; \quad I_{05} = \frac{E}{(R_{05} + R)}; \quad U_{12} = R_{12} \cdot I_{05} = \frac{E \cdot \frac{3}{4}R}{(R_{05} + R)}$$

$$U_{\text{конг}} = \frac{E \cdot \frac{3}{4}R}{\frac{7}{4}R} = \frac{3}{7}E = 8,57 \text{ В}$$

$$\text{Ответ: } U_2 = 8,57 \text{ В}$$

10) Решение:



Т.к. А и С
главные моменты
открыты, то их
 $U_A = \omega \cdot 2l$
 $U_C = \omega \cdot 3l$

Дано:

$$P_A = 2l$$

$$P_C = 3l$$

$$B$$

Найти:

$$\Delta \varphi_{AC} = ?$$

$$\Delta \varphi_{AC} = ?$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр ШМ9110

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии) 120443

Вариант № 7

1D) продолжение: и по 2 3-му Ньютона: $F = ma$

Сила Лоренца: $F_L = B v \cdot q \cdot \sin \alpha \rightarrow 1$
(на отрезке зазора)

получаем для каждой точки: $ma = B v q$

$$m \omega^2 R = B \omega R q \Leftrightarrow q = \frac{m \omega}{B}$$

$$a \quad W = \frac{m v^2}{2} = \frac{m \omega^2 R^2}{2}$$

по формуле: $\varphi = \frac{W}{q}$; получаем: $\varphi_A = \frac{m \omega^2 R^2 \cdot B}{2 \cdot m \cdot \omega}$

$$\varphi_A = \frac{4 \omega R^2 B}{2} = 2 \omega R^2 B$$

$$\varphi_{\text{с}} = \frac{9 R^2 \omega B}{2} = 4,5 \omega R^2 B$$

тогда $\Delta \varphi = \varphi_{\text{с}} - \varphi_A = 2,5 \omega R^2 B$

Ответ: $\Delta \varphi = 2,5 \omega R^2 B$

7) Решение: т.к. шар проводящий шар, находящийся в вакууме, то в центре $\varphi = 0$. тогда $\Delta \varphi = Ed$ где d — радиус $\frac{R}{4}$; $\varphi = 0 = \frac{k Q}{\epsilon \epsilon_0 r}$

$$\varphi = \frac{k Q}{\epsilon \epsilon_0 \frac{R}{4}} \quad \text{и} \quad E = \frac{k Q}{\epsilon \epsilon_0 r^2} \quad \text{в т.л. } R_1 = 4R$$

$$E = \frac{k Q}{\epsilon \epsilon_0 16 R^2} = \frac{k Q}{(\epsilon \epsilon_0 \frac{R}{4}) \cdot 64 R} = \frac{\varphi}{64 R} \quad \text{и}$$

Дано:

R ;

$$6 \frac{R}{4} = \varphi$$

$$R_1 = 4R$$

$$E_1 = ?$$

$$E = \frac{\varphi}{64 R} \quad ?$$