

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21203631**

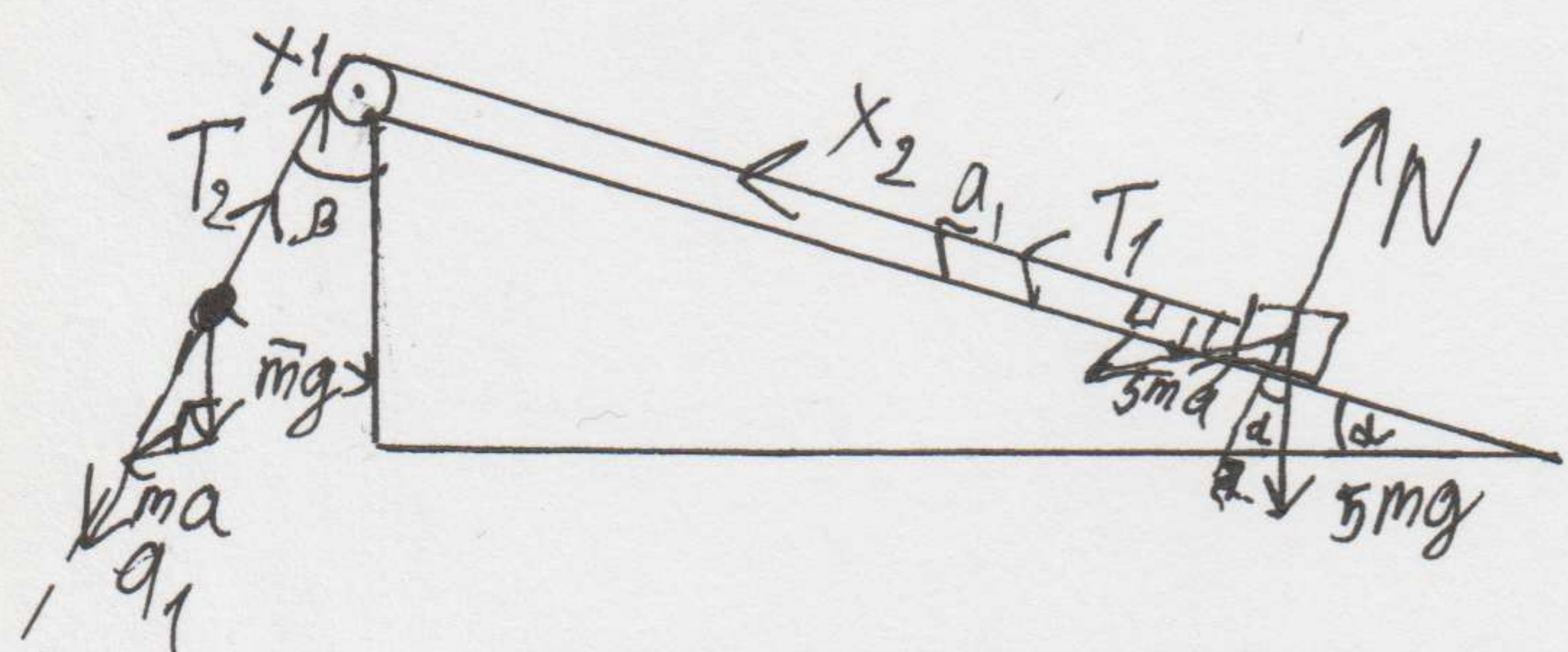
ID профиля: **188598**

Вариант 8

Чистовик

Вариант 11-08

✓1



Перейдем в СО, связанную с клином.
Угол отклонения нити шарика не меняется
⇒ Сумма сил, действующих перпендикулярно нити равна нулю: $mg \cos(90-\beta) - ma \cos \beta = 0$;

$$g \sin \beta = a \cos \beta; a = g \tan \beta; \quad \boxed{a = \frac{12}{5} g}$$

В СО, связанной с клином брусок и шарик движутся вдоль нити с ускорением; Пусть это ускорение равно a_1 , Тогда запишем второй закон Ньютона для обеих тел вдоль нити:

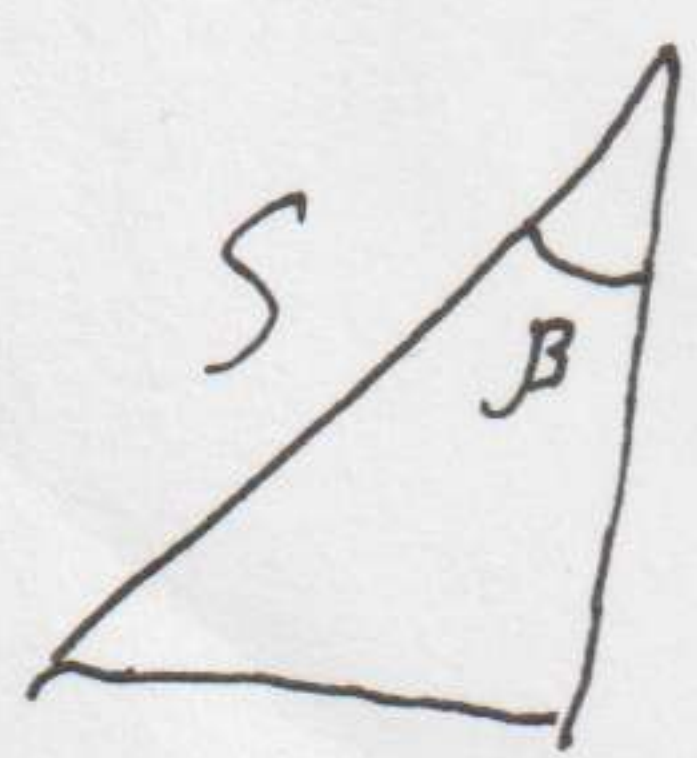
$$\begin{cases} mg \cos \beta + ma \sin \beta - T_2 = ma_1; & T_2 = mg \cos \beta + ma \sin \beta - ma_1 \\ T_1 + 5ma \cos \alpha - 5mg \sin \alpha = 5ma_1; & T_1 = m(5a_1 + 5g \sin \alpha - 5a \cos \alpha) \end{cases}$$

Брусок и шарик связаны одной нитью ⇒ $T_1 = T_2$ ⇒

$$m(g \cos \beta + a \sin \beta - a_1) = m(5a_1 + 5g \sin \alpha - 5a \cos \alpha); g \cos \beta + a \sin \beta + 5a \cos \alpha - 5g \sin \alpha = 6a_1$$

$$a_1 = \frac{\frac{5}{13}g + \frac{144}{65}g + \frac{48\sqrt{5}}{5}g - 4g}{6}$$

$$; a_1 = \frac{25 + 144 + 624 - 260}{390} g; \quad \boxed{a_1 = \frac{533}{390} g}$$



$$S = \frac{H}{\cos \beta}; \quad S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}; \quad S_0 = 0; \quad v_0 = 0; \quad S = \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{H}{\cos \beta} = \frac{a_1 t^2}{2}; \quad t^2 = \frac{2H}{a_1 \cos \beta}; \quad t^2 = \frac{2H \cdot 78}{41g}; \quad \boxed{t^2 = \sqrt{\frac{156H}{41g}}}$$

Ответ: а) $a = \frac{12}{5} g$

б) $a_1 = \frac{533}{390} g$

в) $t = \sqrt{\frac{156H}{41g}}$

1

Устойчив

√2

Данный цикл на графике $\frac{P}{P_0}$ vs $\frac{V}{V_0}$ выведет как часть окружности с центром (0;0), и оно выполняется равенство: $\frac{P^2}{P_0^2} + \frac{V^2}{V_0^2} = const$; Также из уравнения Менделеева-Клапейрона

следует, что $\frac{PV}{T} = const$; Зная угол между радиусами к точкам 1 и 2 и осевым координат можно записать следующую зависимость: $(P_1; V_1; t_1$ - давление, объём и температура газа в момент 1; $P_2; V_2; t_2$ - давление, объём и температура газа в момент 2); $\frac{P_1}{P_0} = ctg 22,5 \cdot \frac{V_1}{V_0}$ и

$\frac{P_2}{P_0} = tg 15^\circ \cdot \frac{V_2}{V_0}$ подставим это в уравнение окружности:

$$\frac{ctg^2 22,5^\circ V_1^2 + V_1^2}{V_0^2} = \frac{tg^2 15^\circ V_2^2 + V_2^2}{V_0^2}; \quad V_1^2 (ctg^2 22,5 + 1) = V_2^2 (tg^2 15 + 1)$$

$$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{tg^2 15^\circ + 1}{ctg^2 22,5 + 1}; \quad \frac{P_1 V_1}{t_1} = \frac{P_2 V_2}{t_2}; \quad \frac{ctg 22,5 \cdot V_1^2 \cdot \frac{P_0}{V_0}}{t_1} = \frac{tg 15^\circ \cdot V_2^2 \cdot \frac{P_0}{V_0}}{t_2};$$

$$\frac{ctg 22,5 \cdot V_1^2}{tg 15^\circ \cdot V_2^2} = \frac{t_1}{t_2}; \quad \frac{t_1}{t_2} = \frac{ctg 22,5 (tg^2 15 + 1)}{tg 15^\circ (ctg^2 22,5 + 1)}; \quad \frac{ctg 22,5 (tg^2 15 + 1)}{tg 15^\circ (ctg^2 22,5 + 1)} \approx 1,4$$

$$t_1 \approx 1,4 t_2; \quad t_1 > t_2; \quad \frac{t_1 - t_2}{t_2} = \frac{1,4 t_2 - t_2}{t_2} = \frac{0,4 t_2}{t_2} = 0,4$$

$Q = \nu C \Delta t$; $Q = A + \Delta U$; при $C=0$; $Q=0 \Rightarrow$ На этом участке происходит адиабатический процесс $\Rightarrow PV^\gamma = const$; Пусть d - наименьший угол, тогда α P_x и V_x - значения давления и объёма в адиабатическом процессе, тогда $tg d = \frac{P_x}{P_0} \cdot \frac{V_0}{V_x}$

$$PV^\gamma = const \begin{cases} \frac{P_x V_0}{P_0 V_x} = tg d \\ P_x V_x^\gamma = const; P_x = \frac{const}{V_x^\gamma} \end{cases}; \quad tg d = \frac{V_0 \cdot const}{P_0 V_x^{\gamma+1}}; \quad \text{Такая форма существует}$$

$$A = -\Delta U; \quad \Delta U = \frac{5}{2} \nu R_0 T; \quad A = -\frac{5}{2} \nu R_0 T$$

Ответ: а) 0,4

(2)

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21203631**

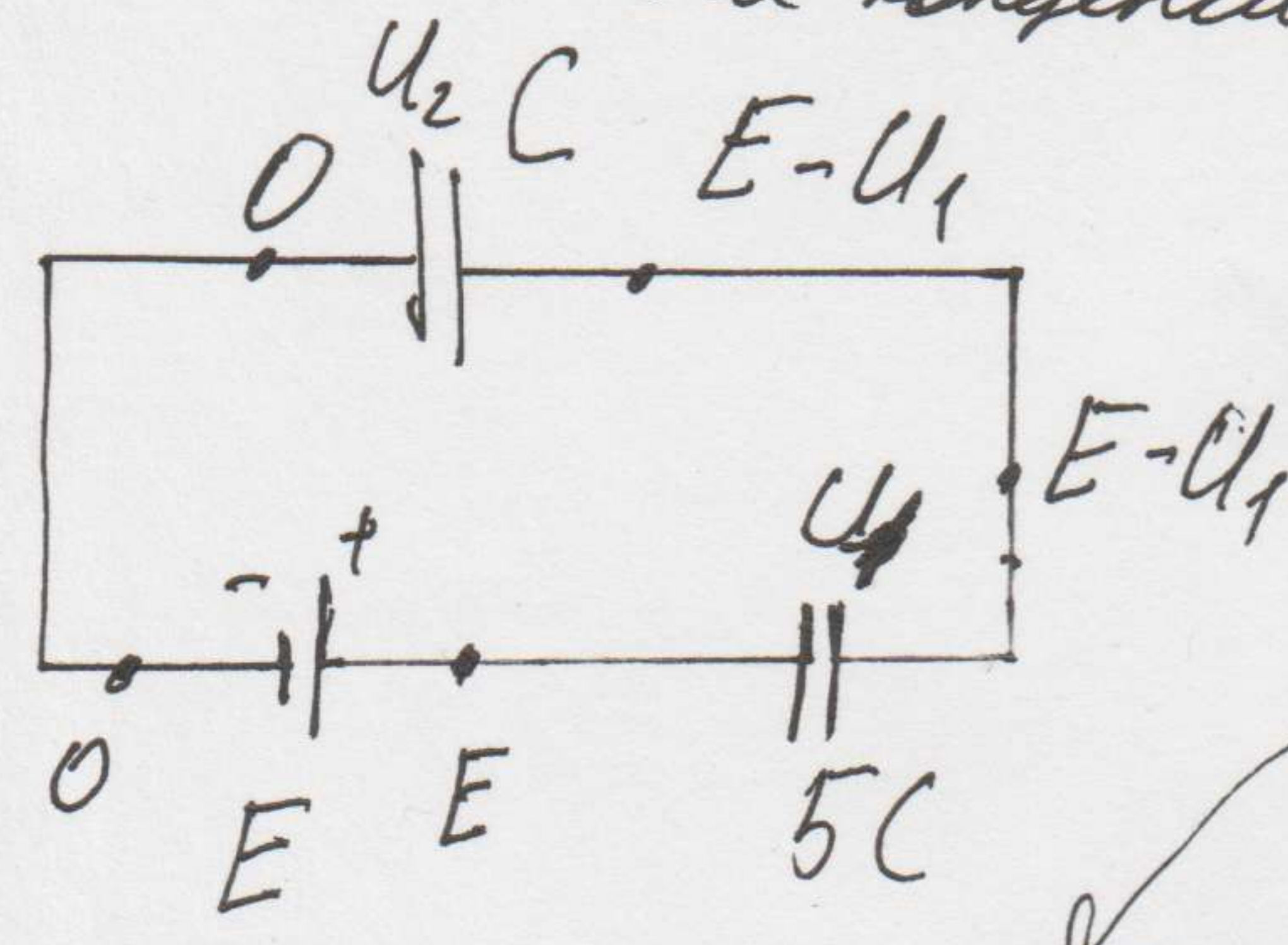
ID профиля: **188598**

Вариант 8

№3

Чистовик

Сразу после замыкания ключа ток в цепи не будет идти из-за наличия катушки. Напряжение на резисторе равно нулю и через конденсаторы не проходит заряд. Напряжение на конденсаторах не меняется. До замыкания ключа конденсаторы заряжались в последовательной цепи:

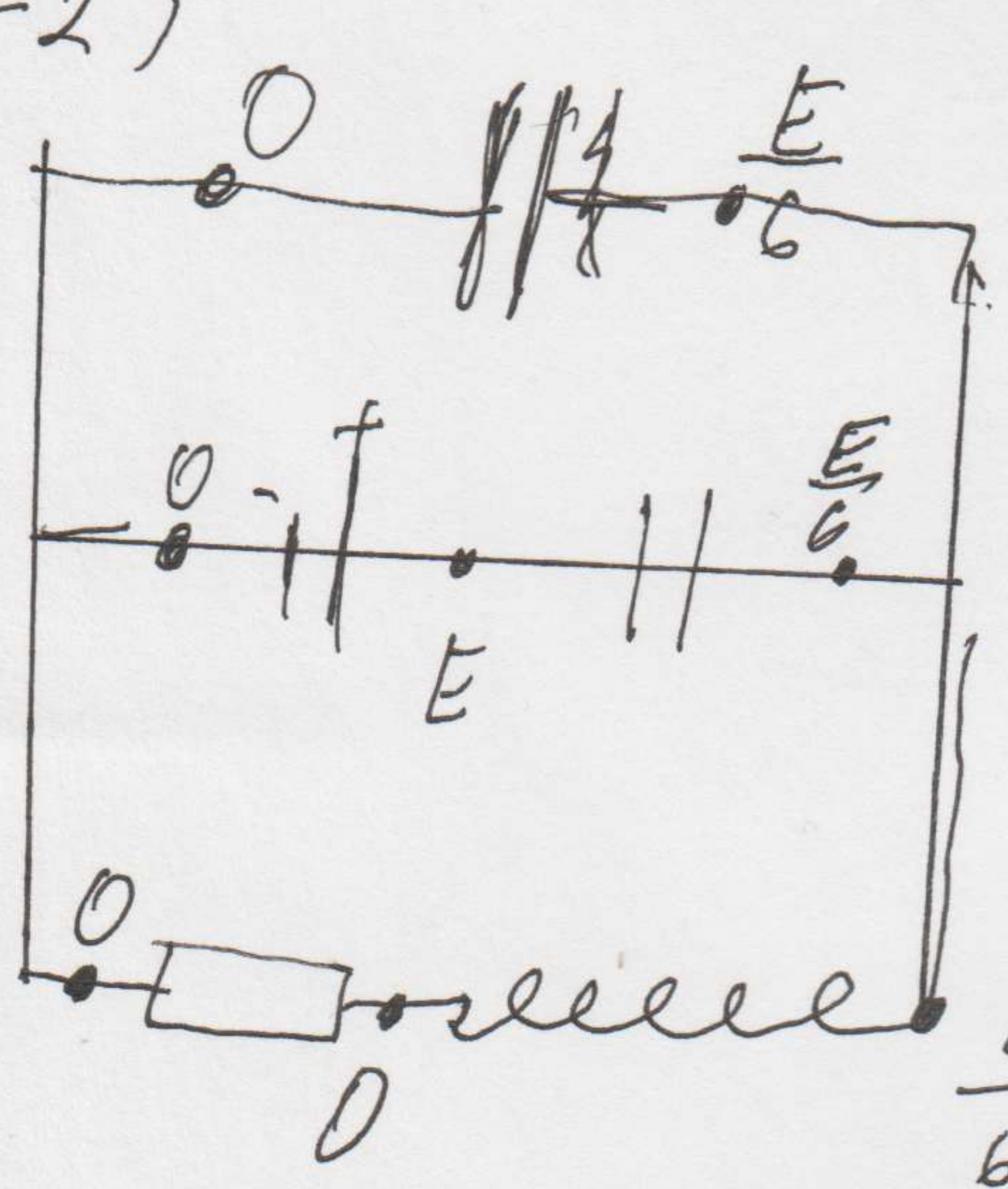


На рисунке отмечены потенциалы для участка цепи. Цепь последовательна $\Rightarrow I = \text{const}$ для всех элементов $\Rightarrow Q_1 = Q_2$, где Q_1 и Q_2 - заряды конденсаторов с ёмкостями C_1 и C_2 соответственно.

$Q_1 = C_1 \cdot U_1; Q_2 = C_2 \cdot U_2$
 $C_1 \cdot U_1 = C_2 \cdot U_2$
 $C_1 = \frac{Q_1}{U_1}; C_2 = \frac{Q_2}{U_2}$; По рисунку видно, что $U_2 = E - U_1$,

где U_1 и U_2 - напряжение на конденсаторах с ёмкостями C_1 и C_2 ;

$U_1 = \frac{C_2 U_2}{C_1}; U_1 = \frac{5C_2 U_2}{C_1}; U_1 = 5U_2; U_2 = E - 5U_2; E = 6U_2; U_2 = \frac{E}{6};$
 $U_1 = \frac{5E}{6}$; катушка соединена последовательно с источником и конденсатором C_2 ;



На рисунке обозначены потенциалы сразу после замыкания ключа; Напряжение на катушке равно $\frac{E}{6}$; $E = L \cdot I'$; I' - скорость возрастания тока; $I' = \frac{E}{L}; \epsilon = \frac{E}{6}; I = \frac{E}{6L}$

$\frac{C U_1^2}{2} + \frac{C U_2^2}{2} + E \cdot q = \frac{L I^2}{2} + Q_1' \cdot Q_2'$ - кинетическая энергия, выделившаяся на резисторе

Ответ: 1) $\frac{E}{6L}$

(3)

Чистовик

√4

Сила дей При прохождении рамки через магнитное поле в ней будет возникать ЭДС индукции $\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{t}$; $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$; $I = \frac{\Delta\Phi}{R \cdot t}$; $\Delta\Phi = B \cdot l \cdot v \cdot t$

~~$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B \cdot v$~~ , когда рамка полностью перемещается в магнитное поле; $F = I B \cdot l$;

$F = ma$; $a = \frac{I B \cdot l}{m}$; $a = \frac{\Delta\Phi B l}{m R t}$; $a = \frac{B^2 \cdot S \cdot l}{m R t}$, когда рамка полностью входит

в поле сразу после вхождения рамки в поле $\Delta\Phi = B \cdot l \cdot v \cdot t$ ($l = d$);

$$I = \frac{B \cdot d \cdot v \cdot t}{R t}; F = \frac{B^2 d^2 v}{R}; a = \frac{B^2 d^2 v_0}{R \cdot m}; m_1 = \frac{d}{\rho} \cdot m, \text{ т.к.}$$

$$a = \frac{B^2 d^2 v_0}{R \cdot m} \text{ при } t \leq \frac{b}{v_0}; \text{ т.к. в момент времени } \frac{b}{v_0} \text{ рамка полностью входит}$$

в магнитное поле и ускорение будет равно $\frac{B^2 \cdot S \cdot l}{m R}$; $S = db$; $\Delta\Phi$ - изменение скорости до момента t_0 ; $\Delta v_1 = a t_0$; $\Delta v_1 = \frac{B^2 d^2 v_0^2 d}{3 R m v_0}$; $\Delta v_1 = \frac{B^2 d^3 d}{3 R m}$

Сила, действующая со стороны поле перпендикулярна вектору движения \Rightarrow скорость рамки по горизонтали постоянна и равна v_0 ;

с момента времени t_0 пройдет еще $\Delta t_1 = \frac{H-b}{v_0}$ секунд до того, как правая сторона рамки выйдет из поле; $a = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_1}$; $\Delta v_2 = \frac{B^2 \cdot S \cdot d}{m R} \cdot \frac{H-b}{v_0}$

$$\Delta v_2 = \frac{B^2 \cdot d^2 \cdot 2d}{3 R m} \cdot \frac{d}{3 v_0}; \Delta v_2 = \frac{2 \cdot 14 d^3 d^2}{9 v_0 R m}; \text{ конечную скорость найдем по т. Пифагора: } v_1 = \sqrt{(\Delta v_1 + \Delta v_2)^2 + v_0^2}; v_1 = \sqrt{\left(\frac{2 B^2 d^3}{3 R m} + \frac{14 d^3 d^2}{9 v_0 R m}\right)^2 + v_0^2}; \text{ После того}$$

Правой стороны рамки из поле ускорение будет равно: $a = \frac{B^2 \cdot S \cdot (S - l \cdot v_0 t)}{R m}$

$$\Delta v_3 = \int_{t=0}^{t=\frac{2d}{3v_0}} B^2 \frac{(S - l v_0 t)}{R m} dt = \left. \frac{B^2 S t}{R m} - \frac{l v_0 t^2}{2 R m} \right|_0^{\frac{2d}{3v_0}} = \frac{2 B^2 d^3}{9 v_0 R m} - \frac{4 d^2 l v_0 d^2}{18 v_0^2 R m} = \frac{2 B^2 d^3}{9 v_0 R m} - \frac{4 d^3 d^2}{18 v_0^2 R m} = \frac{4 d^3 d^2}{18 v_0^2 R m}$$

$$\Delta v_3 = \frac{2 B^2 d^3}{9 v_0 R m}; v_2 = \sqrt{(\Delta v_1 + \Delta v_2 + \Delta v_3)^2 + v_0^2}$$

Ответ: а) $\frac{B^2 d^2 v_0}{R \cdot m}$; б) $\sqrt{\left(\frac{2 B^2 d^3}{3 R m} + \frac{14 d^3 d^2}{9 v_0 R m}\right)^2 + v_0^2}$; в) $\sqrt{\left(\frac{2 B^2 d^3}{3 R m} + \frac{14 d^3 d^2}{9 v_0 R m} + \frac{2 B^2 d^3}{9 v_0 R m}\right)^2 + v_0^2}$ ①

№5

Напишем формулу линзы для очков; $\frac{1}{f}$ - расстояние до изображения
 f - постоянная величина (предел accommodation)

$$\begin{cases} D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} \\ D_2 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} \end{cases} \text{ по ум. } D_2 = 5D_1; d_1 = 25 \text{ см}; d_2 \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{d_2} \rightarrow 0$$

$$\begin{cases} D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} \\ 5D_1 = \frac{1}{f} \end{cases} \quad \frac{5}{d_1} + \frac{5}{f} = \frac{1}{f}; \quad \frac{5}{d_1} = -\frac{4}{f}; \quad -\frac{f}{4} = \frac{d_1}{5}; \quad -\frac{f}{4} = 5; \quad -f = 20 \text{ см};$$

$f = -20 \text{ см}$
 (-0.2 м)

$f < 0 \Rightarrow$ в очках установка рассеивающей линзы и расстояние

$x = 20 \text{ см}; D_2 \approx \frac{1}{f}; D_2 \approx -\frac{1}{0.2 \text{ м}} (D_2 \approx -5 \text{ Дптр}); 2) d_3 = 50 \text{ см};$

$D_3 = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{f}; D_3 = \frac{1}{0.5} - \frac{1}{0.2} (D_3 = -3 \text{ Дптр})$

Ответ: 1) 20 см; -5 Дптр.
 2) -3 Дптр.

№3

~~В момент сразу после замыкания ключа ток в цепи не будет идти из-за катушки
 Напряжение на резисторе равно нулю и через конденсаторы не будет проходить
 заряд \Rightarrow напряжение на конденсаторах не меняется \Rightarrow сразу после замыкания
 ключа напряжение на участке цепи с катушкой равно \mathcal{E} (т.к. через резистор не
 идет ток, конденсатор не разряжается) $\mathcal{E} = L I'$; I' - скорость возрастания тока в
 катушке~~