

# Часть 1

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

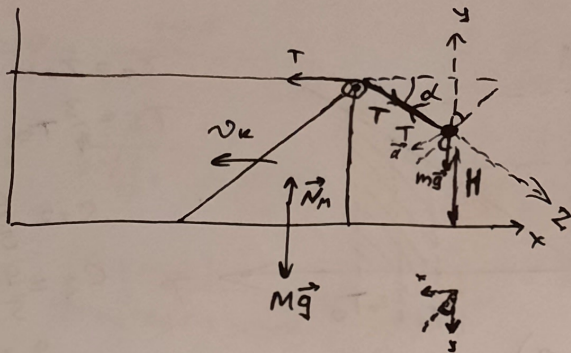
Шифр: **21201174**

ID профиля: **376819**

Вариант 4

Черновик

н 1.



$$\cos \alpha = \frac{8}{17}$$

H

1)  $\beta$

2)  $a_k$

3)  $\frac{m}{M} = \frac{17}{9}$

4)  $\tau$

$$\begin{array}{r} 132 \overline{) 12} \\ 66 \overline{) 2} \\ 33 \overline{) 3} \\ 11 \overline{) 11} \\ 7 \end{array}$$

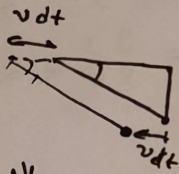
$$\cos \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$$

$$= \sqrt{1 - \frac{64}{289}} =$$

$$= \frac{\sqrt{196 - 64}}{17} = \frac{\sqrt{132}}{17} =$$

$$= \frac{2\sqrt{33}}{17}$$



ЗСЗ:

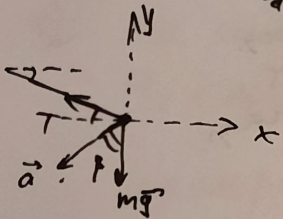
$$dx = v_k dt - v_k dt \cos \alpha = v_k dt (1 - \cos \alpha)$$

$$\frac{dx}{dt} = v_k (1 - \cos \alpha)$$

$$dy = v_k dt \cdot \sin \alpha$$

$$\Rightarrow v_x = v_0 (1 - \cos \alpha)$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha$$



ИЗЗ.1

$$\begin{cases} m a \cos \beta = mg - T \sin \alpha \\ m a \sin \beta = T \cos \alpha \end{cases}$$

ЗСЗ:

$$mgh = mgh + \frac{mv^2}{2} + \frac{Mv_0^2}{2}$$

ЗСЧ: ha OX

$$0 = m v_x - M v_0$$

$$m v_x = M v_0$$

$$\frac{m}{M} = \frac{v_0}{v_x} = \frac{v_0}{v_0 (1 - \cos \alpha)} = \frac{1}{1 - \cos \alpha}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{1 - \frac{8}{17}} = \frac{17}{17 - 8} = \frac{17}{9}$$

$$\frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 (1 - \cos \alpha)} = \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = \frac{1}{\tan \beta}$$

Угол наклона

Скорость шара направлена под постоянным углом к горизонту. Поэтому ускорение также направлено под таким же углом (в противном случае угол направления скорости  $\vec{v}$  менялся бы)

$$\frac{1}{\tan \beta} = \frac{\sqrt{132} \cdot 17}{17 \cdot 9} = \frac{\sqrt{132}}{9} = \frac{2\sqrt{33}}{9} \approx 1.28 \Rightarrow \tan \beta = \frac{9}{2\sqrt{33}} = \frac{9\sqrt{33}}{2 \cdot 33} = \frac{3\sqrt{33}}{2 \cdot 11} = \frac{3\sqrt{33}}{22} \approx 0.78$$

2) ИЗЗ.  $\tan \beta = \frac{T \cos \alpha}{mg - T \sin \alpha}$

$$T \cos \alpha = mg \tan \beta - T \sin \alpha \tan \beta$$

$$T (\cos \alpha + \sin \alpha \tan \beta) = mg \tan \beta$$

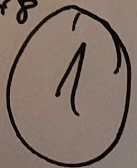
$$T = \frac{mg \tan \beta}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \beta}$$

ИЗЗ. OX

$$M a_0 = T - T \cos \alpha = T (1 - \cos \alpha)$$

$$M a_0 = \frac{mg \tan \beta}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \beta} (1 - \cos \alpha)$$

$$a_0 = \frac{g \tan \beta}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \beta} \cdot \frac{1}{1 - \cos \alpha} \cdot (1 - \cos \alpha)$$



Черновик

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{3\sqrt{33}}{22} & \operatorname{tg} \beta &= \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha} \\ \frac{m}{M} &= \frac{17}{9} \end{aligned} \right\}$$

1. 2)  $a_0 = g \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}$

$$a_0 = g \cdot \frac{3\sqrt{33}}{22 \left( \frac{8}{17} + \frac{2\sqrt{33}}{17} \cdot \frac{3\sqrt{33}}{22} \right)} = g \cdot \frac{3\sqrt{33}}{22 \left( \frac{8}{17} + \frac{2 \cdot 3 \cdot 33}{17 \cdot 22} \right)} = \frac{3\sqrt{33}}{22 \left( \frac{8}{17} + \frac{9}{17} \right)} =$$

$$a_0 = g \cdot \frac{(1-\cos \alpha)}{g \sin \alpha (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha})} = \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha (\cos \alpha + 1-\cos \alpha)} = g \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$= g \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha (\cos \alpha + 1-\cos \alpha)} = g \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

н) по оси y равноускоренное движение шара

$$a_y = g \cos \beta$$

$$m a \cos \beta = m a_y = m g - T \sin \alpha$$

$$m a_y = m g - \frac{M a_0}{1-\cos \alpha} \sin \alpha$$

$$m a_y = m g - M \cdot g \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{1-\cos \alpha}$$

$$m a_y = m g - M g$$

$$m a_y = m g - M g$$

$$m g = m g - m a_y \quad | : M$$

$$g = \frac{m}{M} g - \frac{m}{M} a_y$$

$$\frac{m}{M} a_y = \frac{m}{M} g - g$$

$$a_y = g \left( \frac{m}{M} - 1 \right)$$

$$a_y = g \left( \frac{17}{9} - 1 \right) =$$

$$= g \frac{8}{9}$$

$$H = \frac{a_y t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2H}{g \frac{8}{9}}} = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$$

Ответ: 1)  $\operatorname{tg} \beta = \frac{3\sqrt{33}}{22} \approx 0,78$

2)  $a_0 = \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{3\sqrt{33}}{22} g$

3)  $\frac{m}{M} = \frac{17}{9}$

4)  $t = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$

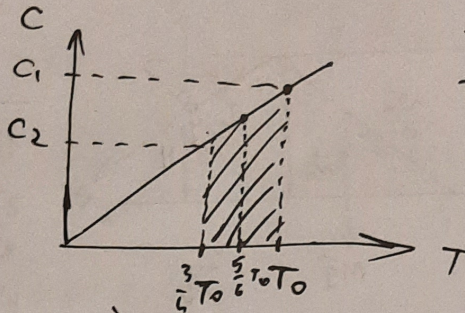
2

# Упробен

$n=2 \quad i=3$

$T_0$

$$C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$$



$T_1 = T_0$   
 $T_2 = \frac{3}{4} T_0$

$C_1 = \frac{9}{5} R$   
 $C_2 = \frac{9}{5} R \cdot \frac{3/4 T_0}{T_0}$   
 $= \frac{9}{5} \cdot \frac{3}{4} R = \frac{27}{20} R$

1)  $Q_1 (T_0 \rightarrow \frac{3}{4} T_0)$

2) ~~Amin~~  $T_m$

3)  $A_{min}$

~~$Q_1 = \int C dT$~~   $Q_1 = \int C dT$

$\sum \Delta Q_i = \int \sum C dT$  ← *уточ. нас шаг.*

$Q_1 = \int \frac{C_1 + C_2}{2} (T_0 - \frac{3}{4} T_0)$

$= \int \frac{\frac{9}{5} R + \frac{27}{20} R}{2} \cdot \frac{1}{4} T_0$   
 $= \int \frac{36 + 27}{2 \cdot 20} R \cdot \frac{1}{4} T_0 = \int R T_0 \cdot \frac{63}{160}$

2)

$Q = A + \Delta U = A + \frac{i}{2} R \Delta T$

$A = Q - \Delta U$

$dA = dQ - dU = \int C(T) dT - \frac{i}{2} R dT = \int dT (C(T) - \frac{i}{2} R) = \int (\frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} - \frac{i}{2} R) dT =$

$A = \int_{T_0}^T (\frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} - \frac{i}{2} R) dT = \int_{T_0}^T R (\frac{9}{5} \frac{T}{T_0} - \frac{i}{2}) dT =$

$= \int R (\frac{9}{5} \frac{T^2}{T_0} - \frac{i}{2} T_0) - \int R (\frac{9}{5} \frac{T_0}{2} - \frac{i}{2} T_0) =$

$= \int R (\frac{9}{10 T_0} T^2 - \frac{i}{2} T) dT - \int R (\frac{9}{10} T_0 - \frac{i}{2} T_0) =$

$= \frac{9 R}{10 T_0} T^2 - \frac{i}{2} R T - \int R (\frac{9}{10} T_0 - \frac{i}{2} T_0)$

$A' = \frac{dA}{dT} = \int R (\frac{9}{5} \frac{T}{T_0} - \frac{i}{2})$

$\frac{9}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{i}{2} \quad T_m = \frac{i \cdot 5 T_0}{2 \cdot 9} \quad \& \quad T_m = \frac{5i T_0}{18}$

$T_m = \frac{5 \cdot 3 T_0}{18} = \frac{5}{6} T_0$

3

Черновик

2

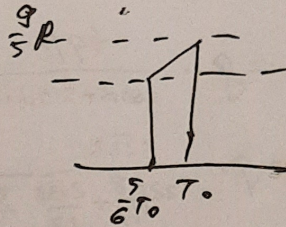
$$\Delta A = \Delta Q - \Delta U = \int C(T) dT - \frac{i}{2} \int R dT$$

$$\Sigma \Delta A = \int \Sigma C(T) - \frac{i}{2} \int R \Sigma dT$$

$$A_{\min} = \int \frac{3}{2} R \left( \frac{5}{6} T_0 - T_0 \right) - \frac{i}{2} \int R \left( \frac{5}{6} - 1 \right) T_0$$

$$A_{\min} = -\frac{13}{62} \int R T_0 + \frac{i}{2} \int R \cdot \frac{1}{6} T_0$$

$$A_{\min} = \frac{3}{12} \int R T_0 - \frac{3}{12} \int R T_0 = 0$$



$$C_3 = \frac{3}{5} R \cdot \frac{5}{6} = \frac{3}{2} R$$

4

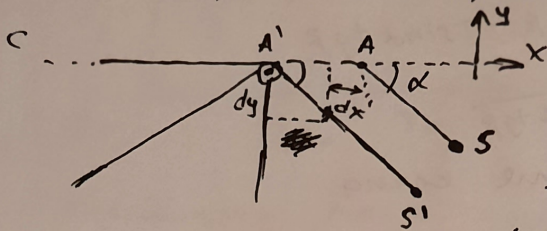
Чистовик

$\sim 1$   
 $\cos \alpha = \frac{8}{17}$   
 $H$

$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$   
 $\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{64}{17^2}} = \frac{2\sqrt{33}}{17}$

- 1)  $\beta$
- 2)  $a_0$
- 3)  $\frac{m}{M}$
- 4)  $\tau$

1) Рассмотрим малое перемещение клина.



длина  $AA' = v_0 dt$   
 (во-ск. клина в данный момент)  
 Тогда длина наклонной участка увеличилась на  $v_0 dt$ .

$dy = v_0 dt \cdot \sin \alpha \Rightarrow \frac{dy}{dt} = v_y = v_0 \sin \alpha$   
 $dx = v_0 dt - v_0 dt \cos \alpha \Rightarrow \frac{dx}{dt} = v_x = v_0 (1 - \cos \alpha)$

В итоге, скорость шарика на оси:

$$\begin{cases} v_x = v_0 (1 - \cos \alpha) \\ v_y = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

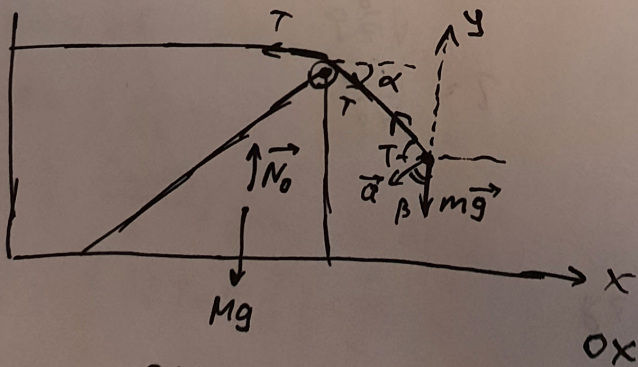
Угол наклона скорости шара  $\vec{v}$  к вертикали равен  $\gamma$ . Тогда

$\tan \gamma = \frac{v_x}{v_y} = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \text{const}$

Тогда  $\tan \beta = \tan \gamma$ , потому что скорость не меняет свое направление (если бы скорость и ускорение не были сонаправлены, вектор скорости бы тогда менял направление)

$\tan \beta = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; \tan \beta = \frac{9/17}{2\sqrt{33}/17} = \frac{3\sqrt{33}}{22} \approx 0,78$

3)



$T$  - сила натяж. нити  
 $N_0$  - сила реакции опоры на клин

Сумма внешних сил на равна нулю.

Тогда по ЗСИ:  $0 = m v_x - m v_0$

$\frac{m}{M} = \frac{v_0}{v_x} = \frac{v_0}{v_0 (1 - \cos \alpha)} = \frac{1}{1 - \cos \alpha}; \frac{m}{M} = \frac{17}{9}$

(1)

# Устройство

1) 2) По II з.к. для шарика

$$\begin{cases} ma \cos \beta = mg - T \sin \alpha \\ ma \sin \beta = T \cos \alpha \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{T \cos \alpha}{mg - T \sin \alpha}$$

$$T \cos \alpha = mg \operatorname{tg} \beta - T \sin \alpha \operatorname{tg} \beta$$

$$T = \frac{mg \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha + \sin \alpha \operatorname{tg} \beta}$$

По II з.к. для кольца

$$Ma_0 = T - T \cos \alpha = T(1 - \cos \alpha)$$

$$Ma_0 = \frac{mg \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha + \sin \alpha \operatorname{tg} \beta} \cdot (1 - \cos \alpha)$$

$$a_0 = \frac{m}{M} (1 - \cos \alpha) \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha (\cos \alpha + \sin \alpha \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha})} g =$$

$$= 1 \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g$$

$$a_0 = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g \quad a_0 = \frac{3\sqrt{33}}{22} g$$

4) По ОУ шарик движется равноускоренно.

$$a_y = a \cos \beta$$

II з.к:  $ma_y = mg - T \sin \alpha$

$$ma_y = mg - \frac{Ma_0}{1 - \cos \alpha} \cdot \sin \alpha$$

$$ma_y = mg - M \cdot g$$

$$\frac{m}{M} a_y = \frac{m}{M} g - g$$

$$a_y = \frac{g(\frac{m}{M} - 1)}{\frac{m}{M}}$$

$$a_y = \frac{8}{17} g$$

из кинематики.

$$H = \frac{a_y T^2}{2}$$

$$T = \sqrt{\frac{2H}{a_y}}$$

$$T = \sqrt{\frac{2H}{\frac{8}{17}g}}$$

$$T = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$$

Ответ: 1)  $\operatorname{tg} \beta = \frac{3\sqrt{33}}{22} \approx 0,78$

2)  $a_0 = \frac{3\sqrt{33}}{22} g$

3)  $\frac{m}{M} = \frac{17}{9}$

4)  $T = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$

# Чистовик

N 2

$i = 3$

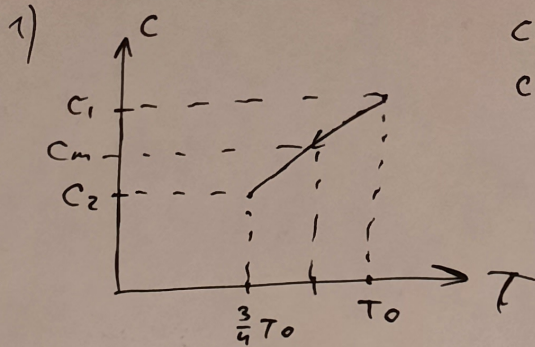
$T_0, \frac{3}{4} T_0$

$$c(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$$

1)  $Q_1$

2)  $T_m$

3)  $A_{min}$



$$c_1 = \frac{9}{5} R$$

$$c_2 = \frac{9}{5} \cdot \frac{3}{4} R = \frac{27}{20} R$$

Рассмотрим малый нагрев:

$$\Delta Q_1 = \int c(T) \Delta T$$

$$\Sigma \Delta Q_1 = \int \Sigma (c(T) \Delta T)$$

$\Sigma (c(T) \cdot \Delta T)$  — площадь под графиком

$$Q_1 = \int \frac{c_1 + c_2}{2} \cdot (T_0 - \frac{3}{4} T_0)$$

$$Q_1 = \int \frac{\frac{9}{5} R + \frac{27}{20} R}{2} \cdot \frac{1}{4} T_0 = \frac{63}{160} \int R T_0$$

2) По 2-му нач. термодинамике:

$$dQ = dA - dU$$

$$dA = dQ - dU = \int c(T) dT - \frac{i}{2} \int R dT =$$

$$= \int \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} dT - \frac{i}{2} \int R dT = \int R \left( \frac{9}{5 T_0} T - \frac{i}{2} \right) dT$$

$$\frac{dA}{dT} = \int R \left( \frac{9}{5 T_0} T - \frac{i}{2} \right) - \text{производная функции работы}$$

$$\frac{9 T_m}{5 T_0} = \frac{i}{2} \Rightarrow T_m = \frac{5 i T_0}{18} = \frac{5}{6} T_0$$

$$3) \Delta A = \Delta Q - \Delta U = \int c(T) \Delta T - \frac{i}{2} \int R \Delta T$$

$$\Sigma \Delta A = \int \Sigma (c(T) \Delta T) - \frac{i}{2} \int R \Sigma \Delta T$$

$$A_{min} = \int \frac{c_m + c_1}{2} \left( \frac{5}{6} T_0 - T_0 \right) - \frac{i}{2} \int R \cdot \left( -\frac{1}{6} T_0 \right)$$

$$A_{min} = -\frac{3}{12} \int R T_0 + \frac{3}{12} \int R T_0 = 0$$

$$c_m = \frac{9}{5} R \cdot \frac{5}{6} = \frac{3}{2} R$$

Ответ: 1)  $Q_1 = \frac{63}{160} \int R T_0$

2)  $T_m = \frac{5}{6} T_0$

3)  $A_{min} = 0$

(3)



# Часть 2

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

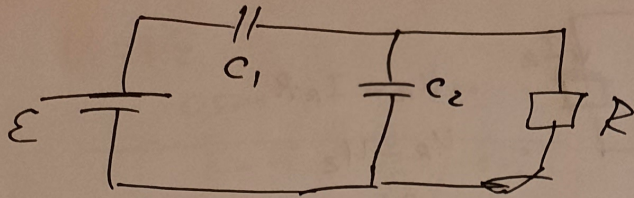
Шифр: **21201174**

ID профиля: **376819**

Вариант 4

# Черновик

нз.



$$C_2 = C$$

$$C_1 = 5C$$

$$E$$

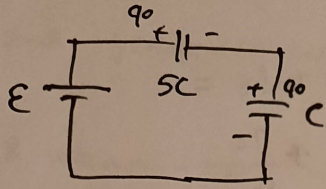
$$R$$

1) В <sup>уст. режиме</sup> ~~наст. момент времени~~:

$$1) I_{R0} = \frac{5E}{6R}$$

$$2) Q = \frac{25}{12} CE^2$$

$$3) I_{R1}$$



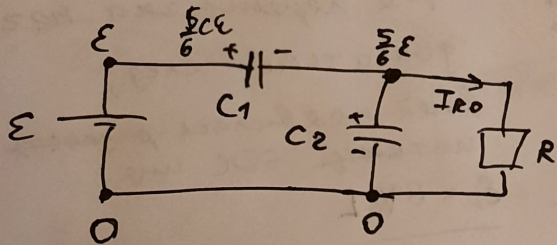
$$\frac{1}{C_{\Sigma}} = \frac{1}{5C} + \frac{1}{C}$$

$$C_{\Sigma} = \frac{5C^2}{5C+C} = \frac{5}{6}C$$

$$q_0 = C_{\Sigma} E = \frac{5}{6}CE$$

$$U_{01} = \frac{q_0}{C_1} = \frac{1}{6}E$$

$$U_{02} = \frac{q_0}{C_2} = \frac{5}{6}E$$

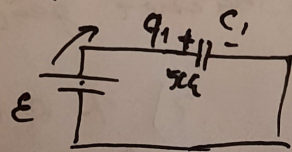


$$I_{R0} = \frac{U_R}{R} = \frac{5/6 E - 0}{R} = \frac{5E}{6R}$$

2) ~~В~~ В уст. режиме с <sup>зам</sup> ~~замкнутом~~ <sup>замкнутым</sup> ключом ток не идет

$$U_R = 0 \Leftrightarrow U_2 = 0 \Leftrightarrow q_2 = 0$$

Эквивал. цепь



$$q_1 = 5CE$$

$$U_1 = E$$

$$3C): (q_1 - q_0) E = \Delta W_{\text{ист}} = \Delta W_C + Q$$

$$= \frac{q_1^2}{2 \cdot 5C} - \frac{5C U_{01}^2}{2} - \frac{C U_{02}^2}{2} + Q$$

$$Q = (5CE - \frac{5}{6}CE) E - \frac{5CE^2}{2} + \frac{5C \cdot E^2}{36 \cdot 2} + \frac{C \cdot 25E^2}{36 \cdot 2}$$

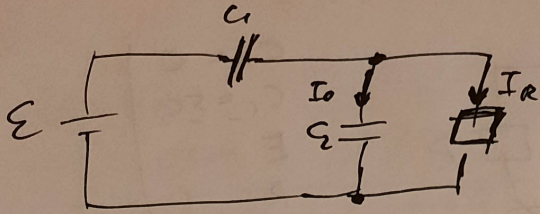
$$Q = \frac{25}{6} CE^2 - \frac{5}{2} CE^2 + \frac{30}{36 \cdot 2} CE^2$$

$$Q = \frac{25}{6} CE^2 - \frac{15}{6} CE^2 + \frac{5}{6 \cdot 2} CE^2 = \frac{10}{6} CE^2 + \frac{5}{12} CE^2 = \frac{25}{12} CE^2$$

1

3)

Черновик



$$U_R = I_R \cdot R$$

$$U_R = U_2$$

$$U_2 = \frac{q_2}{2C}$$

$$Q = I_R^2 R t$$

$$\text{ЗСЭ: } (q_1 - q_0) \varepsilon = \frac{q_1^2}{10C} - \frac{q_0^2}{10C} + \frac{q_2^2}{2C} - \frac{q_0^2}{2C} + Q$$

$$\varepsilon q_1 = \frac{1}{10C} \cdot 2q_1 q_1' + \frac{1}{2C} \cdot 2q_2 q_2' + Q'$$

$$\varepsilon I_1 = \frac{q_1}{5C} I_1 + \frac{q_2}{C} I_2 + Q'$$

$$I_R = I - I_0 = 5I_0 - I_0 = 4I_0$$

$$\varepsilon = U_1 + U_2 =$$

$$\varepsilon = \frac{q_1}{5C} + \frac{q_2}{C}$$

хэт.

$$0 = \frac{q_1}{5C} + \frac{q_2}{C}$$

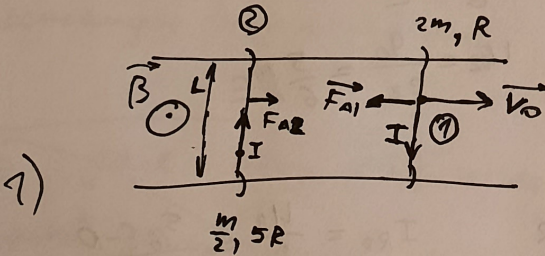
$$\frac{I_1}{5C} = \frac{I_2}{C} \Rightarrow I_0 = \frac{I}{5}$$

1-я перемычка начнет двигаться, след., в ней появилась разность потенциалов ЭДС инд.

$$\varepsilon_i = B V_0 L$$

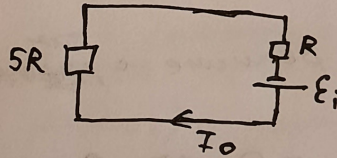
№4

B  
L  
m  
R  
V<sub>0</sub>



$$\left( \varepsilon_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B dS}{dt} = \frac{B \cdot L \cdot V_0 dt}{dt} \right)$$

$$I_0 = \frac{\varepsilon_i}{6R} = \frac{B V_0 L}{6R}$$



на перемычке начнет действовать сила Ампера

по II ЗЧ

$$2m \cdot a_1 = F_A$$

$$2m a_1 = B I_0 L$$

$$2m a_1 = B \cdot \frac{B V_0 L}{6R} \cdot L$$

$$2m a_1 = \frac{B^2 L^2 V_0}{6R}$$

$$a_1 = \frac{B^2 L^2 V_0}{12mR}$$

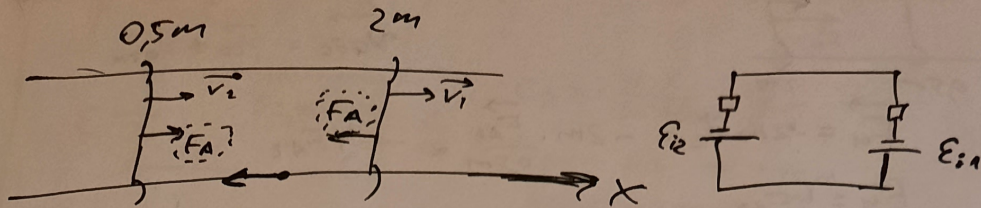
2) 1-я перемычка будет замедляться, 2-я будет ускоряться. через большой промежуток времени скорости сравняются, ток исчезнет и как следствие, установится равновесие

2

# Чертовик

н4(2)

$$V_1 = V_2$$



1-я ~~замедляется~~ замедляется, ток уменьшается  
 2-я ускоряется,  $\mathcal{E}_{12}$  также действует против  $\mathcal{E}_{21}$

В какой-то момент  $\mathcal{E}_{11}$  и  $\mathcal{E}_{22}$  сравняются, тогда ток исчезнет и скорости перемычек перестанут изменяться

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{11} &= \mathcal{E}_{22} \\ Bv_1L &= Bv_2L \\ v_1 &= v_2 \end{aligned}$$

ЗСЭ для двух перемычек?

$$2m \frac{v_0^2}{2} = \frac{2m v_1^2}{2} + \frac{0.5m v_2^2}{2} + A_{\text{эл}}$$

Работа сил Ампера

Силы Ампера, действующие на <sup>каждую из</sup> перемычек, равны (т.к. токи в них равны) и противоположны.

Поэтому можно рассмотреть ЗСЧ на ОЧ.

$$2m v_0 = 2m v_1 + 0.5m v_2$$

$$2v_0 = 2.5v_1$$

$$v_1 = v_2 = \frac{2}{2.5} v_0 = 0.8 v_0$$

$$AS = S_1 - S_2$$

$$3) F_A = BIL = BL \cdot I$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_{11} - \mathcal{E}_{12}}{6R} = \frac{Bv_1L - Bv_2L}{6R}$$

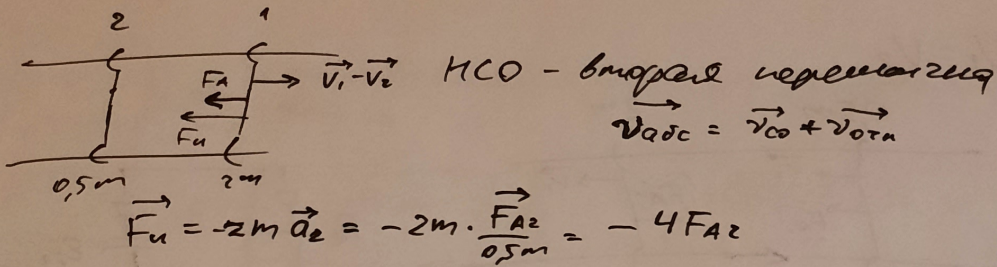
$$\Rightarrow F_A = \frac{B^2 L^2 (v_1 - v_2)}{6R}$$

$$v_1 = \frac{dx_1}{dt} \quad v_2 = \frac{dx_2}{dt}$$

$$A_{\text{Ампер}} = \int_0^{s_1} F_A \cdot dx = \int_0^{s_2} F_A \cdot dx_2 = \frac{B^2 L^2}{6R} (s_1 - s_2)$$

3

Упруобун



$$F_u = 4F_{A2}$$

$$2m a = 5F_A = \frac{5B^2 L^2 (v_1 - v_2)}{6R} \quad U = v_1 - v_2 \quad - \text{отн. сн.}$$

$$2m \frac{dU}{dt} = \frac{5B^2 L^2}{6R} U$$

$$\frac{dU}{dt} = \frac{5B^2 L^2}{12mR} \frac{dS}{dt}$$

$$dU = \frac{5B^2 L^2}{12mR} dS$$

$$\int_{v_0}^0 dU = -\frac{5B^2 L^2}{12mR} \int_0^{\Delta S} dS$$

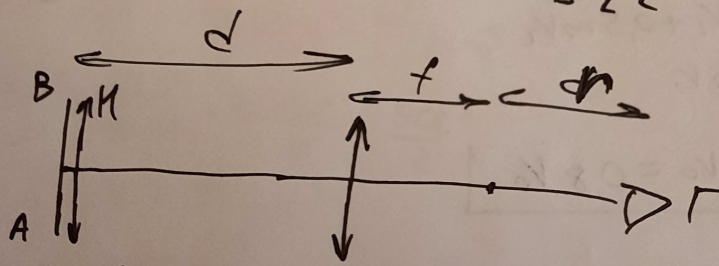
$$0 - v_0 = -\frac{5B^2 L^2}{12mR} \Delta S$$

$$\Delta S = \frac{12mR v_0}{5B^2 L^2}$$

- Отвеч: 1)  $a_1 = \frac{B^2 L^2 v_0}{12mR}$  2)  $v_1 = v_2 = 0,8 v_0$   
 3)  $\Delta S = \frac{12mR v_0}{5B^2 L^2}$

N 5.

- $F = 24 \text{ см}$
- $H = 9 \text{ см}$
- $d = 96 \text{ см}$
- $r = 24 \text{ см}$



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

$$f = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d}} = \frac{Fd}{d-F}$$

$$f = \frac{24 \cdot 96}{96 - 24} = \frac{24 \cdot 96}{72} = \frac{96}{3} = 32 \text{ см}$$

Аналогично раз, знае, уодрамене от разана r.

$$x = f + r \quad x = 32 + 24 = 56 \text{ см}$$

- 1) X
- 2) Dm

(4)

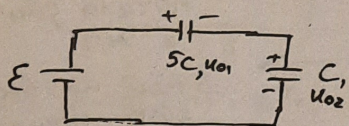
Чистовик

н 3.

$C_2 = C$   
 $C_1 = 5C$   
 $\mathcal{E}$   
 $R$

- 1)  $I_{R0}$
- 2)  $Q$
- 3)  $I_{R1}$

1) Установившийся режим до замыкания ключа.



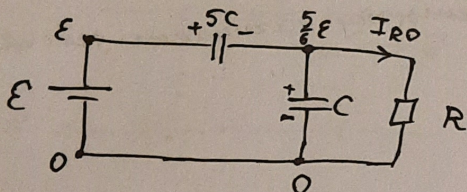
$$C_{\Sigma} = \frac{5C \cdot C}{5C + C} = \frac{5}{6}C$$

Заряд на каждом конденсаторе:

$$q_0 = C_{\Sigma} \cdot \mathcal{E} = \frac{5}{6}C\mathcal{E}$$

$$U_{01} = \frac{q_0}{5C} = \frac{1}{6}\mathcal{E}; \quad U_{02} = \frac{5}{6}\mathcal{E}$$

В момент замыкания ключа:

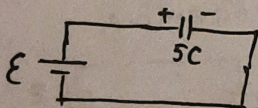


Расставим потенциалы в цепи.

$$U_R = \frac{5}{6}\mathcal{E} - 0 = \frac{5}{6}\mathcal{E}$$

$$I_{R0} = \frac{U_R}{R} = \frac{5\mathcal{E}}{6R}$$

2) Установившийся режим после замыкания ключа: тока в цепи нет,  $U_R = 0 \Leftrightarrow U_2 = 0 \Leftrightarrow q_2 = 0$ . 2-ой конденсатор разрядится. Эвивалентная цепь:



$$U_1 = \mathcal{E}$$

$$q_1 = 5C\mathcal{E}$$

$$\text{ЗС} \Rightarrow: A_{\text{ист}} = \Delta W_c + Q$$

$$(q_1 - q_0)\mathcal{E} = \frac{5C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{5C \cdot U_{01}^2}{2} - \frac{C U_{02}^2}{2} + Q$$

$$Q = 5C\mathcal{E}^2 - \frac{5}{6}C\mathcal{E}^2 + \frac{5C \cdot \mathcal{E}^2}{2 \cdot 36} + \frac{C \cdot 25\mathcal{E}^2}{2 \cdot 36} - \frac{5C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$Q = \frac{25}{6}C\mathcal{E}^2 + \frac{5}{12}C\mathcal{E}^2 - \frac{30C\mathcal{E}^2}{12}$$

$$Q = \frac{50+5-30}{12}C\mathcal{E}^2 = \frac{25}{12}C\mathcal{E}^2$$

Ответ: 1)  $I_{R0} = \frac{5\mathcal{E}}{6R}$ ; 2)  $Q = \frac{25}{12}C\mathcal{E}^2$

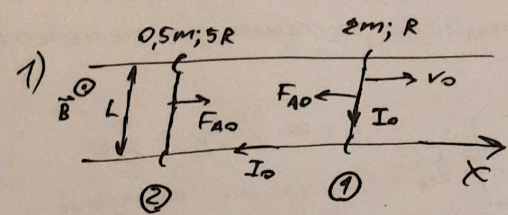
1

# Чистовик

ИЧ

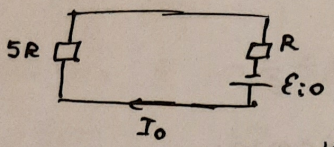
B  
L  
m  
R  
V<sub>0</sub>

- 1) Q<sub>01</sub>
- 2) V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>
- 3) ΔS



1-я перемычка начала двигаться в МП.  
В ней появилась ЭДС индукции

$$\mathcal{E}_{i0} = B v_0 L$$



По зак. Ома  
$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_{i0}}{6R} = \frac{B v_0 L}{6R}$$

На перемычку начинает действовать

сила Ампера F<sub>A0</sub>.

По II зак. Ньютона:

$$2m a_{01} = F_{A0}$$

$$2m a_{01} = B I_0 L$$

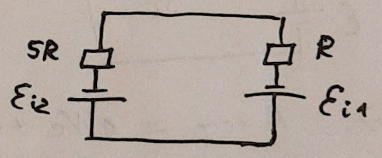
$$2m a_{01} = B \cdot \frac{B v_0 L}{6R} L$$

$$a_{01} = \frac{B^2 L^2 v_0}{12mR}$$

2) В процессе движения 1-я перемычка замедляется,  $\mathcal{E}_{i1}$  (ЭДС инд. в 1-ой перем) уменьшается, 2-я перем. ускоряется,  $\mathcal{E}_{i2}$  увеличивается.

Они направлены в разные стороны.

В какой-то момент ЭДС сравняются, ток в контуре исчезнет, значит, скорости перемычек больше не будут изменяться.



$$\mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{i2} \Leftrightarrow B v_1 L = B v_2 L \Rightarrow v_1 = v_2$$

Силы Ампера, действующие на каждую из перемычек, равны между собой в любой момент времени (т.к. через перем. протекают равные токи), и противоположны. Поэтому можно рассмотреть ЗСИ на ОХ.

$$2m v_0 = 2m v_1 + 0,5m v_2$$

$$2m v_0 = 2,5m v_1$$

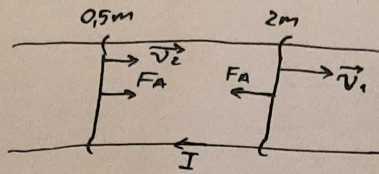
$$v_1 = v_2 = \frac{2}{2,5} v_0 = 0,8 v_0$$

(2)

Цистовик

нч

3)

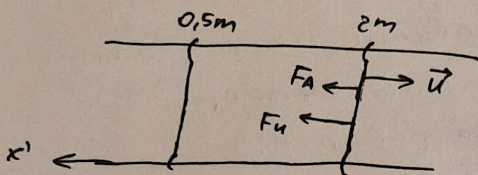


Рассмотрим промежуточный момент

$$F_A = BIL = BL \cdot \frac{\epsilon_{i1} - \epsilon_{i2}}{6R} = BL \frac{Bv_1L - Bv_2L}{6R}$$

$$F_A = \frac{B^2L^2}{6R} (v_1 - v_2)$$

Перейдем в ИСО, связанную со 2-й перемычкой



Тогда отн. скорость  
 $\vec{u} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$   
 $u = v_1 - v_2$

На 1-ю перемычку будет действовать сила инерции

$$F_u = 2m a_2 = 2m \cdot \frac{F_A}{0.5m} = 4F_A = 4 \cdot \frac{B^2L^2}{6R} (-u)$$

Тогда по II з.н. где 1-ой перем.

$$2m a_1 = 5F_A$$

$$2m a_1 = \frac{5B^2L^2}{6R} \cdot (-u)$$

$$\frac{du}{dt} = -\frac{5B^2L^2}{12mR} \cdot \frac{ds}{dt}$$

$$du = -\frac{5B^2L^2}{12mR} ds$$

$$\int_{v_0}^0 du = -\frac{5B^2L^2}{12mR} \int_0^{\Delta s} ds$$

$$v_0 = \frac{5B^2L^2}{12mR} \Delta s$$

$$\Delta s = \frac{12mR v_0}{5B^2L^2}$$

перемещение 1-ой перемычки  
 отн. 2-ой есть  
 искомая величина

Ответ: 1)  $a_{01} = \frac{B^2L^2 v_0}{12mR}$  2)  $v_1 = v_2 = 0,8v_0$

3)  $\Delta s = \frac{12mR v_0}{5B^2L^2}$

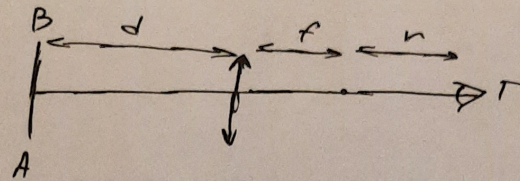


Чистовик

N 5

- $F = 24 \text{ см}$
- $H = 9 \text{ см}$
- $d = 96 \text{ см}$
- $r = 24 \text{ см}$

- 1) X
- 2) Dm



$$7) \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{dF}{d-F} \quad \text{— расстояние от линзы до изобр}$$

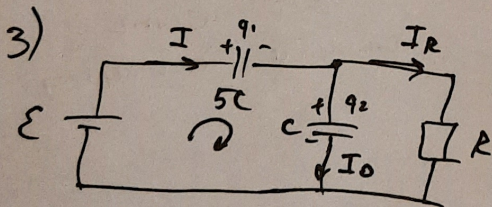
т.к. глаз accommodation на расстоянии r, чтобы рассмотреть изображение, расстояние от изобр. до глаза равно r.

$$x = f + r = \frac{dF}{d-F} + r$$

$$x = 32 + 24 = 56 \text{ см}$$

Ответ: 1)  $x = 56 \text{ см}$

N 3



Рим зак. Ома для контура с конденсаторами

$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{5C} + \frac{q_2}{C}$$

$$\mathcal{E}' = \left( \frac{q_1}{5C} + \frac{q_2}{C} \right)'$$

$$0 = \frac{q_1'}{5C} + \frac{q_2'}{C}$$

$$\frac{I}{5C} = - \frac{I_0}{C}$$

по модулю:

$$5I_0 = I$$

перед  $I_0$  стоит минус, т.к.

2-ой конденсатор разряжается

$$I = I_0 + I_R ; I_R = I - I_0 = 4I_0$$

Ответ: 3)  $I_R = 4I_0$