

# Часть 1

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

Шифр: **21202611**

ID профиля: **334084**

Вариант 1

Чистовик

Дано:

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

H

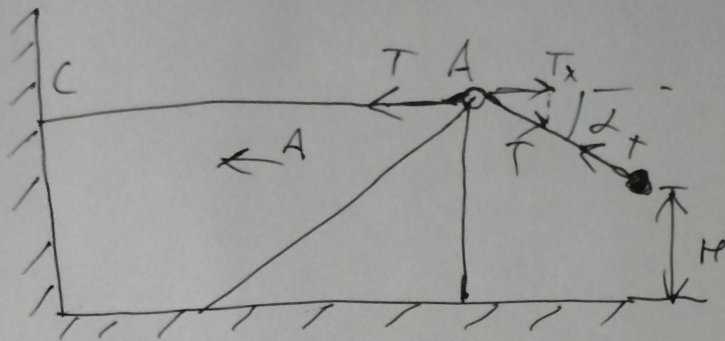
$$B = ?$$

$$A = ?$$

$$\alpha = \frac{m}{M} = ?$$

$$t = ?$$

Решение: №1



1) В гориз. пл-ти на клин дей-т только две силы: T и T\_x, где T\_x - проекц-я силы T.

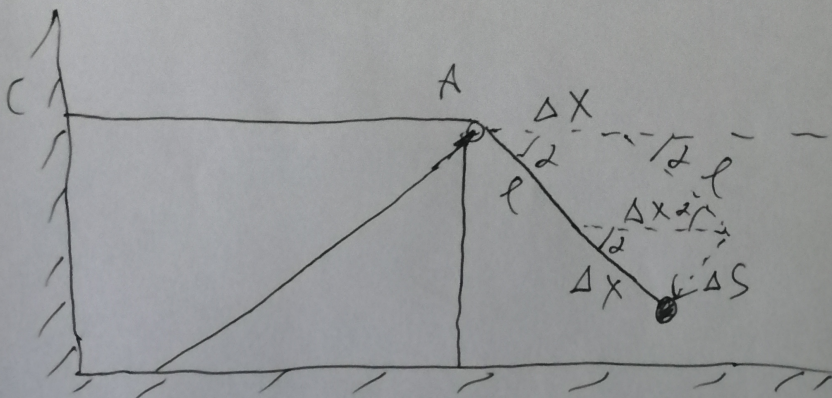
$$T_x = T \cos \alpha$$

т.к. верт. силы (Mg, N, T\_y) скомпенс-

2)  $T > T \cos \alpha \Rightarrow T > T_x \Rightarrow$  клин будет двигаться с постоянным (из постоянства уга) уск-м, направ-м влево:  $T - T \cos \alpha = MA$

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

3) Рассм-м векот. перем-е клина  $\Delta x$ : Иходя из условий перем-е клина и постав-я угла  $\alpha$  между тильто и горизонтал, картина будет выглядеть следующим образом:



Из геометрии находим параметры схемы (парам-м по 2-м параметрам углом, длина тильта сохранилась)

4) Из схемы: D E F т.к. уг-к равноб.  $\angle DEF = 90 - \frac{\alpha}{2}$   $\angle DEF$  - угол между перем-м и гориз-м

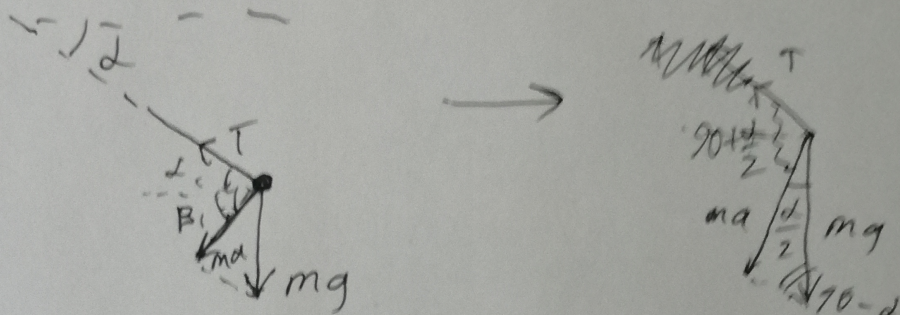
# Чистовик

№1 (продолжение)

5) Т.к. мы можем взять любой  $\Delta x$  и картинка не изменится, то  $\angle DEF$  тоже не изменится, что означает, что  $\gamma b - e$  шара плоскопараллельно  $\Rightarrow \beta = \angle DEF = 90 - \frac{\alpha}{2}$

$$\boxed{\beta = 90 - \frac{\alpha}{2}}$$

6) Длина шара-а картинка для шара всегда будет следующим образом:



По теореме синусов:

$$\frac{T}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{mg}{\sin(90 + \frac{\alpha}{2})}$$

$$\frac{T}{mg} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

По теореме косинусов:

$$m^2 a^2 = m^2 g^2 + T^2 - 2mgT \cos(90 - \alpha)$$

$$a^2 = g^2 + \frac{T^2}{m^2} - 2g \frac{T}{m} \sin \alpha$$

7) Из кинематики по схеме в п.3

$$\Delta X = \frac{At^2}{2}$$

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

$$\Rightarrow \frac{\Delta X}{A} = \frac{\Delta S}{a}, \text{ т.к.}$$

$$a = A \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$$

$$\Delta S^2 = 2\Delta X^2 - 2\Delta X^2 \cos \alpha$$

$$\Delta S = \Delta X \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$$

②

Условие

N1 (продолжение)

8)  $u_z(6)$  и (7)

$$t^2 = \frac{M^2 A^2}{(1 - \cos \alpha)^2} \quad u_z(2)$$

$$2A^2(1 - \cos \alpha) = g^2 + \frac{T^2}{m^2} - 2g \frac{T}{m} \sin \alpha$$

$$2A^2(1 - \cos \alpha) = g^2 + \frac{M^2}{m^2} \frac{A^2}{(1 - \cos \alpha)^2} - 2g \frac{M}{m} A \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

9)  $u_z$  выткнула (6) по т. ситт.:

$$\frac{mg}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{ma}{\cos \alpha}$$

$$a = g \frac{\cos \alpha}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

или  $u_z(7)$

$$A \sqrt{2(1 - \cos \alpha)} = g \frac{\cos \alpha}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

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

$$A = \frac{g \cos \alpha}{\cos \frac{\alpha}{2} \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}$$

$$A = \frac{g \cos \alpha}{2 \cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{g \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$A = g \cot \alpha$$

$$A = g \cdot \frac{0,6}{0,8} = \frac{3}{4} g$$

$$A = \frac{3}{4} g$$

(3)

Частовик

N1 (продолжение)

10) уз (8) и (9)

$$2A^2 - 0,4 = g^2 + \frac{M^2}{m^2} \cdot \frac{A^2}{0,16} - 2g \frac{M}{m} A \frac{0,8}{0,4}$$

$$2 \frac{9}{16} g^2 \cdot 0,4 = g^2 + \frac{M^2}{m^2} \cdot \frac{g^2 \cdot 9}{0,16} - 2g \frac{M}{m} \frac{g^2}{4} = 8$$

$$\frac{18 \cdot 4^1}{40 \cdot 20} = 1 + \frac{1}{L^2} \cdot \frac{900}{16^2} - \frac{3}{L}$$

$$0 = 0,55L^2 + \frac{9}{16^2} \cdot \frac{1}{L^2} - \frac{3}{L}$$

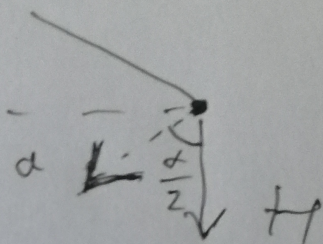
$$0,55L^2 - 3L + \frac{9}{16^2} = 0$$

$$L = \frac{3 \pm \sqrt{9 - \frac{220 \cdot 900}{100 \cdot 16 \cdot 16}}}{1,1}$$

$$L = \frac{3 \pm 1,125}{1,1}$$

$$\begin{cases} L = 3,75 \\ L \approx 1,7 \\ H = \frac{\alpha \cos \frac{L}{2} + 2}{2} \end{cases}$$

11)



$$a = A_2 \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{\alpha \cos \frac{\alpha}{2}}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{A \sin \alpha}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{\frac{3}{4}g \cdot \frac{4}{5}}}$$

Ответ:  $\beta = 90 - \frac{\alpha}{2}$ ;  $A = \frac{3}{4}g$ ;  $t = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$

$$t = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$$

$$\begin{cases} L = 3,75 \\ L \approx 1,7 \end{cases}$$

4

Условие

Дано:

$v$   
 $T_0$

$$C(T) = 2R \frac{T}{T_0}$$

1)  $Q_1 = ?$

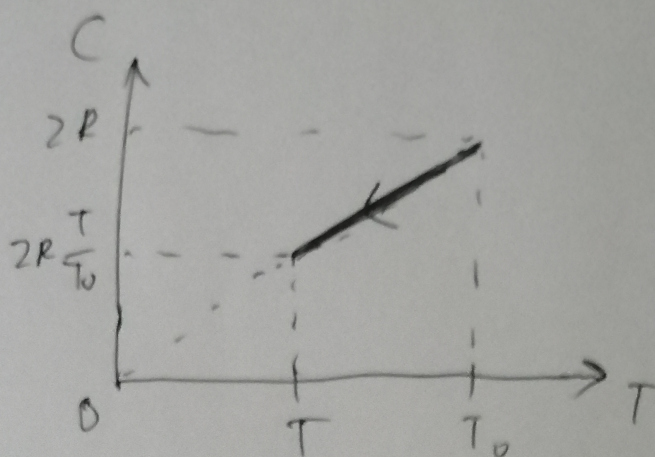
$T_0 \rightarrow \frac{5}{6} T_0$

2)  $T_1 = ?$

3)  $A_{min} = ?$

Диаметр  $\sqrt{2}$

1) Процесс нагрев  $C(T)$ :



$$Q_1 = v \left( \sum_i C_i \Delta T_i \right)$$

→ масса  
ног вещества

$$|Q_1| = v \cdot \left( R + R \frac{T}{T_0} \right) (T_0 - T)$$

$$|Q_1| = \frac{vR}{T_0} (T_0^2 - T^2)$$

Т.к  $Q_1 > 0$  по укл.

$$Q_1 = \frac{vR}{T_0} \cdot \left( \frac{36T_0^2}{36} - \frac{25T_0^2}{36} \right)$$

$$Q_1 = \frac{vR}{T_0} \cdot \frac{11}{36} T_0^2$$

$$Q_1 = \frac{11vRT_0}{36}$$

2) Для одноатомного газа  $3C$ :

$$Q = A + \Delta U$$

$$\frac{vR}{T_0} (T^2 - T_0^2) = A + \frac{3}{2} vR(T - T_0)$$

$$vR \left( \frac{T^2}{T_0} - vRT_0 \right) = A + 1,5vRT - 1,5vRT_0$$

$$\frac{vR}{T_0} T^2 - 1,5vRT + 0,5vRT_0 = A$$

5

~~5~~

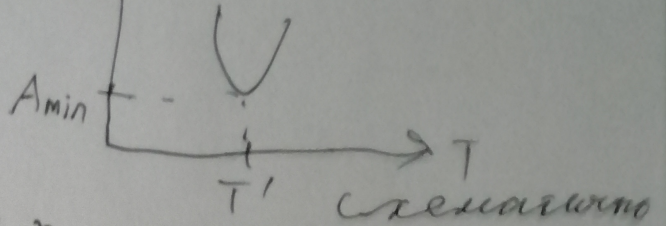
Чистовик  
√2 (пропорционально)

3) Найти в трансформаторе  $X_b = T'$

$$\frac{VR}{T_0} T^2 - 1,5VRT + 0,5VRT_0 = A$$

$$Y_b = A_{min}$$

$$T' = \frac{1,5VRT_0}{2VR} = \frac{3}{4} T_0$$



$$T' = \frac{3}{4} T_0$$

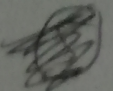
$$A_{min} = \frac{2VR^2 - 2,25VR^2}{\frac{4VR}{T_0}}$$

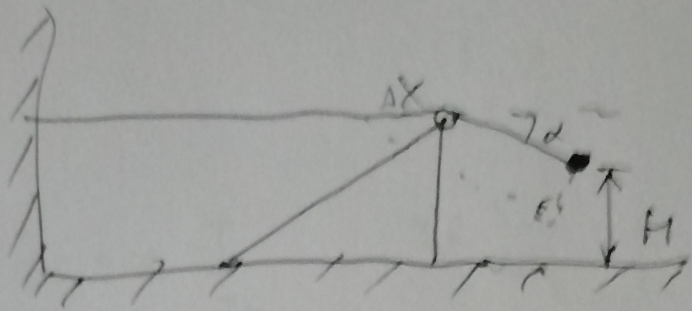
$$A_{min} = \frac{-0,25VRT_0}{4} = -\frac{1}{16} VRT_0$$

$$A_{min} = \frac{-VRT_0}{16}$$

Ответ:  $Q_1 = \frac{11VRT_0}{36}$ ;  $T' = \frac{3}{4} T_0$ ;  $A_{min} = \frac{-VRT_0}{16}$

⑥





$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

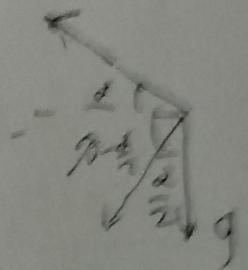
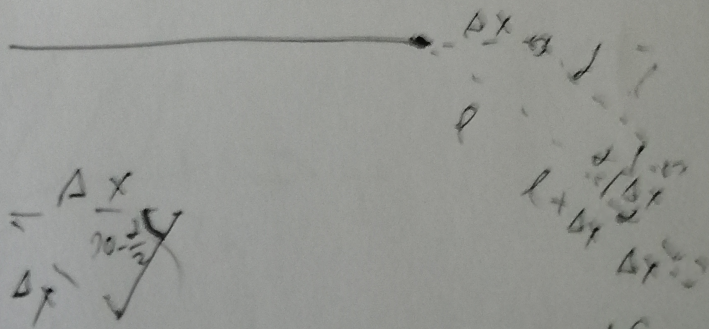
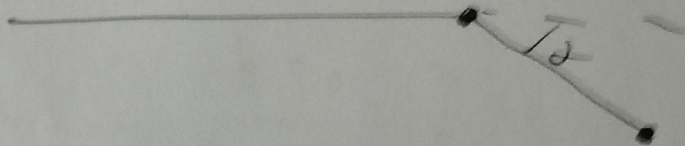
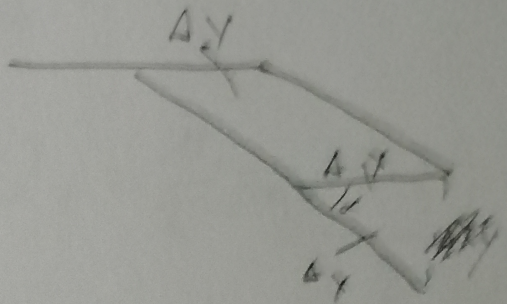
H

$$B = ?$$

$$A = ?$$

$$\frac{m}{M} = ?$$

$$t = ?$$

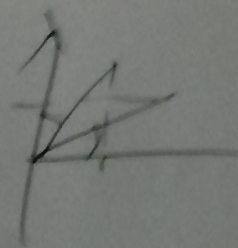
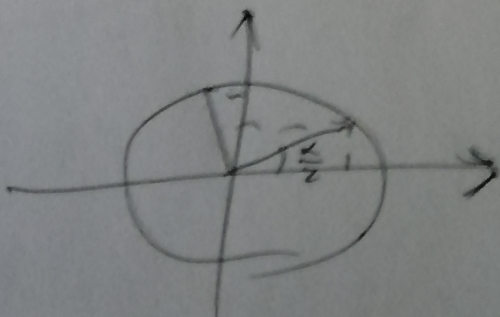


$$\frac{\Delta x}{\Delta r} = \cos \alpha$$

$$\Delta S = \sqrt{2} \Delta x \sqrt{1 - \cos \alpha}$$

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

~~ANS~~



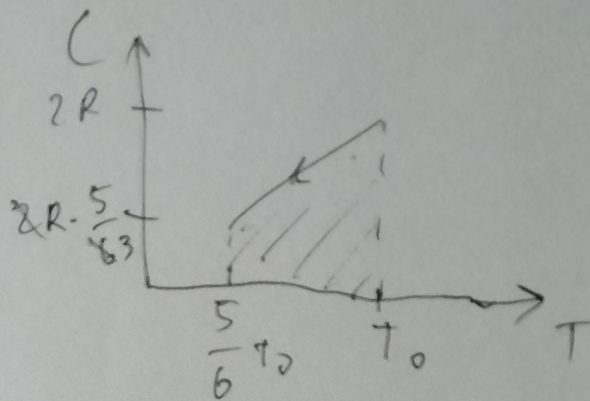
① ②



Черновики  
№ 2

v  
T<sub>0</sub>

$$C(T) = 2R \frac{T}{T_0}$$



$$C = \left( \frac{2R}{T_0} \right) \cdot T$$

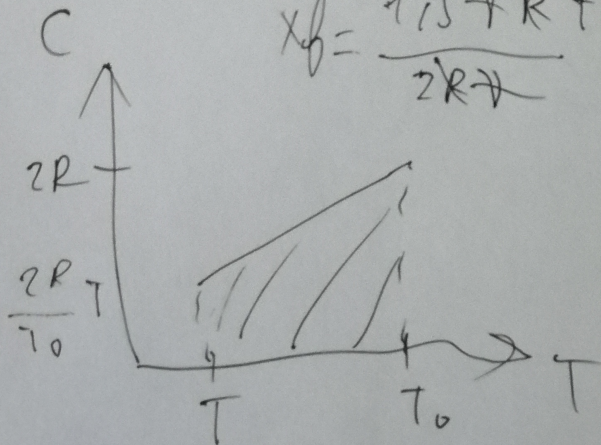
$$Q_1 = \frac{11}{12} \cdot 2R_0 \left( 2R + \frac{5}{3}R \right) \cdot \frac{1}{6} T_0$$

$$\frac{R}{T_0} T^2 - \frac{3}{2} \sqrt{RT} + \left( \frac{3}{2} \sqrt{1} \right)$$

$$Q_4 = \sqrt{\frac{11R}{6}} \cdot \frac{1}{6} T_0$$

$$X_b = \frac{1.57 R T_0}{2R} = \frac{3}{4} T_0$$

$$Q_1 = \frac{\sqrt{11RT_0}}{36}$$



$$R + R \frac{T}{T_0} = \frac{\sqrt{R(T_0+T)}}{T_0} (T - T_0) + \frac{3}{2} \sqrt{R} (T - T_0)$$

$$y_b = \frac{-D}{4a}$$

$$\frac{\sqrt{R(T^2 - T_0^2)}}{T_0} - \frac{3}{2} \sqrt{R(T - T_0)} = A$$

$$y_b = \frac{2\sqrt{R}T^2 - 2.25\sqrt{R}T_0^2}{4\sqrt{R}} = \frac{\sqrt{R}T^2 - 2\sqrt{R}T_0^2 - 3\sqrt{R}TT_0 + 3\sqrt{R}T_0^2}{2T_0} = A$$

$$y_b = -\frac{1}{16} \sqrt{R} T_0 \frac{R}{T_0} T^2 - \sqrt{R} T_0 - \frac{3}{2} \sqrt{R} T + \frac{3}{2} \sqrt{R} T_0 = A$$

$$\frac{R\sqrt{R}}{T_0} T^2 - 1.5\sqrt{R}T + 0.5\sqrt{R}T_0 = A \quad (2)$$

# Часть 2

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

Шифр: **21202611**

ID профиля: **334084**

Вариант 1

Чистовик  
№3

Дано:

$$C_2 = C$$

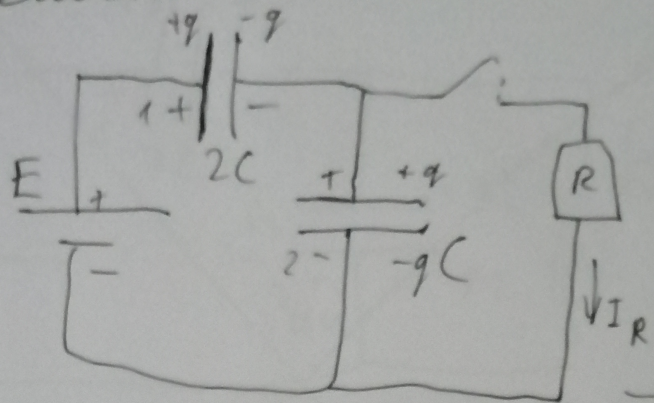
$$C_1 = 2C$$

$$E$$

$$R$$

- 1)  $I_R = ?$
- 2)  $Q = ?$
- 3)  $I_{C_1} = I_0$   
 $I_1 = ?$

Решение:



1) Сразу после замыкания ключа конденсаторы генератор разрядился  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow U_R = U_{C_2}$$

$$I_R R = \frac{q}{C}$$

2) По II з. Кирхгофа:

$$E = U_{C_1} + U_{C_2}$$

$$E = \frac{q}{2C} + \frac{q}{C}$$

(заряды на двух пластин Т.К. отн соог-тн поск-тн)

$$E = \frac{q}{2C} + \frac{2q}{2C} = \frac{3q}{2C} \Rightarrow \frac{q}{C} = \frac{2E}{3}$$

3) Из (1) и (2)  $\Rightarrow I_R \cdot R = \frac{2E}{3} \Rightarrow$

$$I_R = \frac{2E}{3R}$$

4)  $Q = W_1 - W_2$ , где  $W_1$  и  $W_2$  — энергии конденсаторов

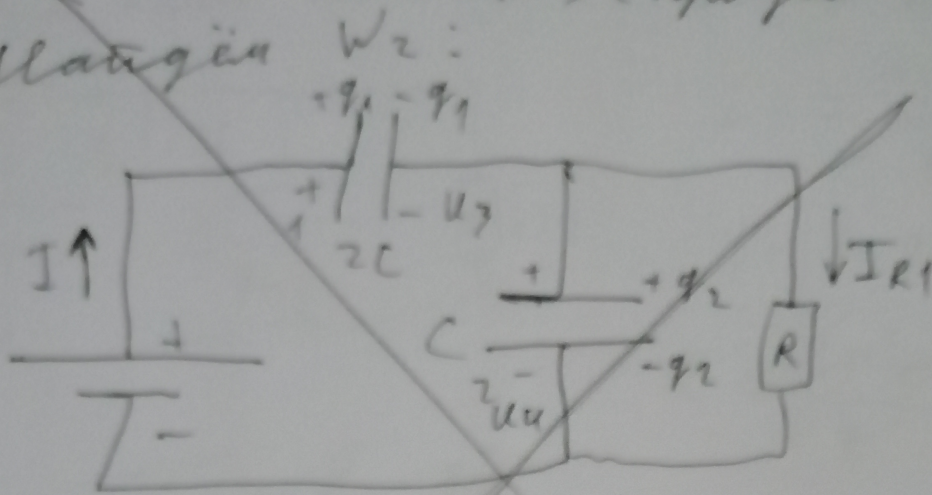
$$W_1 = \frac{1}{2} C U_{C_1}^2 + \frac{1}{2} C U_{C_2}^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{4C} + \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C} = \frac{3q^2}{4C}$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{q^2}{C} = \frac{3}{4} \cdot \frac{4E^2 C}{9} = \frac{E^2 C}{3}$$

①

Частотник  
N3 (прогонометра)

5) Найти  $W_2$ :



$$W_2 = \frac{1}{2} C U_3^2 + \frac{C U_4^2}{2} = C E^2 - 2 C E U_4 + C U_4^2 + \frac{C U_4^2}{2} = C E^2 - 2 C E U_4 + 1,5 C U_4^2$$

По II з. Кирхгофа

$$E = U_3 + U_4$$

$$U_4 = I_{R1} R$$

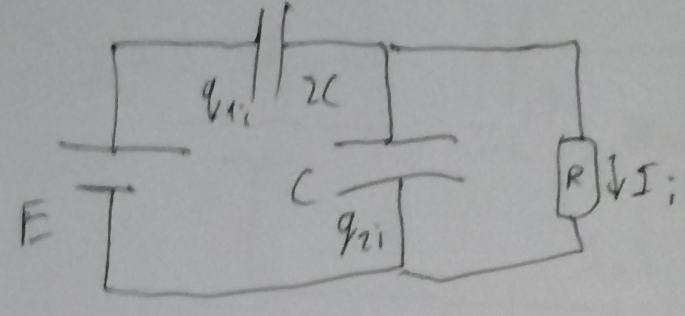
4) Заменить, что тепло в цепи будет выделено только на резисторе:

$$Q = R \int I^2 dt$$

5) Рассмотрим некоторый малый промежуток времени  $\Delta t$ , такой что ток через резистор не успеет измениться со зк-я  $\pm$ ; (2)

Учестовак  
N3 (спротивности)

6) За этот пром-к:



$$I_i = \frac{u_{C2i}}{R} = \frac{q_{2i}}{CR}$$

$$q_{1i} = q_{2i} + I_i \Delta t_i$$

~~$$E = \frac{q_{1i}^2}{2C} + \frac{q_{2i}^2}{2C}$$~~

~~$$E = \frac{q_{1i}^2}{2C}$$~~

$$E = u_{C1} + u_{C2}$$

$$E = \frac{q_{1i}}{2C} + \frac{q_{2i}}{C}$$

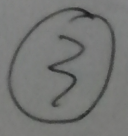
$$E = \frac{q_{2i} + I_i \Delta t_i}{2C} + \frac{q_{2i}}{C}$$

$$E = \frac{3q_{2i} + I_i \Delta t_i}{2C}$$

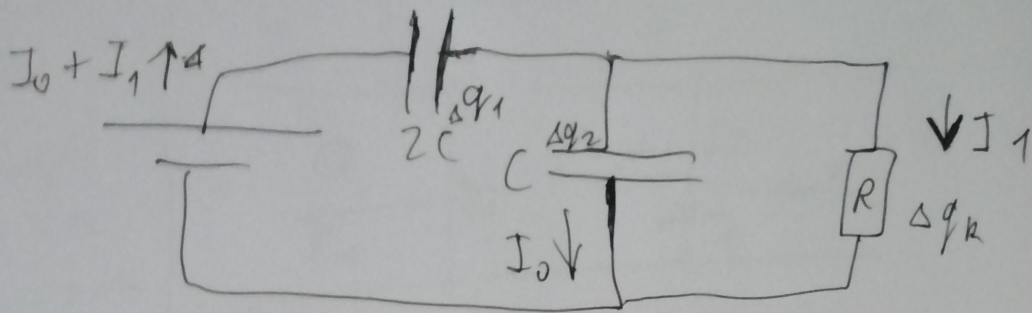
$$E = \frac{3I_i CR + \frac{\Delta Q}{R}}{2C}$$

$$E = \frac{3I_i R}{2} + \frac{\Delta Q}{2CR^2} = \frac{\Delta Q}{2CR^2} + \frac{3}{2} \frac{\Delta Q}{\Delta t_i R}$$

7) Ставим ток в резисторе после замыкания катушки, когда ток через C1 равен I0.



Чистовик  
 №3 (продолжение)



Васи-и малый промежуток времени  $\Delta t$ : по з.с. заряда

$$\Delta q_1 = \Delta q_2 + \Delta q_R$$

Ответ:  $I_R = \frac{2E}{3R}$

(4)

Чистовик

Решение: №4

Дано:

B

L

$m_1 = m$

$R_1 = R$

$m_2 = 2m$

$R_2 = 2R$

$V_0$

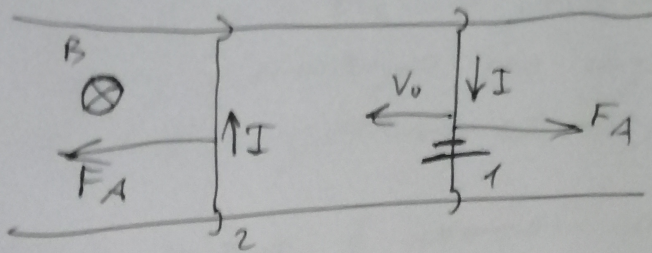
$a_2 = ?$

2)  $V_1 = ?$

$V_2 = ?$

3)  $S = ?$

$S_0$



в проводнике 1:

1)  $\mathcal{E}_c = BLV_0$  Т.к. измен-ся площадь контура  $\Rightarrow$  поток через контур  $\Rightarrow$  ток будет иметь такое

направление, чтобы сохранить магнитный поток через контур (правило Ленца).

Находим его по правилу Буравчика.

3) Т.к. по контуру течёт циркулирующий ток, то на каждый из проводников будет действовать  $F_A = BIL$ , направл. по правилу левой руки.

4) из (1) и (3)  
 $\mathcal{E}_c = I \cdot 3R \Rightarrow BLV_0 = 3IR$   
 $I = \frac{BLV_0}{3R}$

$F_A = BL \cdot \frac{BLV_0}{3R} = \frac{B^2 L^2 V_0}{3R}$

5)  $F_A = m_2 a_2 \Rightarrow F_A = 2m a_2$

$a_2 = \frac{F_A}{2m}$

$a_2 = \frac{B^2 L^2 V_0}{6mR}$

5

6) Через продолжительный промежуток времени скорости проводов в узлах  $\Rightarrow$   
 $a_1 = 0, a_2 = 0 \Rightarrow F_1 = 0, F_2 = 0 \Rightarrow I = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_i = 0$   
 поток через контур не измен-ся  $\Rightarrow$  мощность  
 контур не измен-ся  $\Rightarrow V_1 = V_2 = V$

7) Заметим, что в любой момент времени:  
 $F_1 = F_2 = BIL$ ,  $I$  — ток в данный момент  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} a_1 = \frac{F_1}{m_1} = \frac{BIL}{m} \\ a_2 = \frac{F_2}{m_2} = \frac{BIL}{2m} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_2 = \frac{a_1}{2} \\ a_1 = 2a_2 \end{cases}$$

в любой момент

Из этого можно сделать вывод, что при ~~любом~~ рассмотрим любого малого промежутка времени  $\Delta t$ :

$$\Delta V_1 = 2 \Delta V_2 \Rightarrow \text{за всё время при суммировании изм-я ск-й } \Delta V_{1 \text{ полное}} = 2 \Delta V_{2 \text{ полное}}$$

8) Из (6) и (7)  $\Rightarrow V_0 - \Delta V_{1 \text{ полное}} = \Delta V_{2 \text{ полное}}$

т.е.  $V = \Delta V_{2 \text{ полное}}$   $V_0 = 3 \Delta V_{2 \text{ полное}}$   
 $\Delta V_{2 \text{ полное}} = \frac{V_0}{3}$

$$V = \frac{V_0}{3}$$

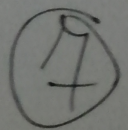
$V_1 = V_2 = \frac{V_0}{3}$

(6)



Чистовик №4 (продолжение)  
9) Замечая, что когда ск-ти выравниваются, сопротивление между провод-ми перестанет меняться.

Ответ:  $\alpha_2 = \frac{B^2 L^2 V_0}{6mR}$  ;  $V_1 = V_2 = \frac{V_0}{3}$



Частовик  
№5

Дано:

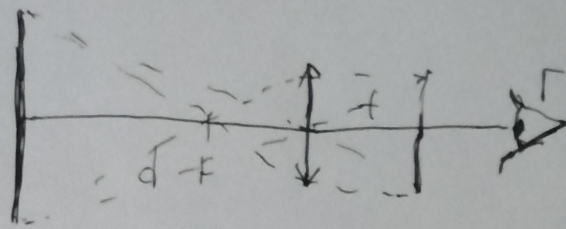
$$F = 9 \text{ см}$$

$$H = 9 \text{ см}$$

$$l = 36 \text{ см}$$

$$L = 24 \text{ см}$$

Решение:



$$X = ?$$

$$D_M = ?$$

$$Y = ?$$

1) Ставимо рівняння моментів <sup>от узору</sup> та кот-н  
намомент уз-е кріплення

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

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

$$Ff + Fl = fl \quad F = \frac{fl}{f+l}$$

$$Fl = f(l - f)$$

$$f = \frac{Fl}{l - f}$$

$$2) \quad X = f + L \Rightarrow X = \frac{Fl}{l - f} + L$$

$$X = \frac{9 \text{ см} \cdot 36 \text{ см}}{27 \text{ см}} + 24 \text{ см}$$

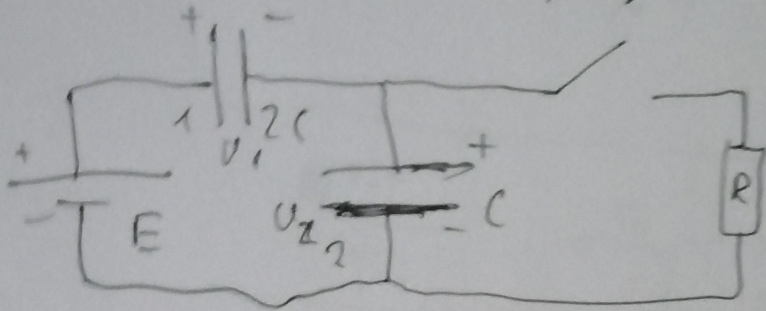
$$+ 24 \text{ см}$$

$$X = 36 \text{ см}$$

8

Відповідь:  $X = 36 \text{ см}$ .

Черновик  
№ 3



$$E = U_1 + U_2$$

$$U_1 = \frac{q_1}{2C}$$

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

$$E = \frac{q_1}{2C} + \frac{q_2}{C}$$

$$E = \frac{q}{2C} + \frac{2q}{2C}$$

$$E = \frac{3q}{2C}$$

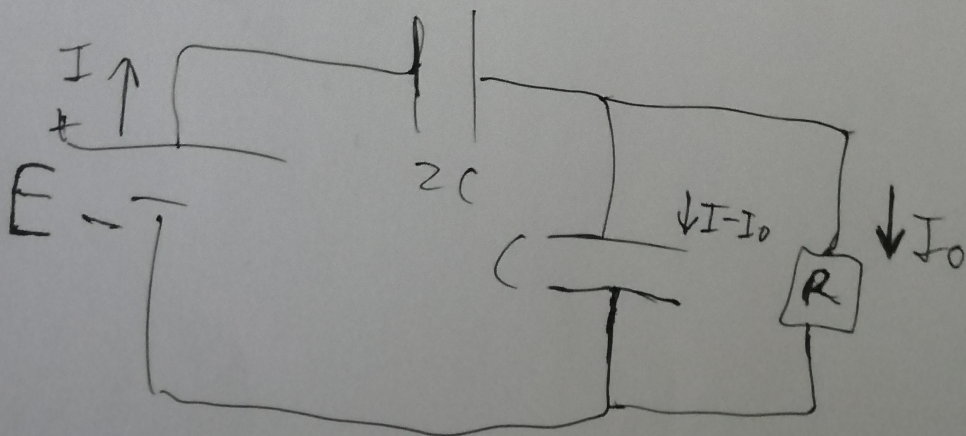
$$\frac{q}{C} = I_R R$$

$$I_R = \frac{q}{C} \cdot \frac{1}{R}$$

$$q = \frac{2CE}{3}$$

$$\frac{q}{C} = \frac{2E}{3}$$

$$I_R = \frac{2E}{3R}$$

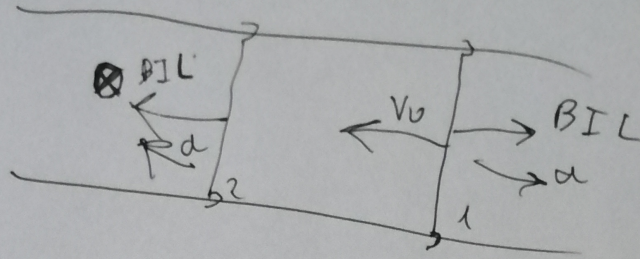


$$q = I t$$

①

Черновик  
НЧ

- B
- L
- m
- R
- 2m
- 2R
- v<sub>0</sub>
- S<sub>0</sub>



$$\mathcal{E}_c = BLv$$

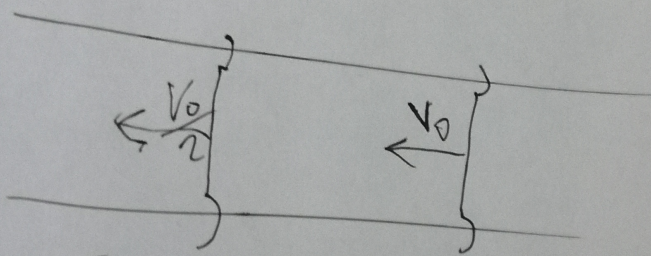
$$\mathcal{E} = BLv$$

$$\mathcal{E}_0 = BLv_0$$

$$I = \frac{BLv_0}{3R}$$

$$F = \frac{B^2 L^2 v_0}{3R}$$

$$a = \frac{B^2 L^2 v_0}{3Rm}$$



S<sub>0</sub> ...

