

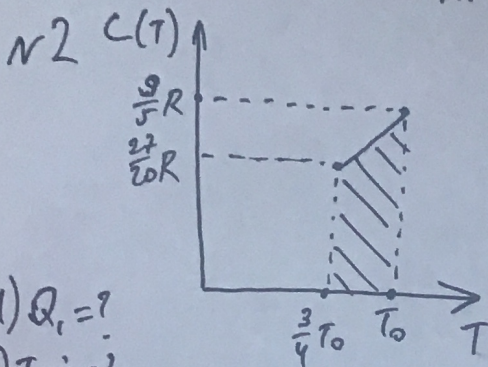
Часть 1

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

Шифр: **21200322**

ID профиля: **867502**

Вариант 4



$$1) C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$$

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

$$C\left(\frac{3}{4}T_0\right) = \frac{9}{5} R \frac{3}{4} \frac{T_0}{T_0} = \frac{27}{20} R$$

$$Q_{отг} = \nu \cdot S_{гр}$$

$$Q_1 = Q_{отг}$$

1) $Q_1 = ?$

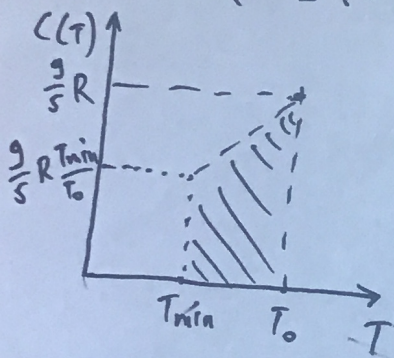
2) $T_{min} = ?$

3) $A_{min} = ?$

$$S_{гр} = \left(\frac{27}{20} R + \frac{9}{5} R\right) \cdot \frac{1}{2} (T_0 - \frac{3}{4}T_0) = \left(\frac{27}{20} R + \frac{36}{20} R\right) \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} T_0 =$$

$$= \frac{63}{40} R \cdot \frac{1}{4} T_0 = \frac{63}{160} R T_0 \Rightarrow Q_{отг} = \frac{63}{160} \nu R T_0$$

2) $Q = \Delta U + T$



Пусть газ, охлаждаемый до температуры $T = T_{min}$, совершает минимальную работу

$$Q = -Q_{отг} \quad Q_{отг} = \nu \cdot S_{гр}$$

$$S_{гр} = \left(\frac{9}{5} R + \frac{9}{5} R \frac{T_{min}}{T_0}\right) \cdot \frac{1}{2} (T_0 - T_{min}) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{9}{5} R \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0}\right) (T_0 - T_{min}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = -\nu \frac{9}{10} R \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0}\right) (T_0 - T_{min})$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_{min} - T_0)$$

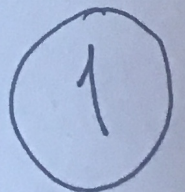
$$-\nu \frac{9}{10} R \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0}\right) (T_0 - T_{min}) = \frac{3}{2} \nu R (T_{min} - T_0) + A$$

$$\frac{9}{10} \nu R \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0}\right) (T_{min} - T_0) = \frac{3}{2} \nu R (T_{min} - T_0) + A$$

$$A = \frac{9}{10} \nu R \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0}\right) (T_{min} - T_0) - \frac{3}{2} \nu R (T_{min} - T_0)$$

$$A = \frac{3}{2} \nu R (T_{min} - T_0) \left(\frac{3}{5} \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0}\right) - 1\right) = \frac{3}{2} \nu R (T_{min} - T_0) \left(\frac{3}{5} + \frac{3}{5} \frac{T_{min}}{T_0} - 1\right) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_{min} - T_0) \left(\frac{3}{5} \frac{T_{min}}{T_0} - \frac{2}{5}\right)$$



$$\begin{aligned}
 n2 \quad A &= \frac{3}{2} \gamma R (T_{\min} - T_0) \left(\frac{3}{5} \frac{T_{\min}}{T_0} - \frac{2}{5} \right) = \\
 &= \frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{3}{5} \frac{T_{\min}^2}{T_0} - \frac{3}{5} T_{\min} - \frac{2}{5} T_{\min} + \frac{2}{5} T_0 \right) = \\
 &= \frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{3}{5} \frac{T_{\min}^2}{T_0} - T_{\min} + \frac{2}{5} T_0 \right)
 \end{aligned}$$

$$A' = \frac{3}{2} \gamma R \left(2 \cdot \frac{3}{5 T_0} T_{\min} - 1 + 0 \right) = 0$$

$$\frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{6}{5 T_0} T_{\min} - 1 \right) = 0$$

$$\frac{6}{5 T_0} T_{\min} = 1$$

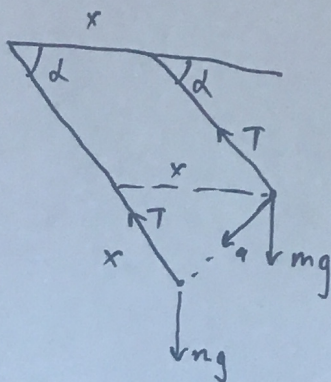
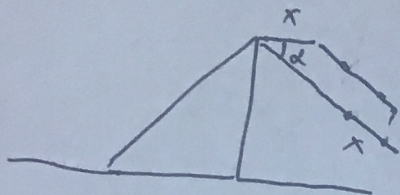
$$T_{\min} = \frac{5}{6} T_0$$

2

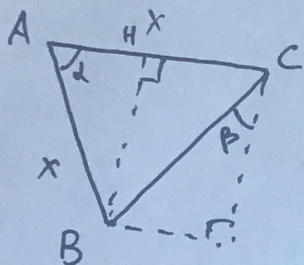
$$\begin{aligned}
 3) \quad A_{\min} &= A \left(\frac{5}{6} T_0 \right) = \frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{25}{36} \frac{T_0^2}{T_0} - \frac{5}{6} T_0 + \frac{2}{5} T_0 \right) = \\
 &= \frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{5}{12} T_0 - \frac{5}{6} T_0 + \frac{2}{5} T_0 \right) = \frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{5}{12} T_0 - \frac{10}{12} T_0 + \frac{2}{5} T_0 \right) = \\
 &= \frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{2}{5} T_0 - \frac{5}{12} T_0 \right) = \frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{24 T_0}{60} - \frac{25 T_0}{60} \right) = -\frac{3}{2} \gamma R \cdot \frac{1}{60} T_0 = \\
 &= -\frac{\gamma R T_0}{40}
 \end{aligned}$$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{63}{160} \gamma R T_0$ 2) $T_{\min} = \frac{5}{6} T_0$ 3) $A_{\min} = -\frac{\gamma R T_0}{40}$

1. Рассмотрим смещение клина на x . Тогда путь от блока до шарика увеличился на x



Полное ускорение смотрит
вдоль перемещения шарика



$$BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2 \cdot AB \cdot AC \cdot \cos \alpha$$

$$BC^2 = x^2 + x^2 - 2x^2 \frac{8}{17} = \frac{18}{17} x^2$$

$$BC = x \sqrt{\frac{18}{17}}$$

$$AK = x \cdot \cos \alpha = \frac{8}{17} x \Rightarrow HC = \frac{9}{17} x$$

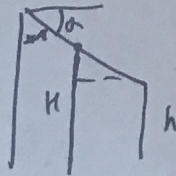
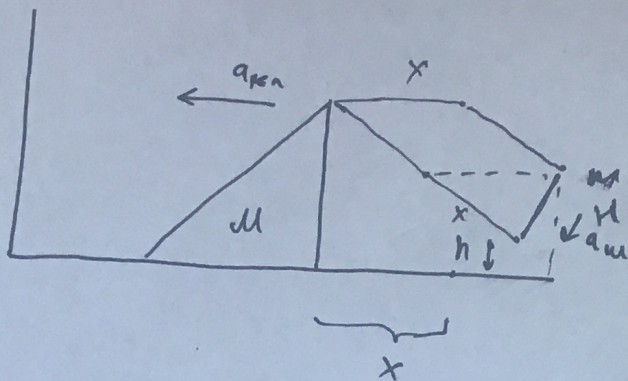
$$\sin \beta = \frac{HC}{BC} = \frac{\frac{9}{17} x}{x \sqrt{\frac{18}{17}}} = \frac{9}{17} \cdot \frac{\sqrt{17}}{\sqrt{18}} = \frac{9 \cdot \sqrt{17}}{\sqrt{18} \cdot 17}$$

$$= \frac{9 \cdot \sqrt{17}}{\sqrt{18} \cdot \sqrt{17} \cdot \sqrt{17}} = \frac{\sqrt{9 \cdot 9}}{\sqrt{18} \cdot \sqrt{17}} = \frac{3 \sqrt{9}}{\sqrt{18} \cdot \sqrt{17}} = \frac{3}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{17}} = \frac{3}{\sqrt{34}}$$

$$\angle \beta = \arcsin \frac{3}{\sqrt{34}}$$

3

~1



Пусть за время t клин сдвинулся как шарик переместился на $x \sqrt{\frac{18}{17}}$

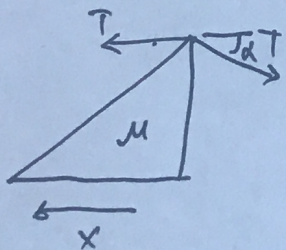
По 3СЭ

$$mgH = mg\left(H - \frac{15}{17}x\right) + \frac{m v_m^2}{2} + \frac{M v_{кл}^2}{2}$$

$$v_{мк} = 0 \quad v_{кк} = 0$$

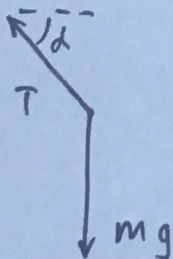
$$v_{кл} = a_{кл} t \quad v_m = a_m t$$

(4)



$$x = M a_{кл} = T - T \cos \alpha = T(1 - \cos \alpha) = \frac{9}{17} T$$

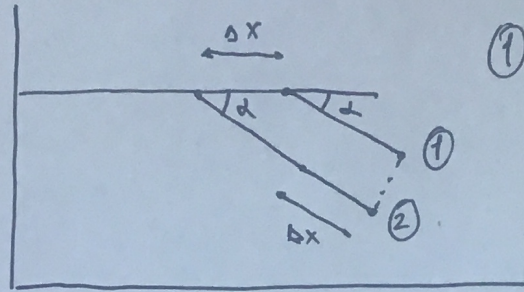
$$a_{кл} = \frac{9}{17} \frac{T}{M}$$



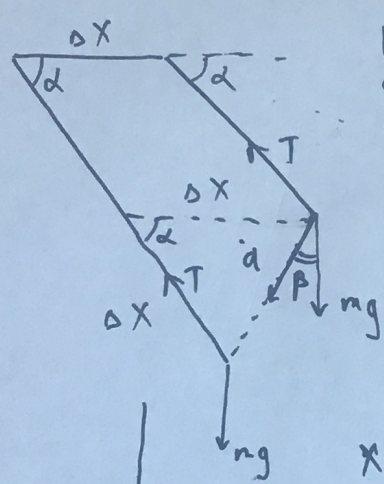
~~Цетовик~~ вариант Н-04
Черновик

Физика, 11 кл

№1 1) Рассмотрим смещение шарика, когда клин проехал расстояние ΔX . Нить удлинилась за это время на ΔX

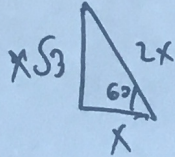
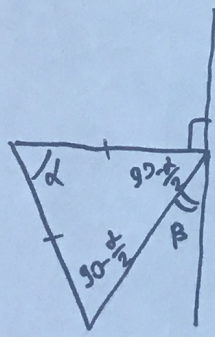


① и ② - положения шарика

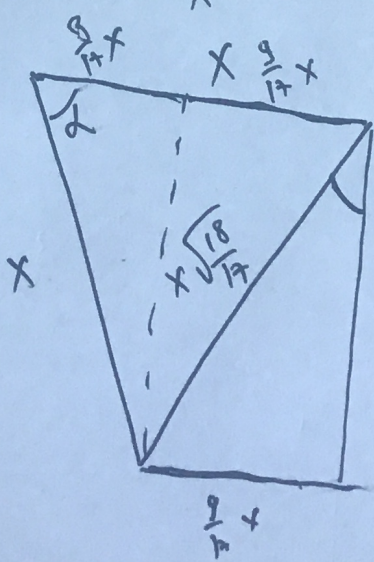


Полное ускорение в данном случае смотрит вдоль перемещения шарика

$\angle \beta$ - искомый угол
 $\angle \beta = 90 - \angle(90 - \frac{\alpha}{2})$



$$3x^2 = x^2 + 4x^2 - 2 \cdot x \cdot 2x \cdot \frac{1}{2}$$



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

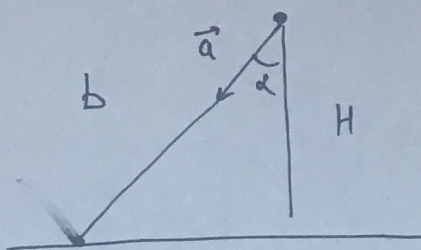
$$\sin \alpha = \frac{15}{17}$$

~~sin β~~

$$y^2 = x^2 + x^2 - 2x^2 \cdot \frac{8}{17} = 2x^2 - \frac{16}{17}x^2 = \frac{18}{17}x^2$$

$$y = x \sqrt{\frac{18}{17}}$$

Черный



$$b \cdot \cos \alpha = H$$

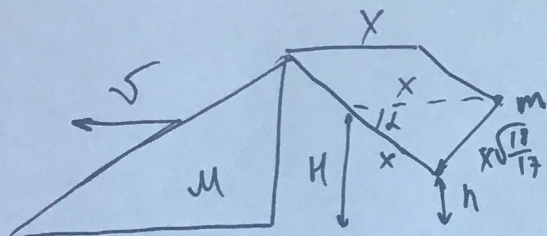
$$S = \frac{H \cdot \sqrt{34}}{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{34}}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{9}{34}$$

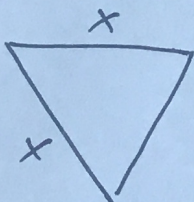
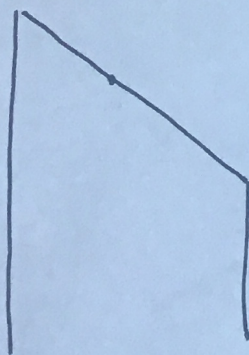
$$\cos^2 \alpha = \frac{25}{34}$$

$$\cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

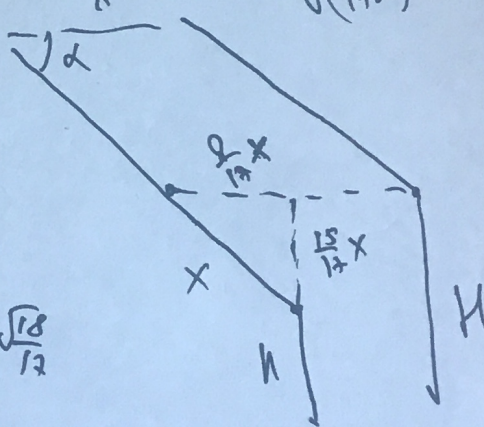


$$3(\uparrow) : mgH$$

$$a = \sqrt{\left(\frac{8T}{17m}\right)^2 + \left(g - \frac{15T}{17m}\right)^2}$$



$$x \sqrt{\frac{18}{17}}$$



$$S = \frac{v_k^2 - v_n^2}{2a}$$

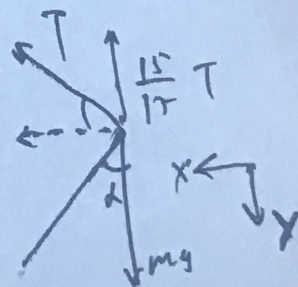
$$v_k = at$$

$$mgH = 0 + \frac{m v_k^2}{2} + \frac{\mu v_k^2}{2}$$

$$a_x = \frac{8T}{17m}$$

$$a_y = g - \frac{15T}{17m}$$

$$\frac{8}{17} T$$

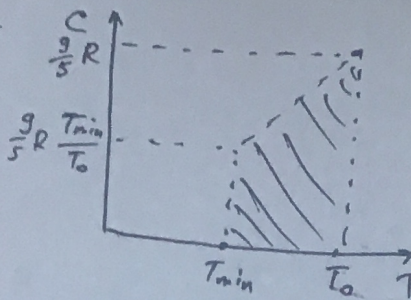


$$* \max = \frac{8}{17} T$$

$$m a_y = mg - \frac{15}{17} T$$

Черновик

№2



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

$$Q = -\dot{V} S_{rp}$$

$$Q = -\dot{V}$$

$$S_{rp} = \left(\frac{9}{5} R + \frac{9}{5} R \frac{T_{min}}{T_0} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot (T_0 - T_{min}) \Rightarrow$$

$$\rightarrow Q = -\dot{V} \frac{9R}{10} \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0} \right) (T_0 - T_{min})$$

$$Q = \Delta U + A \quad \Delta U = \frac{3}{2} \dot{V} R (T_{min} - T_0)$$

$$-\dot{V} \frac{9R}{10} \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0} \right) (T_0 - T_{min}) = \frac{3}{2} \dot{V} R (T_{min} - T_0) + A$$

$$\dot{V} \frac{9R}{10} \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0} \right) (T_{min} - T_0) = \frac{3}{2} \dot{V} R (T_{min} - T_0) + A$$

$$A = \dot{V} \frac{9R}{10} \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0} \right) (T_{min} - T_0) = \frac{3}{2} \dot{V} R (T_{min} - T_0) \quad \frac{\partial 9R}{10} = \frac{3}{2} \dot{V} R \cdot \frac{3}{5}$$

$$A = \frac{3}{2} \dot{V} R (T_{min} - T_0) \left(\frac{3}{5} \left(1 + \frac{T_{min}}{T_0} \right) - 1 \right) = \frac{3}{2} \dot{V} R (T_{min} - T_0) \left(\frac{3}{5} + \frac{3}{5} \frac{T_{min}}{T_0} - 1 \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \dot{V} R \left(\frac{3}{5} \frac{T_{min}^2}{T_0} - \frac{3}{5} T_{min} - \frac{2}{5} T_{min} + \frac{2}{5} T_0 \right) = \frac{3}{2} \dot{V} R (T_{min} - T_0) \left(\frac{3}{5} \frac{T_{min}}{T_0} - \frac{2}{5} \right)$$

$$A(T_{min})' = \frac{3}{2} \dot{V} R \left(\frac{2 \cdot 3}{5 \cdot T_0} T_{min} - 1 + 0 \right) = 0$$

$$\frac{6 \cdot T_{min}}{5 T_0} = 1$$

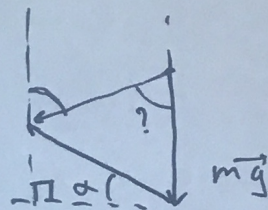
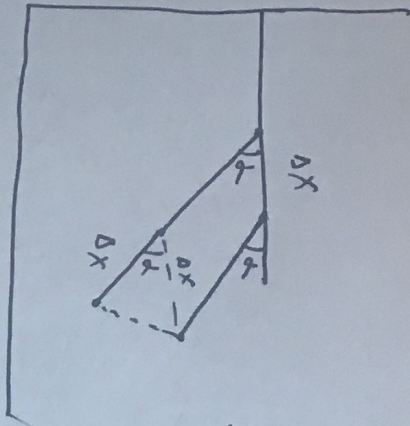
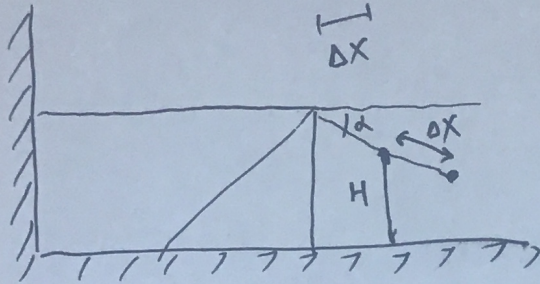
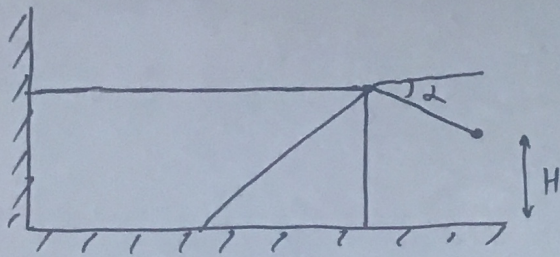
$$T_{min} = \frac{5 T_0}{6}$$

$$A = \frac{3}{2} \dot{V} R \left(\frac{9}{5} \cdot \frac{25}{36} \frac{T_0^2}{T_0} - \frac{5 T_0}{6} + \frac{2}{5} T_0 \right) = \frac{3}{2} \dot{V} R \left(\frac{5}{12} T_0 - \frac{5}{6} T_0 + \frac{2}{5} T_0 \right)$$

$$= \frac{3}{2} \dot{V} R \left(\frac{5}{12} T_0 - \frac{10}{12} T_0 + \frac{2}{5} T_0 \right) = \frac{3}{2} \dot{V} R \left(\frac{2}{5} T_0 - \frac{5}{12} T_0 \right) = \frac{3}{2} \dot{V} R \left(\frac{24}{60} - \frac{25}{60} T_0 \right) =$$

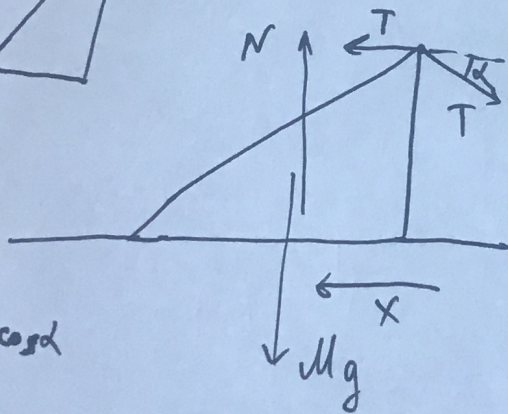
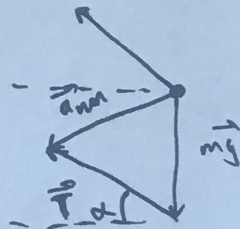
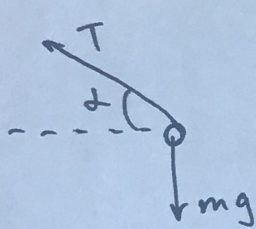
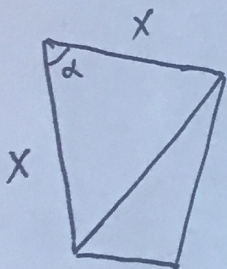
$$= -\frac{3}{2} \dot{V} R \frac{1}{60} T_0 = -\frac{\dot{V} R T_0}{40}$$

Черновик



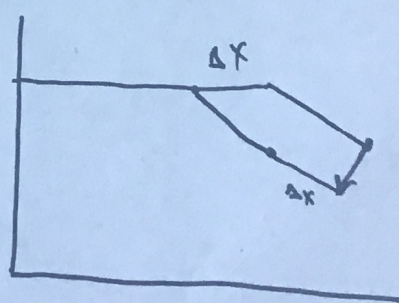
$$\cos \alpha = \frac{H}{L}$$

$$\sin \alpha =$$

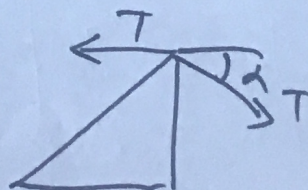


$$\cos \alpha$$

$$M a =$$

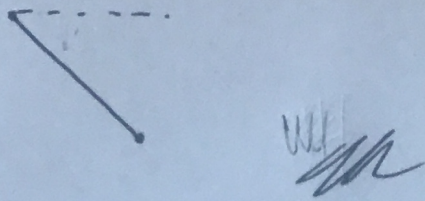
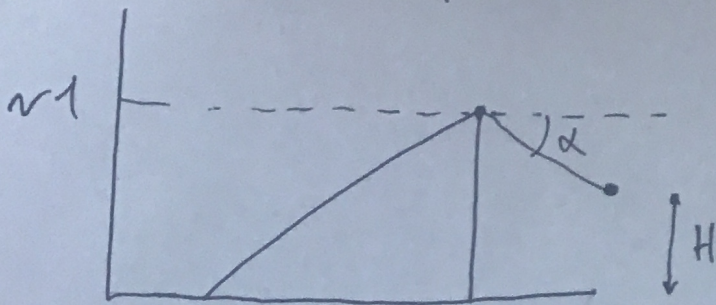


$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$



a

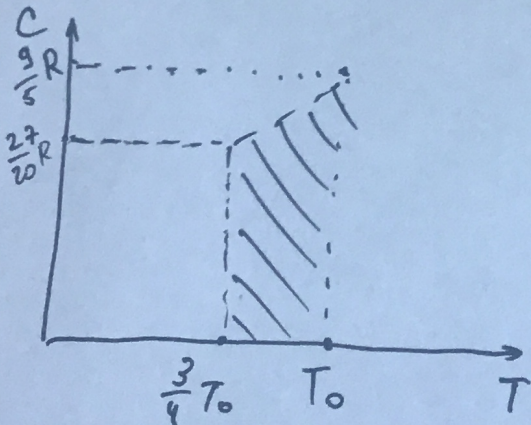
Черновик



v2 He \rightarrow $C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$Q = \int C \Delta T$$



$$Q = \int C \cdot S = \int \frac{27}{20} R + \frac{9}{5} R \cdot \frac{1}{4} T_0 =$$

$$= \frac{\frac{27}{20} R + \frac{36}{20} R}{2} \cdot \frac{1}{4} T_0 =$$

$$= \frac{63}{40} R \cdot \frac{1}{4} = \frac{63}{160} R T_0$$

$$C = \frac{9}{5} \cdot R \cdot \frac{3}{4} \frac{T_0}{T_0} = \frac{27}{20} R$$

$$Q = \frac{63}{160} \int R T_0$$

$$Q = \Delta U + A \quad T_{min}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Часть 2

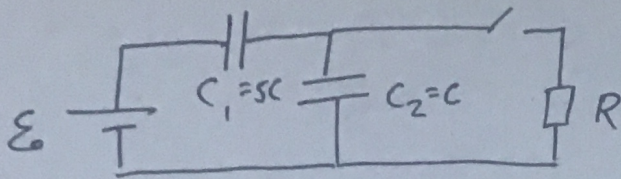
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21200322**

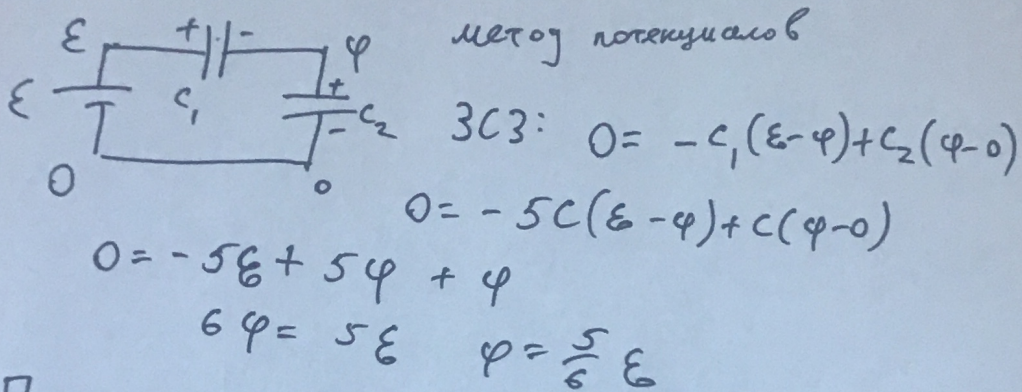
ID профиля: **867502**

Вариант 4

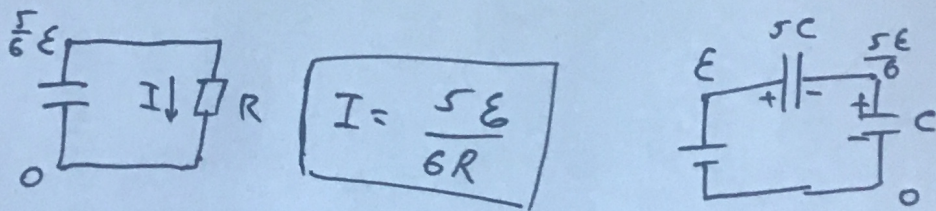
н3



1) Конденсаторы заряжены \Rightarrow ток через них не течет



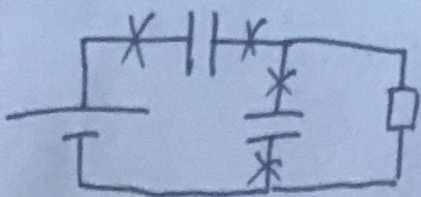
После замыкания ключа φ напряжение на конденсаторах скачком не изменилось



$$W_1 = W_{5C_1} + W_{C_1} = \frac{1}{2} \cdot 5C \cdot \left(\frac{1}{36}\varepsilon^2\right) + \frac{1}{2} \cdot C \cdot \left(\frac{25}{36}\varepsilon^2\right) =$$

$$= \frac{5}{72} C\varepsilon^2 + \frac{25}{72} C\varepsilon^2 = \frac{30}{72} C\varepsilon^2 = \frac{5}{12} C\varepsilon^2$$

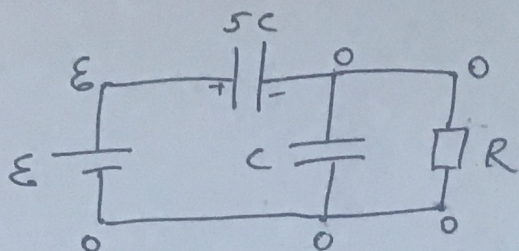
После замыкания ключа спустя какое-то время в цепи установился режим \Rightarrow ток через конденсаторы не течет \Rightarrow ток через резистор не течет



Чистовик

Вариант 11-04

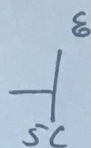
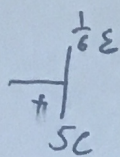
№3



полю потенциалов

Конденсатор C разряжен, а конденсатор 5C имеет напряжение ε

$$W_2 = W_{5C_2} + W_{C_2} = \frac{1}{2} 5C \varepsilon^2 + 0 = \frac{1}{2} 5C \varepsilon^2 = \frac{5}{2} C \varepsilon^2$$



до замыкания ^{кнопка} заряд на левой обкладке кон-ра 5C был равен:

$$\frac{1}{2} \varepsilon \cdot 5C = \frac{5}{2} \varepsilon C$$

После замыкания, когда установится режим заряд стал равен

$$5C\varepsilon \Rightarrow 5C\varepsilon - \frac{5}{6}C\varepsilon = C\varepsilon \left(\frac{30}{6} - \frac{5}{6} \right) = \frac{25}{6} C\varepsilon -$$

-заряд протекший через источник

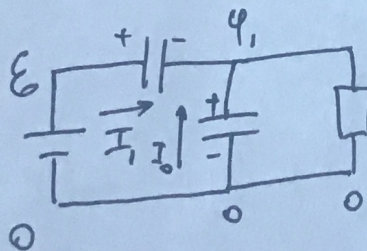
$$A_\varepsilon = W_2 - W_1 + Q$$

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

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

2

3)



ЗЗЗ: $I_1 + I_0 = I_R$

$I_0 = -C\varphi_1'$, т.к. $\varphi_1 \downarrow \varphi_1 \downarrow$

$I_1 = 5C(\varepsilon - \varphi_1)' = -5C\varphi_1'$

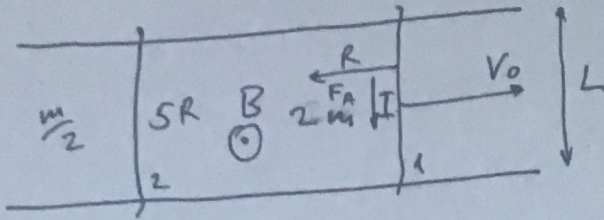
$I_1 = 5I_0$

$I_R = 5I_0 + I_0 = 6I_0$

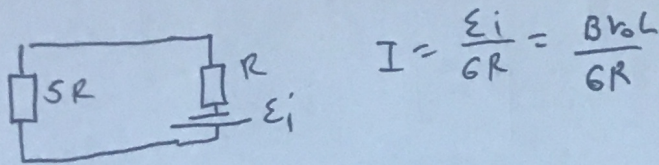
Ответ: 1) $I = \frac{5\varepsilon}{6R}$ 2) $Q = \frac{25}{12} C\varepsilon^2$ 3) $I_R = 6I_0$

Чистовик вариант 11-09

н4

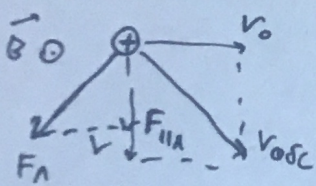


из-за увеличения правой перемычки в контуре возникнет $\mathcal{E}_i = BV_0L$

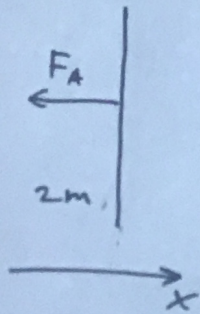


$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{6R} = \frac{BV_0L}{6R}$$

Рассмотрим частицу во ~~второй~~ первой перемычке.



составляющая силы Лоренца вдоль перемычки будет смотреть вниз \Rightarrow ~~она~~ ток будет течь по часовой стрелке



$$F_A = B \cdot I \cdot L = \frac{B^2 L^2 V_0}{6R}$$

$$2 \cdot 3H \quad x: 2m a_x = - \frac{B^2 L^2 V_0}{6R}$$

$$a_x = - \frac{B^2 L^2 V_0}{2 \cdot 6R m}$$

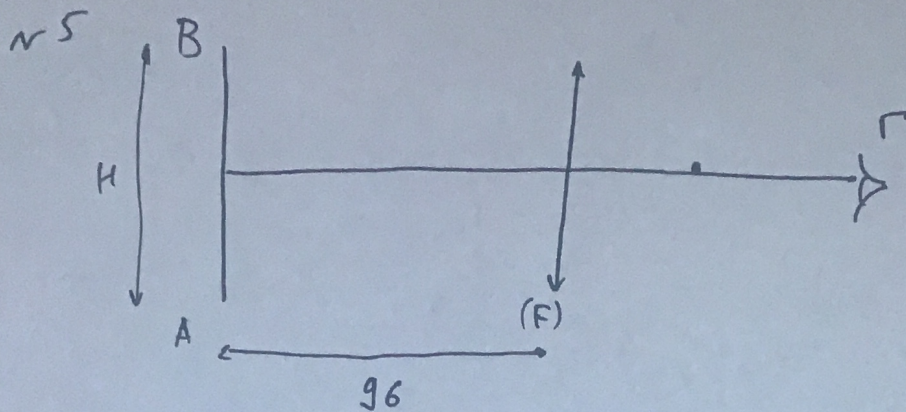
$$a = |a_x| = \frac{B^2 L^2 V_0}{12R m}$$

- ускорение первой перемычки в начальный момент

2) Через проводящий промежуток времени скорость замедлится, т.к. ускорение направлено против скорости. А когда скорость замедлится, тогда и ускорение будет равно 0. Аналогично и для второй перемычки

Ответ: 1) $a = \frac{B^2 L^2 V_0}{12R m}$ 2) $V=0; v_2=0$

3



4

- 1) Глаз рассматривает изображение часов, находящееся на расстоянии 24 см от глаза

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{24} = \frac{1}{96} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{f} = \frac{4}{96} - \frac{1}{96}$$

$$f = 32 \text{ см}$$

$$32 + 24 = 56 \text{ см} \text{ - расстояние от линзы до глаза}$$

Ответ: 1) $x = 56 \text{ см}$

Черновик

Physik 2, Heft

$I \downarrow \quad \vec{V}$ $I = \frac{BVL}{6R} = \frac{BL}{6R} \cdot V$

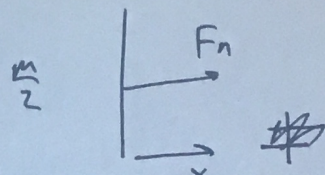
$F_n = \frac{B^2 L^2}{6R} V$

$a(v) = \frac{B^2 L^2}{12Rm} \cdot V$

$\frac{B^2 L^2}{12Rm} = k$

$V = v_0 - a(v)t$

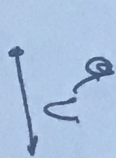
$v = v_0 - \frac{B^2 L^2}{12Rm} v t$



$v \left(1 + \frac{B^2 L^2}{12Rm} t\right) = v_0$

$F_A = \frac{B^2 L^2 v_0}{6R}$

$a = \frac{2 \cdot \frac{B^2 L^2 v_0}{12Rm}}{3R} = \frac{B^2 L^2 v_0}{3R}$



$a_x = -kV_x$

$a_2 = 4kV$

$a_x = \frac{\Delta V_x}{\Delta t}$

$V_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$



$V_x = v_0 - a_x t$

$V_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

$v_x = v_0 - kV_x t$

v

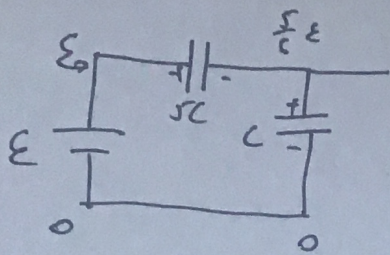
$\frac{\Delta x}{\Delta t} = v_0 - k \frac{\Delta x}{\Delta t} t$

$\Delta x = v_0 \Delta t - k \Delta x t$

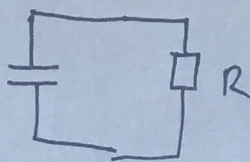
$\sum \Delta x = v_0 \sum \Delta t - k \sum \Delta x t$

$x = v_0 t - k t x$

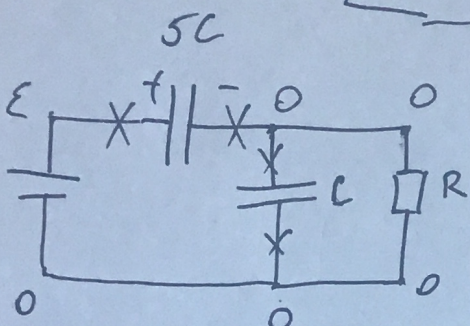
Черновик



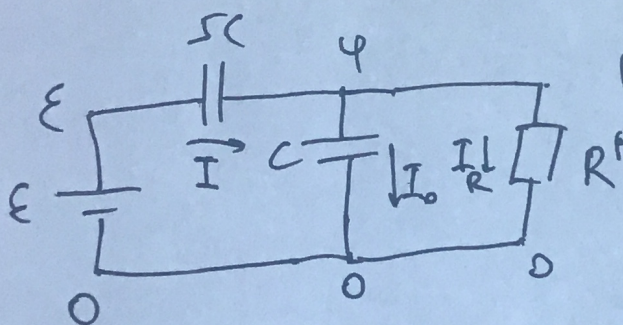
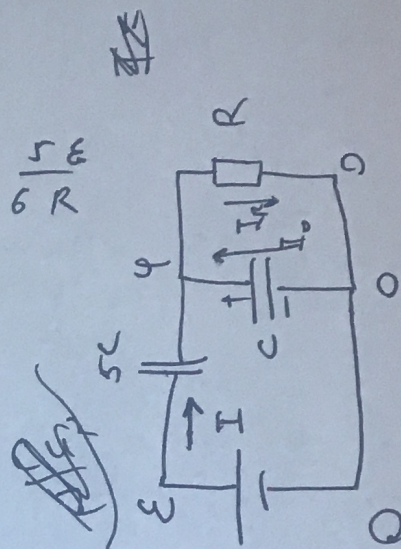
$$I_R = 6I_0$$



$$I = \frac{5\varepsilon}{6R}$$



$$I = 5I_0$$



$$I_0 = -C\varphi'$$

$$I = -5C\varphi'$$

$$I_R = I + I_0$$

$$I_0 = -C\varphi'$$

$$I = 5C(\varepsilon - \varphi)$$

$$\varepsilon - \varphi = (\varepsilon - \varphi)$$

$$I_0 = C\varphi'$$

$$I = I_0 + I_R$$

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

$$I_0 = C\varphi'$$

$$(\varepsilon - \varphi)' = 0 - \varphi'$$

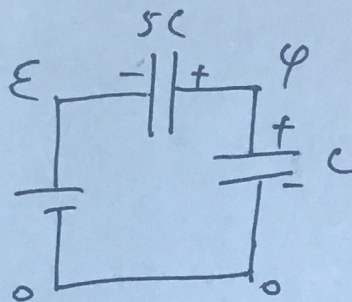
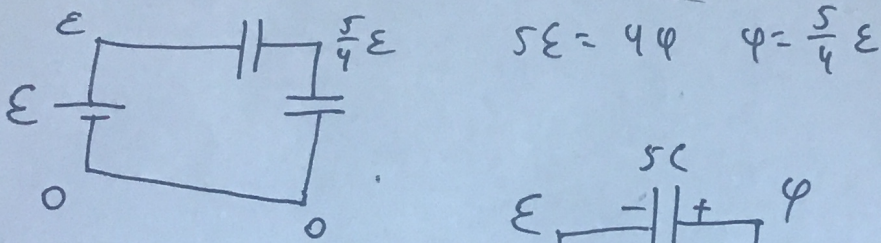
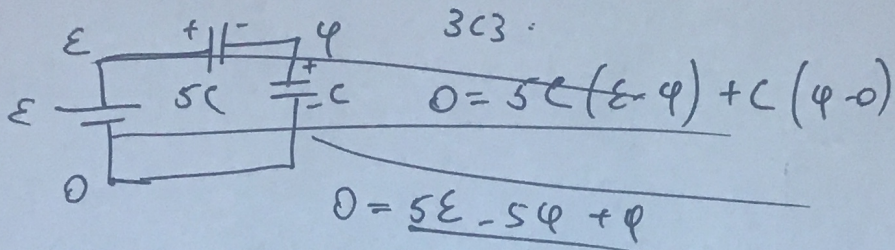
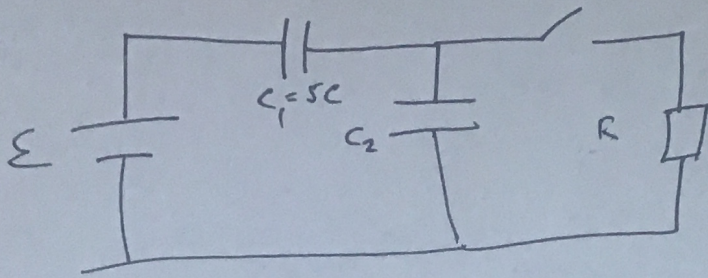
$$I = 5C(\varepsilon - \varphi)' = -5C\varphi'$$

$$I = -5I_0$$

$$-5I_0 = I_0 + I_R \quad I_R = -6I_0$$

Упробна

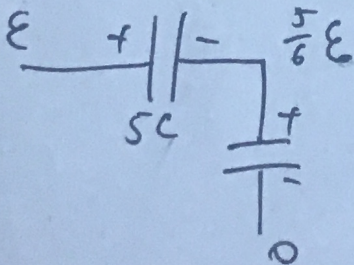
N 3



$$0 = +5C(\varphi - \varepsilon) + C(\varphi - 0)$$

$$0 = 5\varphi - 5\varepsilon + \varphi$$

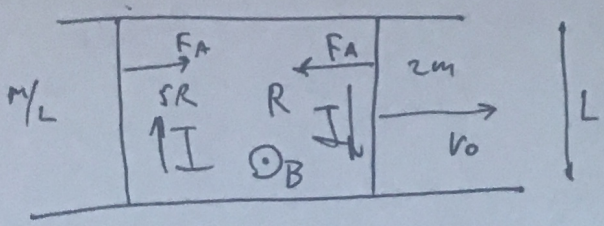
$$5\varepsilon = 6\varphi \quad \varphi = \frac{5}{6}\varepsilon$$



$$-\frac{1}{6}\varepsilon \cdot 5C + C \frac{5}{6}\varepsilon$$

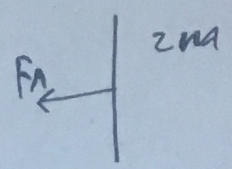
24

Упробук



$$F_A = BIL \sin \alpha$$

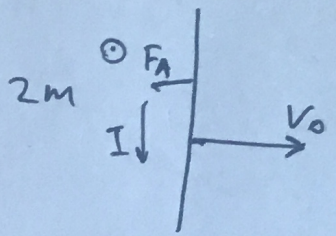
$$\mathcal{E}_i = BLV \sin \alpha$$



$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{GR} = \frac{BLV}{GR}$$

$$F_A = \frac{B^2 L^2 V}{GR} \quad a = \frac{B^2 L^2 V_0}{12Rm}$$

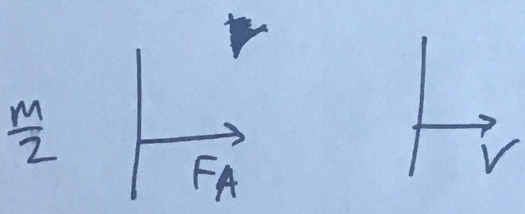
~~V~~ $V = v_0 - at$



$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{GR} = \frac{BV_0 L}{GR}$$

$$F_A = B \cdot I \cdot L = \frac{B^2 V_0 L^2}{GR}$$

$$a = \frac{B^2 L^2 V_0}{GR}$$

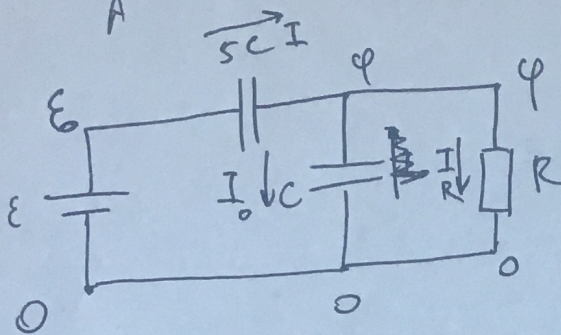
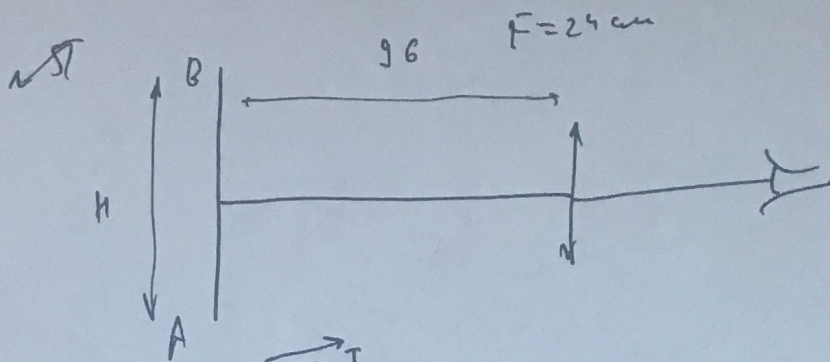


$$I = \frac{BV L}{GR}$$

$$a = \frac{B^2 L^2 V}{GR}$$

$$\frac{M}{2} a_1 = \frac{B^2 L^2 V_0}{GR} \quad a_1 = \frac{B^2 L^2 V_0}{3GRm}$$

Черковик



~~Итого~~ $I = I_0 + I_R$

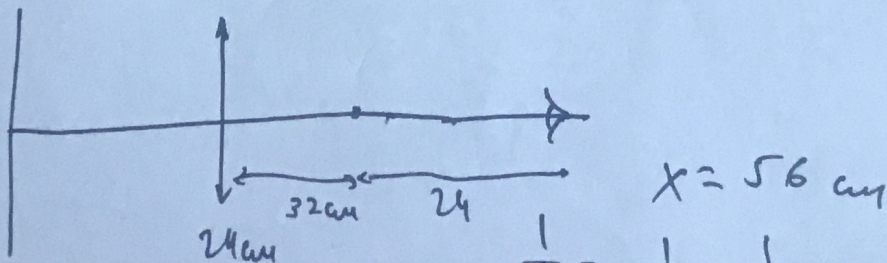
$$I_0 = I_0 = C \varphi'$$

$$I = 5C (\varepsilon - \varphi)'$$

$$(\varepsilon - \varphi)' = \varepsilon' - \varphi' = 0 - \varphi' \quad I = -5C \varphi'$$

~~$$-5C \varphi' = I = -5I_0$$~~

$$-5I_0 = I_0 + I_R \quad I_R = -6I_0$$



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

96 cm

$$f = 32 \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{96} - \frac{1}{96} = \frac{3}{96} \quad \frac{1}{24} = \frac{1}{96} + \frac{1}{f}$$