Часть 1

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

Шифр: **21201580**

ID профиля: **323868**

Вариант 3

Чистовик

Физика 11кл

№1

Дано: α, H, g

1) β − ?

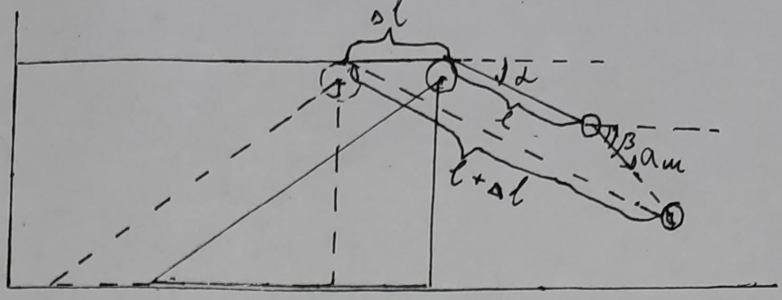
2) $a_к$ − ?

3) $\frac{m}{M}$ − ?

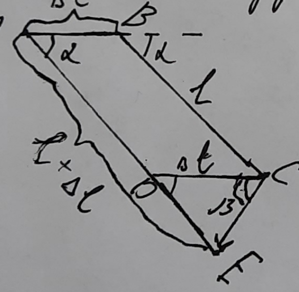
4) τ − ?

Решение

1)



На рисунке изображены моменты времени t (произвольный момент между тем, когда отпустили шарик и когда он упал на стол) сплошными линиями и момент времени t + Δt пунктирной линией, такой что угол β не успел измениться за Δt. Тогда пусть клин за Δt сдвинется на Δl, а т.к. нить не растяжима, то расстояние между блоком и шариком увеличится на Δl. Пусть в момент времени t длина нити от блока до шарика l, тогда в t + Δt будет равна l + Δl:



ABCD − параллелограмм $\Rightarrow BC = AD = l$

$AB = DC = \Delta l$

$\angle CDE = \alpha$

$AE = AD + DE = l + DE$

$AE = l + \Delta l \Rightarrow DE = \Delta l \Rightarrow \Delta DEC$ − р/б Δ

и $\angle DEC = \angle DCE = \beta$

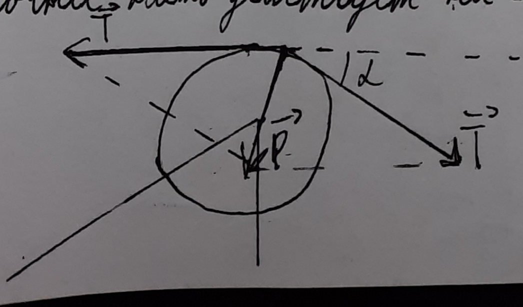
$\pi = 2\beta + \alpha$ (из ΔDCE)

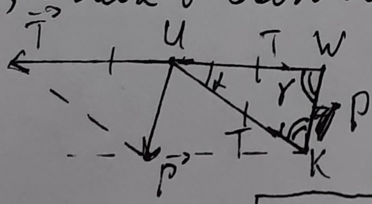
$\beta = \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}$

$$\sin\beta = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) = \cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\cos\alpha + 1}{2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{5+13}{26}} = \sqrt{\frac{9}{13}} = 3\frac{1}{\sqrt{13}} \approx 0,832$$

2) Рассмотрим с какой силой нить действует на клин (точнее нить действует на блок, а блок в свою очередь на клин)





По теореме косинусов:

$$P = \sqrt{T^2 + T^2 + 2T^2\cos\alpha} = T\sqrt{2(1+\cos\alpha)}$$

№2 Чистовик Физика 11кл

Дано:
ν, T_0,
$C(T) = 3\frac{T}{T_0}R$

1) Q – ?
2) T_1 – ?
3) A_{min} – ?

Решение:

1) Из определения теплоемкости:

$$\nu C = \frac{dQ}{dT}$$

$$dQ = \nu C dT$$

$$Q = \left|\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} \nu C\, dT\right| = \left|\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} \nu 3R\frac{T}{T_0} dT\right| = \left|\frac{\nu 3R}{2T_0}\left(\frac{9}{25}T_0^2 - \frac{25}{25}T_0^2\right)\right| =$$

$$= \nu\frac{3R}{2T_0}\cdot\frac{16}{25}T_0^2 = \nu RT_0\frac{24}{25}$$

2) ~~$A'=0$, т.е~~ Работа будет минимальной, когда производная работы будет равна нулю ($A'=0$), тогда $dA=0$.

Тогда $dU = dA + dQ$, т.е. $dU = dQ$

Гелий одноатомный газ, поэтому $dU = \frac{3}{2}\nu R\,dT$

Из определения теплоемкости:

$$dQ = \nu C\,dT$$

$$\frac{3}{2}\nu R\,dT = \nu C(T_1)\,dT$$

$$\frac{3}{2}\nu R = \nu C(T_1)$$

$$\frac{3}{2}R = 3R\frac{T_1}{T_0} \qquad T_1 = \frac{T_0}{2}$$

3) $-dU = -dA + dQ$ (минус перед работой, т.к. работу совершает газ)

$$-\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}}\frac{3}{2}\nu R\,dT = -A_{min} + \int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} C(T)\,dT$$

(минус перед изменением внутренней энергии т.к. температура уменьшается)

$$+\frac{3}{2}\nu R\frac{T_0}{2} = +A_{min} + \frac{3R\nu}{2T_0}\left(T_0^2 - \frac{T_0^2}{4}\right)$$

(минус перед количеством теплоты, т.к. во время процесса мы ее отводим теплоту)

$$A_{min} = \frac{3}{2}\nu R\left(-\frac{T_0}{2} + \frac{3T_0}{4}\right) = \frac{3}{8}\nu RT_0$$

Ответ: $Q = \nu RT_0\frac{24}{25}$; $T_1 = \frac{T_0}{2}$; $A_{min} = \frac{3}{8}\nu RT_0$

Из $\triangle$ AWK:

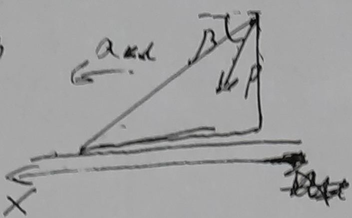
$\pi = 2\gamma + \alpha$

$\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha = \beta$

Второй закон Ньютона для клина

$Ma_{кл} = P\cos\beta$

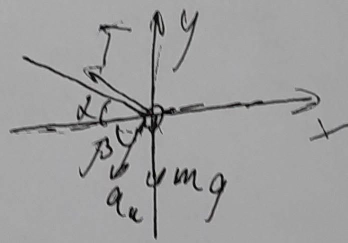
$Ma_{кл} = T\sqrt{2(1+\cos^2\alpha)}\cos\beta$



Второй закон Ньютона для шарика

$Oy: -ma_{ш}\sin\beta = mg + T\sin\alpha$

$Ox: -ma_{ш}\cos\beta = -T\cos\alpha$



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

$T = \frac{mg}{\cos\alpha(tg\beta - tg\alpha)}$

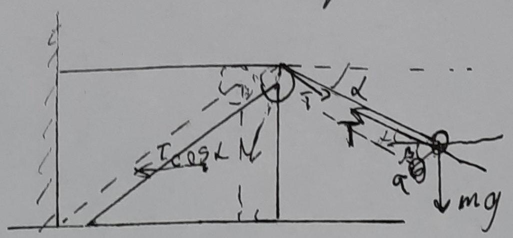
Если клин смещается на Δl, то шарик на $\Delta l\sqrt{2(1+\cos\alpha)}$ (из $\triangle$ PCE по теореме cos)

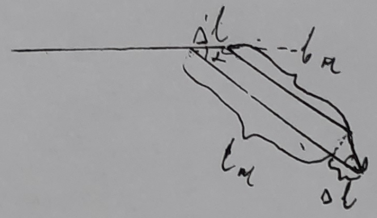
тогда

$\frac{a_{ш}}{a_{кл}} = \sqrt{2(1+\cos\alpha)}$

$\frac{Ma_{кл}}{ma_{ш}} = \frac{T\sqrt{2(1+\cos\alpha)}\cos\beta}{T\cos\alpha \cdot \frac{1}{\cos\beta}}$

Черновик Физика 11кл.



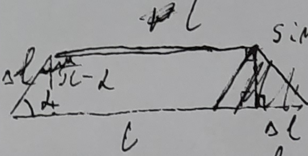


$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$

$\beta = \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}$

$ma\cos\beta = T\cos\alpha$

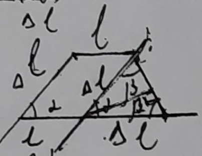
$ma\sin\beta = mg - T\sin\alpha$



$\sin\beta = \cos\frac{\alpha}{2}$

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

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



T_{min} $A' = 0$

$C = \frac{dQ}{dT}$ $\cos\alpha = 2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1$

$\sqrt{\frac{\cos\alpha + 1}{2}}$

$\frac{3}{2}\nu R\,dT = \delta A^{0} + C\,dT$

$dQ = C\,dT$

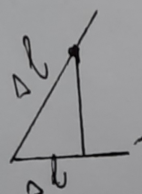
$Q = \left|\int_{T_0}^{\frac{3}{2}T_0} C\,dT\right|$

$\int_{T_0}^{T_1} \frac{3}{2}\nu R\,dT = \int_{T_0}^{T_1} C\,dT$

$\frac{3R}{T_0}\int T\,dT = \frac{3RT^2}{2T_0}$

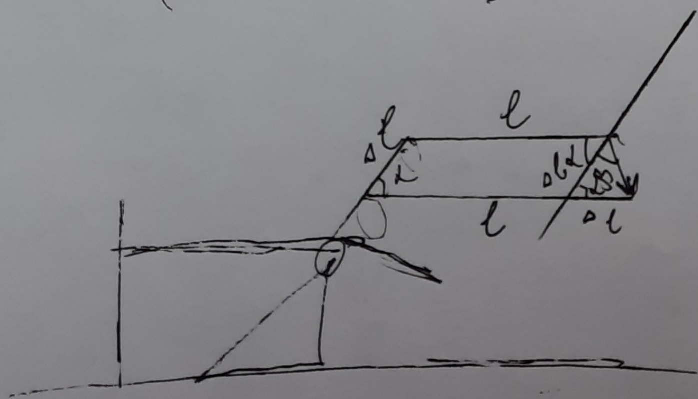
$\frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_1) = A + C$

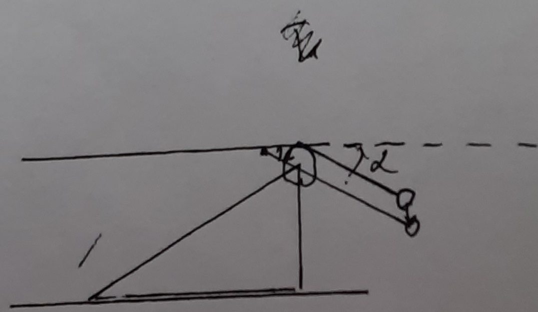
$\left(\frac{T^2}{2}\right)' = \frac{2T}{\cancel{2}}$



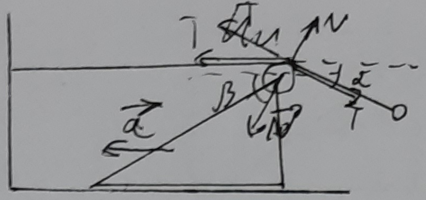
$df(x) = f'(x)\,dx$

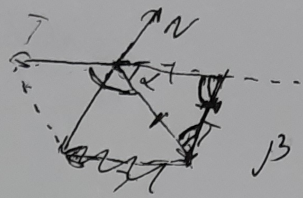
$\frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_1) = A + C(T_1)T_1$

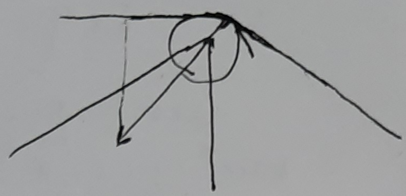


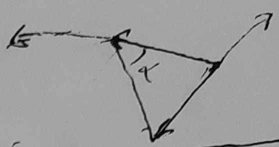


Черновик   Физика 11 кл









$P \cos\beta =$

$$P = \sqrt{T^2 + T^2 - 2T^2 \cdot \cos\alpha} =$$

$$= \sqrt{2T^2(1-\cos\alpha)} =$$

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

Часть 2

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

Шифр: **21201580**

ID профиля: **323868**

Вариант 3

Чистовик Физика 11кл

№3

Дано

$C_1 = 4C$

$C_2 = C$

R, ε

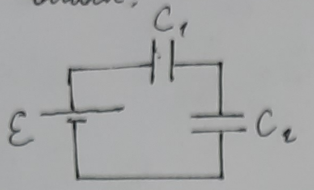
I_{R0} – ?

Q – ?

U_{R0} – ?

Решение:

1) До замыкания ключа; когда режим установился:



Правила Кирхгофа:

$\varepsilon = U_{c10} + U_{c20}$

$U_{c10} = \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_1}{4C}$

$U_{c20} = \frac{q_2}{C_2} = \frac{q_2}{C}$

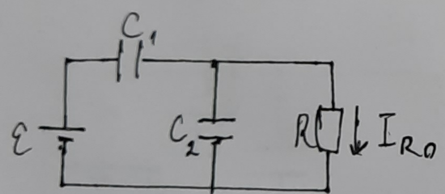
$q = q_1 = q_2$, т.к. конденсаторы соединены последовательно

$\varepsilon = \frac{q}{4C} + \frac{q}{C}$

$\frac{5}{4}\frac{q}{C} = \varepsilon \qquad \frac{5}{4}U_{c20} = \varepsilon$

$U_{c20} = \frac{4}{5}\varepsilon \; ; \; U_{c10} = \frac{\varepsilon}{5}$ (1)

Сразу после ~~раз~~ замыкания ключа:



Правила Кирхгофа:

$\varepsilon = U_{c1} + U_R$

$U_R = I_{R0} R$ из закона Ома

$U_{c10} = \frac{\varepsilon}{5}$ из (1)

$I_{0R} = \frac{4}{5}\frac{\varepsilon}{R}$

2) Закон сохранения энергии:

$$\underbrace{\varepsilon q}_{\text{работа источника}} = \underbrace{\frac{U_{c1k}^2 C_1}{2} - \frac{U_{c10}^2 C_1}{2}}_{\text{изменение энергии конденсатора } C_1} + \underbrace{\frac{U_{c2k}^2 C_2}{2} - \frac{U_{c20}^2 C_2}{2}}_{\text{изменение энергии конденсатора } C_2} + Q$$

← тепло выделившееся на резисторе

$U_R = I_R R$

Правила Кирхгофа: $U_{c2} - I_R R = 0$ (для $\forall$ момента t)

Тогда тепло перестанет выделяться, когда $U_{c2k} = 0$

$U_{c1k} = \varepsilon$

Чистовик Физика 11кл

$\cancel{Q = \int P_R dt = \int \frac{U_R^2}{R} dt = \int U_{C_2} I_R dt}$

$$\varepsilon q = \frac{\varepsilon^2 \cdot \cancel{4}^{2} C}{\cancel{2}} - \frac{\cancel{4}^{2}\varepsilon^2 C}{\cancel{50}_{25}} + \cancel{\frac{0 \cdot C}{2}}^{0} - \frac{\cancel{16}^{8}\varepsilon^2 C}{25 \cdot \cancel{2}} + Q$$

$$\varepsilon q = 2\varepsilon^2 C - \frac{\cancel{10}^{2}\varepsilon^2 C}{\cancel{25}_5} + Q$$

$$\varepsilon q = \frac{8\varepsilon^2 C}{5} + Q$$

$$q = \underbrace{\Delta q_1 + \Delta q_2}_{\text{изменени зарядов на конденсаторах}} = U_{C_1 k} C_1 - U_{C_1 0} C_1 + U_{C_2 k} C_2 - U_{C_2 0} C_2 =$$

$$= \varepsilon \cdot 4C - \frac{\varepsilon}{5} \cdot 4C + 0 - \frac{4}{5}\varepsilon C =$$

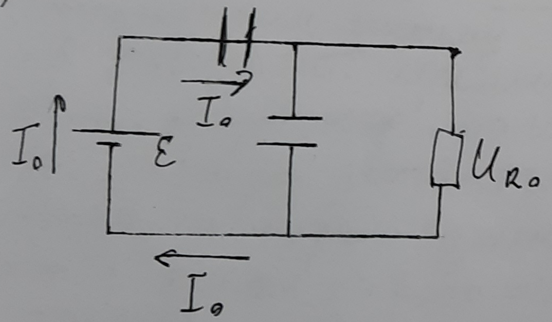
$$= 4\varepsilon C - \frac{8}{5}\varepsilon C = \frac{12}{5}\varepsilon C$$

$$\frac{12}{5}\varepsilon^2 C = \frac{8}{5}\varepsilon^2 C + Q$$

$$\underline{Q = \frac{4}{5}\varepsilon^2 C}$$

Ответ: $I_{0R} = \frac{4}{5}\frac{\varepsilon}{R}$; $Q = \frac{4}{5}\varepsilon^2 C$

3)



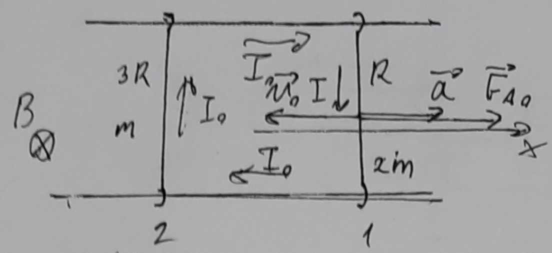
Чистовик Физика 11кл

№4

Дано:
L_1, B, v_0
m, R

1) a_0 - ?
2) v - ?
3) S - ?

Решение



2ой з-н Ньютона для перемычки 1:

$Ox: 2ma_0 = F_{A0}$

$F_{A0} = I_0 B L_1$

Правила Кирхгофа: $\varepsilon_{i0} = 3RI_0 + RI_0$

$I_0 = \frac{\varepsilon_{i0}}{4R}$

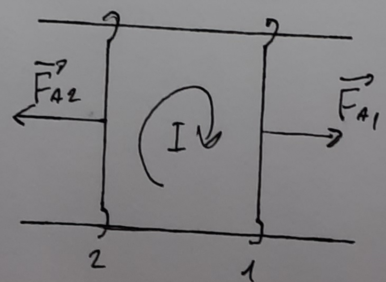
$|\varepsilon_{i0}| = \left|-\frac{d\Phi}{dt}\right| = BL_1 v_0$

$I_0 = \frac{BL_1 v_0}{4R}$; $F_{A0} = \frac{(BL_1)^2 v_0}{4R}$; $a_0 = \frac{(BL_1)^2 v_0}{8Rm}$

2) Рассмотрим систему из двух ~~рельс~~ перемычек

После продолжительного промежутка времени они станут двигаться с одной скоростью, тогда контур не будет изменять площадь => не изменяется поток => $\varepsilon_i = 0$ => $I = 0$ => $F_A = 0$, и они двигаются с $v = const$

В $\forall$ момент t:



Для системы перемычек:
$\sum \vec{F} = 0$ => справедлив закон сохранения импульса:
$2mv_0 + \cancel{m \cdot 0} = 2mv + mv$
$v = \frac{2}{3} v_0$

Ответ: $a_0 = \frac{(BL_1)^2 v_0}{8Rm}$; $v = \frac{2}{3} v_0$

Чистовик Физика 11 кл

№5

Дано:

$F = 18$ см

$H = 9$ см

$d = 72$ см

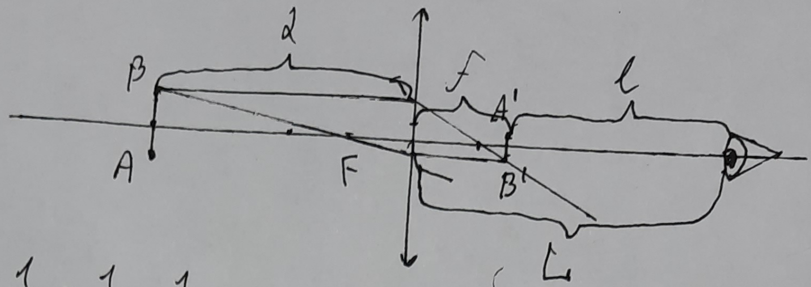
$l = 24$ см

1) L - ?

2) $D_м$ - ?

3) a - ?

Решение:

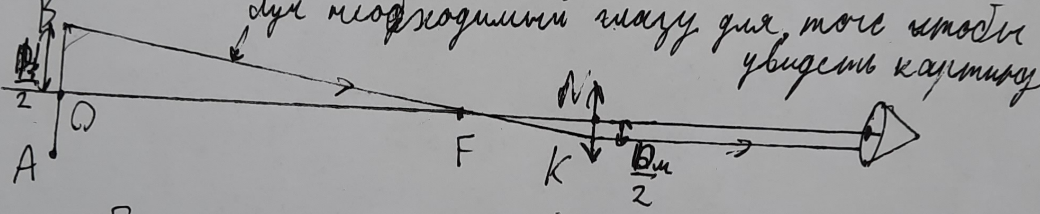


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{\cancel{18}\cdot 72}{\cancel{18}\cdot 3}\text{ см} = 24\text{ см}$$

$$\underline{L = f + l = 48\text{ см}}$$

2)



Из подобия ΔBOF и ΔKNF:

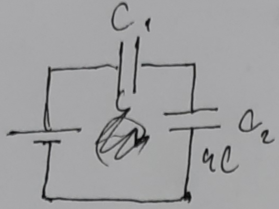
$$\frac{H\cdot\cancel{2}}{\cancel{2}D_м} = \frac{OF}{FK} = \frac{d-F}{F} \Rightarrow D_м = H\frac{F}{d-F} = \cancel{9}\cdot\frac{\cancel{18}^{3}}{\cancel{54}_{6}}\text{ см} = \underline{3\text{ см}}$$

3) В фокусе слева от линзы, тогда из рисунка в п. 2 видно, что экран перекроет все лучи необходимые глазу, чтобы увидеть изображение

$\underline{a = F = 18\text{ см}}$

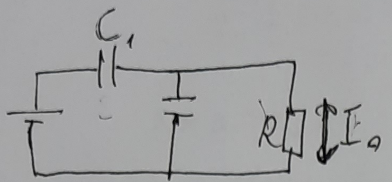
Ответ: $\underline{L = 48\text{ см}}$; $\underline{D_м = 3\text{ см}}$; $a = 18$ см слева от линзы

Черновик Физика 11кл



$U_{c_1} + U_{c_2} = \mathcal{E}$

$\frac{q}{C} + \frac{q}{4C} = \mathcal{E}$



$\frac{5}{4} U_{c_1} = \mathcal{E}$

$U_{c_1} = \frac{4}{5}\mathcal{E}$

$U_{c_2} = \frac{1}{5}\mathcal{E}$

$\mathcal{E} = U_{c_1} + I_0 R$

$I_0 = \frac{\mathcal{E} - U_{c_1}}{R} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$

$\mathcal{E} = U_{c_1} + U_R$

$\mathcal{E} = U_{c_1} + U_{c_2}$

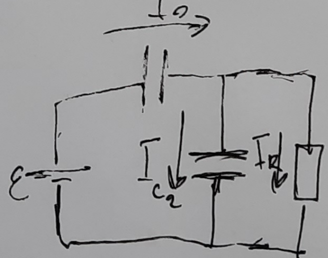
$\int \cancel{Pdt}\ U I =$

$= \cancel{U \frac{\mathcal{E} - U_{c_1}}{R}} = I^2 R = \int \left(\frac{\mathcal{E} - U_{c_1}}{R}\right)^2 dt$

$U_{c_2} = I_R R$

$\mathcal{E} q = \frac{U_{c_1}^2 \cancel{q}}{2} +$

$\int U_{c_2} I_R dt = \int I_R^2 R dt$



$I_R R =$

$Q =$

$\int_0 \frac{U_{c_2}^2 dt}{R} =$

$\Delta W_{c_1} = \frac{2\mathcal{E}^2 C}{4} - \cancel{U_{c_1}} \frac{\mathcal{E} C}{50} +$

$U_R = U_{c_2}$

$\mathcal{E}$

$U_{c_2} = \mathcal{E} - U_{c_1}$

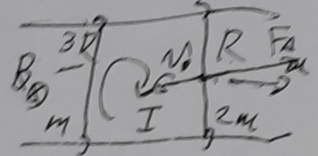
$I_0 \mathcal{E} = \frac{I_0^2 dt}{2C} + \frac{(I_0 - I_R)^2 dt}{2C} + I_0 dt = dq$

$+ U_R I_R$

$dq\mathcal{E} = \frac{dq_{c_1}^2}{2C} + \frac{dq_{c_2}^2}{2C_2} \left(\left(I_0 - I_R\right)^2 dt\right)^2$

$I_0 dt \mathcal{E} = \frac{(I_0 dt)^2}{2C} + \frac{(I_{c_2} dt)^2}{2C} + U_R I_R dt$

Черновик Физика 11 кл



$$a = \frac{(BL_1)^2 v_1}{8mR}$$

$$2ma = F_A$$

$$F_A = IBL_1 = \frac{(BL_1)^2 v_1}{4R}$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = BL_1 v_1$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{BL_1 v_0}{4R}$$

2m