Часть 1

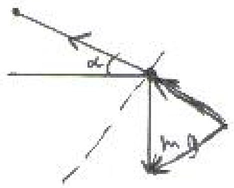
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

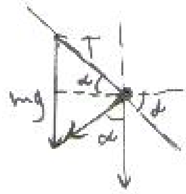
Шифр: **21200650**

ID профиля: **85992**

Вариант 1

1) 1) (90-α) ЧЕРНОВИК (1)



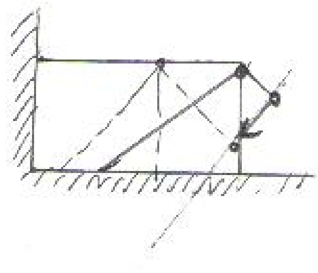


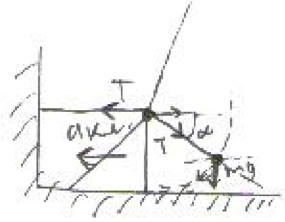
$mg\cos\alpha = ma_y$

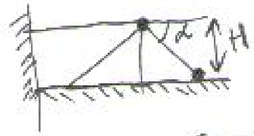
$mg \cdot \sin\alpha = T$

1) З.С.Э.

$T - T\cos\alpha = M_{кл.} \cdot a$

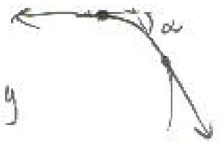






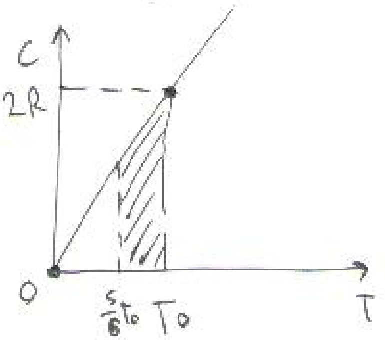
~~mgH + Eкин =~~

$\neq$



mg

2)



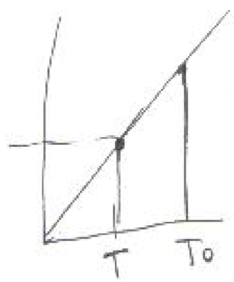
$\Delta Q = C \cdot \Delta T \cdot \nu$

$Q = \Delta U + \Delta pV = \Delta U + A$

$A =$ площадь $- \Delta U$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$

$2 + \frac{5}{3} = \frac{6}{3} + \frac{5}{3} = \frac{11}{3}$



$\frac{2T}{T_0} - \frac{3}{2} = 0$

$\frac{3}{2} = \frac{2}{T_0} \cdot T$

$\frac{3}{4}T_0 = T$

$12 \cdot 3 = 36$

$$S = (T_0 - T) \cdot \frac{2R + 2R \cdot \frac{T}{T_0}}{2} = (T_0 - T) \cdot R\left(1 + \frac{T}{T_0}\right)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \,(T - T_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \underset{T - T_0}{\overset{\cancel{T_0 - T}}{(\cancel{T_0 - T})}}\left(R + R\frac{T}{T_0} + \frac{3}{2}\nu R\right)$$

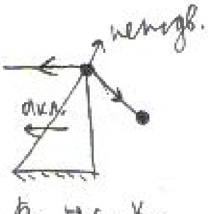
$$\frac{A_2}{R} = T - T_0 + (T - T_0) \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\nu T + \frac{3}{2}\nu T_0 = \cancel{T} - T_0 + \frac{T^2}{T_0} - \cancel{T} - \frac{3}{2}\nu T + \frac{3}{2}\nu T_0$$

$\frac{T^2}{T_0}$

$$\frac{9}{16}T_0 - \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4}T_0 + \frac{1}{2}T_0 = \frac{1}{2}T_0 - \frac{9}{16}T_0 = -\frac{1}{16}T_0$$

$\downarrow \frac{9}{8}$

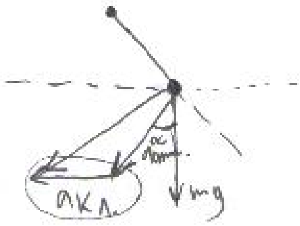
ЧЕРНОВИК (2)



в н.с.к.

$a_{кл.}$ - $a_{пер.}$

$\vec{a}_{отн.} + \vec{a}_{пер.} = \vec{a}_{абс.}$



$a_{отн.} + a_{пер.} = a_{абс.}$

$mg \cdot \sin\alpha = T$

$Ag\cos\alpha = A\,a_{отн.}$

$Ma_{кл.} = T - T\cos\alpha$

$s(1-\cos\alpha)$

$s - s\cos\alpha$

$s + l\cos\alpha -$

$-(s+l)\cos\alpha$

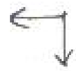
$a_{кл.}(1-\cos\alpha) = a_г.$

$M\cdot a_{кл.} = mg\sin\alpha(1-\cos\alpha)$

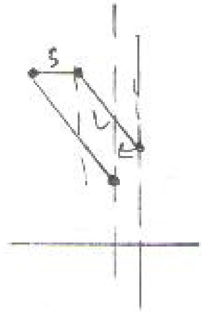
Неизв.

$a_{кл}$, ~~m~~, M, T, $a_{абс.}$, $a_{отн.}$

$\frac{M}{m}$

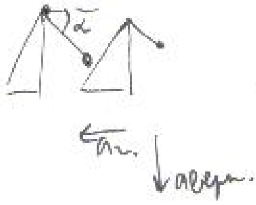


$(s+l)\cdot$ ~~$\sin\alpha$~~ $\cos\alpha$ $\quad s+l\cos\alpha$



$a_{кл}$ $\qquad a_{ш.}$

$$s = \frac{a_{кл}\cdot t^2}{2} \text{ - см. вело.}$$



$$s\cdot\cos\alpha = \frac{a_г.\cdot t^2 \cancel{\cos}}{2}$$

$$s\cdot\sin\alpha = \frac{a_в.\cdot t^2}{2}$$

$a_{кл}\cdot\cos\alpha = a_г$

$a_{кл.}\cdot\sin\alpha = a_в.$

$a_{ш.}^2 = a_{кл}^2$?

ЧЕРНОВИК
(3)

$a_{K1} \cdot (1-\cos\alpha) = a_2$

$a_{K1} \cdot \sin\alpha = a_6$

$a_{K1}^2 (\sin^2\alpha + 1 - 2\cos\alpha + \cos^2\alpha)$

$(2 - 2\cos\alpha)$

$1 - \frac{3}{5} = \frac{2}{5}$

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$

$\frac{16}{25} + \frac{4}{25} = \frac{20}{25}$

$a_{K1} \cdot \frac{2\sqrt{5}}{5} = a_{ш}$

$\frac{9}{25}$

$\frac{9^2}{8} - \frac{9}{16} = \frac{9}{16}$

ВАРИАНТ 11-01.

ЧИСТОВИК. 1

№2.

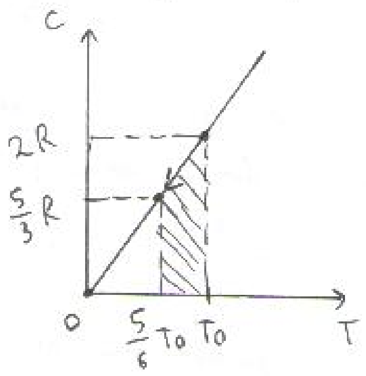
Дано:
ν, T_0, R
$C(T) = 2R\cdot\frac{T}{T_0}$

---

1), 2), 3) — ?

Решение.

1) Построим график $C(T)$:



$$C\left(\frac{5}{6}T_0\right) = 2R\cdot\frac{5}{6} = \frac{5}{3}R$$

2) $\Delta Q = C\cdot\Delta T\cdot\nu$, при $C = const$, или $\Delta Q = C(T)\cdot\Delta T\cdot\nu \Rightarrow \int\Delta Q = \int(C(T)\cdot\Delta T)\cdot\nu \Rightarrow$

$\Rightarrow$ площадь под графиком $C(T)$ — это и есть теплота, которую подвели или отвели от газа. Тогда посчитаем Q_1: $Q_1 = \left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right)\cdot\nu\cdot\frac{2R + \frac{5}{3}R}{2} = \frac{1}{6}T_0\cdot\frac{1}{2}\cdot\nu\cdot R\cdot\frac{11}{3} = \frac{11}{36}T_0 R\cdot\nu$ — площадь трапеции

3) $Q = \Delta U + A_г$. Т.к. газ охлаждаем, то $Q < 0 \Rightarrow$ площадь под графиком берём со знаком минус: $Q = -(T_0 - T)\left(\frac{2R + 2R\frac{T}{T_0}}{2}\right)\cdot\nu = (T - T_0)\cdot R\left(1 + \frac{T}{T_0}\right)\cdot\nu$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$, т.к. He — одноатомный газ. Тогда:

$$A_г = \nu(T - T_0)R\left(1 + \frac{T}{T_0}\right) - \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$$

$$A_г = R\left(\nu T - T_0\nu + \frac{T^2\cdot\nu}{T_0} - T\cdot\nu - \frac{3}{2}\nu T + \frac{3}{2}\nu T_0\right)$$

$$A_г = R\left(\left(-T_0 + \frac{T^2}{T_0}\right)\nu - \frac{3}{2}\nu T + \frac{3}{2}\nu T_0\right)$$

$$A_г = R\left(T^2\cdot\frac{1}{T_0}\cdot\nu - \frac{3}{2}\nu T + T_0\left(\frac{3}{2}\nu - \nu\right)\right)$$

$$A_г = \nu R\left(\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T + T_0\cdot\frac{1}{2}\right)$$ — это уравнение параболы относительно T,

и у неё есть минимум. Он достигается при $T = \frac{3}{4}T_0$, и работа тогда равна:

$A_{г.мин.} = -\frac{1}{16}\nu R T_0$

Ответ. 1) $Q_1 = \frac{11}{36}\cdot\nu R T_0$ 2) $T = \frac{3}{4}T_0$ 3) $A_{г\,min} = -\frac{1}{16}\nu R T_0$

Чистовик. 2

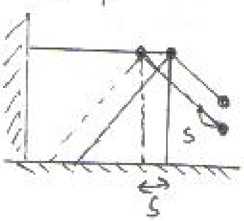
№1.

Дано:
$\cos\alpha = \frac{3}{5}$
H

1), 2), 3), 4)

1) Ускорение клина всегда направлено влево и не имеет вертикальной составляющей.

2) Рассмотрим малый момент времени t, когда все силы постоянны. Пусть ускорение клина $a_{кл}$, ускорение шара - $a_ш$.



Пусть клин сдвинулся из состояния, когда только отпустили, в новое состояние, когда ещё не сдвинули:

$$s = \frac{a_{кл}\cdot t^2}{2}.$$

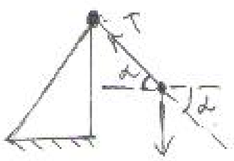
Тогда, т.к. длина нити не меняется, шарик сместился:

$$s(1-\cos\alpha) = \frac{a_г \cdot t^2}{2}, \quad s\cdot\sin\alpha = \frac{a_в\cdot t^2}{2}, \Rightarrow a_г^2 + a_в^2 = a_ш^2 \Rightarrow$$

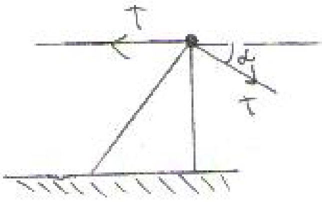
$$s + l\cos\alpha - (s+l)\cos\alpha = s(1-\cos\alpha)$$

$$\Rightarrow a_{кл}^2\cdot\left(\sin^2\alpha + (1-\cos\alpha)^2\right) = a_ш^2 \Rightarrow a_{кл}\cdot\frac{2\sqrt{5}}{5} = a_ш$$

3) Когда систему только отпустили, всё было неподвижно. Если бы клин был закреплён, шарик начал бы двигаться по окружности. Получаем, что нам дана крайняя точка движения, т.е. когда $v=0 \Rightarrow a_ц = 0 \Rightarrow$ силы уравновешены по направлению нити $\Rightarrow T = mg\cdot\sin\alpha \Rightarrow ma_ш = mg\cos\alpha \Rightarrow a_ш = g\cos\alpha \Rightarrow$ под углом $\beta = 90 - \alpha$, т.е. $\sin\beta = \frac{3}{5}$



4)



по II з. Н.:

$$Ma_{кл} = T - T\cos\alpha, \text{ т.к. } a_ш = a_{кл}\cdot\frac{2\sqrt{5}}{5}, \text{ то}$$

$$a_{кл} = 6{,}57\ \frac{м}{с^2}\ (\text{если } g = 9{,}8\ \frac{м}{с^2})$$

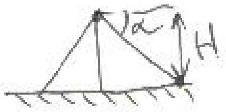
$$M\cdot a_ш\cdot\frac{5}{2\sqrt{5}} = (1-\cos\alpha)\cdot mg\cdot\sin\alpha$$

$$\frac{m}{M} = \frac{a_ш\cdot 5}{2\sqrt{5}}\cdot\frac{1}{(1-\cos\alpha)\cdot\sin\alpha}$$

$$\frac{m}{M} = 20{,}54$$

Чистовик. 3

5) $a_{кл}$ и $a_{т}$ – постоянны всегда, $\Rightarrow$ $H = \dfrac{a_2 \cdot t^2}{2}$



$$\frac{2H}{a_2} = t^2$$

$$\sqrt{\frac{2H}{a_{кл.}(1-\cos\alpha)}} = t$$

$$t = 0,87\sqrt{H}$$

Ответ. 1) $\sin\beta = \frac{3}{5}$, $\beta = \arcsin\frac{3}{5}$ 2) $a_{кл.} = 6,57\ \frac{м}{с^2}$ 3) $\frac{m}{M} = 20,54$ 4) $t = 0,87\sqrt{H}$

Часть 2

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

Шифр: **21200650**

ID профиля: **85992**

Вариант 1

Чистовик 1

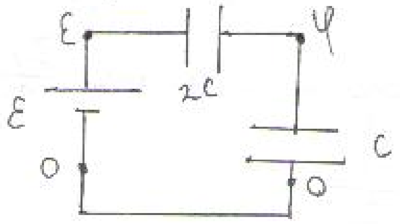
№ 3

Дано: C, $\mathcal{E}$, R

1), 2), 3) – ?

Решение.

1) В установившемся режиме ток через конденсаторы не идёт. Найдём напряжения на них.



Т.к. конденсаторы соединены последовательно, заряды на них равны:

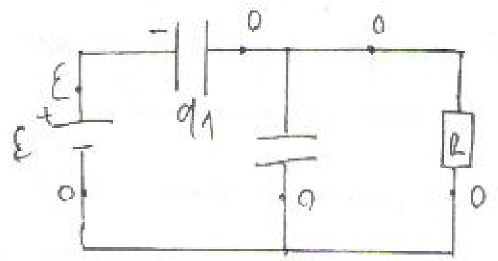
$$q = (\mathcal{E}-\varphi)\cdot 2C = \varphi C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2C\mathcal{E} = 3\varphi C$$

$$\varphi = \frac{2}{3}\mathcal{E} \Rightarrow U_2 = \varphi - 0 = \frac{2}{3}\mathcal{E}$$

2) Как только ~~ток рада~~ ключ замкнут, через резистор пойдёт ток, т.к. на нём будет такое же напряжение, как на конд. 2, т.е. $U_2 \Rightarrow I_1 = \frac{U_2}{R} = \frac{2}{3}\frac{\mathcal{E}}{R}$, т.к. они соединены параллельно.

3) Найдём установившийся режим в цепи после данного времени. Через резистор тогда ток не течёт, ⇒ напряжение на нём равно 0 ⇒ напряжение на втором конденсаторе 0 ⇒ на первом конд. напряжение $\mathcal{E}$.



$$q_1 = \mathcal{E}\cdot 2C$$ – для первого конденсатора

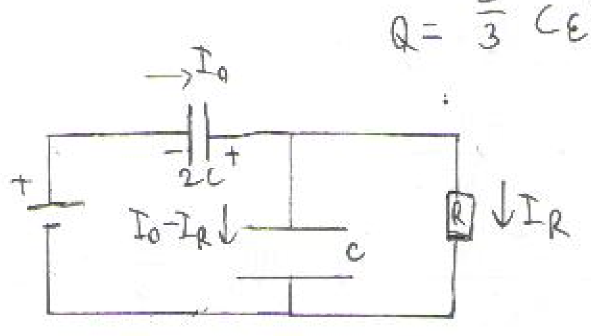
$$q_{10} = 2C\cdot\left(\mathcal{E} - \frac{2}{3}\mathcal{E}\right) = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$$

Тогда через батарею протёк заряд $q = q_1 - q_{10} = \frac{4C\mathcal{E}}{3}$

Запишем З.С.Э.: $$\mathcal{E}\cdot\left(\frac{4C\mathcal{E}}{3}\right) = Q + \frac{2C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{2C}{2}\cdot\frac{\mathcal{E}^2}{9} - \frac{C}{2}\cdot\frac{4}{9}\mathcal{E}^2$$

$$Q = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$$

4)



$$I_R\cdot R = U = \frac{q_2}{C}$$

$$\mathcal{E} - U = \frac{q_1}{2C}$$

Чистовик ②.

Если через C_1 протёк за всё время заряд q_1, то $q_1 = q_R + q_2$, где q_R – заряд, прот. через резистор, q_2 – зар., протёкший через второй конд. C_2 ⇒

⇒ $q_R = \frac{4C\mathcal{E}}{3} - \frac{2C\mathcal{E}}{3} = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$. Тогда верно, что $\frac{\Delta q_1}{\Delta t} = \frac{\Delta q_R}{\Delta t} + \frac{\Delta q_2}{\Delta t}$, и

отношение $\frac{\Delta q_R}{\Delta q_2} = \frac{q_R}{q_2} = 1$ ⇒ через резистор потечёт ток $\frac{I_0}{2}$.

Ответ. 1) $I_1 = \frac{2}{3}\frac{\mathcal{E}}{R}$ 2) $Q = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$ 3) $\frac{I_0}{2}$

№4.

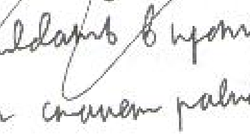
1) Когда начинается движение правой перемычки, ~~то~~ на её концах появляется разность потенциалов $\Delta\varphi = \mathcal{E}_{инд.} = \cancel{q}BVL$ – как движение проводника в магнитном поле. ~~Эта же разность потенциалов на второй перемычке~~ Токи на перемычках будут одинаковые, т.к. они циркулируют только по ним, т.е. соединены последовательно ~~т.к. они соединены параллельно~~ ⇒ $\mathcal{E}_{инд.} = I \cdot \cancel{\frac{2R\cdot R}{3R}}\,3R \Rightarrow I = \frac{\cancel{3}\cdot\cancel{q}BVL}{3R}$.

Тогда $2ma_2 = F_A = B\cdot L\cdot \cancel{\frac{3}{2}}\frac{BVL}{3R} \Rightarrow a_2 = \cancel{\frac{3}{4}}\frac{1}{6}\frac{B^2L^2\cdot V}{mR}$, F_A – сила Ампера.

~~2) Когда первой перемычке сообщили скорость V_0, сила Ампера стала действовать в противоположную сторону, тормозя её. Когда скорость перемычки станет равна 0, $\mathcal{E}_{инд.} = 0 \Rightarrow$ ток $= 0 \Rightarrow F_A = 0$, т.к. она остановится.~~

2) Когда обе перемычки будут иметь одинаковую скорость, то ток через них течь не будет, т.к. сумма $\mathcal{E}_{инд.}$, созд. на каждой перемычке отдельно, равна 0, т.к. одинаковые по модулю ⇒ силы ~~А~~ не будут действовать на перемычки. Т.к. в каждый момент по перемычкам текли одинаковые по модулю, но разные по направлению токи, сумма сил Амперов равна 0, ⇒ выполняется З.С.И.: $mV_0 = V_1(2m+m) \Rightarrow V_1 = \frac{V_0}{3}$

3) $F_A = BIL = BL\cdot\frac{BVL}{3R}$



Ответ. 1) $a_2 = \frac{1}{6}\frac{B^2L^2\cdot V_0}{mR}$ 2) $V_1 = \frac{V_0}{3} = V_2$

Чистовик ③.

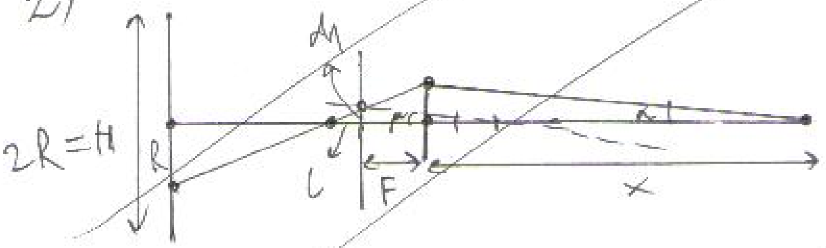
№5.

1) Найдём, на каком расст. от линзы находится изображение картины:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{9} - \frac{1}{36} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12} \Rightarrow f = 12\text{ см}.$$

Т.к. глаз сфокусировался на расстоянии 24 см от себя, то $x = 24 + f = 36$ см, т.е. на изображении.

2)



Пусть радиус линзы r.

$$\frac{r}{x} = tg\,\alpha$$

$$tg\,\alpha = \frac{d_1}{2F}$$

$$\frac{d_1}{R} = \frac{l}{d-l-F}$$

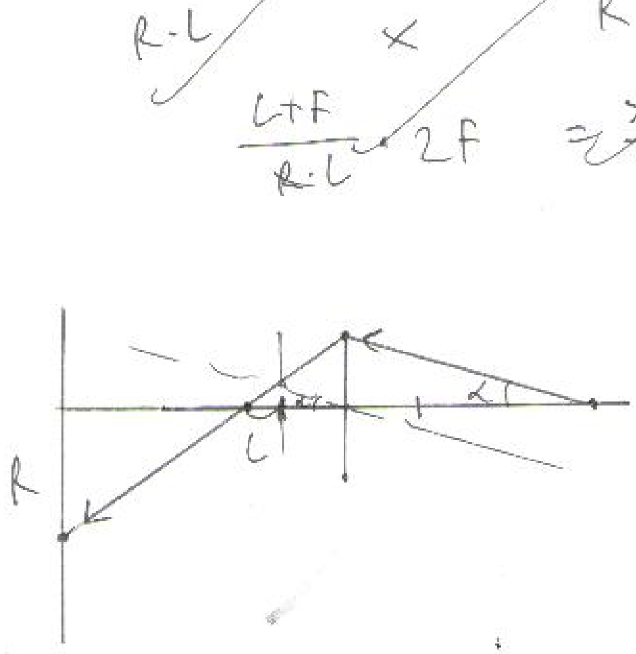
$$\frac{l+F}{d-l-F} = \frac{r}{R}$$

$$(l+F)\cdot\frac{d_1}{R\cdot l} = \frac{r}{R}$$

$$\frac{(l+F)}{R\cdot l}\cdot\frac{2F\cdot r}{x} = \frac{r}{R}$$

$$\frac{l+F}{R\cdot l}\cdot 2F = \frac{x}{R} \Rightarrow l\cdot 2F + 2F^2 = x\cdot l$$

$$l = \frac{2F^2}{2F-x} = \frac{2\cdot 81}{18-36}$$



$$tg\,\alpha = \frac{r}{x}$$

$$tg\,\alpha = \frac{d_1}{F}$$

$$\frac{d_1}{R} = \frac{l}{d-l-F}, \quad \frac{l+F}{d-l-F} = \frac{r}{R}$$

Чистовик 4.

$$x \cdot l = l \cdot F + F^2$$

$$l = \frac{F^2}{x-F} \Rightarrow l = \frac{81}{36-9} = \frac{81}{27} = \frac{9}{3} = 3 \Rightarrow$$

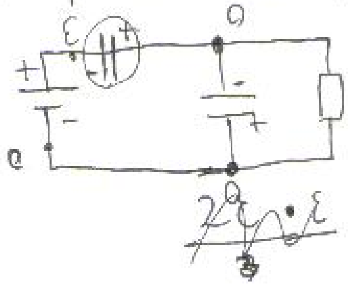
$$\Rightarrow \quad \frac{r}{R} = \frac{3+9}{36-3-9} = \frac{12}{24} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = \frac{H}{4} = \frac{9}{4}\text{ см} = 2{,}25\text{ см}$$

– радиус линзы

Ответ. 1) 36 см 2) $D = 4{,}5$ см

ЧЕРНОВИК (1)

В уст. режиме после замыкания:

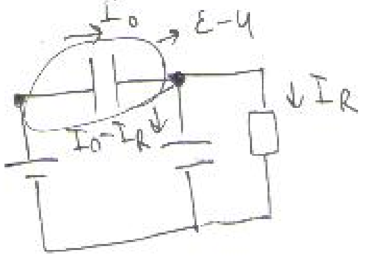


$\frac{\mathcal{E}^2 \cdot 2C}{2}$

$\frac{2C\cdot\mathcal{E}}{3}$ → $2C\mathcal{E}$

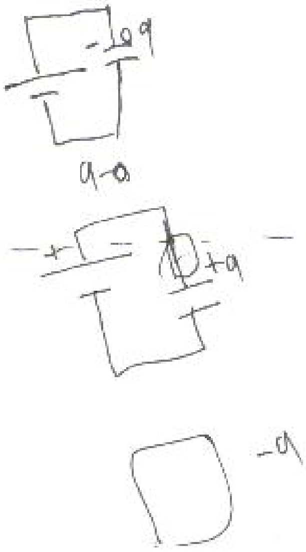
$\mathcal{E}\cdot\left(2C\mathcal{E}-\frac{2C\mathcal{E}}{3}\right)= \dots$

$q+q_{10}=q_1$



$I_R\cdot R=U$

$C\cdot U=q$



$-q$

$-\mathcal{E}q=\frac{Cu^2}{2}$

$\frac{2}{3}\mathcal{E}\cdot C$

$\mathcal{E}-\frac{q_2}{2C}-I_R\cdot R=0$

$\mathcal{E}=\frac{q_2(t)}{2C}+I_R R$

$\mathcal{E}=\frac{q_2}{2C}+\frac{\Delta q_R}{\Delta t}\cdot R$

$\frac{\Delta q_2}{\Delta t}=I_0$

$-q-q=-2q$

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

$Q+\frac{C\mathcal{E}^2}{2}-\frac{2C}{2}\cdot\frac{\mathcal{E}^2}{9}-$

$-\frac{C\mathcal{E}^2}{9}-\frac{2}{9}C\mathcal{E}^2$

$-\frac{C}{2}\cdot\frac{4}{9}\mathcal{E}^2$

$\frac{1}{2C}+\frac{1}{C}=\frac{1}{C}\cdot\frac{3}{2}$

$\frac{C\mathcal{E}^2}{2}-\frac{3}{9}C\mathcal{E}^2$

$\frac{2C}{3}\cdot\mathcal{E}$

$\frac{1}{2}-\frac{3}{9}$

$\mathcal{E}=\frac{q_2}{2C}+\frac{\Delta q_2-\Delta q_1}{\Delta t}\cdot R$

$\frac{4}{3}C\mathcal{E}^2=Q+C\mathcal{E}^2-C\mathcal{E}^2\cdot\frac{1}{9}-C\mathcal{E}^2\cdot\frac{2}{9}$

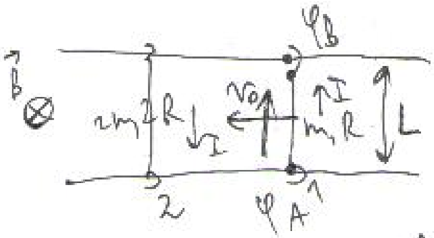
$\frac{4}{3}-\frac{2}{3}=\frac{2}{3}$

$-\frac{1}{3}C\mathcal{E}^2$

$\mathcal{E}=\frac{q_2}{2C}+I_0\cdot R-\frac{\Delta q_1}{\Delta t}\cdot R$

$Q+\frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$

Черновик 2.



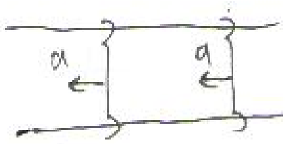
⇒ паралл. соед.?

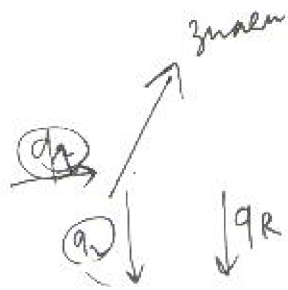
$qBv = F_A$

$BIL = F_A$

$\mathcal{E}_{инд} = qBv \cdot L \cdot \sin\alpha$

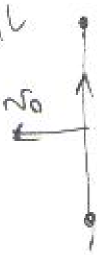
$\frac{\mathcal{E}}{R} = I \Rightarrow F_A = BIL = ma$



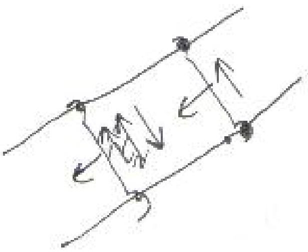


~S.

$E \cdot dt = \frac{F_A}{q} \cdot dl$

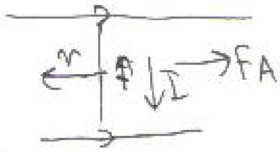


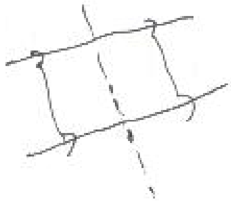
$\frac{4C\mathcal{E}}{3}; \frac{2C\mathcal{E}}{3}$

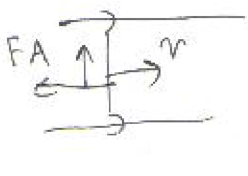


$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\frac{2}{3}\mathcal{E} \cdot C$







$F_A = ma$

ЧЕРНОВИК 3

$\rightarrow F_{A1}$

$$F_A = BIL = BL \cdot \left(\frac{BvL}{3R} - \right.$$

$$F_A dt = \frac{B^2L^2}{3R} \cdot v \cdot dt$$

$\int \quad \int$

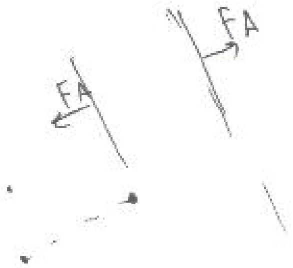
~~md~~

$2mv_2 + mv_1 = mv_0$

$v_1 = v_0 - 2v_2$

$\leftarrow$

$$\frac{Bv_1L}{3R} - \frac{Bv_2L}{3R}$$



$v_2 = v_0 -$

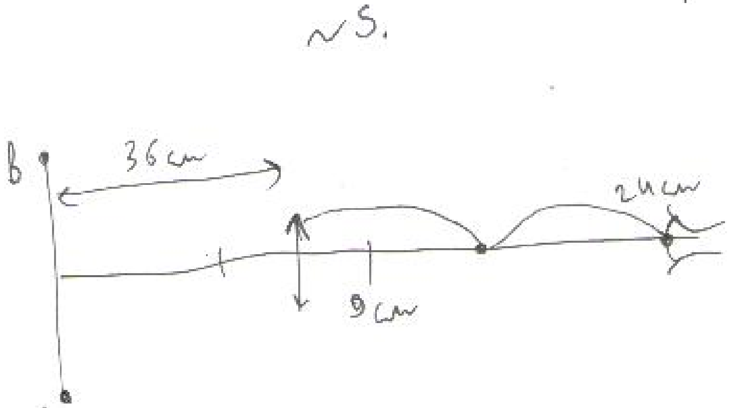
$\frac{BL}{3R}(\cancel{F_A}\, v_0 - 2v_2 - v_2$

$(v_0 - 3v_2)$

$\int F_A S = \Delta E$

$\int v_2 dt$

$\sim S.$



$$\frac{d_1}{R \cdot L} \cdot (L+F) = \frac{h}{R}$$

$$\frac{L+F}{\cancel{R} \cdot L} \cdot \frac{x \cdot F}{x} = \frac{\cancel{x}}{\cancel{R}}$$