Часть 1

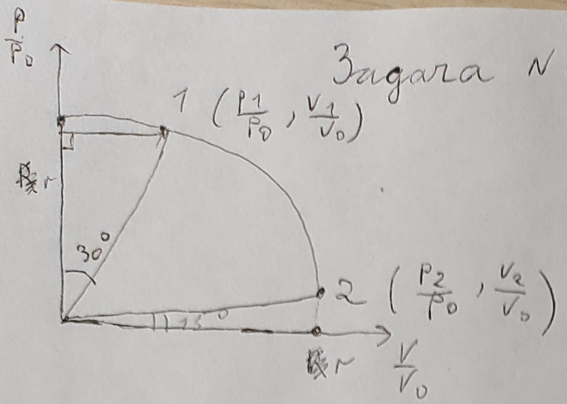
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202677**

ID профиля: **834046**

Вариант 7

Задача №2.



$\frac{P_1}{P_0} = r\cos 30°$

$\frac{V_1}{V_0} = r\sin 30°$

$\frac{P_2}{P_0} = r\sin 15°$

$\frac{V_2}{V_0} = r\cos 15°$

1

1) Пусть радиус окружности равен r.

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{P_2V_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} - 1 = \frac{r\cos 30° \cdot r\sin 30°}{r\sin 15° \cdot r\cos 15°} - 1 =$$

$$= \frac{\sin 60°/2}{\sin 30°/2} - 1 = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} - 1 = \sqrt{3} - 1 \approx 0{,}71$$

2) Поскольку газ одноатомный, $C_p = \frac{3}{2}R$, $C_V = +\frac{5}{2}R$.

График процесса в осях (P,V) представляет собой эллипс, а радиус вектор на участке $1 \to 2$ меняется по закону $(r p_0 \cos\alpha, r V_0 \sin\alpha)$, α меняется от $90° - 30° = 60°$ до $15°$. Касательный вектор к эллипсу меняется по закону $(-r p_0 \sin\alpha, r V_0 \cos\alpha)$. В момент, когда теплоемкость равна нулю имеем

$$-r p_0 \sin\alpha \cdot C_p + r V_0 \cos\alpha \, C_V = 0$$

$$p_0 \sin\alpha \, C_p = V_0 \cos\alpha \, C_V$$

$$\frac{p_0 \sin\alpha}{V_0 \cos\alpha} = \frac{C_V}{C_p} = \frac{5}{3}$$

~~При $p_0 k = V_0$ в осях (P,V) картина поворота окружности, линейное преобразование~~ $\left(\frac{P}{P_0}, \frac{V}{V_0}\right) \to (P,V)$ ~~сохраняет~~

~~[illegible] в координатах~~

Перейдём обратно к осям $\left(\frac{p}{p_0}, \frac{V}{V_0}\right)$. Координаты поделятся на p_0 и V_0. Значит, $tg\, \alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{5}{3}$

Ответ: 1) 0,71 ; 2) $tg\, \alpha = \frac{5}{3}$

2

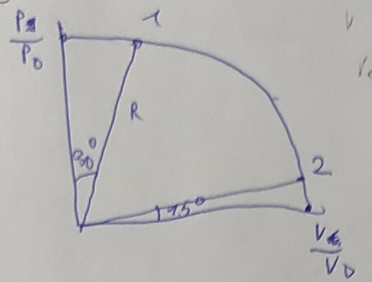
3) $\Delta U = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)$

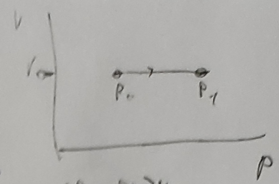
N 2, из. 73

Черновик

$\frac{p}{p_0}, \frac{V}{V_0}$

$\frac{T_1 - T_2}{T_2}$ - ?





$(p_1 - p_0)V_0$

КПД как найти

$\frac{A}{Q} = \frac{A}{A + \Delta U}$

$\cos\alpha t$, $\sin\alpha t$

$\cancel{-\alpha}\sin\alpha t$, $-\cos\alpha t$

$\frac{P_1}{P_0} = \frac{V_1}{V_0}$

$\left(\frac{P_1}{P_0}\sin 30^\circ, \frac{P_1}{P_0}\cos 30^\circ\right)$

$R = \frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0}$

1-ая — $(R\sin 30^\circ, R\cos 30^\circ) = \left(\frac{P_1}{P_0}, \frac{V_1}{V_0}\right)$

2-я $(R\cos 75^\circ, R\sin 75^\circ) = \left(\frac{P_2}{P_0}, \frac{V_2}{V_0}\right)$

В точке 1 (P_1, V_1)

В точке 2 (P_2, V_2)

$\frac{\sin 30^\circ \cos 30^\circ}{\cos 75^\circ \cdot \sin 75^\circ} - 1 =$

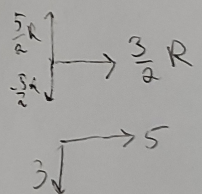
$= \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} - 1 = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} - 1 = \sqrt{3} - 1 =$

$= \sqrt{3} - 1$

На графике точки 1 $\left(\frac{V_1}{V_0}, \frac{P_1}{P_0}\right)$

точка 2 — $\left(\frac{V_2}{V_0}, \frac{P_2}{P_0}\right)$

Имеем $\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 + \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 = \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 + \left(\frac{P_2}{P_0}\right)^2$



$V_1^2 \cdot P_0^2 + P_1^2 \cdot V_0^2 = V_2^2 \cdot P_0^2 + P_2^2 \cdot V_0^2$

$P_0^2(V_1^2 - V_2^2) = V_0^2(P_2^2 - P_1^2)$

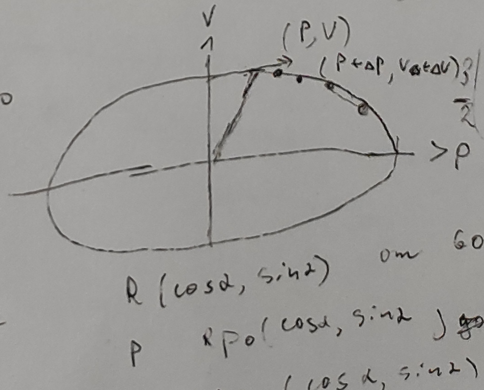
Нужно найти $\frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{P_2 V_2} = \frac{P_1}{P_2}\frac{V_1}{V_2} - 1$

$C = \lim \frac{\Delta U}{\Delta T}$

$\begin{matrix} p_0 & 0 \\ 0 & V_0 \end{matrix}$ $\det = P_0 V_0$

$S = \pi r^2$

$S_{нов} = \pi r^2 P_0 V_0$



$\frac{3}{2}\left((P+\Delta t)(V+\Delta V) - PV\right)$

Теплоёмкость:

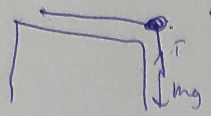
~~Насколько повышается~~

Сколько нужно тепла, чтобы увеличить t на 1 градус

$R(\cos\alpha, \sin\alpha)$ от 60° до 75°

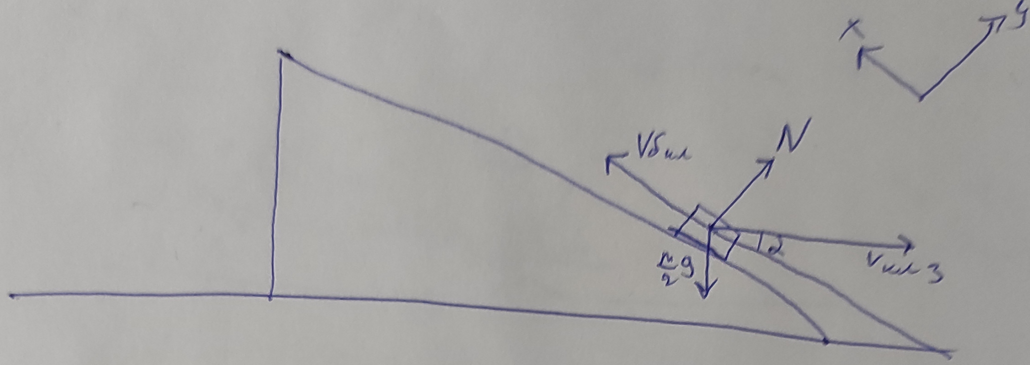
P $RP_0(\cos\alpha, \sin\alpha)$

V $RV_0(\cos\alpha, \sin\alpha)$



$+ma = P$ $\quad mg - T = ma \;\dots - 0 \dots$

Черновик



на ось x

$$V_x = V_{бкл} - V_{кл3}\cdot\cos\alpha$$

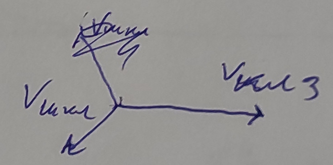
$$\frac{m}{2}\dot{V}_x = \frac{m}{2}\cdot(\dot{V}_{бкл}) - \frac{m}{2}\cdot\dot{V}_{кл3}\cos\alpha = \frac{m}{2}\cdot\dot{V}_{бкл} - \frac{m}{2}a\cos\alpha$$

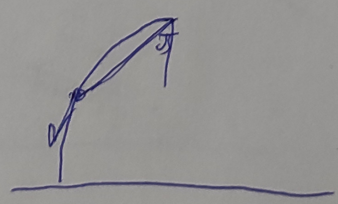
$$T - \frac{m}{2}g\sin\alpha = \frac{m}{2}\cancel{V_{бкл}}\,a_{бкл} - \frac{m}{2}a\cos\alpha$$

$$\vec{V}_{н3} = \vec{V}_{нкл} + \vec{V}_{кл3}$$

шар

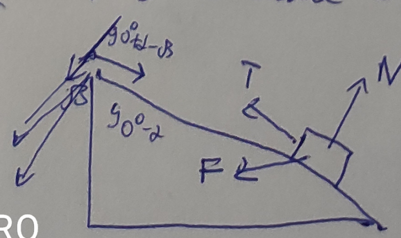
$\to$ ~~mv~~ $V_{н3} +$





Неинерциальные С.О., связанные с клином

~~$T\cos(90^\circ-\alpha-\beta)$~~

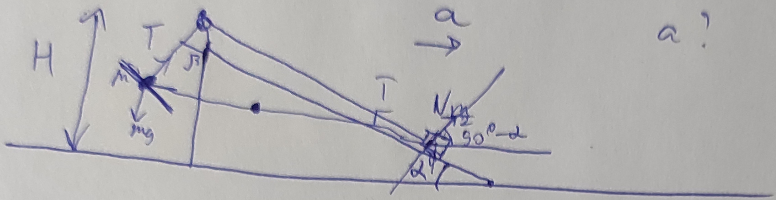


$F\cos\alpha + T = ma_{кл}$

Черновик

N1, T

Блок на нити не действует

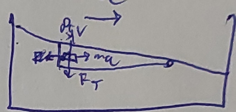


a?

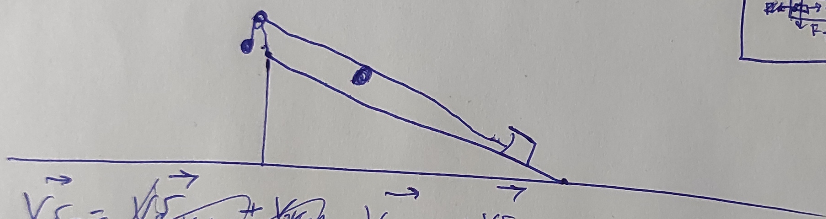
$T\sin\beta = ma_{шx}$

$mg - T\cos\beta = ma_{шy}$

Центр масс неподвижен



F_A гор = ma



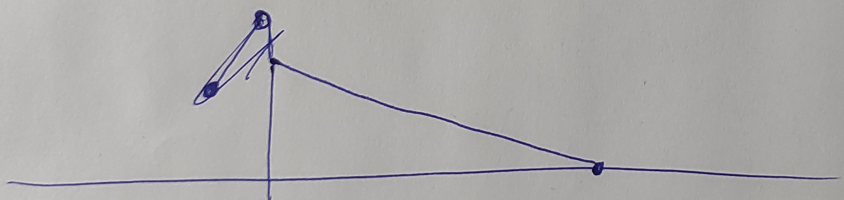
Вертикальное ускорение - ?

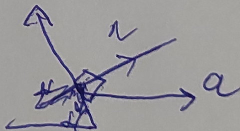
$ma = mg - T\cos\beta$

$\vec{V}_{бз} = \cancel{\vec{V}_{б\,кл\,з} + \vec{V}_{з\,кл}}\ \vec{V}_{кл\,з} + \vec{V}_{б\,кл}$

знаем — хотим узнать

$\sin\alpha = \frac{12}{13}$



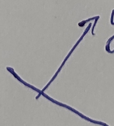


$V_x \sin\alpha$ - скорость по нормали, ускор. - $a\sin\alpha$

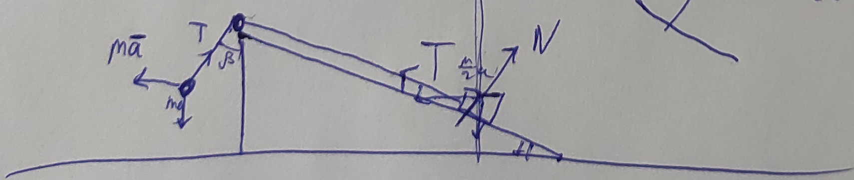
$N - \frac{m}{2} g\cos\alpha =$

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

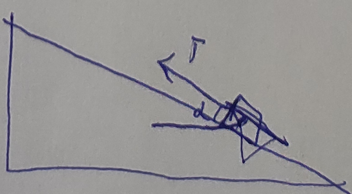
$N = \frac{m}{2}(g\cos\alpha + a\sin\alpha)$



здесь ускорение нет



$N = \frac{m}{2} g\cos\alpha$



$\frac{m}{2} a_к \cos\alpha + T - \frac{m}{2} g\sin\alpha =$

$= \frac{m}{2} a_б$

Часть 2

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

Шифр: **21202677**

ID профиля: **834046**

Вариант 7

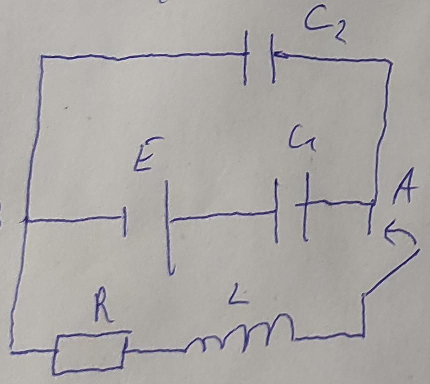
Чистовик

Задача №3. 1

Пока ключ не замкнут, цепь представляет из себя источник и два последовательно соединённых конденсатора. На них установится одинаковый заряд q. Напряжения на них будут равны $\frac{q}{C_1}$ и $\frac{q}{C_2}$, $E = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = \frac{q}{C} + \frac{q}{4C} = \frac{5}{4}\frac{q}{C}$, $q = \frac{4}{5}CE$

Проктору сообщено о смене чернил.

$E_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{\frac{4}{5}CE}{\;} = \frac{4}{5}E$



1) После замыкание ключа для нижнего контура по правилу Кирхгофа будет верно:

$$E = E_1 + L\frac{dI}{dt} + IR$$

Поскольку вначале $I = 0$, имеем $L\frac{dI}{dt} = E - E_1 = E - \frac{4}{5}E = \frac{E}{5}$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{E}{5L}$$

2) После замыкания разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ (точки A и B на рисунке) равна $\frac{E}{5}$. Через индуктивность и резистор потечёт ток, когда ток течь перестанет, φ_A будет равен φ_B. Напряжение на конденсаторе C_1 станет равным E, на C_2 – 0.

Чистовик

Задача №3.

2

Заряд на конд. 1 равен $q_1 = C_1 E = CE$, а был $\frac{4}{5}CE$, значит, через источник протечёт заряд $\frac{CE}{5}$. $A_{ист} = \frac{CE}{5}\cdot E = \frac{CE^2}{5}$.

Посчитаем изменение энергий на конденсаторах. В начале было на первом $\frac{qU_1}{2} = \frac{\frac{4}{5}CE\cdot\frac{4}{5}E}{2}$, на втором

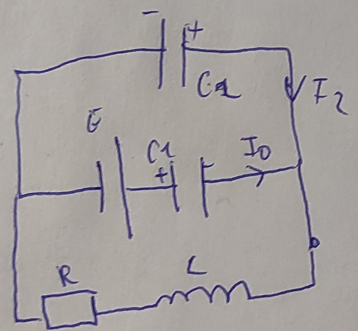
$\frac{qU_2}{2} = \frac{\frac{4}{5}CE\cdot\frac{1}{5}E}{2}$, сумма $\frac{1}{2}\left(\frac{16}{25}CE^2 + \frac{4}{25}CE^2\right) = \frac{2}{5}CE^2$.

Стало на первом $\frac{CE^2}{2}$

$$\frac{CE^2}{5} = A = \Delta U + Q = \frac{CE^2}{2} - \frac{2}{5}CE^2 + Q = \frac{CE^2}{10} + Q$$

$$Q = \frac{CE^2}{10}$$

3)



Пусть в этот момент на C_1 напряжение U, тогда

~~на резисторе ток $I = \frac{E-U}{R}$ (по закону Ома)~~

В индуктивности сосредоточена энергия $\frac{LI^2}{2}$

На резисторе неизвестный ток I

$$E = U + L\frac{dI}{dt} + IR$$

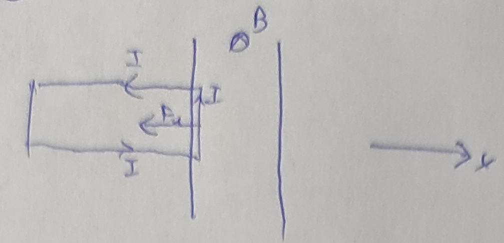
~~А~~ от конденсатора 2 течёт ток I_2

$$I_0 + I_2 = I$$

~~Д.л. внешнего участка цепи правило Кирхгофа~~

⊗ $\vec n$ Задача №4. Чистовик

№ 3



1) Выберем нормаль к рамке, направленную от нас. Тогда магнитный поток через рамку увеличивается. Определяем направление индукционного тока по правилу Ленца (ток показан на рисунке).

Возьмём малый промежуток времени Δt. При входе рамки в поле площадь рамки, находящаяся в поле, станет равной $v_0 \Delta t \cdot d$, поток — $B v_0 \Delta t \cdot d$.

$$U = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B v_0 \Delta t \cdot d}{\Delta t} = B v_0 \cdot d$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{B v_0 \cdot d}{R}$$

$F_л = I B \cdot d = \frac{B^2 v_0 d^2}{R}$ (направление силы Лоренца определяем векторным перемножением $I \times B$).

$$\boxed{a = \frac{F_л}{m} = \frac{B^2 v_0 d^2}{R m}}$$

2) Найдём закон, по которому меняется скорость рамки $v(t)$. Направим ось x вдоль $\vec v_0$. В момент, когда скорость равна $v(t)$, сила Лоренца $F_л = -\frac{B^2 d^2 v(t)}{R} = m\frac{dv}{dt}$

$$-\frac{B^2 d^2}{R} dt = \frac{m\,dv}{v}$$

Проинтегрируем

$$-\frac{B^2 d^2}{R} t = m \ln v + C$$

Задача №4. Чистовик ④

$$-\frac{B^2d^2}{Rm}t - C = \ln v$$

$$e^{-\frac{B^2d^2}{Rm}t - C} = v(t)$$

В момент $t=0$ (вхождение рамки в поле) $v(0)=v_0$

$$v(t) = v_0 e^{-\frac{B^2d^2}{Rm}t}$$

$$x(t) = \int v(t)\,dt = -v_0\frac{Rm}{B^2d^2}e^{-\frac{B^2d^2}{Rm}t} + C = \frac{+v_0 Rm}{B^2d^2}\left(1 - e^{-\frac{B^2d^2}{Rm}t}\right)$$

~~Пусть в момент~~ t_1 ~~$x(t_1)=H$~~

Забудем эти вычисления. Будем считать, что пока правый край рамки движется по магнитному полю, ~~V~~ V меняется слабо, ~~а~~ а значит F меняется слабо. ~~Тогда время, за которое правый край рамки достигн до края поля равен $t_1 = \frac{H}{V_0}$~~

~~За это время~~ Тогда работа силы Лоренца равна

$$A = \int F\,H = -\frac{B^2 v_0 d^2 \cdot \frac{d}{5}}{R} = \Delta E_k$$

$$E_{k1} = E_{k0} - FH = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{B^2v_0d^2\cdot\frac{d}{5}}{R} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\boxed{v_1 = \sqrt{\frac{2E_{k1}}{m}} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{5}\frac{B^2d^3v_0}{Rm}}}$$

3) Пока ~~рамка~~ магнитное поле будет находиться между краями рамки, поток не будет меняться, а значит $F_л$ будет отсутствовать. Затем поток начнет уменьшаться и $F_л$ будет действовать в другую сторону, разгоняя рамку. ~~Р~~ Работа будет равна $\frac{B^2d^2v_1\cdot\frac{d}{5}}{R}$, имеем $\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{B^2d^2v_1\cdot\frac{d}{5}}{R}$, откуда

$$\boxed{v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{2}{5}\frac{B^2 a^3 v_1}{Rm}}}$$

. Не подставляю v_1, потому что получится громоздко.

Ответы обведены в рамку.

Чистовик 5

Черновик

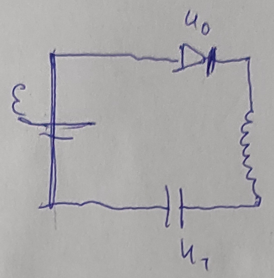
№3.

Вначале напряжения u_1, u_2 равны 0

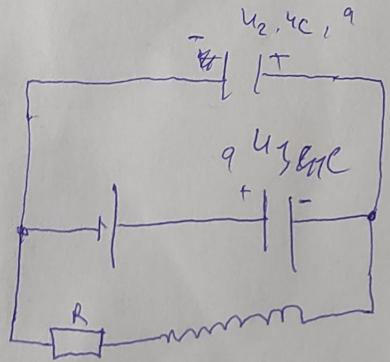
$$\mathcal{E} = L\frac{dI}{dt} + IR$$

$$\frac{\mathcal{E} - IR}{L}$$

? ток через резистор



2)



$$\mathcal{E} - u_0 - u_1 = L\frac{dI}{dt}$$

$$\frac{q}{C} + \frac{q}{4C} = E \qquad \frac{5}{4}\frac{q}{C} = E$$

$$q = CE\cdot\frac{4}{5}$$

Через резистор протечёт заряд q

Теплота на резисторе

~~$\Sigma uI\Delta t$~~

$$A = Eq = Q + \frac{q^2}{2C} + \frac{q^2}{2(4C)} = \cancel{CE(4}$$

Вначале ток через резистор нулевой

$$u_1 = \frac{q}{C} = \frac{CE\cdot\frac{4}{5}}{C} = E\cdot\frac{4}{5}$$

$$L\frac{dI}{dt} + \frac{4}{5}E = E$$

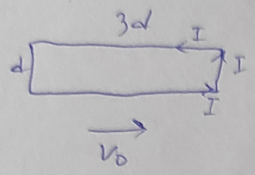
$$\frac{dI}{dt} = \frac{E}{5L}$$

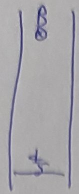
$$Q = Eq - \frac{q^2}{2C} - \frac{q^2}{8C} = Eq - \frac{5q^2}{8C} =$$

$$= Eq - \frac{5(CE\cdot\frac{4}{5})^2}{8C} = Eq - \frac{16C^2E^2}{5\cdot 8C} =$$

$$= E\cdot CE\cdot\frac{4}{5} - \frac{2}{5}CE^2 = \frac{2}{5}CE^2$$

№4. Черновик





Экспонента?

$ma = F \sim V$

Вначале за время Δt

$\Delta S = V_0 \Delta t \cdot d$

$\Delta \Phi = B V_0 \Delta t \cdot d$

$U = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B V_0 \cdot d$

$I = \frac{U}{R} = \frac{B V_0 \cdot d}{R}$

$F = I B \cdot d = \frac{B^2 v_0 d^2}{R}$

в момент когда $t=0$

$a = \frac{F}{m} = \frac{B^2 v_0 d^2}{Rm}$

$\frac{B^2 d^2 dt}{R} = \frac{dv(t)}{v(t)}$

$I(t) = \frac{B v(t) d}{R}$

$\frac{B^2 d^2}{R} t = \ln(v(t)) + C$

$v(t) = e^{\frac{B^2 d^2}{R} t - C}$

$F(t) = \frac{B^2 v(t) d^2}{R} = \frac{m\, dv(t)}{dt}$

$\int F(t)\, v(t)\, dt = \int \frac{B^2 d^2 v^2(t)\, dt}{R} = B^2 d^2 \int \frac{2E_k(t)}{mR} dt =$

$= E_{k0} - E_{k1}$

$U = const$

$I = const$

$A = I B d \cdot H$

$\int v_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t} = v_0 \frac{Rm\, e^{\frac{B^2 d^2}{mR} t}}{-B^2 d^2}$

$V_0 t - \frac{a t^2}{2} = H$

$-\frac{a t^2}{2} + V_0 t - H = 0$

$t = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2aH}}{-a}$

$V_0 - at = V_0 + V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2aH}$

$\sqrt{V_0^2 - aH}$