Часть 1

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

Шифр: **21202176**

ID профиля: **371293**

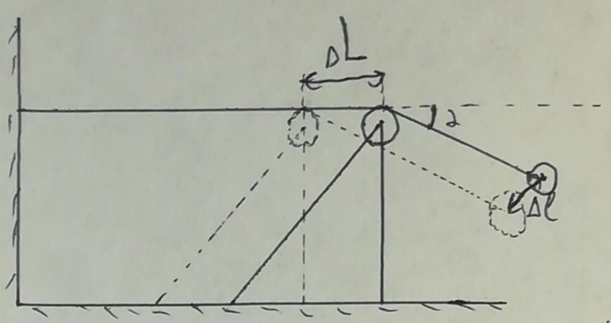
Вариант 1

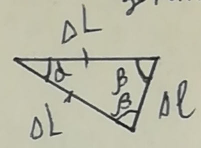
Часть 1, Вариант 11-01 Физика, 11 класс

Чистовик №1

Задача 1

1) Пусть клин сместился влево на ΔL, а шар на Δl => нить вытянулась на ΔL (нерастяжима) шар движется под $\angle\beta$ к горизонту





равнобедренный Δ =>

⇓

$\alpha + 2\beta = 180°$

$\beta = 90° - \frac{\alpha}{2}$

$\sin\beta = \cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{1+0,6}{2}} = \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{2}{\sqrt5} = 0,89$

A - ускорение клина

a - ускорение шара

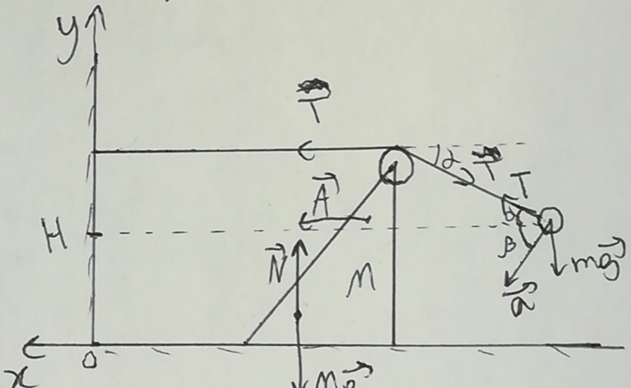
$\vec a$ сонаправлено с $\vec{\Delta l}$, $\vec A$ с $\vec{\Delta L}$

2) $\Delta l = 2\Delta L \sin\frac{\alpha}{2}$

(два раза продиффер-ем)

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

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



m - масса шара, M - масса клина

T - сила натяж. нити (одинакова, т.к. нить лёгкая)

2-й з. Ньютона (шар): $m\vec a = m\vec g + \vec T$

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

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

$T = \frac{m(g - a\sin\beta)}{\sin\alpha}$

⇓

$ma\cos\beta = \frac{m(g - a\sin\beta)}{\sin\alpha}\cdot\cos\alpha$

$a\,tg\alpha\cos\beta = g - a\sin\beta$

$a = \frac{g}{tg\alpha\cos\beta + \sin\beta} = \frac{g}{\cos\frac{\alpha}{2} + tg\alpha\cdot\sin\frac{\alpha}{2}}$

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

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{4}{5}$

$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{4}{3}$

$\sin\frac{\alpha}{2} = \sqrt{1-\cos^2\frac{\alpha}{2}} = \sqrt{0,2}$

$tg\frac{\alpha}{2} = \frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\alpha}{2}} = 0,5$

$A = \frac{g}{2\sin\frac{\alpha}{2}(\cos\frac{\alpha}{2} + tg\alpha\sin\frac{\alpha}{2})} = \frac{g}{\sin\alpha + tg\alpha(1-\cos\alpha)} = \frac{g}{tg\alpha} = \frac{3}{4}g = 7,5\ \frac{м}{с^2}$

21202176 (U371293 M1269180)

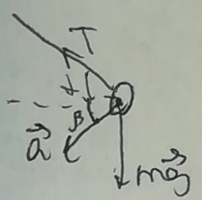
Чистовик №3 Физика, 11 класс

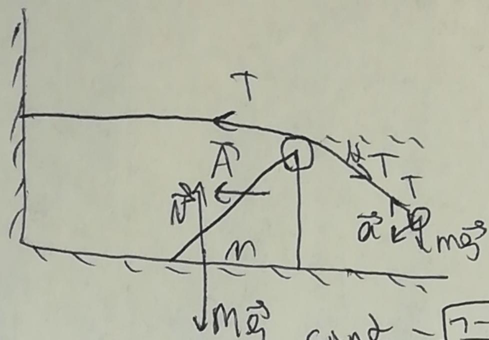
3) $A_2 = \int_{T_0}^{T_2} \Delta A_{12} = \frac{2\nu R}{T_0}\left(\frac{T_2^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) - \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_0) = \frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{9}{16}T_0^2 - T_0^2\right) - \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{3}{4}T_0 - T_0\right) =$

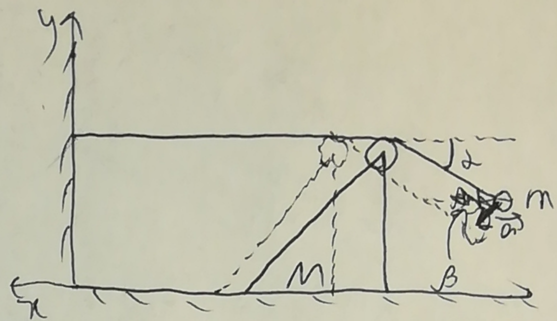
$= -\frac{7}{16}\nu R T_0 + \frac{3}{8}\nu R T_0 = -\frac{1}{16}\nu R T_0$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{11}{36}\nu R T_0$; 2) $T_2 = \frac{3}{4}T_0$; 3) $A_2 = -\frac{1}{16}\nu R T_0$

Черновик







$\sin\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1-0,6}{2}} = \sqrt{0,2}$ $\quad \sin\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

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

$tg\,\alpha = \frac{4}{5}\cdot\frac{5}{3} = \frac{4}{3}$

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

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

$a\sin\beta = \frac{g\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\alpha}{2} + tg\,\alpha\cdot\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{g}{1+tg\,\alpha\, tg\frac{\alpha}{2}}$

ΔL, Δl, β

$T\sin\alpha = m(g - a\sin\beta)$

$tg\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{0,2}{0,8}} = 0,5$

$m = \frac{T\sin\alpha}{g - a\sin\beta}$ $\quad \Delta l = 2\Delta L\sin\frac{\alpha}{2}$ $\quad \alpha + 2\beta = 180°$

$a = 2A\sin\frac{\alpha}{2}$ $\quad \beta = 90° - \frac{\alpha}{2}$

$T\cos\alpha = \frac{T\sin\alpha}{g - a\sin\beta}a\cos\beta$

1) $\sin\beta = \cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{1+0,6}{2}} = \sqrt{0,8} = \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0,89$

$g - a\sin\beta = a\,tg\,\alpha\cos\beta$

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

$a = \frac{g}{\sin\beta + tg\,\alpha\cos\beta} = \frac{g}{\cos\frac{\alpha}{2} + tg\,\alpha\cdot\sin\frac{\alpha}{2}}$

$g\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$

2) $A = \frac{a}{2\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{g}{2\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2} + 2\,tg\,\alpha\cdot\sin^2\frac{\alpha}{2}} = \frac{g}{\sin\alpha + tg\,\alpha(1-\cos\alpha)} = \frac{g}{tg\,\alpha} = \frac{3}{4}g = 7,5\,\frac{м}{с^2}$

$T = \frac{m(g - a\sin\beta)}{\sin\alpha}$

$MA = \frac{m(g - a\sin\beta)}{\sin\alpha}(1-\cos\alpha)$

$a_y = a\sin\beta = \frac{g}{1+tg\,\alpha\cdot tg\frac{\alpha}{2}}$

3) $\frac{m}{M} = \frac{A\sin\alpha}{(g - a\sin\beta)(1-\cos\alpha)} = \frac{g\cos\alpha}{\left(g - \frac{g}{1+tg\,\alpha\, tg\frac{\alpha}{2}}\right)(1-\cos\alpha)} =$

$= \frac{\cos\alpha\left(1+tg\,\alpha\, tg\frac{\alpha}{2}\right)}{tg\,\alpha\, tg\frac{\alpha}{2}(1-\cos\alpha)} = \frac{3\cdot 0,6\left(1+\frac{4}{3}\cdot 0,5\right)}{4\cdot 0,5(1-0,6)} = \frac{0,6(3+2)}{2\cdot 0,4} = \frac{3}{0,8} = 3,75$

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

4) $t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{H}{g}\cdot 2\left(1+tg\,\alpha\, tg\frac{\alpha}{2}\right)} = \sqrt{\frac{H}{g}\cdot\frac{10}{3}} = 1,83\sqrt{\frac{H}{g}}$

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

Черновик

$$2R\frac{T}{T_0} = \frac{\frac{3}{2}\nu R\,dT + \delta A}{\nu\,dT}$$

1) $2R\frac{T}{T_0} = \frac{\Delta Q}{\nu\,dT}$

$$\Delta Q = 2\nu R\frac{T}{T_0}\Delta T$$

$$Q_1 = \int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0}\Delta Q = 2\frac{\nu R}{T_0}\Big|_{\frac{5}{6}T_0}^{T_0}\frac{T^2}{2} = \frac{\nu R}{T_0}\left(T_0^2 - \frac{25}{36}T_0^2\right) = \frac{11}{36}\nu R T_0$$

2)

$$\Delta A = 2\nu R\frac{T}{T_0}\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

$$A = \nu R\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}\nu RT$$

$$\Delta A_1 = 0 = 2\nu R\frac{T_1}{T_0}\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

$$T_1 = \frac{3}{2}\cdot\frac{T_0}{2} = \frac{3}{4}T_0$$

3) $A_1 = \int_{T_0}^{T_1}\Delta A = \frac{\nu R}{T_0}(T_1^2 - T_0^2) - \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0) = \frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{9}{16}T_0^2 - T_0^2\right) + \frac{3}{2}\nu R\frac{T_0}{4} =$

$= -\frac{7}{16}\nu R T_0 + \frac{3}{8}\nu R T_0 = -\frac{\nu R T_0}{16}$

21202176 (U371293 M1269180)

Чистовик №2 Физика, 11 класс

3) 2 з-н Ньютона (клин): ox: $MA = T - T\cos\alpha = T(1-\cos\alpha)$

$$MA = \frac{m(g - a\sin\beta)}{\sin\alpha}(1-\cos\alpha)$$

$$\frac{m}{M} = \frac{A\sin\alpha}{(g-a\sin\beta)(1-\cos\alpha)} = \frac{\frac{g}{\mathrm{tg}\alpha}\sin\alpha}{\left(g - \frac{g\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\alpha}{2}+\mathrm{tg}\alpha\cdot\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}}}\right)(1-\cos\alpha)} = \frac{\cos\alpha(1+\mathrm{tg}\alpha\,\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2})}{\mathrm{tg}\alpha\,\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}(1-\cos\alpha)} =$$

$$= \frac{0,6(1+\frac{4}{3}\cdot 0,5)}{\frac{4}{3}\cdot 0,5(1-0,6)} = \frac{0,6(3+2)}{2\cdot 0,4} = \frac{15}{4} = 3,75$$

4) движение шара: $y = H + \frac{a_y t^2}{2} = H - \frac{a\sin\beta\, t^2}{2}$ τ – время движ. шара

$$0 = H - \frac{a\cos^2\frac{\alpha}{2}\tau^2}{2}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a\cos^2\frac{\alpha}{2}}} = \sqrt{\frac{H}{g}\cdot 2(1+\mathrm{tg}\alpha\cdot\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2})} = \sqrt{\frac{H}{g}\cdot 2(1+\frac{2}{3})} = \sqrt{\frac{10H}{3g}} \approx 1,83\sqrt{\frac{H}{g}}$$

Ответ: 1) $\sin\beta = \frac{2}{\sqrt5}\approx 0,89$; 2) $A = \frac{3}{4}g \approx 7,5\frac{м}{с^2}$; 3) $\frac{m}{M} = 3,75$; 4) $\tau = \sqrt{\frac{10H}{3g}}\approx 1,83\sqrt{\frac{H}{g}}$

Задача 2

1) $C(T) = \frac{\Delta Q}{\nu\, dT}$ ← малое приращение теплоты; ← малое изменение температуры

$$2R\frac{T}{T_0} = \frac{\Delta Q}{\nu\, dT}$$

$$\Delta Q = 2\nu R\frac{T}{T_0}dT$$

$$Q_1 = -\int_{T_0}^{\frac56 T_0}\Delta Q = \frac{2\nu R}{T_0}\int_{\frac56T_0}^{T_0} T\cdot dT = \frac{2\nu R}{T_0}\left.\frac{T^2}{2}\right|_{\frac56T_0}^{T_0} = \frac{\nu R}{T_0}\left(T_0^2 - \frac{25}{36}T_0^2\right) = \frac{11}{36}\nu RT_0$$

минус, т.к. газ отдал тепло

2) $\Delta Q = dU + \Delta A$ – 1 начало термодинамики

малое изменение внутр. энергии газа; малое приращение работы

T_2 – температура газа в момент, когда $A = A_2$

$$dU = \frac32\nu R\, dT$$

$$\Delta A = \Delta Q - dU = \frac{2\nu R}{T_0}T\cdot dT - \frac32\nu R\cdot dT$$

в момент, когда работа газа минимальна ($A_2 = min$), $\Delta A_2 = 0$ (т.к. $A_2' = 0$ – экстремум)

$$\Delta A_2 = 0 = \frac{2\nu R}{T_0}T_2\cdot dT - \frac32\nu R\cdot dT$$

$$T_2 = \frac32\cdot\frac{T_0}{2} = \frac34 T_0$$

Часть 2

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

Шифр: **21202176**

ID профиля: **371293**

Вариант 1

Часть 2, Вариант 11-01 Физика, 11 класс

Чистовик №1

Задача 3

1) При разомкнутом ключе:

$C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2}{3}C$ – общая ёмкость конденс-ров C_1 и C_2, соединённых последовательно

$q_0 = C_0 \cdot E = \frac{2}{3}CE$ – заряд обоих конденсаторов

$U_{01} = \frac{q_0}{C_1} = \frac{2CE}{3 \cdot 2C} = \frac{E}{3}$ – напряжение на C_1

$U_{02} = E - U_{01} = \frac{2}{3}E$ – напряж-е на C_2

~~После~~ Сразу после замыкания ключа заряд ~~на~~ C_2 не успевает измениться => напряжение на R равно $U_{02} = \frac{2}{3}E$

$I_1 = \frac{U_{02}}{R} = \frac{2E}{3R}$

2) После замыкания ключа ~~так~~ в установившемся режиме тока нет => $U_{2к}$ (напр-е на C_2) $= 0$ => $U_{1к} = E$ (напр-е на C_1)

$q_{1к} = C_1 U_{1к} = 2CE$

Через источник прошел такой же заряд Δq, какой и через C_1

$\Delta q = q_{1к} - q_0 = 2CE - \frac{2}{3}CE = \frac{4}{3}CE$

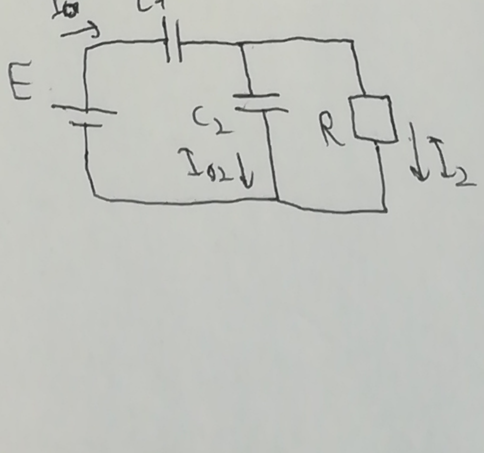
По ЗСЭ:

$\underbrace{E\Delta q}_{\text{работа источника}} + \underbrace{\frac{C_0 E^2}{2}}_{\text{энергия конден-ов до замык.}} = \underbrace{\frac{C_1 E^2}{2}}_{\text{энергия конден-ов после замык}} + \underbrace{Q}_{\text{выделившееся тепло}}$

$\frac{4}{3}CE^2 + \frac{1}{3}CE^2 = CE^2 + Q$

$Q = \frac{2}{3}CE^2$

3) В любой момент времени (после замык-я):



$E = \underbrace{U_1}_{\text{напряж-е на } C_1} + \underbrace{U_2}_{\text{на } C_2}$

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

Продифференцируем по времени:

$0 = \underbrace{\frac{I_{c1}}{2C}}_{\text{ток через } C_1} + \underbrace{\frac{I_{c2}}{C}}_{\text{ток через } C_2}$

$I_{c2} = -\frac{I_{c1}}{2} \Rightarrow I_{02} = -\frac{I_0}{2}$

Чистовик №2 Физика, 11 класс

$I_0 = I_{02} + I_2$ – 1 пр-ло Кирхгофа

$I_2 = I_0 - I_{02} = \frac{3}{2} I_0$

<u>Ответ:</u> 1) $I_1 = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$; 2) $Q = \frac{2}{3} C\mathcal{E}^2$; 3) $I_2 = \frac{3}{2} I_0$.

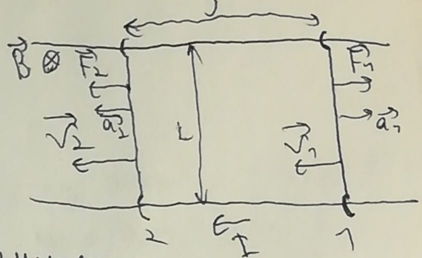
Задача 4

1) $\Phi = BLS$ – магн. поток через контур

$\mathcal{E} = \Phi'_t = BL\frac{dS}{dt} = BL(V_1 - V_2)$ – модуль ЭДС индукции

ток в контуре $\rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R+2R}$ – з-н Ома

$I = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{BL}{3R}(V_1 - V_2)$



$F_1 = F_2 = IBL$ – сила Ампера, действ. на перемычки

$F_2 = \frac{B^2L^2}{3R}(V_1 - V_2)$

$a_2 = \frac{F_2}{2m}$ – 2 з-н Ньютона

ускорение перем. 2

$a_2 = \frac{B^2L^2}{6mR}(V_1 - V_2)$

В начальный момент: $V_2 = 0$, $V_1 = V_0$

$a_{20} = \frac{B^2L^2V_0}{6mR}$

2) Через продолжительный промежуток времени тока в контуре не будет (иначе нарушится ЗСЭ) $\Rightarrow V_1 = V_2 = u$

На систему не действуют горизонтальные внешние силы $\Rightarrow$ выполняется ЗСИ: $mV_0 = (m+2m)u$

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

3) $a_2 = \frac{B^2L^2}{6mR}(V_1 - V_2)$

$\frac{dV_2}{dt} = \frac{B^2L^2}{6mR} \cdot \frac{dS}{dt}$

$dS = \frac{6mR}{B^2L^2} \cdot dV_2$

Проинтегрируем эл-е приращения:

конечное расстояние $\rightarrow (S_1 - S_0) = \frac{6mR}{B^2L^2} \cdot (u - 0) = \frac{2mRV_0}{B^2L^2}$

$S_1 = S_0 + \frac{2mRV_0}{B^2L^2}$ – расстояние между перемычками увел-лось, т.к. на перемычки действовали силы, напр-е в стороны, показанные на рисунке (по пр-лу Ленца)

<u>Ответ:</u> 1) $a_{20} = \frac{B^2L^2V_0}{6mR}$; 2) $u = \frac{V_0}{3}$ (у каждой пер-ки); 3) $S_1 = S_0 + \frac{2mRV_0}{B^2L^2}$

Чистовик №3 Физика, 11 класс

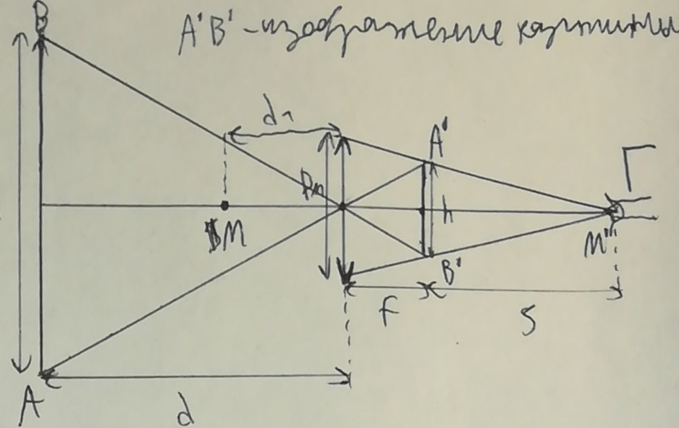
Задача 5

1) Ф-ла тонкой линзы:

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

$$f=\frac{Fd}{d-F}$$

$$x=f+S=\frac{Fd}{d-F}+S=12+24=36\text{ см}$$



2) $\frac{h}{H}=\frac{f}{d}=\frac{F}{d-F}$ – в силу подобия Δ

$$h=\frac{FH}{d-F}$$

$\frac{h}{D_л}=\frac{S}{x}$ – в силу подобия Δ (глаз видит A'B' только через линзу)

$$D_л=\frac{hx}{S}=\frac{FHx}{S(d-F)}=\frac{9\cdot 9\cdot 36}{24\cdot 27}\text{ см}=4,5\text{ см}$$

3) Маленький экран должен располагаться так, чтобы его действ-е изображение находилось рядом с глазом, тогда он перекроет обзор, т.е.

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d_1}+\frac{1}{x}$$

$$d_1=\frac{Fx}{x-F}=\frac{9\cdot 36}{27}\text{ см}=12\text{ см}$$

Ответ: 1) $x=36$ см; 2) $D_л=4,5$ см; 3) $d_1=12$ см, между картиной и линзой.

Черновик

$C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2C^2}{3C} = \frac{2}{3}C$ №3

$q_0 = \frac{2}{3}CE$

$U_1 = \frac{2CE}{3 \cdot 2C} = \frac{E}{3}$

$U_2 = \frac{2}{3}E$

1) $I_1 = \frac{U_2}{R} = \frac{2E}{3R}$

$U_1^* = E$

$q_1^* = 2CE$

$\Delta q = q_1 - q_0 = CE(2 - \frac{2}{3}) = \frac{4}{3}CE$

$E \Delta q + \frac{\frac{2}{3}CE^2}{2} = Q + \frac{2CE^2}{2}$

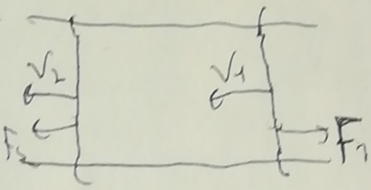
2) $Q = \frac{4}{3}CE^2 + \frac{1}{3}CE^2 - CE^2 = \frac{2}{3}CE^2$

$E = \frac{q_1}{2C} + I_2 R$

$E = \frac{q_1}{2C} + \frac{q_2}{C} \Big|'_t$

$0 = \frac{I_{C1}}{2C} + \frac{I_{C2}}{C}$

$I_{C2} = -\frac{I_{C1}}{2}$



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

$I_{02} = -\frac{I_0}{2}$

3) $I_2 = I_0 + \frac{I_0}{2} = \frac{3I_0}{2}$

№4

ЗСИ: $mV_0 = 3mu$

2) $u = \frac{V_0}{3}$

3) $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{3m \cdot \frac{V_0^2}{9}}{2} + Q$

$\left(Q = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{6} = \frac{mV_0^2}{3}\right)$

$\Phi_0 = B L \cdot S_0$

$\mathcal{E}_0 = \Phi'_t = BV_0L$

$I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{3R} = \frac{BV_0L}{3R}$

$F_{20} = I_0 BL = \frac{B^2V_0L^2}{3R}$

1) $a_{20} = \frac{F_{20}}{2m} = \frac{B^2V_0L^2}{6mR}$

$\mathcal{E} = -\Phi' = -BL\frac{dS}{dt}$

$a_2 = \frac{B^2L^2}{6mR}(V_1 - V_2)$

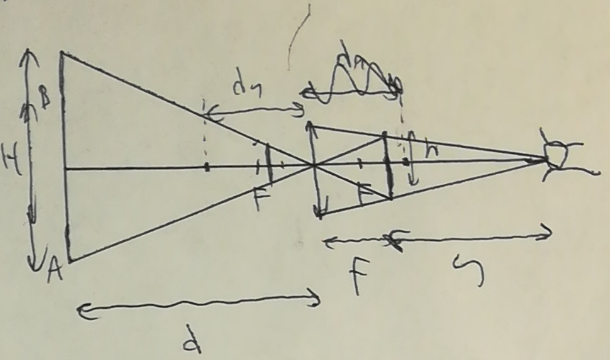
$a_1 = \frac{B^2L^2}{3mR}(V_1 - V_2)$

$\left(\Delta Q = \mathcal{E}\Delta q = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \cdot \Delta q = \Delta\Phi \cdot I = BL \cdot \Delta S \cdot \frac{BL(V_1 - V_2)}{3R} = \frac{B^2L^2}{3R} \cdot (V_1 - V_2)\Delta S = \frac{B^2L^2}{3R}(V_1 - V_2)^2 \cdot \Delta t\right)$

$dV_2 = \frac{B^2L^2}{6mR} \cdot V_{отн} \cdot dt = -\frac{B^2L^2}{6mR} dS$

$\frac{V_0}{3} = \frac{B^2L^2}{6mR}(S_0 - S_1) \Rightarrow S_1 = S_0 + \frac{2mRV_0}{B^2L^2}$

Черновик



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

$$f=\frac{Fd}{d-F}=\frac{9\cdot 36\,см}{27}=12\,см$$

1) $x=F+S=36$ см

$$\frac{h}{H}=\frac{f}{d}=\frac{F}{d-F}$$

$$h=\frac{FH}{d-F}$$

$$\frac{h}{D_n}=\frac{S}{x}$$

2) $D_n=\frac{xh}{S}=\frac{xFH}{S(d-F)}=\frac{36\cdot 9\cdot 9}{24\cdot 27}=4{,}5$ см

~~$\frac{1}{F}=-\frac{1}{d_1}+\frac{1}{f}$~~

~~$d_1=\frac{fF}{-F+f}=\frac{12\cdot 9}{}$~~

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d_1}-\frac{1}{f}$$

$$d_1=\frac{Ff}{F+f}=\frac{9\cdot 12}{21}=\frac{36}{7}\,см$$

$$\Gamma=\frac{f}{d_1}=\frac{12\cdot 7}{36}=\frac{7}{3}$$

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d_1}+\frac{1}{x}$$

$$d_1=\frac{xF}{x-F}=\frac{36\cdot 9}{27}=12$$