# Часть 1

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

Шифр: **21203497**

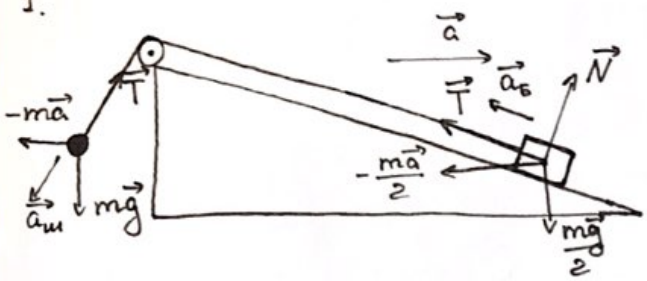
ID профиля: **342566**

Вариант 7

Чистовик
Вариант 11-07.



1.




(работаем в системе отсчета, связанной с клином)

1) Т.к. шарик постоянно составляет угол $\beta$ с вертикалью, то ускорение его направлено вдоль нити. Значит

$mg\sin\beta = ma\cos\beta \Longrightarrow a = g\,tg\,\beta = \frac{4g}{3}$. – ускорение клина

2) Т.к. нить не провисает, то $a_ш = a_б$. Брусок не отрывается с поверхности клина, значит его ускорение направлено вдоль поверхности клина.

$$ma_ш = ma\sin\beta + mg\cos\beta - T,$$

$$ma_ш = \frac{mg}{\cos\beta} - T.$$

$$\frac{ma_б}{2} = T + \frac{ma}{2}\cos\alpha - \frac{mg}{2}\sin\alpha,$$

$$\frac{ma_б}{2} = T + \frac{mg}{2}(tg\,\beta\cos\alpha - \sin\alpha),$$

$$\frac{ma_б}{2} = T + \frac{mg}{2}\,\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\cos\beta}.$$

$$\frac{ma_б}{2} + ma_ш = \frac{mg}{\cos\beta} + \frac{mg}{2}\,\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\cos\beta}$$

$$\frac{3ma_б}{2} = \frac{mg}{2\cos\beta}\left(\sin(\beta-\alpha)+2\right)$$

$a_б = \frac{g}{3\cos\beta}\left(\sin(\beta-\alpha)+2\right)$ – ускорение бруска относительно клина

3) Шарик будет падать с ускорением $a_ш\cos\beta$ (вертикальная составляющая) и пролетит расстояние $H$. Тогда

$H = \frac{g(\sin(\beta-\alpha)+2)t^2}{6}$, откуда $t = \left(\frac{6H}{g(\sin(\beta-\alpha)+2)}\right)^{1/2}$.

Ответ: 1) $a = \frac{4g}{3}$; 2) $a_б = \frac{114g}{13}$; 3) $t = \sqrt{\frac{65H}{19g}}$.

2.1) Из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$PV \sim T$, значит $\dfrac{T_1 - T_2}{T_2} = \dfrac{P_1V_1 - P_2V_2}{P_2V_2} = \dfrac{P_1V_1}{P_2V_2} - 1$

$\dfrac{P_1}{P_2} = \dfrac{\cos 30^\circ}{\sin 15^\circ}$; $\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{\sin 30^\circ}{\cos 15^\circ}$, тогда $\dfrac{P_1V_1}{P_2V_2} = \dfrac{\sin 30^\circ \cos 30^\circ}{\sin 15^\circ \cos 15^\circ} = \dfrac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$.

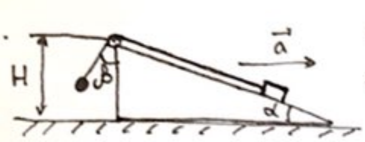
$\dfrac{T_1 - T_2}{T_2} = \dfrac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} - 1 = \sqrt{3} - 1$

2) Если в какой-либо точке теплоемкость равны нулю, значит наклон касательной к графику в ней совпадает с наклоном касательной к адиабате в этой точке. Тогда

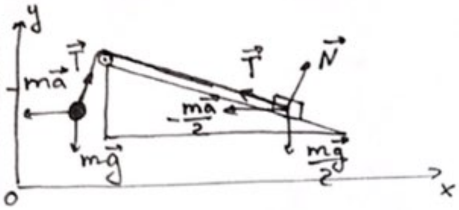
$tg\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\frac{5}{3}$, откуда $tg\,\alpha = \frac{3}{5}$.

3) $\eta = \dfrac{A}{Q} = \dfrac{A}{A + \Delta U} \approx \dfrac{T_2}{T_1} = \dfrac{1}{\sqrt{3}} = \dfrac{100\%}{\sqrt{3}}$

Ответ: 1) $\dfrac{T_1 - T_2}{T_2} = \sqrt{3} - 1$; 2) $tg\,\alpha = \frac{3}{5}$; 3) $\eta = \dfrac{100\%}{\sqrt{3}}$.

1. 


$\cos\alpha = \frac{5}{13}$
$\cos\beta = \frac{3}{5}$
H, m




Для бруска:

Ox: $\cancel{-\frac{ma}{2} - T\cos\alpha + N\sin\alpha = 0}$, $\cancel{N\sin\alpha = T\cos\alpha}$

$\frac{ma_x}{2} = -\frac{ma}{2} - T\cos\alpha + N\sin\alpha$ $\quad \frac{a_x}{a_y} = \mathrm{ctg}\,\alpha$,

Oy: $\frac{ma_y}{2} = T\sin\alpha + N\cos\alpha - \frac{mg}{2}$

$-\frac{ma}{2} - T\cos\alpha + N\sin\alpha = T\cos\alpha + N\cos\alpha\,\mathrm{ctg}\,\alpha - \frac{mg\,\mathrm{ctg}\,\alpha}{2}$

Для шарика:

Ox: $ma_x = -ma + T\sin\beta$

$ma_y = T\cos\beta - mg$

$\frac{a_x}{a_y} = \mathrm{tg}\,\beta$

$\frac{T\sin\beta - ma}{T\cos\beta - mg} = \mathrm{tg}\,\beta$

$T\sin\beta - ma = T\sin\beta - mg\,\mathrm{tg}\,\beta$

$ma = mg\,\mathrm{tg}\,\beta$

1) $\underline{a = g\,\mathrm{tg}\,\beta}$

---

$\frac{ma_x}{2} = -\frac{ma}{2} - T\cos\alpha + N\sin\alpha$ $\quad \frac{a_x}{a_y} = -\mathrm{ctg}\,\alpha$

$\frac{ma_y}{2} = T\sin\alpha + N\cos\alpha - \frac{mg}{2}$

$-\frac{ma}{2} - \cancel{T\cos\alpha} + N\sin\alpha = \frac{mg}{2}\,\mathrm{ctg}\,\alpha - \cancel{T\cos\alpha} - N\cos\alpha\,\mathrm{ctg}\,\alpha$

$2N(\sin\alpha + \cos\alpha\,\mathrm{ctg}\,\alpha) = mg(\mathrm{tg}\,\beta + \mathrm{ctg}\,\alpha) \mid \mathrm{tg}\,\alpha)$

$2N(\sin\alpha\,\mathrm{tg}\,\alpha + \cos\alpha) = mg(\mathrm{tg}\,\alpha\,\mathrm{tg}\,\beta + 1)$

$2N\,\frac{\mathrm{tg}^2\alpha + 1}{\cos\alpha} = 2N\cdot\frac{1}{\cos^3\alpha} = mg(\mathrm{tg}\,\alpha\,\mathrm{tg}\,\beta + 1)$

$N = \frac{mg\cos^3\alpha(\mathrm{tg}\,\alpha\,\mathrm{tg}\,\beta + 1)}{2}$

$a_x = -a - \frac{2T\cos\alpha}{m} + g\cos^3\alpha(\mathrm{tg}\,\alpha\,\mathrm{tg}\,\beta + 1)$

$a_x = g\cos^3\alpha(\mathrm{tg}\,\alpha\,\mathrm{tg}\,\beta + 1) - g\,\mathrm{tg}\,\beta - \frac{2T\cos\alpha}{m}$

1) $mg\sin\beta = ma\cos\beta \Rightarrow a = g\,tg\beta$

2) $N = \frac{ma}{2}\sin\alpha + \frac{mg}{2}\cos\alpha = \frac{mg\,tg\beta\sin\alpha}{2} + \frac{mg\cos\alpha}{2} =$

$= \frac{mg}{2}\cos\alpha\,(tg\beta\,tg\alpha + 1)$

$\frac{ma_Б}{2} = mg\cos\beta + ma\sin\beta + \frac{ma}{2}\cos\alpha - \frac{mg}{2}\sin\alpha \Rightarrow$

$a_Б = 2g\cos\beta + 2g\,tg\beta\sin\beta + g\,tg\beta\cos\alpha - g\sin\alpha =$

$= \underline{g(2\cos\beta + 2tg\beta\sin\beta + tg\beta\cos\alpha - \sin\alpha)}$

$a_ш = a_Б = g\left(2\cos\beta + 2\frac{\sin^2\beta}{\cos\beta} + \frac{\sin\beta\cos\alpha}{\cos\beta} - \sin\alpha\right) =$

$= \frac{g}{\cos\beta}\left(2\cos^2\beta + 2\sin^2\beta + \sin\beta\cos\alpha - \sin\alpha\cos\beta\right) =$

$= \frac{g}{\cos\beta}\left(2 + \sin(\beta-\alpha)\right) = \underline{g\,\frac{\sin(\beta-\alpha)+2}{\cos\beta}}$

3) $a_{шy} = g(\sin(\beta-\alpha)+2)$

$H = \frac{g(\sin(\beta-\alpha)+2)t^2}{2}, \quad t^2 = \frac{2H}{g(\sin(\beta-\alpha)+2)},$

$\underline{t = \left(\frac{2H}{g(\sin(\beta-\alpha)+2)}\right)^{1/2}}$

$ma_ш = ma\sin\beta + mg\cos\beta - T$

$tg\beta\sin\beta + \cos\beta = \frac{\sin^2\beta + \cos^2\beta}{\cos\beta} = \frac{1}{\cos\beta}$

$\frac{ma_Б}{2} = T + \frac{ma}{2}\overset{\cos\alpha}{\cancel{\sin\alpha}} - \frac{mg}{2}\overset{\sin\alpha}{\cancel{\cos\alpha}}$

$\frac{ma_Б}{2} = T + \frac{mg}{2}(tg\beta\cos\alpha - \sin\alpha)$

$\frac{\sin\beta\cos\alpha - \sin\alpha\cos\beta}{\cos\beta} = \frac{\sin(\beta-\alpha)}{\cos\beta}$

$\frac{2\cdot5\cdot13-16}{5\cdot13}$

$\sin(\beta-\alpha) = \sin\beta\cos\alpha - \sin\alpha\cos\beta =$

$= \frac{4}{\cancel{5}}\cdot\frac{\cancel{5}}{13} - \frac{3}{5}\cdot\frac{12}{13} = \frac{4}{13} - \frac{36}{5\cdot13} = -\frac{16}{5\cdot13}$

$\sin(\beta-\alpha)+2 = 1{,}75$

$\frac{114}{13}g$

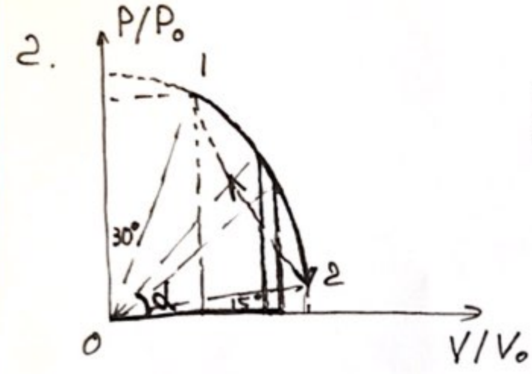
$\frac{114}{65}$

$\frac{65}{19}$

$\frac{6\cdot65}{114}$

Физика, 11 класс        Черновик        3

2.

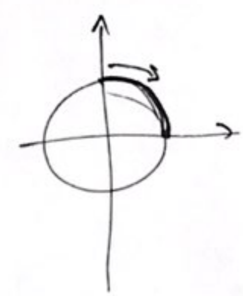



$$\frac{P^2}{P_0^2} + \frac{V^2}{V_0^2} = const$$

$$PV = \nu RT$$

$$P_1V_1 = \nu RT_1$$

$$T_1 - T_2 = \cancel{3}\ \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{\nu R}$$



$$S = \frac{1}{2}R^2 \sin\alpha\cos\alpha = \frac{1}{4}R^2\sin 2\alpha$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{P_2V_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} - 1$$

$$S_2 = \frac{1}{4}R^2\sin 2(\alpha - d\alpha) + \frac{1}{2}R^2 \sin d\alpha$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\cos 30^\circ}{\sin 15^\circ}, \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 15^\circ}$$

1) $$\frac{P_1V_1}{P_2V_2} - 1 = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} - 1 = \sqrt{3} - 1$$

$$S = \frac{1}{4}R^2\left(\sin 2(\alpha - d\alpha) + 2\sin d\alpha - \sin 2\alpha\right)$$

2) $Q = \Delta U + A$

$Q = 0$

$\cancel{\frac{i}{2}R}\ C_V = \frac{3}{2}R$

$\cancel{\frac{C_P}{C_V}}$ $\cancel{PV}$ $C_P = \frac{5}{2}R$ $\quad tg\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = -\frac{5}{3}$

$ctg\,\alpha = -\frac{5}{3}$

$PV^{\gamma} = const$

$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{5}{3}$

$PV^{5/3} = const$ $\quad P = \sqrt{const - V^2}$

3) $\eta = \frac{A}{Q}$ $\quad tg\,\alpha = -\frac{3}{5}$

$\cancel{\Delta U = -A}$

$Q = \Delta U + A$ $\quad P = const \cdot V^{-5/3}$

$\Delta U + A = 0$ $\quad P' = const \cdot \left(-\frac{5}{8}\right) \cdot V^{-8/3}$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T + A = 0$

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

$\Delta T = T_2 - T_1 = T_2\left(1 - \frac{P_1V_1}{P_2V_2}\right)$

$PV^{5/3} = const$

$P = const \cdot V^{-5/3}$

$\frac{1}{2}\ \cancel{R^2}\left(\sin 2(\alpha - d\alpha) + 2\sin d\alpha - \sin 2\alpha\right) = \sin 2\alpha - \sin 2(\alpha - d\alpha)$

$\frac{3}{2}\sin 2(\alpha - d\alpha) + \cancel{2}\sin d\alpha = \frac{3}{2}\sin 2\alpha$

# Часть 2

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

Шифр: **21203497**

ID профиля: **342566**

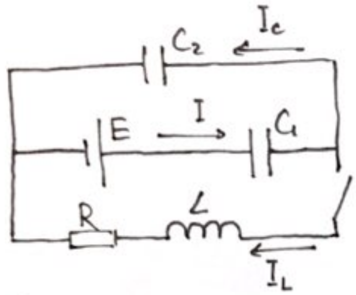
Вариант 7

Чистовик

Вариант 11-07.



3.




1) $E = U_{C_1} + U_L + U_R$

$U_{C_1} = 0, \; U_R = I_L R = 0$

$U_L = E, \; L\dfrac{dI_L}{dt} = E, \; \dfrac{dI_L}{dt} = \dfrac{E}{L}.$

2) Установившееся состояние: $U_{C_1} = E, I_L = 0, U_{C_2} = 0.$

По ЗСЭ: $q_{прош} E = \dfrac{4CE^2}{2} + Q.$

Весь $q_{прош}$ собрался на $C_1$, значит $q_{прош} = CE.$

$Q = \dfrac{4CE^2}{2} = 2CE^2.$

3) Ток через $C_1$ равен $I_0$, тогда

$\begin{cases} U_{C_1} + U_{C_2} = E \\ I_L + I_c = I_0 \end{cases}$ ; $\cancel{\dfrac{dI}{dt} = q}$

$I = \dfrac{dq}{dt} = C\dfrac{dU}{dt}$, тогда

$\dfrac{I_c}{C_2} + \dfrac{I_0}{C_1} = 0, \; I_c = -\dfrac{C_2 I_0}{C_1}$

$I_L = \dfrac{C_2 + C_1}{C_1} I_0 = 5I_0$

Ответ: 1) $\dfrac{dI_L}{dt} = \dfrac{E}{L}$; 2) $Q = 2CE^2$; 3) $I_L = 5I_0$.

4. Когда правая сторона рамки будет двигаться в поле, рамка будет замедляться (площадь растет, магнитный поток растет, значит ток идет против часовой стрелки, значит сила Ампера против движения). Соответственно, когда левая сторона будет пересекать поле, рамка будет ускоряться.

1) $\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt}$, $\Phi = BS$, $\mathcal{E}_i = B\frac{dS}{dt} = BdV_0$, $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{BdV_0}{R}$,

$F_A = ma = BId = \frac{B^2d^2V_0}{R}$, $a = \frac{B^2d^2V_0}{Rm}$

2) Пусть $t_1$ – время выхода правой стороны рамки из поля. Тогда

$a(t) = \frac{B^2d^2V(t)}{Rm}$, $a_x(t) = -\frac{B^2d^2V_x(t)}{Rm}$ (т.к. ускорение замедляет).

Тогда $V_x(t) = V_0 e^{-\frac{B^2d^2}{Rm}t}$ (решение дифф. уравнения, при $t=0$ $V_x = V_0$). Тогда $\int_0^{t_1} V_x(t)\,dt = \frac{d}{5}$ (полностью пересекла поле правая сторона рамки). Откуда $V_0\left(-\frac{Rm}{B^2d^2}\right)\left(e^{-\frac{B^2d^2}{Rm}t_1} - 1\right) = \frac{d}{5}$,

$V_1 = V_0 e^{-\frac{B^2d^2}{Rm}t_1} = V_0 - \frac{B^2d^3}{5Rm}$.

3) Выполняем аналогичные действия, однако

$a_x(t) = \frac{B^2d^2V_x(t)}{Rm}$ (теперь сонаправлены).

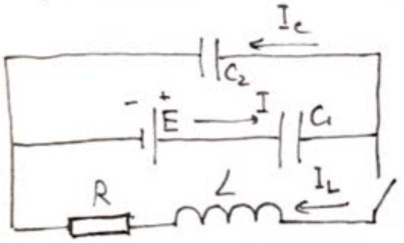
Тогда $V_x(t) = V_1 e^{\frac{B^2d^2}{Rm}t}$, интегрируем, получаем

$V_2 = V_1 + \frac{B^2d^3}{5Rm} = V_0$

Ответ: 1) $a = \frac{B^2d^2V_0}{Rm}$; 2) $V_1 = V_0 - \frac{B^2d^3}{5Rm}$; 3) $V_2 = V_0$.

5. У линзы для чтения опт. сила $D_{25}$, у линзы для далеких объектов – $D_\infty$, у глаза близорукого – $D_Б$, а у глаза нормально видящего человека – $D_Н$.
Тогда а) $D_{25} + D_Б = \frac{1}{0,25} + D_Н$, т.к. изображение должно получатся там, где у нормального человека фокус.
б) $D_\infty + D_Б = D_Н$, т.к. пучок параллельных лучей должен фокусироваться на расстоянии $D_Н$.
Тогда $D_{25} + D_Б = 4 + D_\infty + D_Б$, $D_{25} = D_\infty + 4$.
Т.к. человек близорукий, то ему нужны рассеивающие линзы, т.е. оптическая сила отрицательная, тогда $\frac{D_\infty}{D_{25}} = 3$ (иначе была бы положительная; просто по тексту не очень понятно, отношение чего к чему).
Тогда $D_{25} = -2$ дптр, $D_\infty = -6$ дптр.
1) $D_Б = \frac{1}{x} + D_Н$, $D_Б = \frac{1}{x} + D_\infty + D_Б$, $\frac{1}{x} = -D_\infty$, $x = -\frac{1}{D_\infty} = \frac{1}{6}$ м $\approx$
$\approx 16,67$ см.
2) $D_{50} + D_Б = \frac{1}{0,5} + D_Н$, $D_{50} + D_Б = 2 + D_\infty + D_Б$, $D_{50} = -4$ дптр.
Ответ: 1) $x \approx 16,67$ см; $D_\infty = -6$ дптр; 2) $D_{50} = -4$ дптр.

3.




$C_1 = C$, $C_2 = 4C$

1) $E = U_{C_1} + U_L + U_R$

$U_{C_1} = 0$, $U_R = IR = 0$,

$U_L = E$, $L\frac{dI}{dt} = E$, $\underline{\frac{dI}{dt} = \frac{E}{L}}$

2) ~~Установившееся состояние~~ — ~~$U_{C_2} = max$ и $U_{C_1} = max$.~~

~~$E = U_{C_1} + U_{C_2} = 4C\,d$~~

$E = U_{C_1} + U_{C_2}$ ; $E = U_{C_1} + L\frac{dI_L}{dt} + I_L R$

$\frac{dU_{C_1}}{dt} + \frac{dU_{C_2}}{dt} = 0$, ~~$C_1\frac{dI}{}$~~

$q = CU$, $\frac{dq}{dt} = C\frac{dU}{dt}$, $I = C\frac{dU}{dt}$

$\frac{I}{4C} + \frac{I_c}{C} = 0$, $I = -4I_c$

$I_c + I_L = I$

$I_c + I_L = -4I_c$, $I_L = -5I_c$

$\frac{I_c}{4C} + 5L\frac{dI_c}{dt} - 5I_cR = 0$

$I_c\left(\frac{1}{4C} - 5R\right) = 5L\frac{dI_c}{dt}$

$\frac{dI_c}{dt} = \frac{1-20RC}{20LC}I_c$

$\frac{dI_c}{dt} + \frac{20RC-1}{20LC}I_c = 0$

$I_c = Ae^{\frac{1-20RC}{20LC}t}$

$I_L = -5Ae^{\frac{1-20RC}{20LC}t}$

$I = I_c + I_L$, $I_c = I - I_L$

$E = U_{C_1} + U_{C_2}$

$E = U_{C_1} + L\frac{dI_L}{dt} + RI_L$

$L\frac{dI_L}{dt} + RI_L = U_{C_2}$

$U_{C_2} = \frac{q}{C_2} = \frac{\int I_c\,dt}{C}$

$L\frac{d^2I_L}{dt^2} + R\frac{dI_L}{dt} = \frac{I_c}{C}$

$L\frac{d^2I_L}{dt^2} + R\frac{dI_L}{dt} + \frac{I_L}{5C} = 0$

$L\,d^2I_L + R\,dI_L\,dt + \frac{I_L\,dt^2}{5C} = 0$

$L\,dI_L\frac{dI_L}{I_L} + R\frac{dI_L}{I_L}dt + \frac{dt^2}{5C} = 0$

Уст. состояние: $U_{C_2} = E$, $I_c = 0$, $I_L = 0$, $U_{C_1} = E$

~~$E = E$~~ $L\frac{dI_L}{dt} = 0$, $I_L = const$

$RI_L + U_{C_1} = E$

$U_{C_2} = RI_L$

$q_{прош}E = \frac{4CE^2}{2} + Q$ $U_{C_2} + U_{C_1} = E$

$U_{C_1} = E - RI_L$

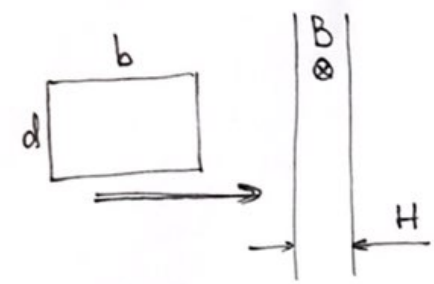
$q_{прош} = 4CE$

$Q = \frac{4CE^2}{2} = 2CE^2$

3) Ток через $C_1 = I_0$, значит

$$\begin{cases} E = U_{C_1} + U_{C_2} \\ E = U_{C_1} + L\dfrac{dI_L}{dt} + I_L R \\ I_L + I_C = I_0 \end{cases} \qquad \begin{cases} \dfrac{I_C}{C_2} + \dfrac{I_0}{C_1} = 0, \quad I_C = -\dfrac{C_2 I_0}{C_1} \\ \underline{I_L = \dfrac{C_2 + C_1}{C_1} I_0 = 5 I_0} \end{cases}$$

4.



$b = 3d$

$H = \frac{d}{5}$

$m, d, V_0, R, B$

$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$

$\Phi = BS$

$\mathcal{E}_i = B\frac{dS}{dt}$

$I = \frac{B}{R}\frac{dS}{dt} \qquad \frac{dS}{dt} = d\cdot V_0$

$I_0 = \frac{BdV_0}{R}$

$F = I_0 B L = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$

$a_0 = \frac{B^2 d^2 V_0}{Rm}$

$a(t) = -\frac{B^2 d^2 V(t)}{Rm}$

$x'' = \frac{B^2 d^2 x'}{Rm}$

$V' = \frac{B^2 d^2}{Rm} V$

$V = V_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t}$

$$\int_0^{t_1} V_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t} dt = \frac{d}{5}$$

$$-V_0 \frac{Rm}{B^2 d^2} e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t}\Big|_0^{t_1} = \frac{d}{5}$$

$$V_0 \frac{Rm}{B^2 d^2}\left(1 - e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t_1}\right) = \frac{d}{5}$$

$$V_0 - V_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t_1} = \frac{B^2 d^3}{5Rm}$$

$F = \frac{B^2 d^2 V(t)}{R}$

$a(t) = \frac{B^2 d^2 V(t)}{Rm}$

$V = V_1 e^{\frac{B^2 d^2}{Rm} t}$

$\cancel{V_1(1 - e^{B^2 d^2}}$

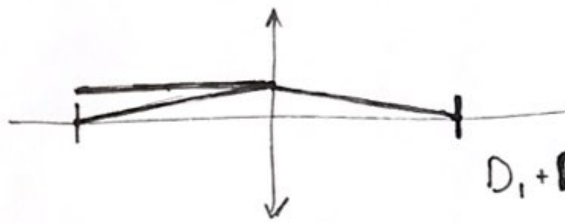
$V_1\left(e^{\frac{B^2 d^2}{Rm} t_1} - 1\right) = \frac{B^2 d^3}{5Rm}$

$V_2 = V_1 + \frac{B^2 d^3}{5Rm} = V_0$

$V_1 = V_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t_1} = V_0 - \frac{B^2 d^3}{5Rm}$

5. Пусть у линзы оптическая сила $D_1$, $D_2$, а у глаза $D$.

Тогда



$D_1 + D = 4 + D$

$D_1 = 4$

~~$D_1 + D_{норм}$~~

$D_1 + D = 4 + D_{норм}$

$D_1 = 4 + D_{норм} - D$

$D_2 + D = D_{норм}$

$D_1 = 4 + D_2$

$\frac{D_1}{D_2} = 3$

$3D_2 = 4 + D_2$

$D_2 = 2$

$D_1 = 6$

$D = \frac{1}{x} + D_{норм}$

$D = \frac{1}{x} + D + D_2$

$\frac{1}{x} = -D_2$

$x = -\frac{1}{D_2} = -\frac{1}{2}$ м

$D = \frac{1}{x} + D_{норм}$

$D = \frac{1}{x} + D_2$

$\frac{1}{6}$ м $= x$

$\frac{D_2}{D_1} = 3$

$D_2 = 3D_1$

$D_1 = 4 + 3D_1$

$D_1 = -2$

$D_2 = -6$

$D_x + D = 2 + D_{норм}$

$D_x + \cancel{D} = 2 + D_2 + \cancel{D}$

$D_x = 2 + D_2 = -4$