# Часть 1

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

Шифр: **21200888**

ID профиля: **830448**

Вариант 5

1 Дано

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

$\cos\beta = \frac{4}{5}$

$H$

$m$, $13m$

---

$a$ - ?

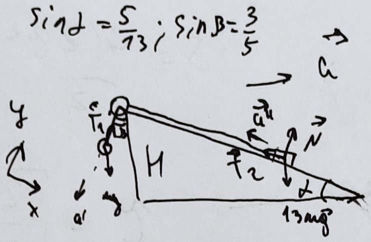
$a'$ - ?

$\tau$ - ?

## Чистовик

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$; $\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha}$

$\sin\alpha = \frac{5}{13}$; $\sin\beta = \frac{3}{5}$



так нить натянута по оси $\vec a'' = a'$

$T_1 = T_2 = T$

по 2 закону Ньютона:

$m.:\ \vec T_1 + m\vec g = m\vec a + m\vec a'$; $Oy:\ T - mg\cos\beta = -ma' + ma\sin\beta$

$Ox:\ mg\sin\beta = ma\cdot\cos\beta$; $a = g\,tg\beta = \frac{3}{4}g$

$a' = mg\cos\beta + ma\sin\beta - \frac{T}{m}$

бр.: $\vec N + 13m\vec g + \vec T_2 = 13m\vec a + 13m\vec a''$

$Oy:\ N - 13mg\cdot\cos\alpha = 13ma\sin\alpha$

$N = 13mg(\cos\alpha + \frac{3}{4}\sin\alpha)$

$Ox:\ -T = 13ma\cos\alpha - 13ma''$; $T = 13ma' - 13ma\cos\alpha$

$a' = g\cos\beta + a\sin\beta - 13a' + 13a\cos\alpha$

$14a' = g(\cos\beta + \frac{3}{4}\sin\beta + 13\cdot\frac{3}{4}\cos\alpha)$

$a' = \frac{g}{14}(\cos\beta + \frac{3}{4}\sin\beta + 13\cdot\frac{3}{4}\cos\alpha)$

$a' = \frac{g}{14}\left(\frac{4}{5} + \frac{3}{4}\cdot\frac{3}{5} + \frac{\cancel{13}\cdot 3}{\cancel{4}}\cdot\frac{\cancel{12}^{3}}{\cancel{13}}\right) = \frac{g}{14}\cdot 10{,}25 \approx$

$\approx 0{,}732g$

Продолжение на другой стр.

1 продолжение Чистовик

$$S = \frac{H}{\cos\beta}; \qquad S = \frac{a' \tau^2}{2}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2S}{a'}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{\cos\beta\, a'}} = \sqrt{\frac{5H}{2a'}} \approx 1{,}848\sqrt{H}$$

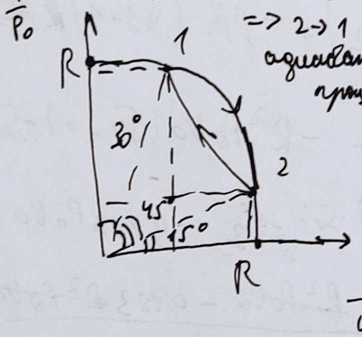
Ответ: $0{,}75g$; $0{,}732g$; $1{,}848\sqrt{H}$

21200888 (U830448 M1268368)

| |
|---|
| 2 |
| $\frac{T_1}{T_2}$ - ? |
| $\angle\beta$ - ? |
| $\frac{A_{1}}{A_{12}}$ - ? |

# Чистовик

для $2\to1$: $Q\to0$ $\Rightarrow$ $2\to1$ адиабатический процесс




$\frac{P}{P_0}$, $\frac{V}{V_0}$

R - радиус

по закону Менделеева-Клапейрона:

$PV=\nu RT$

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

$P_1 = R\cdot P_0\cdot\cos30°$; $V_1 = R\cdot V_0\cdot\sin30°$;

$P_2 = R P_0\cdot\sin15°$; $V_2 = R V_0\cdot\cos15°$; $\frac{T_1}{T_2}=\frac{\cancel{R^2P_0V_0}\cdot\sin30°\cdot\cos30°}{\cancel{R^2P_0V_0}\cdot\sin15°\cdot\cos15°}$

$=\frac{\sin30°\cdot\cos30°}{\sin15°\cdot\cos15°}$; $\sin2x=2\sin x\cdot\cos x$; $\sin15°\cdot\cos15°=\frac{\sin30°}{2}$;

$$\frac{T_1}{T_2}=\frac{2\cancel{\sin15°}\cdot\cancel{\cos15°}\cdot\cos30°}{\cancel{\sin15°}\cdot\cancel{\cos15°}}=2\cdot\cos30°=2\cdot\frac{\sqrt3}{2}=\sqrt3\approx$$

$\approx1{,}732$; $C=\frac{Q}{\Delta T}=0$, если $Q=0$ - адиабатический процесс

по 1 закону термодинамики: $Q=\Delta U+A$; т.1 - начало процесса $\Rightarrow$ $C=0$ в т.2 $\Rightarrow$ $\sin\beta\approx0{,}25882$; $P_1V_1=\sqrt3 P_2V_2$

$A_{21}+\Delta U_{21}=0 \Rightarrow A_{21}=-\Delta U_{21}=-\nu R\Delta T$; $A_{12}$ посчитаем как площадь под графиком $PV$: $A_{12}=R^2\cdot P_0V_0\cdot\frac{45°}{360°}\cdot\pi+\frac{P_2V_2}{2}$

$-\frac{P_1V_1}{2}=R^2\cdot P_0V_0\cdot\frac{\pi}{8}+P_2V_2\left(\frac{1-\sqrt3}{2}\right)=R^2P_0V_0\frac{\pi}{8}+R^2P_0V_0\cdot\sin15°\cdot\cos15°\left(\frac{1-\sqrt3}{2}\right)=$

$=R^2P_0V_0\left(\frac{\pi}{8}+\frac{\sin30°}{2}\left(\frac{1-\sqrt3}{2}\right)\right)\approx0{,}3R^2P_0V_0$

продолжение на другом листе

2 продолжение Чистовик

$$A_{21} = -\nu R(T_1 - T_2) = -\nu R(\sqrt{3}-1) \cancel{R\,P_0V_0} T_2 =$$

$$= -P_2V_2(\sqrt{3}-1) = -R^2 P_0 V_0 (\sqrt{3}-1) \sin 15^\circ \cdot \cos 15^\circ =$$

$$= -R^2 P_0 V_0 (\sqrt{3}-1) \cdot \frac{\sin 30^\circ}{2} \frac{1}{2} -0{,}183 P_0 V_0 R^2$$

$$\frac{A}{A_{12}} = \frac{A_{12}+A_{21}}{A_{12}} = \frac{0{,}3\,\cancel{R^2 P_0 V_0} - 0{,}183\,\cancel{R^2 P_0 V_0}}{0{,}3\,\cancel{P_0 V_0 R^2}} = 0{,}39$$

Ответ 1,732; 0,25882; 0,39

21200888 (U830448 M1268368)

4

продолжение на друго

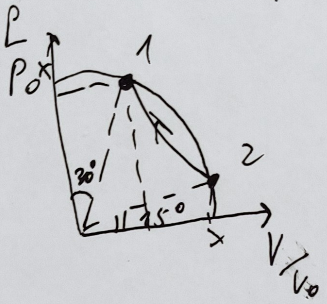
2

# Черновик

$PV = \nu R T$

$x - R$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2}$




$P_1 = \cancel{P_0 x} \cdot \cos 30°$

$V_1 = V_0 x \cdot \sin 30°$

$P_2 = \cancel{x} P_0 \cdot x \sin 15°$

$V_2 = P_0 \cdot x \cdot \cos 15°$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{\sin 30° \cdot \cos 30°}{\sin 15° \cdot \cos 15°} = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}8660254}{0{,}25882 \cdot 0{,}965926} =$$

$$= \frac{0{,}4330127}{0{,}2500001} \approx 1{,}73 = \sqrt{3}$$

$C = 0$ если $\Delta Q \not\sim \Delta T \Rightarrow \Delta U = 0, \Delta Q = A$

$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = 0$ $\Delta Q = 0$ - адиабата

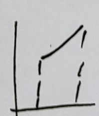
$2 \to 1$ - адиабата ;

$\Rightarrow C = 0$ для $1 \to 2$ в точке 2 ; $\beta = 15°$

$\sin \beta \approx 0{,}25882$

$A = A_{12} + A_{21}$ ; $A_{12} = x^2 P_0 V_0 \cdot \frac{1}{8}\pi + \frac{P_2 V_2}{2}$

$A_{21} = -\Delta U_{21} = \nu R \Delta T = \nu R$



1,73205
$-0{,}36603$ $\cdot = -0{,}09151$

1

Черновик

Дано

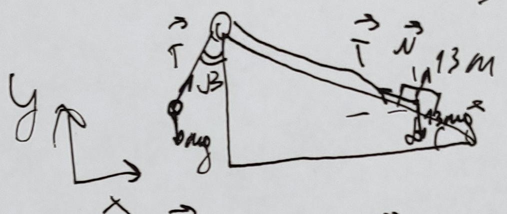
$\cos\alpha = \frac{12}{13}$

$m, 13m$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$

$\sin\beta = \frac{3}{5}$

$\sin\alpha = \frac{5}{13}$




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

$O_x: T\sin\beta = ma$

$a = \frac{T\sin\beta}{m}$; $T\cos\beta = mg$

$T = \frac{mg}{\cos\beta}$

$a = \frac{\cancel{m}g\,tg\beta}{\cancel{m}} = g\,tg\beta = 0{,}75g$

$\frac{4}{\cancel{12}}\frac{5}{13}\frac{3}{\cancel{5}}$

$T = \frac{ma}{\sin\beta}$; $-T\cos\alpha + N\sin\alpha = 13ma + 13ma'$

$N\cos\alpha = 13mg$

$-\frac{ma \cdot \cos\alpha}{\sin\beta} + 13mg\,tg\alpha = 13ma + 13ma'$

$-\frac{20ma}{13} - \frac{169}{13}ma + 13mg\,tg\alpha = 13ma'$

$13a' = \frac{13 \cdot 5}{12}g - \frac{189}{13}a = \frac{65}{12}g - \frac{3 \cdot 189}{4 \cdot 13}g$

$a' = \frac{\frac{65}{12} - \frac{567}{52}}{13}g = -\frac{3424}{8112}g \approx -0{,}422g$

0,3896222

~~Дан~~

~~Чистовик~~

Черновик

1

Дано

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

$\cos\beta = \frac{4}{5}$

$m, 13m$

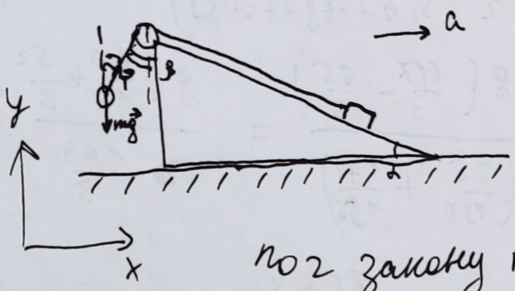
$a - ?$

$a' - ?$

$\tau - ?$

$\sin^2 x + \cos^2 x = 1 \Rightarrow \sin x = \sqrt{1-\cos^2 x}$

$\sin\alpha = \frac{5}{13}$; $\sin\beta = \frac{3}{5} \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{5}{12}$; $\operatorname{tg}\beta = \frac{3}{4}$

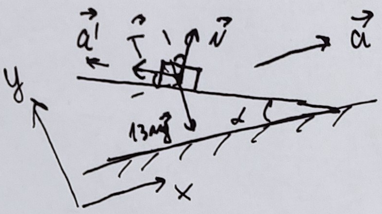



по 2 закону Ньютона: (1)

шарик: $\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$; $Oy: T\cdot\cos\beta = mg$; $T = \frac{mg}{\cos\beta}$

$Ox: T\cdot\sin\beta = ma$; $a = \frac{T\sin\beta}{m} = \frac{\sin\beta\, mg}{\cos\beta\, m} = g\operatorname{tg}\beta = \frac{3}{4}g$ (2)

рассмотрим брусок:




~~Нужно~~

Брусок: $\vec{T} + \vec{N} + 13m\vec{g} =$

$= 13m\vec{a} + 13m\vec{a'}$; $Ox: N\sin\alpha - T\cos\alpha = 13ma - 13ma'\cos\alpha$

~~$Oy: N\cos\alpha = 13mg$, используя (1) и (2) получим:~~

~~$13mg\operatorname{tg}\alpha - mg\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{39}{4}mg - 13$~~

$Oy: N\cos\alpha - 13mg = 13ma'\sin\alpha$; используя (1) и (2), получим:

$N = \frac{13m(g + a'\sin\alpha)}{\cos\alpha}$; $13m(g + a'\sin\alpha)\operatorname{tg}\alpha - \frac{mg\cos\alpha}{\cos\beta} =$

$= \frac{39mg}{4} - 13ma'\cos\alpha$; $13ma'\sin\alpha\operatorname{tg}\alpha + 13ma'\cos\alpha =$

$= \frac{39mg}{4} - 13mg\operatorname{tg}\alpha + \frac{mg\cos\alpha}{\cos\beta}$

продолжение на другом месте

# Часть 2

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

Шифр: **21200888**

ID профиля: **830448**

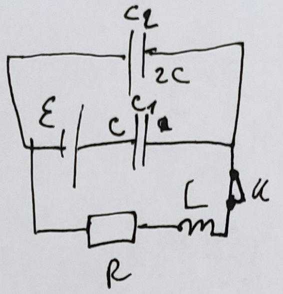
Вариант 5

3 Дано

$C_1 = C$
$C_2 = 2C$
$\mathcal{E}, R, L$

$V - ?$
$Q - ?$
$I_1 - ?$

Чистовик




Изначально ключ разомкнут, конденсаторы подключены последовательно

$q = q_1 = q_2$; $C = \frac{C \cdot 2C}{C + 2C} = \frac{2}{3}C$

$C = \frac{q}{U}$

$\frac{U_{C1}}{U_{C2}} = \frac{2C}{C} = \frac{2}{1}$; $U_{C1} = \frac{2\mathcal{E}}{3}$; $U_{C2} = \frac{\mathcal{E}}{3}$; $q = \frac{2}{3}C\mathcal{E}$

К замыкают: заряд с $C_1$ переходит на $C_2$ и ток через $C_2$ больше не потечет т.к. он полностью заряжен и $q_2' = \frac{4}{3}C\mathcal{E}$; Сразу после замык.

$(\Delta t \to 0)$ $\mathcal{E}_i = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$, где $I \approx \frac{\mathcal{E}}{R}$; $\mathcal{E}_i \to \mathcal{E}_{imax} = \mathcal{E} \Rightarrow V \to 0$

$V \approx 0$; по закону потери энергии:

$\mathcal{E}q' = \frac{C\mathcal{E}^2}{9 \cdot 2} + \frac{LI^2}{2} + Q$; $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$; $q' = \frac{C\mathcal{E}}{3}$;

$Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{3} - \frac{C\mathcal{E}^2}{9 \cdot 2} - \frac{L\mathcal{E}^2}{2R^2} = \frac{5C\mathcal{E}^2}{18} - \frac{9L\mathcal{E}^2}{18R^2} = \frac{\mathcal{E}^2}{18}\left(5C - \frac{9L}{R^2}\right)$

т.к. ток через $C_2$ больше не потечет, а $C_1$ посл. подключен к $L$, то $I_1 = I_0$

Ответ: 0; $\frac{\mathcal{E}^2}{18}\left(5C - \frac{9L}{R^2}\right)$; $I_0$

21200888 (U830448 M1268369)

Чистовик

4 Дано

$d$, $b = 2d$

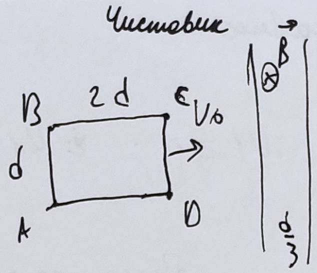
$V_0$, $R$, $m$

$B$, $H = \frac{d}{3}$

$a_1$ - ?

$V_1$ - ?

$V_2$ - ?




в момент вхождения рамки в маг. поле там оказывается только CD

тогда по правилу Ленца начнёт потечет ток из DBC, значит ток потечет и по всей рамке против часовой стрелки; возникнет сила Ампера $F_A = BIl\cdot\sin 90°$

$l = d$; $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R} = \frac{B\Delta S}{\Delta t R} = \frac{BV_0 d}{R}$

$F_A = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$; $a_1 = \frac{F_A}{m} = \frac{B^2 d^2 V_0}{Rm}$

далее взаимодействие поля с отрезками ∈ отрезку CD будет ~~не~~ взаимокомпенсироваться; $\cancel{a = k V_0,\ a = \frac{B^2 d^2}{Rm}}$ - const.

$\cancel{V = V_0 - a_1 t = V_0 - kVt;\ V(1+kt) = V_0,\ \frac{d}{3} = V_0 t - \frac{a_1 t^2}{2}}$

$a_1 = kV_1$, $k = \frac{B^2 d^2}{Rm}$ - const. $V_1 = V_0 - a_1 t = V_0 - kV_1 t$

$\frac{d}{3} = V_0 t - \frac{kV_1 t^2}{2}$; $\frac{kV_1}{2} t^2 - V_0 t + \frac{d}{3} = 0$; $D = V_0^2 - \frac{2kV_1 d}{3}$

$t = \frac{V_0 - \sqrt{V_0^2 - \frac{2kV_1 d}{3}}}{kV_1}$; берём меньший, т.к. рамка не будет возвращаться и больший корень не уд. физ. смыслу зад.

$V_1 + \frac{kV_1}{kV_1}\left(V_0 - \sqrt{V_0^2 - \frac{2kV_1 d}{3}}\right) = V_0$

$V_1 = \sqrt{V_0^2 - 2\frac{kV_1 d}{3}}$

продолжение на друг. стр.

Чистовик

4. продолжение

$V_1^2 = V_0^2 - \frac{2kV_1 d}{3}$ $\qquad V_1 \geq 0;\ V_1 < \frac{3V_0^2}{2kd}$

$V_1^2 + \frac{2kd}{3}V_1 - V_0^2 = 0$ $\qquad$ берем полож. корень т.е больший т.к $V_1 \geq 0$

$D = \frac{4k^2d^2}{9} + 4V_0^2$; $V_1 = \frac{-\frac{2kd}{3} + 2\sqrt{\frac{k^2d^2}{9} + V_0^2}}{2} =$

$= \frac{kd}{3} + \sqrt{\frac{k^2d^2}{9} + V_0^2}$

$V_1 = \frac{B^2d^3}{3Rm} + \sqrt{\frac{B^4d^6}{9Rm} + V_0^2}$, CD - выходит из поля потом

далее насл. $(2d - \frac{2d}{3})$ рамка проходит с $V_1$, потом AB заходит в магн. поле.

$V_2$ - аналогично, только мы ищем по всей рамке уже по часовой стрелки и из A в B на участке AB

вместо $V_1 - V_2$, вместо $V_0 - V_1$

$$V_2 = \frac{B^2d^3}{3Rm} + \sqrt{\frac{B^4d^6}{9Rm} + \left(\frac{B^2d^3}{3Rm} + \sqrt{\frac{B^4d^6}{9Rm} + V_0^2}\right)^2}$$

Ответ: $\frac{B^2d^2V_0}{Rm}$; $\frac{B^2d^3}{3Rm} + \sqrt{\frac{B^4d^6}{9Rm} + V_0^2}$;

$$\frac{B^2d^3}{3Rm} + \sqrt{\frac{B^4d^6}{9Rm} + \left(\frac{B^2d^3}{3Rm} + \sqrt{\frac{B^4d^6}{9Rm} + V_0^2}\right)^2}$$

21200888 (U830448 M1268369)

Чистовик

5 Дано

$d = 25$ см

$\frac{D_1}{D_2} = 2$

$x - ?$

$D_1 - ?$

$d' = 50$ см

$D' - ?$

по формуле тонкой линзы: изобр. мнимое т.к близорукие носят рассеивающие линзы

$D_2 = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$; $\frac{1}{f} = \frac{1 - D_2 d}{d}$;

$D_1 = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{f}$; $D_1 = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{d} + D_2$

объект наблюдения далеко

$2D_2 - D_2 = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{d}$; $\frac{1}{\infty} \to 0$

$D_2 = 0 - \frac{1}{d} = -\frac{1}{d}$; $D_2 = \frac{-1}{0{,}25м} =$

$= -4$ Дптр $\Rightarrow D_1 = -8$ Дптр;

т.к линза вплотную к глазу подсл., то можем воспользоваться правилом сложения линз $D_{сум} = D_1 + D_2$

1 Дптр - нормальное зрение

$1 = D_4 + D_2$; $D_4 = 5$ Дптр; ~~$D_4 = \frac{1}{x} + \frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{d} - D_2$~~ изобр. действ.

~~$D_4 + D_2 = \frac{1}{x} + \frac{1}{d}$~~; ~~$\frac{1}{x} = 1$ Дптр~~ на практике изобр. мнимое, выяснено

~~$\frac{1}{x} = \frac{1}{D_4 + D_2 - \frac{1}{d}} = \frac{1}{1 \text{Дптр} -}$~~; $D_4 = \frac{1}{x} - \frac{1}{f}$

$D_4 = \frac{1}{x} - \frac{1}{d} + D_2$; $D_4 - D_2 = \frac{1}{x} - \frac{1}{d}$; $\frac{1}{x} = \frac{1}{D_4 - D_2 + \frac{1}{d}} =$

$= \frac{1}{5 \text{Дптр} + 4 \text{Дптр} + 4 \text{Дптр}} \approx 0{,}07692 м \approx 7{,}7$ см

$D' = \frac{1}{d'} - \frac{1}{f}$; $D' = \frac{1}{d'} + D_2 - \frac{1}{d}$; $D' = \frac{1}{0{,}5м} - 4 \text{Дптр} - 4 \text{Дптр} =$

$= -6$ ДПтР

Ответ: 7,7 см; −8 Дптр; −6 Дптр;

21200888 (U830448 M1268369)

Черновик

$d = 25$ см

$\frac{D_1}{D_2} = 2$

$x$ - ?

$D_1$ - ?

$d' = 6$ см

$D'$ - ?

$D_2 = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $\frac{1}{f} = \frac{D_2 d - 1}{d}$

$f = \frac{d}{D_2 d - 1}$

$D_1 = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} + \frac{D_2 d - 1}{d}$

$D_1 = \frac{1}{\infty} + D_2 - \frac{1}{d}$

$D_2 = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{d}$

$D_2 = -4$ дптр

$D_1 = -8$ дптр

$D_2 = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$; $\frac{1}{f} = \frac{1 - D_2 d}{d}$

$f = \frac{d}{1 - D_2 d}$; $D_1 = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{f}$

$D_1 =$

$D_4 = 4$ дптр; $D_4 = \frac{1}{x} + \frac{D_2 d + 1}{d}$

$\frac{1}{x} = D_4 - D_2 + \frac{1}{d}$

$x = \frac{1}{8\ дптр + 4\ дптр}$

~~[illegible]~~ Черновик

4. Дано

$d,\ b=2d$

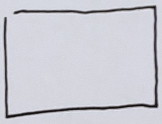
$V_0,\ R,\ m$

$B,\ H=\frac{d}{3}$

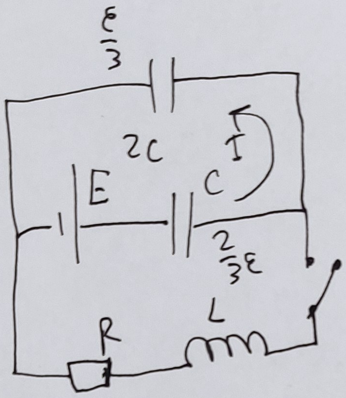
$a_1-?$

$V_1-?$

$V_2-?$

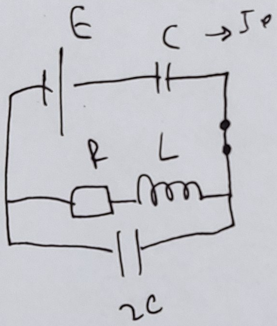


# Черновик




ключ замыкают

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}-\mathcal{E}_i}{R}$$




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

$$q = \frac{2}{3}C\mathcal{E}$$

$$\mathcal{E}q = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{L\mathcal{E}^2}{2R^2} + Q$$

Черновик

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + A_n$$

$A_n =$

$\cancel{\Phi} R_i =$

$a_1 = kV$; $V = V_0 - a_1 t$

$$\frac{d}{3} = V_0 t - \frac{kVt^2}{2}$$

$$\frac{kV}{2}t^2 - V_0 t + \frac{d}{3} = 0 \qquad D = V_0^2 - \frac{2kVd}{3}$$

$$t = \frac{V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2\frac{kVd}{3}}}{kV}$$

$$V + \frac{kV}{kV}\left(V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2\frac{kVd}{3}}\right) = V_0$$

$$V - \sqrt{V_0^2 - 2\frac{kVd}{3}} = 0$$

$$V^2 = V_0^2 - 2\frac{kVd}{3}; \quad // \quad V_0^2 > 2\frac{kVd}{3}$$

$$K = \frac{B^2 d^2}{Rm}$$