Часть 1

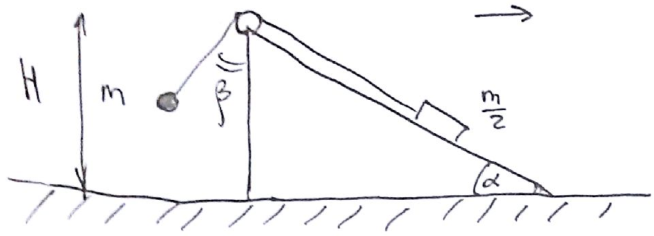
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202380**

ID профиля: **316878**

Вариант 7

Чистовик $\boxed{1}$



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

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

1) a – ?

2) $a_{бр.отн.кл}$ – ?

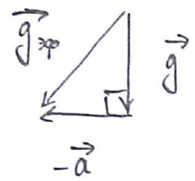
3) $\tau_ш$ – ?

Решение

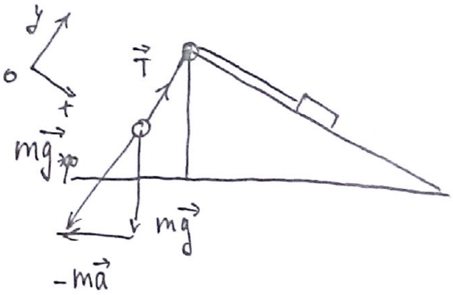
1) Перейдем в СО движ. с ускорением $\vec a$ (вправо)

Тогда имеет смысл понятие "эффективного" ускорения своб. падения":

(для нашей СО для учета $F_{инер.}$)



2) Тогда:



(II ЗН для шарика (в ЛСО) $\vec T + m\vec g = m\vec a$)

т.к. в нашей СО на шарик не действ. силы по OX =>

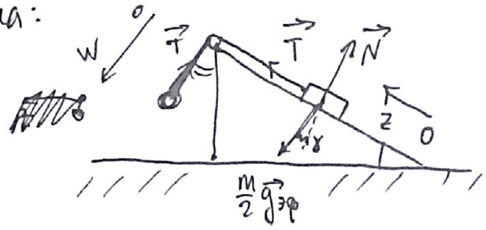
=> $m\vec g_{эф} \uparrow\downarrow \vec T$ =>

=> $(m\vec g_{эф} \hat{\ } \vec g) = \beta$ =>

=> $\frac{a}{g} = tg\beta = \frac{4}{3}$ => $\boxed{a = \frac{4}{3} g}$

3) В СО клина:

$\gamma = \beta - \alpha$



II ЗН (OZ): (для бруска)

$m a_{отн} = T + \frac{m}{2} g_{эф} \cdot \sin(\beta - \alpha)$

~~$m g_{эф}$ / II ЗН (OW) (для шарика)~~

=> II ЗН (OW) для шарика, т.к. он связан нитью с бруском у них один. вел. $|a|_{отн}$

=> $\begin{cases} m g_{эф} - T = m a_{отн} \\ m a_{отн} = T + \frac{m}{2} g_{эф} \cdot (\sin\beta\cos\alpha - \cos\beta\sin\alpha) \end{cases}$ =>

=> $2 m a_{отн} = m \cdot g_{эф} + \frac{m}{2} \cdot g_{эф} \cdot \sin\beta\cos\alpha - \frac{m}{2} g_{эф} \cdot \cos\beta\sin\alpha$

$a_{отн} = \frac{g_{эф}}{2} + \frac{g_{эф}}{4} \cdot \sin\beta\cos\alpha - \frac{g_{эф}}{4} \cdot \cos\beta\sin\alpha = \frac{g_{эф}}{4}\left(2 + \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{13} - \frac{3}{5} \cdot \frac{12}{13}\right)$

Чистовик [1] (продолжение)

$$a_{отн} = \frac{g_{эф}}{4}\left(2 + \frac{4}{13} - \frac{36}{65}\right)$$

$$a_{отн} = \frac{g_{эф}}{4}\left(\cancel{\frac{130}{65}} \frac{130}{65} + \frac{20}{65} - \frac{36}{65}\right) = \frac{g_{эф}}{4}\left(\frac{114}{65}\right) = \frac{g_{эф}\cdot 114}{260} =$$

$$= \boxed{g_{эф}\cdot\frac{57}{130}} = \cancel{g_{эф}\ \frac{3}{10}}$$

4) $g_{эф}$ (по Th Пифагора) $= \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{g^2 + \frac{16}{9}g^2} = \boxed{g\,\frac{5}{3}}$

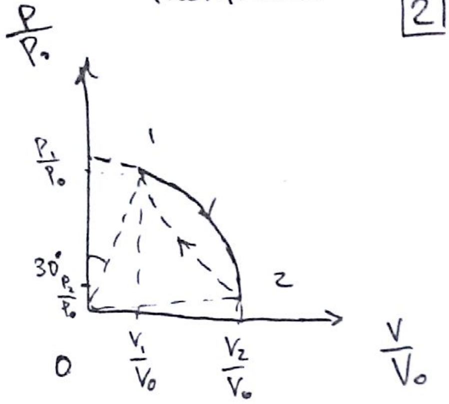
$$\Rightarrow \boxed{a_{отн.\ иск}} = g\cdot\frac{5}{3}\cdot\frac{57}{130} = \boxed{g\cdot\frac{19}{26}}$$

5) $\tau_{пад}$: шарику нужно с ускорением $a_{отн}$ и нулевой начальной скоростью пройти путь $S = \frac{H}{\cos\beta}$

$$\Rightarrow \frac{H}{\cos\beta} = \frac{a_{отн}\tau^2}{2} \Rightarrow \boxed{\tau} = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн}\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H\cdot 26\cdot 5}{19g\cdot 3}} = \boxed{\sqrt{\frac{260}{57}\cdot\frac{H}{g}}}$$

<u>Ответ</u>: $\boxed{a_1 = \frac{4}{3}g} \approx 13{,}3\,(м/с^2)$; $\boxed{a_{отн} = \frac{19}{26}g} \approx 7{,}3\,(м/с^2)$; $\boxed{\tau} = \sqrt{\frac{260}{57}\frac{H}{g}} = \boxed{2\sqrt{\frac{65}{57}\frac{H}{g}}}$

Чистовик $\boxed{2}$



Решение

1) $\frac{P_1 V_0}{P_0 V_1} = \mathrm{tg}\, 60°$

2) $\frac{P_2 V_0}{P_0 V_2} = \mathrm{tg}\, 15°$

3) $\left.\begin{matrix} P_1V_1 = \nu R T_1 \\ P_2V_2 = \nu R T_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \nu R(T_1 - T_2) = P_1V_1 - P_2V_2$

Тогда т.к. 1й участок - окружн. $\Rightarrow \left|\begin{matrix} \cancel{\frac{P_1}{P_0 \cos 60°}} \;\; \frac{P_1}{P_0 \cos 30°} = \frac{P_2}{P_0 \sin 15°} \\ \frac{V_1}{V_0 \cos 60°} = \frac{V_2}{V_0 \cos 15°} \end{matrix}\right.$

$$\Rightarrow \begin{cases} \nu R(T_1 - T_2) = P_2 \cdot \frac{\cos 30°}{\sin 15°} \cdot V_2 \cdot \frac{\cos 60°}{\cos 15°} - P_2V_2 = P_2V_2\left(\frac{\cos 60° \cdot \sin 60°}{\cos 15° \cdot \sin 15°} - 1\right) \\ \nu R T_2 = P_2 V_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boxed{\alpha} = \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \boxed{\left(\frac{\cos 60° \cdot \sin 60°}{\cos 15° \cdot \sin 15°} - 1\right)}$$

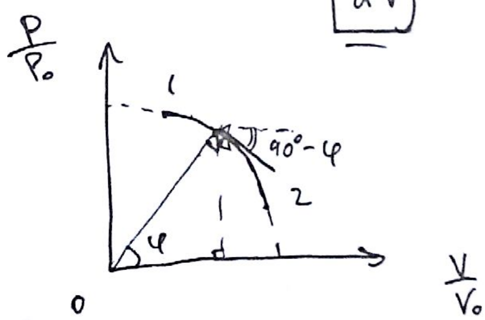
$$\boxed{\alpha} = \left(\frac{\sqrt{3} \cdot 2}{4 \cdot \sin 30°} - 1\right) = \boxed{\sqrt{3} - 1}$$

4) $C = 0 = \frac{dQ}{dT} \Rightarrow dQ = 0 \Rightarrow$ адиабата $\Rightarrow$

$\Rightarrow PV^{\gamma} = \mathrm{const}$; $\boxed{\gamma} = \frac{C_p}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \boxed{\frac{5}{3}}$ (одноатом. газ)

$\Rightarrow \boxed{P \cdot \frac{5}{3} \cdot V^{\frac{2}{3}} dV + V^{\frac{5}{3}} \cdot dP = 0}$ (продифф.)

$\Rightarrow \boxed{\frac{dP}{dV}} = -\frac{\frac{5}{3} P V^{\frac{2}{3}}}{V^{5/3}} = \boxed{-\frac{5}{3} \cdot \frac{P}{V}}$



$$\begin{cases} \mathrm{tg}\, \varphi = \frac{P V_0}{P_0 V} \\ \mathrm{tg}\,(90° - \varphi) = \cancel{\frac{5}{3} \cdot \frac{P}{V}} = \frac{1}{\mathrm{tg}\, \varphi} = \boxed{\frac{P_0 V}{P V_0}} = \end{cases}$$

$$= \frac{d\left(\frac{P}{P_0}\right)}{d\left(\frac{V}{V_0}\right)} = \frac{V_0}{P_0} \cdot \frac{dP}{dV} = \boxed{\frac{5}{3} \frac{P}{V} \cdot \frac{V_0}{P_0}}$$

3

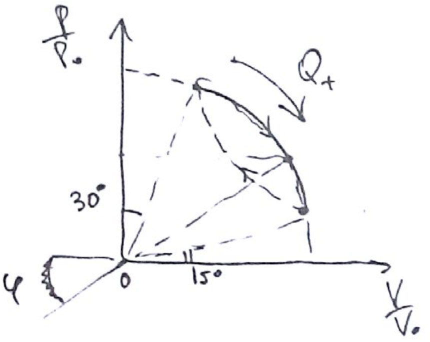
Чистовик $\boxed{2}$ (продолжение)

$$\Rightarrow \frac{5}{3}\cdot\frac{P}{V}\cdot\frac{V_0}{P_0} = \frac{P_0V}{PV_0} \Rightarrow \boxed{\left(\frac{P_0V}{PV_0}\right)^2 = \frac{5}{3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_0V}{PV_0} = \sqrt{\frac{5}{3}} \Rightarrow \frac{PV_0}{P_0V} = \boxed{\sqrt{\frac{3}{5}}} = \boxed{\operatorname{tg}\varphi}\ ; \ \varphi \approx 37^\circ \Rightarrow \text{точка } \exists.$$

3) $\eta = \frac{A}{Q_+}$; тепло подводят только до точки $C=0$

$$A = A_{12} - |A_{21}| = A_{12} - \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2)$$



$$Q_+ = A_+ + \Delta U_+$$

$$\frac{P_3V_0}{P_0V_3} = \operatorname{tg}\varphi = \sqrt{\frac{3}{5}}$$

(работа на участке где Q подв.)

$$Q_+ = A_+ + \frac{3}{2}(P_3V_3 - P_1V_1)$$

$$A = A_{12} - \frac{3}{2}(P_1V_1 - P_2V_2)$$

$$A = Q_{12} - \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) - \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1)$$

$$\boxed{A = Q_{12}}$$

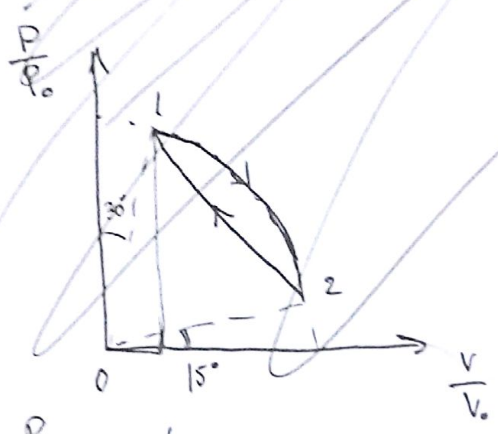
$$\boxed{\eta = \frac{Q_{12}}{Q_+}}$$

Ответ: 1) $\left|\frac{T_2 - T_1}{T_2}\right| = \sqrt{3} - 1$; 2) $\operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{3}{5}}\right)$; 3)

~~Чистовик~~ $\boxed{2}$

Черновик

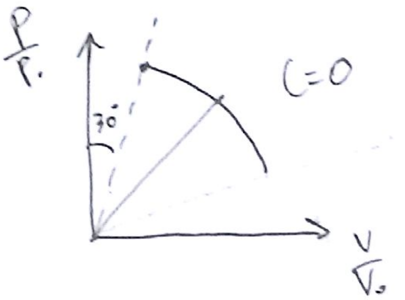
Решение



1) $A + \Delta U = Q$

$\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) =$

$\frac{P}{V} =$



$C=0$

$\frac{P_1}{P_0} = \frac{V_1}{V_0}\sqrt{3}$

$\frac{P_2}{P_0} = \frac{V_2}{V_0}\cdot 0{,}27 \; ; \; 0{,}27 = tg(15°)$

$\frac{P_0}{V_0}\cdot V_1^2\sqrt{3} - \frac{P_0}{V_0}V_2^2\cdot 0{,}27 = \nu R(T_1 - T_2)$

$C = \frac{dQ}{dT} = 0$

$2\frac{V_1}{\cancel{V_0}}\cdot\cos 15° = \frac{V_2}{\cancel{V_0}}$

$\frac{P_0}{V_0}\cdot\sqrt{3}\cdot\frac{V_2^2}{4\cos^2 15}$

$C=0 \qquad dQ=0$

$\Downarrow$

$A = -\Delta U$

$\frac{3}{2}\nu R\, dT = PdV$

$V_2^2\left(\frac{P_0}{V_0}\frac{\sqrt{3}}{4\cos^2 15°} - \frac{P_0}{V_0}\cdot 0{,}27\right) = \nu R\Delta T$

$\frac{P_0}{V_0}V_2^2\cdot tg15 = P_2V_2 = \nu R T_2$

$\frac{\Delta T}{T_2} = \frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{4\cos^2 15°} - tg15°\right)}{tg15°}$

$PV^{\gamma} = const$

$\frac{C_p - C}{C_V - C}$

$PV^{\frac{5}{3}} = const$

$\frac{\sqrt{3}}{4\cdot\cos 15°\cdot\sin 15°} - 1$

$\frac{3}{2}R$

$\frac{\sin 30°}{2}$

$A_{12} = Q_{12} - \frac{3}{2}\nu R$

$A = A_{12} - \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2)$

$A_{12} = Q_{12} - \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$

$dQ = dA + dU$

60 – 15

45 / 2 = 22,5

37 – 15 =

37

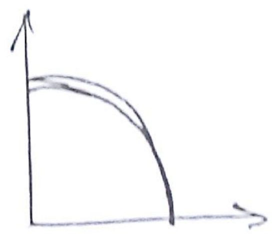
$\frac{1}{\gamma} \cdot \frac{5}{3} = \left(\frac{1}{\gamma}\right)^2$

Q_{12} –

37

$A_1 + \Delta U$

A_{12}



11:20

40 мин.

$tg\,\varphi = \frac{V_0}{P_0} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{dP}{dV}$

$tg(90° - \varphi) = dP$

$\frac{1}{tg\,\varphi} =$

$\frac{V_0}{P_0} \cdot \frac{dP}{dV}$

Часть 2

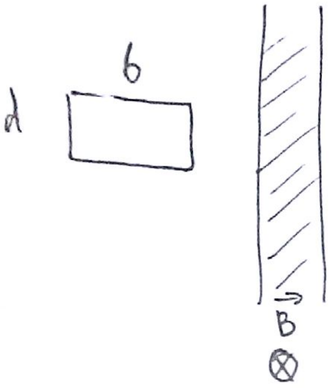
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202380**

ID профиля: **316878**

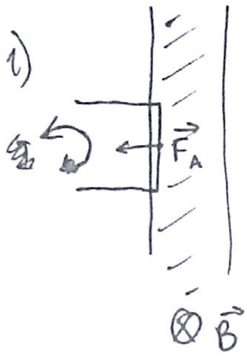
Вариант 7

Чистовик $\boxed{4}$



Решение

1)



при входе рамки в поле ее скорость все еще v

$$\Rightarrow \mathcal{E}_{инд} = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |\mathcal{E}_{инд}| = B\cdot\frac{dS}{dt} = B\frac{d\cdot dx}{dt} = \boxed{Bdv_0}$$

2) $\Rightarrow$ по рамке начинает течь ток $\boxed{I} = \frac{|\mathcal{E}_{инд}|}{R} = \boxed{\frac{Bdv_0}{R}}$

3) на короткую сторону рамки "вошедшую" в поле начинает действовать $F_A = BId = \frac{B^2d^2v_0}{R}$

$\Rightarrow$ по II ЗН для рамки $ma_{нач} = F_A \Rightarrow \boxed{a_{нач}} = \frac{F_A}{m} = \boxed{\frac{B^2d^2v_0}{Rm}}$ (напр. влево)

4) Тогда в общем случае (не только нач. мом.)

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

$$dv = -\frac{B^2d^2}{Rm}dx \Rightarrow \boxed{\Delta v = -\frac{B^2d^2}{Rm}\Delta x}$$

(Δx - пройден. путь правой стороной после нач. B)

$\Rightarrow$ при выходе правой стороны

$$\Delta x = \frac{d}{5} \Rightarrow \Delta v = -\frac{B^2d^3}{5Rm} \Rightarrow \boxed{v_{иск\,2} = v_0 - \frac{B^2d^3}{5Rm}}$$

5) ~~(до того как левая сторона рамки дойдет до поля будет работать тот тип движ., описанн. в п. 4)~~

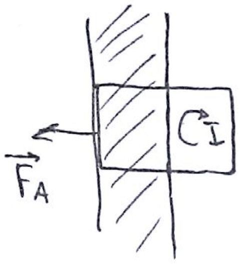
после того как правая сторона рамки вышла из поля $\frac{dS}{dt} = 0$

$\Rightarrow B\frac{dS}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{инд} = 0 \Rightarrow I = 0 \Rightarrow F_A = 0 \Rightarrow dv = 0$

Тогда до того как левая сторона рамки войдет в поле скорость рамки менятьcя не будет;

Чистовик $\boxed{4}$ (продолжение)

а как только левая сторона уйдет до поля:



$$|\mathcal{E}_{инд}| = \left|B\frac{dS}{dt}\right| = B\cdot d\cdot v$$

$$I = \frac{Bdv}{R}$$

$$F_A = \frac{B^2d^2v}{R}$$

$$a = \frac{B^2d^2v}{Rm} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = -\frac{B^2d^2}{Rm}\cdot\frac{dx}{dt}$$

$$\Delta v = -\frac{B^2d^2}{Rm}\cdot\Delta x\ ; \quad \Delta x = \frac{d}{5}$$

$$\Rightarrow \Delta v_x = -\frac{B^2d^3}{5Rm}$$

$$\Rightarrow \boxed{v_k} = v_{иск2} + \Delta v_x = \boxed{v_0 - \frac{2B^2d^3}{5Rm}}$$

Ответ: 1) $a_{кон} = \dfrac{B^2d^2v_0}{Rm}$; 2) $v_1 = v_{иск2} = v_0 - \dfrac{B^2d^3}{5Rm}$; 3) $v_k = v_2 = v_0 - \dfrac{2B^2d^3}{5Rm}$

Чистовик 5

Решение

Пусть x – расст. м/у хрусталиком глаза и сетчаткой,
~~Тогда~~ $D_{чт}$ – опт. сила линз для чтения
$D_{уд}$ – опт. сила линз для удал. наблюд.
$\frac{1}{F}$ = опт. сила самого хрусталика (F – фокус. расст. хруст)
$L = 25$ (см) $w = 50$ (см)

Тогда при чтении запишем ф-лу тонкой линзы для хрусталика человека, учитывая что оптич. сила хрусталика увеличилась на $D_{чт}$:

$$\boxed{\frac{1}{F} + D_{чт} = \frac{1}{L} + \frac{1}{x}}$$

Аналогично для удаленного наблюд. (расст. до предмета большое) ⇒ ⇒ лучи приходят от "беск. удал. ист" и собир. на сетчатке

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{F} + D_{уд} = \frac{1}{x}}$$

Из этих двух ур-ний:

$$\boxed{\frac{1}{L} = D_{чт} - D_{уд}} \Rightarrow D_{чт} > D_{уд} \Rightarrow \text{по усл.} \boxed{D_{чт} = 3D_{уд}}$$

Тогда $2D_{уд} = \frac{1}{L} \Rightarrow \boxed{D_{уд} = 2 \text{ (дптр)}}$ (т.к. $L = 0{,}25$ (м))

Когда человек читает без очков: $\frac{1}{F} = \frac{1}{x} + \frac{1}{d}$; ($d$ иск. расст. в п. 1)

$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{x} = -D_{уд}$ ⇒ для того чтобы свет от источника (без очков, только с помощью хруст) фокусировался на сетчатку глаза нужно чтобы источник был мним.
⇒ реальные предметы этот человек рассм. не может (чит. текст)

$$\frac{1}{F} + D_x = \frac{1}{x} + \frac{1}{w} \Rightarrow \boxed{D_x = 4 \text{ (дптр)}}$$

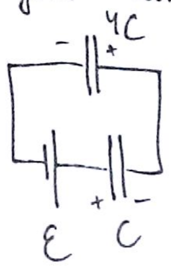
($\frac{1}{F}$ – нигде не меняется, т.к. хрусталик глаза "разучился" аккомод.)

Ответ: 1) ни скакого; $D_{уд} = 2$ (дптр); 2) $D_x = 4$ (дптр)

3

Чистовик $\boxed{3}$

1) Найдем начальные напряж. на конденсаторах:

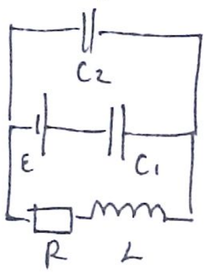


; т.к. изначально они не заряжены

$\Rightarrow$ после зарядки сумм. заряд. соед. пластин $= 0$.

$$\Rightarrow \frac{q}{4C} + \frac{q}{C} = \varepsilon \Rightarrow \boxed{q = \frac{4\varepsilon C}{5}} \Rightarrow \begin{cases} U_{1\,нач} = \frac{4}{5}\varepsilon \\ U_{2\,нач} = \frac{\varepsilon}{5} \end{cases}$$

2) Сразу после замыкания ключа заряд на конденсаторах измениться не успел $\Rightarrow$

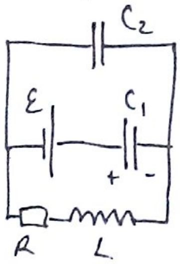


$$L\frac{dI}{dt} = \varepsilon - U_{1\,нач} = U_{2\,нач} = \frac{\varepsilon}{5}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon}{5L}}$$

(Падения напряж. на R нет, т.к. ток ч/з катушку мгновенно не может появиться)

3) Конечная ситуация:



$\boxed{U_{C_1} = \varepsilon}$

Тогда для всех процессов после замык. ключа вып. ЗСЭ:

$$\boxed{A_{вн} = Q + \Delta W}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} q_{c_1\,нач} = \frac{4}{5}\varepsilon C \\ q_{c_1\,кон} = \varepsilon C \end{matrix} \Bigg| \Rightarrow A_\varepsilon = \boxed{\frac{\varepsilon^2 C}{5}} = Q + \Delta W$$

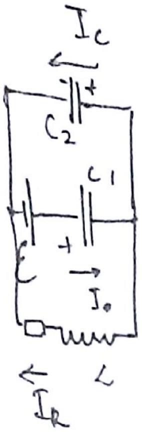
$$\Delta W = W_{кон} - W_{нач}$$

$$W_{кон} = \frac{C\varepsilon^2}{2}; \quad W_{нач} = \frac{C\cdot\varepsilon^2\cdot 16}{50} + \frac{4C\cdot\varepsilon^2}{50} \Rightarrow \boxed{\Delta W = \frac{C\varepsilon^2}{10}}$$

$$\Rightarrow \boxed{Q = \frac{C\varepsilon^2}{10}}$$

~~Ответ:~~

Чистовик $\boxed{3}$ (продолж.)



; I_R – ?

Решение

1) $I_0 = I_C + I_R$

$$I_0 = \frac{dq_{C_1}}{dt}$$

$$I_C = \frac{dq_{C_2}}{dt}$$

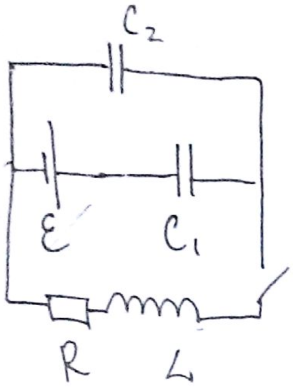
$$I_R^2 R + U_{C_1} I_0 + U_L I_R + U_{C_2} I_C = \mathcal{E} I_0$$

$$I_R^2 R + U_{C_1} \cdot I_0 + U_L I_R + U_{C_2} \cdot (I_0 - I_R) = \mathcal{E} \cdot I_0$$

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt}_{нач} = \frac{\mathcal{E}}{5L}$; 2) $Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{10}$; 3) $I_R = 2I_0$

5

Черновик



$C_1 = C$ —

$C_2 = 4C$

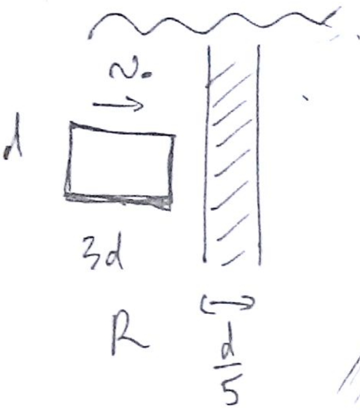
Решение

1) $L \cdot \frac{dI}{dt} = U_{кат}$

$I_c = -I_0$

$I_R = 2I_0$

$\frac{\mathcal{E} - U_{c_1} - U_{c_2}}{r}$



Решение

m

$\mathcal{E}_{инд} = -\frac{d\varphi}{dt} = -B \cdot d \cdot v$

$\frac{Bdv}{R} \cdot B d - F$

$a = \frac{B^2 d^2 v}{Rm}$

$\frac{dv}{dt} = \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot \frac{dx}{dt}$

$dv = \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot dx$

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

$\frac{\frac{4\varepsilon C}{5} + dq}{4C}$ $\quad \varepsilon + \frac{\frac{4\varepsilon C}{5} + dq}{C}$

$\frac{\varepsilon}{5} + \frac{dq}{4C}$; $\frac{q}{8}$ $\varepsilon + \frac{dq}{C} + \frac{\varepsilon}{5}$

$\frac{1}{x} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ $\quad \frac{1}{d} =$

$\boxed{D_{лин} = \frac{3}{50}}$

$D_{зд} = \frac{1}{50}$

$\Rightarrow 2D_{зд} = \frac{1}{25}$

$\frac{1}{25} = D_{лин} - D_{зд}$

$\frac{1}{\Pi} + D_{зд} = \frac{1}{x}$

$\frac{1}{\Pi} + D_{лин} = \frac{1}{x} + \frac{1}{25}$

$x_{(см)} \Rightarrow x_{курс.}$

$I_R^2 R + U_L I_L$

$I_R = I_0 + I_c$

$Q + I_0 dt$

Черновик

$\varepsilon + \frac{\frac{4\varepsilon C}{5} + dq}{C}$

$\frac{\frac{4\varepsilon C}{5} + dq}{4C}$

$\varepsilon + \frac{4}{5}\varepsilon + \frac{dq}{C} = \frac{\varepsilon}{5} + \frac{dq}{4C}$

Эх...

$\frac{4\varepsilon C}{5}$

1 час

1 пункт

ХММ...

$I_R \cdot R + \frac{L dI_R}{dt} = \varepsilon - U_{C_1}$

$I_c + I_R = I_0$

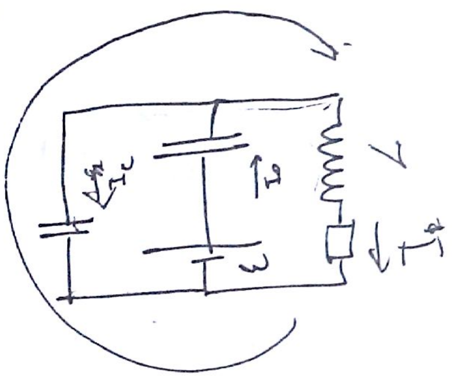
1) кирх.

2) $\frac{dq}{dt} \sim \frac{dI_R}{dt}$

$I_c =$

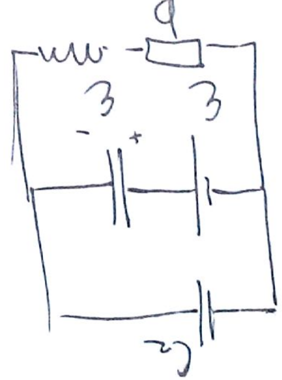
ε

шпик



I_0

ε



$\frac{4}{10}$

$\frac{2}{5}C\varepsilon^2$

200