Часть 1

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

Шифр: **21200524**

ID профиля: **138447**

Вариант 8

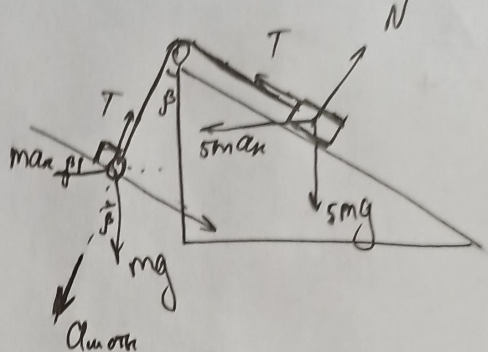
~~Чистовик~~ Черновик

~~Вариант~~

$ma_x \cos\beta = mg \sin\beta$

$a_x = g\, \cancel{c}tg\,\beta$

5'7



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

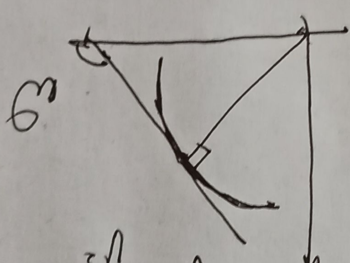
$\sin\alpha \sqrt{\frac{169-25}{169}} = \sqrt{\frac{144}{169}} = \frac{12}{13}$

$ctg\,\beta = \frac{5}{12}$

$a_{отн} \approx \frac{1029}{103}$ м/с^2 $= g \cdot \frac{2{,}9}{3} = g\frac{29}{30}$

$\times\frac{12}{12}$ 24 / 12^2 144

3,841



$g\frac{2}{3} = \frac{27+2}{3} = \frac{29}{3}$

$\frac{156}{29}$

$\frac{2 \cdot 30 \cdot 13}{29 \cdot 5} =$

3,846

$C = 0 = \frac{\delta Q}{\nu dT} \Rightarrow \delta Q = 0$

$p_1V_1 = \nu R T_1$

$p_2V_2 = \nu R T_2$

$T_1 - T_2 = \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{\nu R}$

$\frac{dp}{dV}$

$\frac{5}{2}\nu R\, dT + pdV = 0$

$\frac{5}{2}\nu R\, dT = -pdV$

$pV = \nu RT$; $T = \frac{pV}{\nu R}$

$\frac{5}{2}\nu R \frac{1}{\nu R} d(pV) = -pdV$

$dpV + dVp = -\frac{2}{5}pdV$

$dpV = \left(\frac{5}{5} - \frac{2}{5}\right)pdV$

$\frac{dp}{dV} = \frac{p}{V} \cdot \frac{3}{5}$

$pV = \nu RT$

$\frac{p}{V} = \frac{\nu RT}{V^2}$

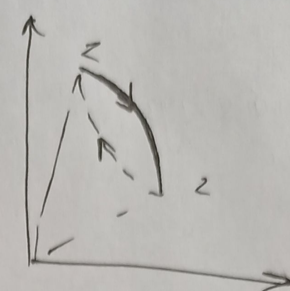
$\times\frac{26}{6}$ 156

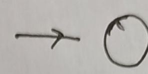
Черновик

$Q_{21} = 0$

$\eta = \frac{A}{Q_+}$

$Q_+ = Q_{12}$





Чистовик

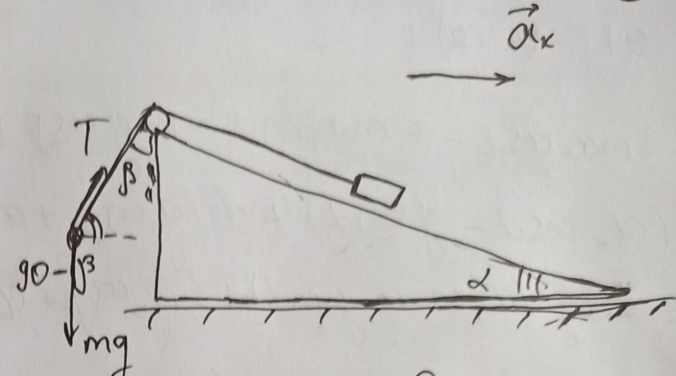
№ 1

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

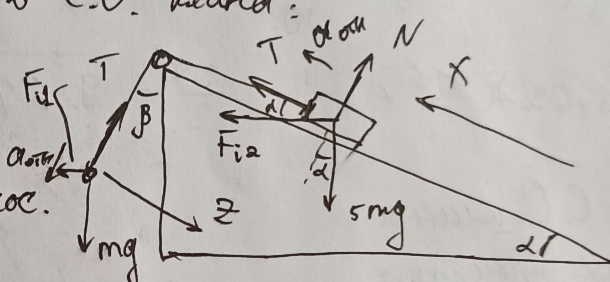
$\cos\beta = \frac{5}{13}$

m

1) $a_{клина}$ – ?
2) $a_{отн}$ – ?
3) t – ?



1) СО клина – неинерциальная. Для того, чтобы в ней работали законы Ньютона, введём фиктивную силу $\vec{F}_{i1} = -m\vec{a}_к$ для шарика и $\vec{F}_{i2} = -5m\vec{a}_к$ для бруска (силы инерции) и перейдём в С.О. клина:

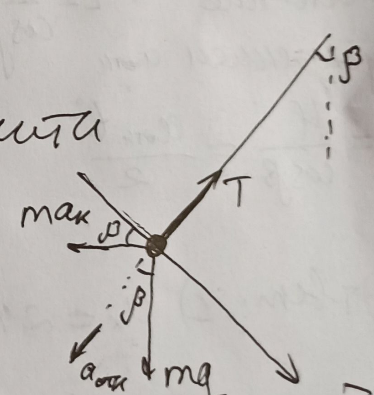


Заметим, что в этой С.О. шарик движется вдоль нити, следов. и его относ. ускорение будет вдоль нити

II ЗН для шарика в С.О. клина:

$m\vec{g} + \vec{F}_{i1} + \vec{T} = m\vec{a}_{отн}$

спроецируем на ось, перпендикулярную нити



z: $ma_к\cos\beta = mg\sin\beta$

$a_к = g\,tg\beta = \frac{12}{5}g = \frac{12\cdot 10}{5}\ м/с^2 = 24\ \frac{м}{с^2}$

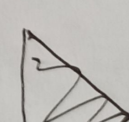
2) II ЗН для бруска в С.О. клина в проекциях на ось, вдоль наклонной:

x: $T + F_{i2}\cos\alpha - 5mg\sin\alpha = 5ma_{отн}$ (1), $F_{i2} = 5ma_к$

ускорения шарика и бруска в С.О. клина равны, т.к. нить нерастяжима (кинем. связь)

II ЗН для шарика в проекциях на нить:

$ma_{отн} = mg\cos\beta + ma_к\sin\beta - T$ (2)



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

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

$tg = \frac{12}{5}$

прод. на стр 2

Чистовик

3) Из (1) и (2):

$$\cancel{T} + 5ma_к\cos\alpha - 5mg\sin\alpha + mg\cos\beta + ma_к\sin\beta - \cancel{T} = 5ma_{отн} + ma_{отн}$$

$$5\cancel{m}(a_к\cos\alpha - g\sin\alpha) + \cancel{m}(g\cos\beta + a_к\sin\beta) = 6\cancel{m}a_{отн}$$

$$a_{отн} = \frac{5}{6}(a_к\cos\alpha - g\sin\alpha) + \frac{1}{6}(g\cos\beta + a_к\sin\beta)$$

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$, $\sin\alpha = \frac{4}{5}$, $\cos\beta = \frac{5}{13}$, $\sin\beta = \frac{12}{13}$

$$a_{отн} = \frac{5}{6}\left(24\cdot\frac{3}{5} - 10\cdot\frac{4}{5}\right) + \frac{1}{6}\left(10\cdot\frac{5}{13} + 24\cdot\frac{12}{13}\right) =$$

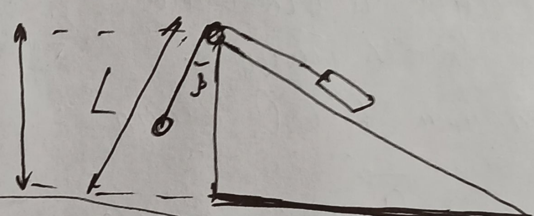
$$= \frac{\cancel{5}}{\cancel{6}_3}\,\frac{2}{\cancel{5}}(12\cdot3 - 5\cdot4) + \frac{1}{\cancel{6}_3}\,\frac{2}{13}(5\cdot5 + 12\cdot12) =$$

$$= \frac{1}{3}(36-20) + \frac{1}{39}(25+144) = \frac{16}{3} + \frac{\cancel{169}^{13}}{3\cdot\cancel{13}} =$$

$$= \cancel{8,334}\ \frac{16}{3} + \frac{13}{3} = \frac{29}{3} = 9,67 \text{ м/с}^2$$

$$a_{отн} = \frac{29}{3}\cdot\frac{10 \text{ м}}{10 \text{ с}^2} = \frac{29}{30}g$$

4) В С.О.-клина шарик пройдет расстояние $L = \frac{H}{\cos\beta}$ с ускорением $a_{отн}$



$$L = \frac{H}{\cos\beta} = \frac{a_{отн}t^2}{2};\quad t = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн}\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{29}{30}g\cdot\frac{5}{13}}} = \sqrt{\frac{156H}{29g}}$$

Ответ: 1) $a_к = 24$ м/с² 2) $a_{отн} = 9,67$ м/с² 3) $t = \sqrt{\frac{156H}{29g}}$

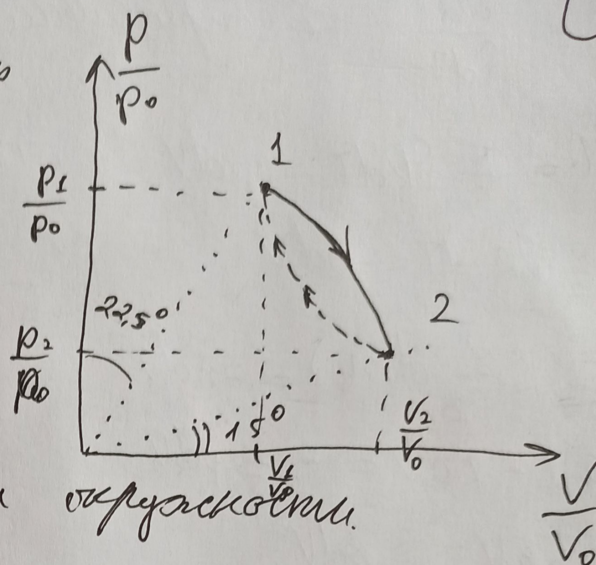
Чистовик

(3)

№ 2 пусть j - искомая в 1 вопр величина

1) $j = \frac{T_1 - T_2}{T_2}$ - ?

$c_v = \frac{5}{2} R$



1) пусть R - радиус данной дуги окружности.

тогда $\frac{p_1}{p_0} = R \cdot \cos 22{,}5°$ и $\frac{V_1}{V_0} = R \cdot \sin 22{,}5°$ - для т. 1

аналогично для точки 2:

$\frac{p_2}{p_0} = R \sin 15°$ $\frac{V_2}{V_0} = R \cos 15°$

2) ~~Запишем где~~ Применим закон Менд. - Клап к 1 и 2:

$\begin{cases} p_1 V_1 = \vartheta R T_1 \\ p_2 V_2 = \vartheta R T_2 \end{cases}$

$T_1 - T_2 = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{\vartheta R}$ $\Rightarrow j = \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{p_2 V_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} - 1$

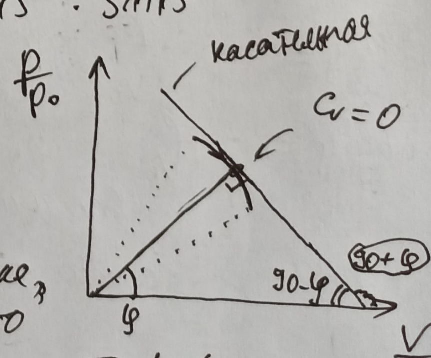
$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\vartheta R}$

из пункта 1: $p_1 V_1 = p_0 V_0 R^2 \cos 22{,}5° \cdot \sin 22{,}5°$

$p_2 V_2 = p_0 V_0 \cdot R^2 \cdot \cos 15° \cdot \sin 15°$

$j = \frac{\cos 22{,}5° \cdot \sin 22{,}5°}{\cos 15° \cdot \sin 15°} - 1$

3) пусть такая точка есть
пусть искомый угол - φ



проведём касательную к графику в этой точке, и заметим, что её угол с горизонталью это $\varphi + 90$. То есть тангенс угла касательной это $tg(90+\varphi)$

То есть производная в этой точке $\frac{dp}{dV} = tg(90+\varphi)$

прод. на стр 4

Чистовик.

④

$C = \frac{\delta Q}{\nu dT}$ – по определению. $\delta Q = dU + \delta A$ – I закон термодинамики

$\delta Q = \frac{5}{2}\nu R dT + p dV = 0$, т.к. $C = 0$.

$\frac{5}{2}\nu R\, dT = -p dV$ $\quad pV = \nu RT$ – закон Менд-Клап

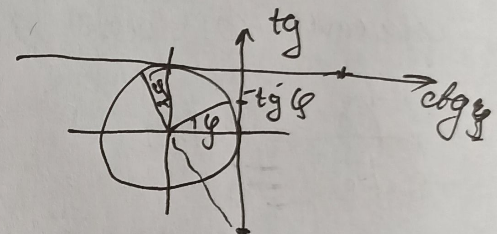
$T = \frac{pV}{\nu R}$

$\frac{5}{2}\nu R \frac{1}{\nu R} d(pV) = -p dV$

$dp V + p dV = -\frac{2}{5} p dV$

$dp V = \frac{3}{5} p dV$

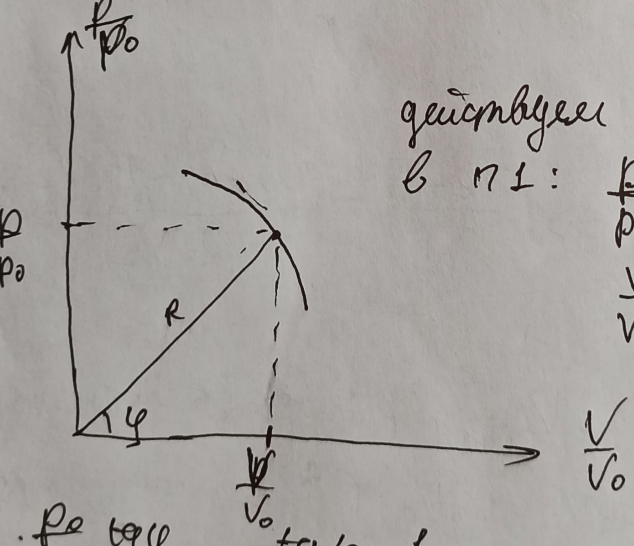
$\frac{dp}{dV} = \frac{3}{5}\frac{p}{V}$, где p и V – значения давл. и объёма в данной точке.



тригонометр круг

$\frac{3}{5}\frac{p}{V} = tg(90+\varphi) = -ctg\,\varphi$

теперь обращаемся к графику:



действуем ~~как~~ так же как и в п1: $\frac{p}{p_0} = R\sin\varphi$

$\frac{V}{V_0} = R\cos\varphi$

тогда $\frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} tg\,\varphi$

$ctg\,\varphi = -\frac{3}{5}\cdot\frac{p_0}{V_0} tg\,\varphi$, $\quad tg\,\varphi = \frac{1}{ctg\,\varphi}$

$ctg^2\varphi = -\frac{3p_0}{5V_0}$ $\quad p_0 > 0$, $V_0 > 0$ – видно из графика.

видим, что это уравнение не имеет действит. корней => такой точки на 1-2 нет.

прод. на стр 5

Чистовик

4) т.к. точки $C = 0$ нет, то в процессе 1-2

$Q > 0$, следовательно тепло подводится $\Rightarrow$ на участке 21 - отводится

$$Q_+ = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+} \simeq 1$$

$$Q_- = Q_{21} \simeq 0$$

ЗСЭ для цикла:

$$\begin{tikzcd} \arrow[r, "Q_+"] & \bigcirc \arrow[r, "Q_-"] \arrow[d, "A"] & {} \\ & {} & \end{tikzcd}$$

$$A + Q_- = Q_+$$

$$A = Q_+ - Q_-$$

ответ:

1) $\gamma = \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\cos 22{,}5^\circ \cdot \sin 22{,}5^\circ}{\cos 15^\circ \cdot \sin 15^\circ} - 1$

2) такой точки нет

3) $\eta \simeq 1$

Часть 2

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

Шифр: **21200524**

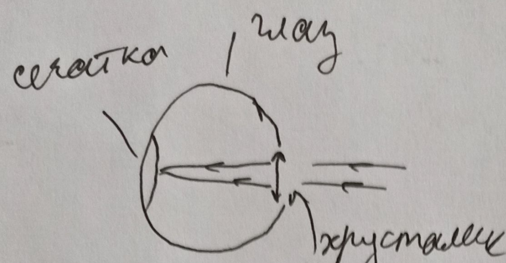
ID профиля: **138447**

Вариант 8

Чистовик

(1)

№ 5



1) известно, что в глазу есть хрусталик и это собирающ. линза. ~~Предмет~~ Изображение, даваемое этой линзой всегда действит., т.к. оно фокусируется на сетчатке.

для глаза $f_г$ и $F_г$ будут постоянными.

$F_г$ — фокусное расстояние хрусталика

$f_г$ — расстояние между сетчаткой и хрусталиком. (т.е. расст. от линзы до И)

2) Для вплотную прилегающих линз справедливо, что

$D_{экв} = \frac{1}{F_г} + D_0$, где D_0 — оптич. сила очков.

для очков для чтения имеем:

$\frac{1}{F_г} + D_1 = \frac{1}{f_г} + \frac{1}{d_0}$, где $d_0 = 25$ см; $D_1 = \frac{1}{f_г} + \frac{1}{d_0} - \frac{1}{F_г}$ (1)

для очков для расс. дальних предметов:

$\frac{1}{F_г} + D_2 = \frac{1}{f_г} + \frac{1}{d_1}$, где $d_1 \to \infty$; $D_2 = \frac{1}{f_г} - \frac{1}{F_г}$ (2)

3) человек близорукий, поэтому ему нужны рассеивающие линзы!

$D_1 < 0$ $D_1 = -\frac{1}{F_1}$ — опт. сила очков для чтения

$D_2 < 0$ $D_2 = -\frac{1}{F_2}$ — опт. сила очков для дальнего зрения.

видно, что $|D_2| > |D_1|$ по модулю (по формулам для D_2 и D_1)

$\frac{D_2}{D_1} = 5$

$F_2 < F_1$

прод. на стр 2

Чистовик

(2)

$$\frac{D_2}{D_1} = 5 = \frac{\frac{1}{f_r} - \frac{1}{F_r}}{\frac{1}{f_r} - \frac{1}{F_r} + \frac{1}{d_0}} ; \quad \frac{1}{5} = 1 + \frac{\frac{1}{d_0}}{\frac{1}{f_r} - \frac{1}{F_r}}$$

$$\frac{1}{f_r} - \frac{1}{F_r} = D_2 = \frac{1}{d_0\left(\frac{1}{5} - 1\right)} = \frac{1}{d_0\left(-\frac{4}{5}\right)} = -\frac{5}{4d_0} = -\frac{5}{4 \cdot 0{,}25} = -5\text{ дптр}$$

4) для глаза без очков верно, что:

$$\frac{1}{F_r} = \frac{1}{f_r} + \frac{1}{x} ; \quad \frac{1}{x} = \frac{1}{F_r} - \frac{1}{f_r} = -D_2 = 5\text{ м}^{-1};$$

$$x = \frac{1}{5}\text{ м} = 0{,}2\text{ м} = 20\text{ см}$$

5) для глаза с линзой очков верно, что

$$\frac{1}{F_r} + D_0 = \frac{1}{f_r} + \frac{1}{d_2}, \text{ где } d_2 = 50\text{ см} = 2d_0$$

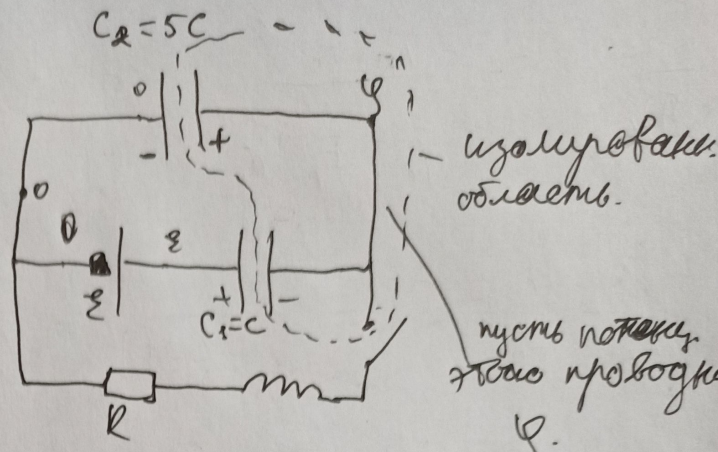
$$D_0 = \frac{1}{f_r} - \frac{1}{F_r} + \frac{1}{d_2} = D_2 + \frac{1}{2d_0} = -\frac{5}{4d_0} + \frac{2}{4d_0} = -\frac{3}{4d_0} = -3\text{ дптр}$$

Ответ: $x = 20$ см; $D_2 = -5$ дптр, $D_0 = -3$ дптр.

P.S. практический нулевой предел аккомодации значит, что человек видит четко лишь на одном расстоянии и не может его корректировать за счет деформации хрусталика.

Чистовик.

№ 3



1) рассм. цепь до замык. ключа. Режим установился ⇒ I через конденсаторы не течёт.

Рассчитывая цепь, я пользуюсь методом узловых потенциалов (МУП)

Запишем закон сохр заряда для изолир. области произвольно расставим полярность на конденс.

было: 0

стало: $+5C(\varphi-0)-C(\varepsilon-\varphi)=0$

$5\varphi-\varepsilon+\varphi=0;\ 6\varphi=\varepsilon$ $\quad \varphi=\frac{1}{6}\varepsilon$

$U_1(0)=\frac{5}{6}\varepsilon$

$U_2(0)=\frac{1}{6}\varepsilon$.

видим, что знаки расст. правильно

2) рассм цепь сразу после замык. ключа.

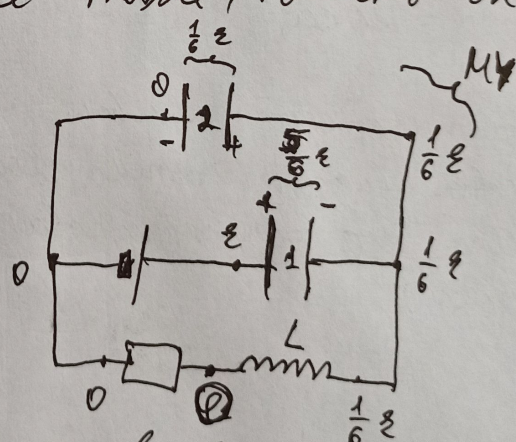
т.к. C_1 и C_2 не меняются, то U_1 и U_2 скачком не меняются. Ток в катушке тоже, то есть он будет нулевой

т.к. тока нет, то $U_R=0$.

для катушки имеем:

$U_L=\frac{1}{6}\varepsilon-0=L\frac{dI}{dt}$

$\frac{dI}{dt}=\dot{I}=\frac{\varepsilon}{6L}$



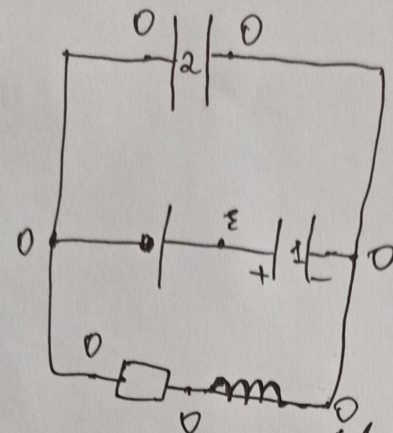
3) Рассм. цепь спустя большое кол-во времени, когда режим установится. $U_L(t_{уст})=0$

$I_L(t_{уст})=0$

$I_{5C}(t_{уст})=0$

прод. на стр 4

Чистовик



} МУП

заметим, что если через конденсаторы нет тока, то его нет и через L

$\Rightarrow U_L = 0$

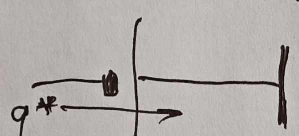
2й ~~конденс.~~ разрядился $U_2(t_{уст}) = 0$

$U_1(t_{уст}) = \varepsilon$

4) рассм. ~~про~~ переходный процесс:

ЗСЭ: $A_{бат} = W_2 - W_1 + Q$.

$A_{бат} = \varepsilon \cdot q^*$, где q^* – зар. протёкший через ε.



было: $+\frac{5C\varepsilon}{6}$ $q^* = \frac{1}{6}C\varepsilon$

стало: $+C\varepsilon$

рассм. эту обкладку

$A_{бат} = \varepsilon \cdot \frac{1}{6}C\varepsilon = \frac{C\varepsilon^2}{6}$

$W_1 = \frac{C\left(\frac{5}{6}\varepsilon\right)^2}{2} + \frac{5C\left(\frac{1}{6}\varepsilon\right)^2}{2} = \frac{25C\varepsilon^2}{72} + \frac{5C\varepsilon^2}{72} = \frac{30C\varepsilon^2}{72}$

$W_2 = \frac{C\varepsilon^2}{2}$ (~~на катушке~~ т.к. через катушку тока нет)

$Q = \frac{C\varepsilon^2}{6} - \frac{C\varepsilon^2}{2} + \frac{30C\varepsilon^2}{72} = \frac{12C\varepsilon^2 - 36C\varepsilon^2 + 30C\varepsilon^2}{72} = \frac{6C\varepsilon^2}{72} = \frac{C\varepsilon^2}{12}$

5) Рассм. цепь в момент $I_{C_2} = I_0(\tau)$

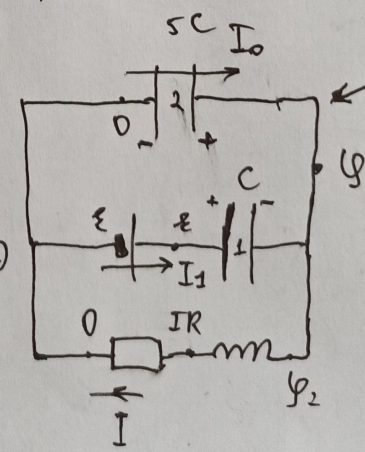
пусть через R течет I

через ε течет I_1

$I = I_0 + I_1$; $I_1 = I - I_0$

$\varphi_2 - \cancel{\varphi} IR = L\frac{dI}{dt}$ – для катушки

$I_0 = -5C U'_{5C} = -5C(\varphi_2 - 0)'$



пусть тут потенциал φ_2

ЗСЭ: $A_{бат} = W(\tau) - W(0) + Q$

№ 4

$m, d, b = \frac{2}{3}d$

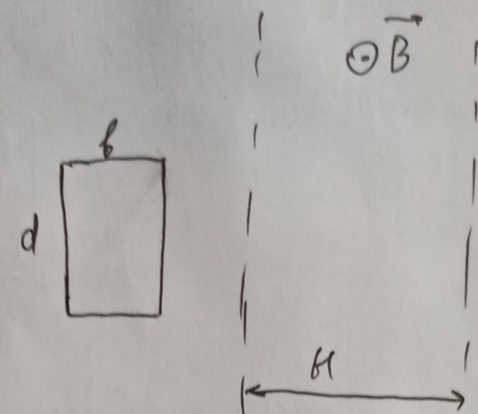
$H = 3d$

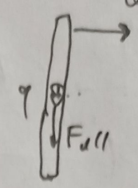
v_0

1) a − ?

2) v_1 − ?

3) v_2 − ?





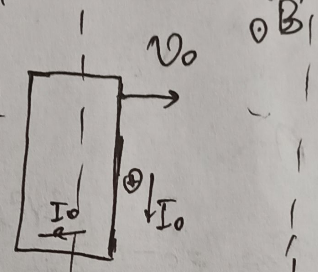
$F_{л\parallel} = qvB$

$A = qvBl$

$\varepsilon = \frac{A}{q} = vBl$

вывод ЭДС индукции

1) на заряды действует продольная составляющая силы Лоренца, обусловленная поперечным движ. проводника. Из-за этого возникает ЭДС индукции.



момент сразу после вхождения рамки. Скорость не успевает измениться.

$\varepsilon_i = vBd$

ток через рамку $I_0 = \frac{\varepsilon_i}{R}$

$I_0 = \frac{v_0 B d}{R}$. ~~F-к. пров~~

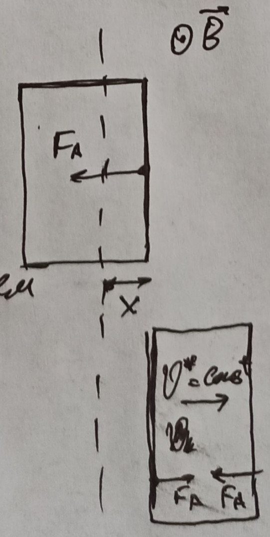
На проводник с током начинает действ. сила Ампера

$F_{A_0} = B I_0 d \cdot \sin\alpha$, где $\alpha = 90°$

II ЗН для рамки: $ma_0 = F_{A_0}$

$$a = \frac{F_{A_0}}{m} = \frac{BId}{m} = \frac{Bd\, v_0 Bd}{mR} = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$$

2) пусть рамка въехала на x.



$F_A = BId = Bd\,\frac{vBd}{R}$

$ma_x = -\frac{B^2 d^2}{R} v$ − II ЗН

$\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2 d^2}{mR}\frac{dx}{dt}$ суммируем

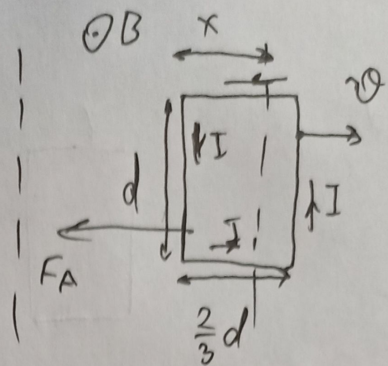
$(v_1 - v_0) = -\frac{B^2 d^2}{mR}(b - 0)$

$$v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^2 b}{mR}$$

P.S. когда рамка в полностью поле, то поток через неё не меняется, значит $\varepsilon_i = 0$, значит $I = 0 \Rightarrow F_A = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow v = const$

прод. на стр 6

3) рассм. процесс выхода рамки из поля
теперь сила Ампера действ. только на левую сторону



Аналогично

$ma_x = -F_A = -BId$

$ma_x = -Bd\frac{B\vartheta d}{R}$

$a_x = -\frac{B^2d^2}{mR}\vartheta$; $a_x = \frac{d\vartheta}{dt}$, $\vartheta = -\frac{dx}{dt}$

$\int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} d\vartheta = +\frac{B^2d^2}{mR}\int_b^0 dx$

$(\vartheta_2-\vartheta_1) = \frac{B^2d^2}{mR}(0-b)$;

$\vartheta_2 = \vartheta_1 - \frac{B^2d^2b}{mR} = \vartheta_0 - \frac{B^2d^2b}{mR} - \frac{B^2d^2b}{mR} = \vartheta_0 - \frac{2B^2d^2b}{mR}$

$\vartheta_1 = \vartheta_0 - \frac{B^2d^2\cdot 2d}{3mR} = \vartheta_0 - \frac{2B^2d^3}{3mR}$

9

$\vartheta_2 = \vartheta_0 - \frac{4B^2d^3}{3mR}$

$a_0 = \frac{B^2d^2}{mR}\vartheta_0$

ответ.

Черновик

$I_c = \dot{q} = C\dot{u}$

$O:$ $\frac{1}{F_r} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_r}$

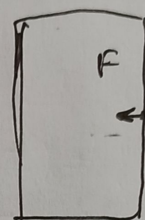
$$\frac{\frac{1}{f_r} = \frac{1}{F_r} + \frac{1}{d_0}}{\frac{1}{f_r} - \frac{1}{F_r}} = 5$$

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{инд} = \frac{q}{C} + IR$

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

$\mathcal{E} d$

$\mathcal{E}_{инд} = IR - \frac{q}{5C}$



$F_A = BId = Bd\frac{\vartheta B d}{R} = \frac{B^2 d^2}{R}\vartheta$

$ma = \frac{B^2 d^2}{R}\vartheta = m\frac{d\vartheta}{dx}$

2

$$\frac{\frac{1}{f_r}-\frac{1}{F_r}+\frac{1}{d_0}}{\frac{1}{f_r}-\frac{1}{F_r}} = \frac{1}{5} = 1+\frac{\frac{1}{d_0}}{\frac{1}{f_r}-\frac{1}{F_r}};$$

$$\frac{1}{f_r}-\frac{1}{F_r} = \frac{1}{4d_0} = \frac{1}{100\text{ см}}$$

(из (2): $D_2 = \frac{1}{100\text{ см}} = 1$ дптр. $\left(D_2 = \frac{1}{4d_0}\right)$

4) для глаза с линзой очков верно, что:

$$\frac{1}{F_r} + D_0 = \frac{1}{f_r} + \frac{1}{d_2}$$, где $d_2 = 50$ см. $= 2d_0$

$$D_0 = \frac{1}{f_r} - \frac{1}{F_r} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{4d_0} - \frac{1}{2d_0} = -\frac{1}{\cdot}$$