Часть 1

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

Шифр: **21202931**

ID профиля: **316763**

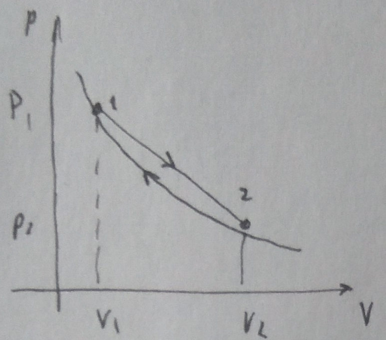
Вариант 6

Чистовик

№2

Заметим, что $\frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} = const \Rightarrow \Delta p = \Delta V \cdot \frac{p_0}{V_0}$

График



Для малых изменений Δp, ΔV и ΔT:

$$\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta T}{\Delta V} = \frac{\Delta p \cdot T}{p \cdot \Delta V} + \frac{T}{V} \quad , \frac{T}{p} = \frac{V}{\nu R} \, , \frac{T}{V} = \frac{p}{\nu R}$$

Если $C=0$, то $C = \frac{Q}{\Delta T} \to Q=0$, и $A = -\Delta U$

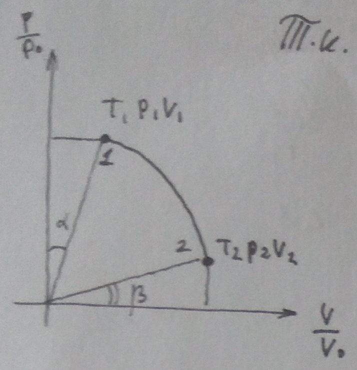
$$A = p \cdot \Delta V, \ \Delta U = C_V \cdot \nu \cdot \Delta T$$

$\cancel{p \frac{\Delta T}{\Delta V}}$

21202931 (U316763 M1269304)

Чистовик.

№2.



Т.к. значения на осях графика - величины ~~безразмерные~~ безразмерная, можно вводить значение радиуса данной окружности.

в точке 1: p_1; V_1; T_1;

в точке 2: p_2; V_2, T_2;

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ \frac{V_1}{V_0} = tg\alpha \cdot \frac{p_1}{p_0}; \quad \alpha = 22{,}5^\circ \\ \frac{p_2}{p_0} = \frac{V_2}{V_0} \cdot tg\beta, \quad \beta = 15^\circ \\ r = \sqrt{\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \\ V_1 = p_1 \cdot tg\alpha \frac{V_0}{p_0} \\ V_2 = p_2 \cdot \frac{V_0}{p_0 \cdot tg\beta} \\ \frac{p_1^2 - p_2^2}{p_0^2} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_0^2} \end{cases} \Rightarrow p_1^2 \cdot \left(V_0^2 + p_0^2 \cdot \frac{V_0^2}{p_0^2} \cdot tg^2\alpha\right) = p_2^2 \cdot \left(p_0^2 \cdot \frac{V_0^2}{p_0^2} \cdot \frac{1}{tg^2\beta} + V_0^2\right)$$

$$\Downarrow$$

$$p_1 = p_2 \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{tg^2\beta}}{1 + tg^2\alpha}}$$

$$\Downarrow$$

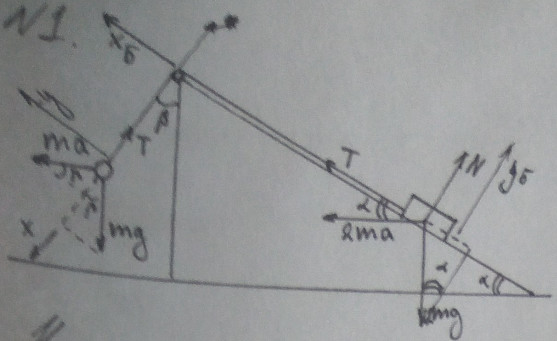
$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\cancel{p_2} \cdot p_2 \cdot \frac{V_0}{p_0 \cdot tg\beta}}{\cancel{p_2} \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{tg^2\beta}}{1 + tg^2\alpha}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{tg^2\beta}}{1 + tg^2\alpha}} \cdot p_2 \cdot \frac{V_0 \cdot tg\alpha}{p_0}} = \frac{\frac{1}{tg\beta}}{tg\alpha} \cdot \left(\frac{1 + tg^2\alpha}{1 + \frac{1}{tg^2\beta}}\right) =$$

$$= \frac{1}{tg\beta \cdot tg\alpha} \cdot \frac{1 + tg^2\alpha}{1 + \frac{1}{tg^2\beta}} = \frac{1 + tg^2\alpha}{tg\beta \cdot tg\alpha + \frac{tg\alpha}{tg\beta}};$$

1) Ответ: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{1 + tg^2\alpha}{tg\beta \cdot tg\alpha + \frac{tg\alpha}{tg\beta}}$, $\alpha = 22{,}5^\circ$, $\beta = 15^\circ$

шестовик.

№1.



Перейдём в НИСО клина.
В этой СО на шарик действуют сила натяжения нити T, сила тяжести mg и сила инерции ma. (см. чертеж)

Направим ось y для шарика перпендикулярно нити. В таком направлении, по условию, шарик не движется, следовательно $\vec{R}_y = 0$, то есть

$$ma\cdot\cos\beta = mg\cdot\sin\beta \longrightarrow a = \cancel{m}g\cdot\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \cancel{m}g\cdot\frac{5}{12}.$$

1) Ответ: $a = \frac{5}{12}g$;

Движение бруска и шара можно разложить как движение вдоль нити (то есть относительно клина) и клина относительно земли.

Всё в той же НИСО: $x_Б$: $T + 2ma\cdot\cos\alpha - mg\cdot 2\cdot\sin\alpha = 2ma_x$ (1) a_x – ускорение бруска отн. клина

x: $mg\cos\beta + ma\cdot\sin\beta - T = ma_x$ (2)

Ускорения шарика и бруска вдоль нити равны, т.к. нить нерастяжима.

Из (2): $T = mg\cos\beta + ma\sin\beta - ma_x$ в (1):

$$mg\cos\beta + ma\sin\beta - ma_x + 2ma\cos\alpha - 2mg\sin\alpha = 2ma_x$$

$$\Downarrow$$

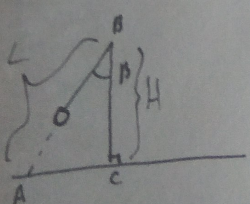
$$a_x = \frac{1}{3}\left(a(\sin\beta + 2\cos\alpha) + g(\cos\beta - 2\sin\alpha)\right)$$

$$\Downarrow$$

$$a_x = \frac{11}{60}g$$

2) Ответ: $\frac{11}{60}g$;

Всё в той же НИСО шарик движется с ускорением a_x вдоль гипотенузы треугольника $\triangle ABC$ с катетом H и углом β. ($v_0 = 0$)



$$\begin{cases} L = \frac{a_x t^2}{2} \\ L = \frac{H}{\cos\beta} \end{cases} \Rightarrow \frac{H}{\cos\beta} = \frac{a_x\cdot t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{\cos\beta\, a_x}} = \sqrt{\frac{130}{11}\frac{H}{g}}$$

3) Ответ: $\sqrt{\frac{130}{11}\cdot\frac{H}{g}}$

Ответ:
1) $\frac{5}{12}g$
2) $\frac{11}{60}g$
3) $\sqrt{\frac{130H}{11g}}$

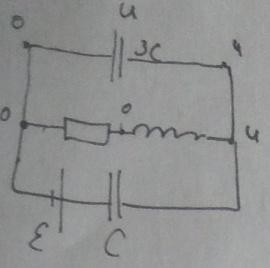
Часть 2

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

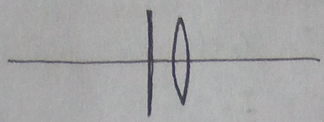
Шифр: **21202931**

ID профиля: **316763**

Вариант 6

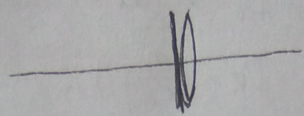


$u = L\cdot \dot{I}$



$\frac{\frac{4}{16}C\mathcal{E}^2}{2}$

$\frac{\frac{6}{8}C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{\frac{12}{16}C\mathcal{E}^2}{2}$



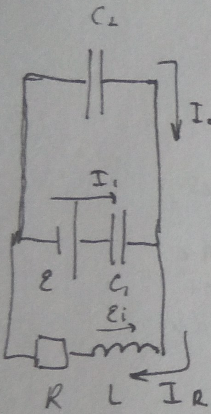
$D + D_г = D_{сум}$

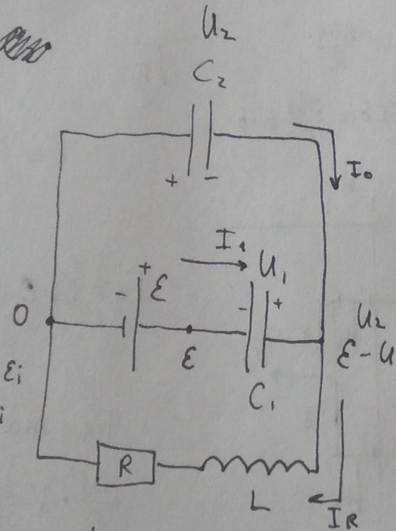
$\frac{\frac{12}{16}C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{\frac{4}{16}C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{\frac{8}{16}C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{1}{4}C\mathcal{E}^2$

$f_г$ – расстояние от хрусталика до сетчатки

$\frac{1}{F_{сум}} = \frac{1}{f_г} + \frac{1}{d}$

$f_г = \frac{dF_{сум}}{d - F_{сум}}$





$\mathcal{E} - U_1 - \mathcal{E}_i$

$U_2 - \mathcal{E}_i$

$I_0 = C_2 \cdot U_2'$

$I_1 = C_1 \cdot U_1'$

$I_R = I_1 + I_0$

$\mathcal{E}_i = U_2$

$L \cdot \frac{dI_R}{dt} = U_2$

$\mathcal{E} - U_1 = U_2$

$\mathcal{E} = U_2 + U_1$

$0 = \frac{I_0}{C_2} + \frac{I_1}{C_1}$

$\mathcal{E} = U_1 + U_2 \ | \dot{dt}$

$\frac{\mathcal{E}}{dt} = U_1' + U_2' = 0$

$\frac{I_1}{C_1} + \frac{I_0}{C_2} = 0$

$I_1 = -I_0 \cdot \frac{C_1}{C_2}$

$I_R =$

$\frac{d_1 \cdot F_{сум1}}{d_1 - F_{сум1}} = \frac{d_2 \cdot F_{сум2}}{d_2 - F_{сум2}}$

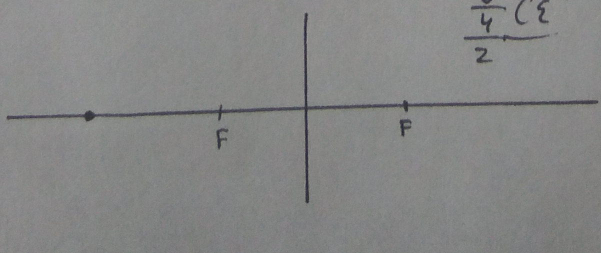
$-\frac{\frac{4}{16}C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{3}{4}C\mathcal{E}^2$

$\frac{\frac{6}{4}}{2} - \frac{24}{16}$

$\frac{3}{4}C\mathcal{E}^2 - \frac{\frac{4}{16}C\mathcal{E}^2}{2}$

$F_{сум} = \frac{1}{D_г + D_л}$

$\frac{\frac{6}{4}C\mathcal{E}^2}{2}$



Чистовик

№5 3/3

Если этот ~~[illegible]~~ человек не видит уже на расстоянии 25 см, то значит, что это - двойной фокус его глаза (т.к. лучи собираются в точку, которую не расшифровывает глаз)

$2F_{гл} = 25 см$

$F_{гл} = 12,5 см \Rightarrow D_{гл} = 8 м^{-1}$

Если линза и глаз находятся близко, то $D_{сумм} = D_{линзы} + D_{глаза}$

$$\begin{cases} D_{линзы\,1} + D_{глаза} = \dfrac{1}{25 см} = 4 \\ D_{линзы\,2} + D_{глаза} = \dfrac{1}{x}, \; x - \text{расстояние удаленного предмета} \to \infty \\ \dfrac{D_{линзы1}}{D_{линзы2}} = \dfrac{7}{3} \end{cases}$$

$D_{линзы1} = 4 - 8 = -4$

$D_{линзы_2} - 4 = 0 \Rightarrow D_{линзы_2} = 4$

$\boxed{1) \text{ Ответ: } 12.5 \text{ см}; 4}$

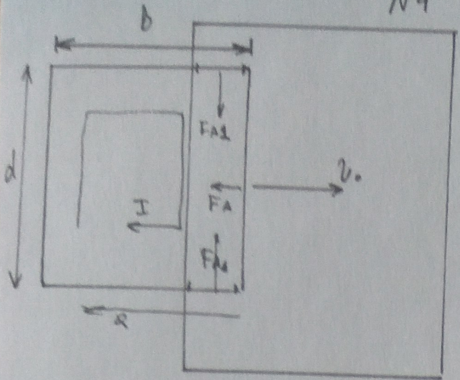
$$\frac{1}{50 см} = D_{линзы} + D_{глаза}$$

$$D_{линзы} = \frac{1}{50 см} - 8 = -7,5$$

$\boxed{2) \text{ Ответ: } -7,5}$

Чистовик.

N4



Правое ребро создаст ЭДС индукции $= \mathcal{E} = BV_0 \cdot d$

Из-за этого в рамке течет ток (по часовой стрелке),

и на правое и на некоторой части верхней и ~~нижней~~ НИЖНЕЙ рамки будет действовать сила Ампера

F_{A1} нижнего и верхнего уравновесят друг друга,

F_A будет действовать влево.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BV_0 d}{R}, \quad F_A = BI\cdot d = \frac{B^2V_0d^2}{R}. \quad ma = F_A \Rightarrow a = \frac{B^2V_0d^2}{Rm}$$

$\boxed{\text{1) Ответ: влево, } a = \frac{B^2V_0d^2}{Rm}}$

~~Пока рамка полностью в поле, на неё не действуют силы. Следовательно, скорость V_1 при выходе правого ребра такая же, как и при полном вхождении рамки в поле. a=const~~

$$\cancel{V_1 = V_0 - at}$$
$$\cancel{b = V_0t - \frac{at^2}{2} \Rightarrow b = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2a} \Rightarrow V_1 = \sqrt{V_0^2 - 2ab} = \sqrt{V_0^2 - 2\frac{B^2V_0d^2}{Rm}\cdot d\cdot\frac{1}{4}} =}$$
$$\cancel{= V_0^2 - \frac{1}{2}\cdot BV_0d}$$

Пока рамка в поле полностью, на неё не действуют силы, и скорость у рамки при выходе правой грани ТАКАЯ же, как и в момент полного вхождения в поле. При вхождении сила Ампера все время меняется. $F_A = \frac{B^2d^2}{R}\cdot V = ma$

$$-\frac{B^2\cdot d^2}{R}\cdot V = ma, \quad V = \frac{dx}{dt}, \quad a = \frac{dV}{dt}$$

$$-\frac{B^2d^2}{R}\cdot dx = m\cdot dV$$

Суммируем: $-\frac{B^2\cdot d^2}{R}\cdot b = m\cdot(V_1 - V_0) \Rightarrow \frac{B^2d^2}{R}\cdot b = mV_0 - mV_1$

$$V_1 = V_0 - \frac{B^2d^2\cdot b}{Rm} =$$
$$= V_0 - \frac{B^2d^3}{4Rm}$$

$\boxed{\text{2) Ответ: } V_0 - \frac{B^2d^3}{4Rm}}$

~~2) Ответ: $V_0 - \frac{B^2\cdot d^3}{4Rm}$~~

(Для случая, когда рамка начинает выходить из поля, сила Ампера будет ~~со знаком +, но dx в минус (т.к. ЭДС индукции ... уменьшение поля)~~ СНОВА ПРОТИВ СКОРОСТИ

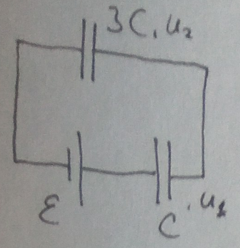
$$-\frac{B^2d^2}{R}\cdot dx = m\cdot dV$$

Суммируем: $-\frac{B^2\cdot d^2}{R}\cdot b = m\cdot(V_1 - V_2) \Rightarrow V_2 = V_1 - \frac{B^2d^3}{4Rm} = V_0 - \frac{B^2\cdot d^3}{2Rm}$

$\boxed{\text{3) Ответ: } V_2 = V_0 - \frac{B^2d^3}{2Rm}}$

Чистовик.

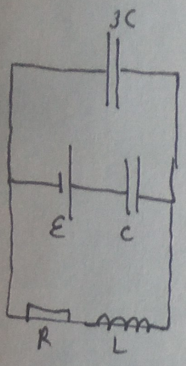
№3.



Цепь до замыкания ключа.

$$\begin{cases} U_2 + U_1 = \mathcal{E} \\ q_2 = q_1 = q \end{cases}$$ (т.к. конденсаторы подключены последовательно)

$\hookrightarrow U_2 \cdot 3C = U_1 \cdot C \Rightarrow U_1 = 3U_2 \rightarrow 4U_2 = \mathcal{E} \rightarrow U_2 = \frac{\mathcal{E}}{4}$

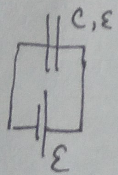


Сразу после замыкания ключа ток не течет (из-за катушки индуктивности), значит, $U_2 = U_L$

$U_L = L \cdot \frac{dI_L}{dt} = U_2$

$\frac{dI_L}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$ $\boxed{\text{1) Ответ: } \frac{dI_L}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}}$

После того, как ключ замкнули и режим установился, ~~цепь~~ будет выглядеть вот так:



(т.к. конденсатор C_2 будет закорочен частью цепи R-L, по которой не течет ток)

$Q + \Delta W = A_\mathcal{E}$, $A_\mathcal{E}$ – работа источника по переносу заряда

$\Delta W = W_2 - W_1$, $W_2 = \frac{C \cdot \mathcal{E}^2}{2}$, $W_1 = \frac{3C \cdot \left(\frac{\mathcal{E}}{4}\right)^2}{2} + \frac{C \cdot \left(\frac{3}{4}\mathcal{E}\right)^2}{2}$

~~[illegible]~~

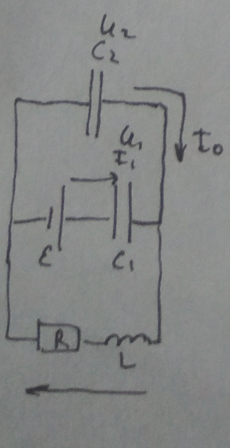
$A_\mathcal{E} = (q_2 - q_1) \cdot \mathcal{E}$; $q_2 = C \cdot \mathcal{E}$, $q_1 = C \cdot \frac{3}{4}\mathcal{E}$ ← ~~в конце~~ в начале

↑ заряд на конденсаторе C_1 в ~~начале~~ конце

$$Q + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{\frac{3}{16}C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{\frac{9}{16}C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{3}{4}C\mathcal{E}^2$$

$$Q = \frac{1}{4}C\mathcal{E}^2$$

$\boxed{\text{2) Ответ: } \frac{1}{4}C\mathcal{E}^2}$



Пусть через C_1 течет ток I_1 через резистор – I_R

$I_R = I_1 + I_0$

Правило Кирхгофа для верхнего контура (обход по часовой стрелке)

$\mathcal{E} = U_2 + U_1$ | производную берем по времени

$0 = \frac{I_0}{C_2} - \frac{I_1}{C_1} \Rightarrow I_1 = \frac{C_1}{C_2} \cdot I_0 = \frac{1}{3} I_0$

$I_R = \frac{4}{3} I_0 \Rightarrow U_R = R \cdot I_R = \frac{4}{3} I_0 R$ $\boxed{\text{3) Ответ: } \frac{4}{3} I_0 R}$

21202931 (U316763 M1269305)