Часть 1

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

Шифр: **21202330**

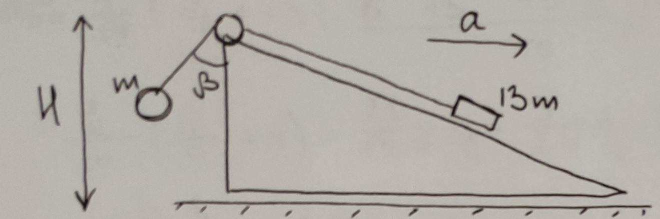
ID профиля: **345074**

Вариант 5

Чистовик

Лист 1

Задача 1



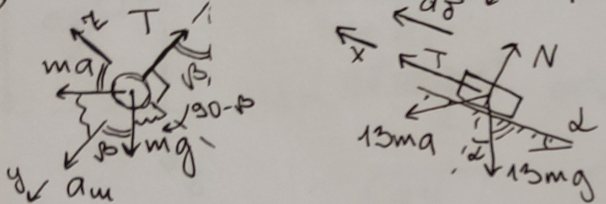
a – ускорение клина

$\underbrace{a_б \text{ – бруска, } a_ш}_{\text{отн. клина}}$ – шарика

(1) 1) т.к. брусок движ-ся без трен., его ускорение в с.о. клина направлено вдоль пов-ти клина

2) т.к. нить нерастяжимая и невесомая, в с.о. клина скорости и ускорения шарика и бруска равны в $\forall t$ (и силы нат. T обоих концов равны)

3)



$a_б$ ← вверх вдоль пл-ти, т.к. шарик опускается

Изобр. силы, с учетом сил инерции (работаем в с.о. клина)

II з-н Ньютона для бруска (ось x) в с.о. клина с учетом силы инерции $F_и = 13ma$

$$T - 13mg\sin\alpha + 13ma\cos\alpha = 13ma_б \quad (1)$$

Для шарика (ось y)

$$mg\cos\beta + ma\cos(90-\beta) - T = ma_ш \quad (2)$$

В с.о. клина шарик не имеет ускорения в направлении, $\perp$ нити. Тогда II з-н Ньютона на ось z:

$$ma\cos\beta = mg\cos(90-\beta)$$

$$a\cos\beta = g\sin\beta \Rightarrow a = g\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \boxed{g\frac{\sqrt{1-\cos^2\beta}}{\cos\beta} = a}$$

$\sin\beta = 3/5$

$$a = g\cdot\frac{3/5}{4/5} = \frac{3}{4}g = \boxed{7{,}35\,м/с^2}$$

(2) Итак, $a = g\frac{\sin\beta}{\cos\beta}$

$(1) \Rightarrow T = 13mg\sin\alpha - 13ma\cos\alpha + 13ma_б$

$(2) \Rightarrow T = mg\cos\beta + ma\cos(90-\beta) - ma_ш$

$(2)-(1)$: $mg\cos\beta + ma\sin\beta - ma_ш - 13mg\sin\alpha + 13ma\cos\alpha - 13ma_б = 0$

$$g\cos\beta + g\frac{\sin^2\beta}{\cos\beta} - \cancel{m}a_ш - 13g\sin\alpha + 13g\frac{\sin\beta}{\cos\beta}\cos\alpha - 13a_б = 0$$

$a_б = a_ш = a_б$ (отн. клина)

$$g\left(\cos\beta + \frac{\sin^2\beta}{\cos\beta} - 13\sin\alpha + 13\frac{\sin\beta\cos\alpha}{\cos\beta}\right) = 14a_б$$

$$\Rightarrow a_б = \frac{1}{14}g\left(\frac{1}{\cos\beta} + 13\left(\frac{\sin\beta\cos\alpha - \sin\alpha\cos\beta}{\cos\beta}\right)\right)$$

21202330 (U345074 M1264853)

Чистовик

Задача 1 (прод.)

лист 2

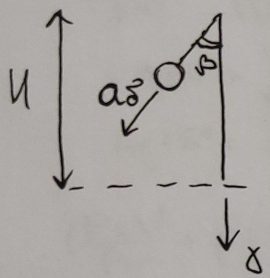
$\cos\alpha = 12/13 \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\left(\frac{12}{13}\right)^2} = \frac{5}{13}$

$$a_б = \frac{g}{14}\left(\frac{5}{4} + 13\left(\frac{\frac{3}{5}\cdot\frac{12}{13} - \frac{5}{13}\cdot\frac{4}{5}}{4/5}\right)\right) = \frac{g}{14}\left(\frac{5}{4} + 13\left(\frac{\frac{36}{13} - \frac{20}{13}}{4}\right)\right) =$$

$$= \frac{g}{14}\left(\frac{5}{4} + 4\right) = \frac{21}{14\cdot 4}g = \frac{3}{2\cdot 4}g = \boxed{\frac{3}{8}g}$$

$$a_б = \frac{3}{8}g = 3{,}675\ м/с^2$$

(3) Рассмотрим кинематику движения шарика в с.о. клина



Т.к. шарик начал движение из состояния покоя:

(ось y)

$$H = \frac{a_б \cos\beta\, t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_б\cos\beta}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{\frac{3}{8}g\cdot\frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{4H}{3/5\, g}} = 2\sqrt{\frac{5H}{3g}}$$

Ответ: 1) $a = g\dfrac{\sqrt{1-\cos^2\beta}}{\cos\beta} = \dfrac{3}{4}g = 7{,}35\ м/с^2$

2) $a_б = \dfrac{g}{14}\left(\dfrac{1}{\cos\beta} + 13\dfrac{\sqrt{1-\cos^2\beta}\cdot\cos\alpha - \sqrt{1-\cos^2\alpha}\cos\beta}{\cos\beta}\right) = \dfrac{3}{8}g = 3{,}675\ м/с^2$

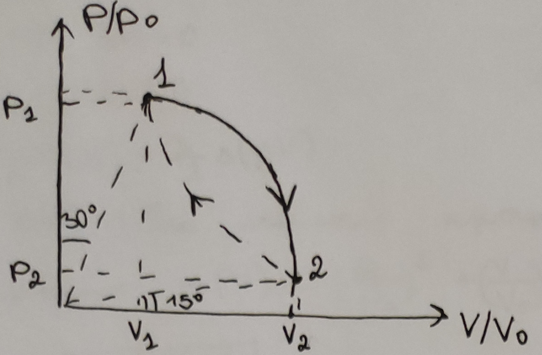
3) $t = \sqrt{\dfrac{2H}{a_б\cos\beta}} = 2\sqrt{\dfrac{5H}{3g}}$

Чистовик

ЛИСТ 3

Задача 2

1



Пусть окр-ть ед. радиуса. Тогда

$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = 1$ $\forall$ точки окр-ти

$tg30° = \frac{V_1 p_0}{V_0 p_1}$

$tg15° = \frac{p_2}{p_0}\frac{V_0}{V_2}$

$tg30° \cdot tg15° = \frac{p_2 V_1}{p_1 V_2}$

$$\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$$

$p_1V_1 = \nu RT_1$, $p_2V_2 = \nu RT_2$ $\Rightarrow$ $\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1V_1}{p_2V_2}$

по з-ну Менделеева-Клапейрона для ид. газа

$p_2 = \frac{p_0}{V_0} V_2 tg15°$

$p_1 = p_0 \frac{V_1}{V_0}\frac{1}{tg30°}$

$$\left(\frac{p_0}{p_0}\frac{V_1}{V_0} ctg30°\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{p_0}{p_0}\frac{V_2}{V_0} tg15\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$$

$$V_1^2 ctg^2 30 + V_1^2 = V_2^2 tg^2 15 + V_2^2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{tg^2 15 + 1}{ctg^2 30 + 1}}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} ctg30° \cdot ctg15°$$

$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 ctg30° ctg15° = \boxed{\frac{tg^2 15° + 1}{ctg^2 30° + 1} \cdot ctg30° \cdot ctg15°} = m$$

$T_1 = mT_2$ $\quad \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$

$\frac{T_1}{T_2} = 1{,}732\ldots$

$ctg30° = 1{,}732$

$tg15° = 0{,}2679$

$tg\frac{\alpha}{2} = \frac{\sin\alpha/2}{\cos\alpha/2}$

$\sin^2\alpha/2 = \frac{1-\cos\alpha}{2}$

$\cos\alpha = 2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1 = 1 - 2\sin^2\alpha$

$\cos^2\frac{\alpha}{2} = \frac{1+\cos\alpha}{2}$

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

$tg^2\alpha/2 = \frac{\sin^2\alpha/2}{\cos^2\alpha/2} = \frac{1-\cos\alpha}{1+\cos\alpha}$

$$\frac{\frac{1-\cos30° + 1 + \cos30°}{1+\cos30°}}{1/\sin^2 30°} \cdot \frac{\cos30°}{\sin30°} \cdot \sqrt{\frac{1+\cos30°}{1-\cos30°}} = \frac{2}{1+\cos30°} \cdot \sin30° \cdot \cos30° \cdot \frac{1+\cos30°}{\sin30°} = m$$

$m = 2\cos30° = \sqrt{3}$

Задача 2 (прод.)

(2) $c=0 \Rightarrow \delta Q=0$

$\delta Q=\Delta U+\delta A$

$\Delta U=\frac{3}{2}\nu R\Delta T=\frac{3}{2}\Delta(pV)$

$\delta A=p\Delta V$ (беск. малый процесс)

Выразим $p(V)$: $\left(\frac{p}{p_0}\right)^2+\left(\frac{V}{V_0}\right)^2=1$

$p=\sqrt{\left(1-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)}\cdot p_0$

$\Delta U=\frac{3}{2}\Delta(pV)$

$$\begin{cases} pV=\nu RT \\ (\Delta p+p)(V+\Delta V)=\nu R(T+\Delta T) \end{cases}$$

$\underline{pV}+p\Delta V+\underbrace{\Delta p\Delta V}_{\approx 0}+\Delta pV=\underline{\nu RT}+\nu R\Delta T \Rightarrow$

$\nu R\Delta T=p\Delta V+\Delta pV$

$\delta Q=\frac{3}{2}(p\Delta V+\Delta pV)+p\Delta V=\frac{5}{2}p\Delta V+\frac{3}{2}\Delta pV$

$$\begin{cases} \left(\frac{p}{p_0}\right)^2+\left(\frac{V}{V_0}\right)^2=1 \\ \left(\frac{p+\Delta p}{p_0}\right)^2+\left(\frac{V+\Delta V}{V_0}\right)^2=1 \end{cases}$$

$\frac{p^2+2p\Delta p+\Delta p^2}{p_0^2}+\frac{V^2+2V\Delta V+\Delta V^2}{V_0^2}=1$

$\frac{p^2}{p_0^2}+\frac{2p\Delta p}{p_0^2}+\underbrace{\frac{\Delta p^2}{p_0^2}}_{\approx 0}+\frac{V^2}{V_0^2}+\frac{2V\Delta V}{V_0^2}+\underbrace{\frac{\Delta V^2}{V_0^2}}_{\approx 0}=1$, $\Delta p, \Delta V \ll p, p_0 \Rightarrow$

$\left(\frac{\Delta p}{p_0}\right)^2 \ll 1$, $\left(\frac{\Delta V}{V_0}\right)^2 \ll 1$ | пренебрег.

$1+\frac{2p\Delta p}{p_0^2}+\frac{2V\Delta V}{V_0^2}=1$

$\frac{2p\Delta p}{p_0^2}+\frac{2V\Delta V}{V_0^2}=0 \Rightarrow p\Delta p=-\frac{V\Delta V}{V_0^2}p_0^2$

$\Delta p=-\frac{V}{p}\frac{p_0^2}{V_0^2}\Delta V$

$\delta Q=\frac{5}{2}p\Delta V+\frac{3}{2}\Delta pV\approx 0$, т.к. $c=0 \Rightarrow \frac{5}{2}p\Delta V+\frac{3}{2}\Delta pV=0$

$5p\Delta V=-3\Delta pV$

$5p\Delta V=3\frac{V}{p}\frac{p_0^2}{V_0^2}\Delta V\cdot V$

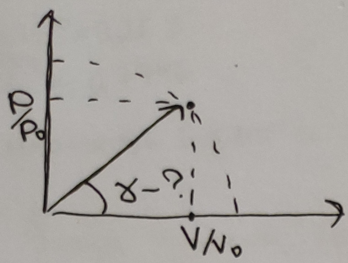
$5p\Delta V=3\frac{V^2}{p}\frac{p_0^2}{V_0^2}\Delta V$, т.к. $\Delta V\neq 0$, сократим на ΔV:

$5\frac{p^2}{p_0^2}=3\frac{V^2}{V_0^2}$ в точке с $c=0$

21202330 (U345074 M1264853)

Чистовик ЛИСТ 5

Задача 2 (продолжение)



$$\frac{5P^2}{P_0^2} = \frac{3V^2}{V_0^2} \Rightarrow P^2 = \frac{3}{5}\frac{V^2}{V_0^2}P_0^2$$

$$\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = 1 \qquad P = \frac{P_0}{V_0}V\sqrt{\frac{3}{5}}$$

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{P/P_0}{V/V_0} = \sqrt{\frac{3}{5}}\,\frac{P_0/P_0}{V_0/V_0} = \sqrt{\frac{3}{5}}$$

$$\frac{3}{5}\frac{V^2}{V_0^2} + \frac{V^2}{V_0^2} = \frac{8}{5}\frac{V^2}{V_0^2} = 1 \Rightarrow \frac{V^2}{V_0^2} = \frac{5}{8}$$

$$\frac{P^2}{P_0^2} = \frac{3}{8} \qquad \operatorname{tg}\gamma = \frac{P/P_0}{V/V_0} = \sqrt{\frac{3}{5}}$$

③ $\frac{A_{\text{полн}}}{A_{\text{расш}}} = K - ?$

I начало термодинамики для $1\to2$ и $2\to1$

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

$Q_{21} = \Delta U_{21} + A_{21}$

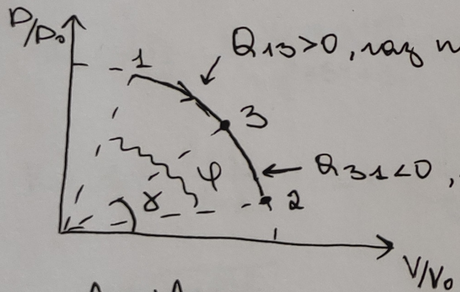
по условию $Q_{21} = 0$, а т.к. процесс циклический: $\Delta U_{12} + \Delta U_{21} = 0$

Тогда $Q_{12} + \underbrace{Q_{21}}_{=0} = \underbrace{\Delta U_{12} + \Delta U_{21}}_{=0} + A_{12} + A_{21}$

$$Q_{12} = A_{12} + A_{21}$$

$A_{\text{полн}} = A_{12} + A_{21}$

$A_{\text{расш}} = A_{12}$



$Q_{13} > 0$, газ получает тепло

$Q_{31} < 0$, газ отдаёт тепло (его забирают)

$$K = \frac{A_{12} + A_{21}}{A_{12}} = 1 + \frac{A_{21}}{A_{12}}$$

$\Delta U_{12} = \Delta U_{13} + \Delta U_{32}$

$\Delta U_{13} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1)$ ...

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R T_2(1 - m)$

$\Delta U_{21} = -\Delta U_{12} = -A_{21} \Rightarrow \underline{A_{21}} = \Delta U_{12} \qquad A_{12} - ?$

$\varphi = 90° - 30° - 15° = 45° = \frac{\pi}{4}$

$S_{\text{круга}} = \pi r^2 = \frac{2\pi r^2}{2}$

$S_{\text{сектора}\,(\frac{\pi}{4})} = \frac{\pi}{8} r^2$ } из математики

21202330 (U345074 M1264853)

Чистовик

ЛИСТ 6

Задача 2 (прод.)

$tg15^\circ = 0{,}268$

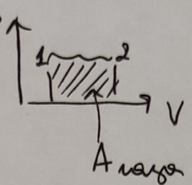
$\sqrt{\frac{3}{5}} = 0{,}7746$

$tg(90-30^\circ) = tg60^\circ = 1{,}73$

$\Rightarrow$ т.3 действ-но лежит м/у 1-2 (по дуге $1 \to 2$)

$A_{газа} = S_{под\ графиком} \cdot k'$

k' - коэфф. пропорц.



в общ. случае

$$A_{21} = \frac{3}{2}\nu R T_2(1-m) = \frac{3}{2}p_2V_2(1-m)$$

$$A_{12} = \frac{\pi}{8}p_0V_0$$

p_2V_2:
$$\left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 = 1$$

$$\frac{p_2/p_0}{V_2/V_0} = tg15^\circ$$

$$p_2 = \frac{p_0}{V_0}V_2\,tg15^\circ$$

$$V_2^2\,tg^2 15^\circ + V_2^2 = V_0^2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_0}{\sqrt{tg^2 15^\circ + 1}}$$

$$p_2 = p_0\frac{tg15^\circ}{\sqrt{tg^2 15^\circ + 1}}$$

$$A_{21} = \frac{3}{2}\,\frac{p_0V_0\,tg15^\circ}{tg^2 15^\circ + 1}(1-m)$$

$$k = 1 + \frac{A_{21}}{A_{12}} = 1 + \frac{\frac{3}{2}tg15^\circ}{(tg^2 15^\circ + 1)\pi/8}(1-m) = 1 + \frac{6\sin 30^\circ}{\pi}(1-\sqrt{3}) =$$

$$= 1 + \frac{3}{\pi}(1-\sqrt{3}) \approx 2-\sqrt{3}$$

$$\frac{\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{1+\cos\alpha}}}{2/(1+\cos\alpha)} = \frac{\sin\alpha}{2}$$

Ответ: 1) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{tg^2 15^\circ + 1}{ctg^2 30^\circ + 1}\,ctg30^\circ \cdot ctg15^\circ \approx 1{,}732 = \sqrt{3}$

2) $tg\gamma = \sqrt{\frac{3}{5}} \approx 0{,}7746$

3) $1 + \frac{\frac{3}{2}tg15^\circ}{(tg^2 15^\circ + 1)\pi/8}\left(1 - \frac{tg^2 15^\circ + 1}{ctg^2 30^\circ + 1}\,ctg30^\circ\,ctg15^\circ\right) = 0{,}3 \approx 2-\sqrt{3}$

$$\frac{A_{наш}}{A_{расш}} = 1 + \frac{3}{2}\,\frac{tg15^\circ \cdot 8}{(tg^2 15^\circ + 1)\pi}(1-\sqrt{3}) = 2-\sqrt{3}$$

21202330 (U345074 M1264853)

Часть 2

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

Шифр: **21202330**

ID профиля: **345074**

Вариант 5

Черновик

<u>Задача 4</u>

Видно, что $a_{рамки} = a(v)$

$$v = v_0 + a(v)t$$

$$v = v_0 + \frac{B^2 d^2}{mR} \cdot v t$$

Остается ли $a = const$???

~~Чистовик~~ Черновик

Задача 4 (прод.)

(2) Когда сторона CD находится в обл. с полем на рамку действует постоянная $F_A = \frac{B^2 v_0 d^2}{R}$ ⇒ она движ-ся с $a = const$

Из кинематики: $v_1 = v_0 + at$ $(\vec{a} \uparrow\uparrow \vec{v}_0)$

$$\text{И} = v_0 t + \frac{at^2}{2} \qquad \Downarrow \quad t = \frac{v_1 - v_0}{a}$$

$$\text{И} = \frac{v_0(v_1 - v_0)}{a} + \frac{a(v_1 - v_0)^2}{2a^2} = \frac{v_1 - v_0}{a}\left(v_0 + \frac{a(v_1 - v_0)}{2a}\right) =$$

$$= \frac{v_1 - v_0}{a}\left(\frac{2v_0 + v_1 - v_0}{2a}\right) = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$$

$$2a\text{И} = v_1^2 - v_0^2 \Rightarrow v_1^2 = v_0^2 + 2a\text{И} = v_0^2 + \frac{2B^2 v_0 d^2}{mR} \cdot \frac{d}{3}$$

$$\boxed{v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{2}{3}\frac{B^2 v_0 d^3}{mR}}}$$

(3) Когда CD выйдет из поля $\sum F = 0$ ⇒ рамка движ-ся с $v_1 = const$

сумм. сила действ. на рамку

(силы на BC и AD компен-ют друг друга)

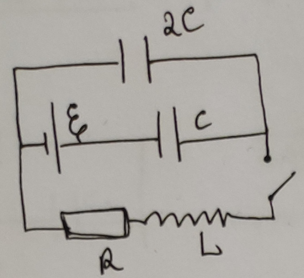
Когда сторона AB ок-ся в обл-ти с ⊗B:

Чистовик

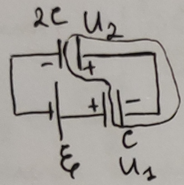
Вариант 11-05

Задача 3

ЛИСТ 1



① ○ До $\to K\downarrow$ в уст. режиме ток через C_1, C_2 равен нулю



$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

З-н сохр заряда для выд. области:

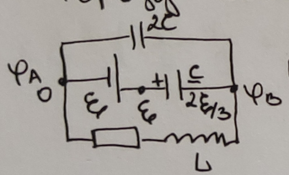
$0 = 2CU_2 - CU_1 \Rightarrow U_1 = 2U_2$

конд. C_1, C_2 не заряжены были

$3U_2 = \mathcal{E}$

$U_2 = \mathcal{E}/3$, $U_1 = \dfrac{2\mathcal{E}}{3}$

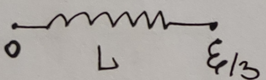
○ (Сразу после $K\downarrow$) напряжение на конд C_1 (и C_2) не изм. скачком, как и ток через катушку (сразу после $K\downarrow$ $I_L = 0$)



$|U_L| = |\varphi_A - \varphi_B| = |0 - \mathcal{E} + 2\mathcal{E}/3|$

$U_L = U_2 = \mathcal{E}/3$ сразу после $K\downarrow$

$U_L = |-L\dfrac{\Delta I}{\Delta t}|$



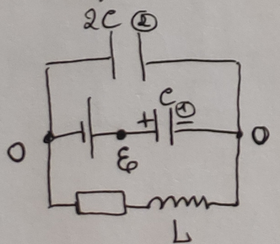
Скорость возрастания тока $\boxed{\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = \dfrac{U_L}{L} = \dfrac{\mathcal{E}}{3L}}$

② Нач. энергия (до $K\downarrow$)

$W_1 = W_{C_1} + W_{C_2} + \underbrace{W_L}_{0}$ (нет тока через L)

$W_{C_1} = \dfrac{CU_1^2}{2} = \dfrac{C(2\mathcal{E}/3)^2}{2}$, $W_{C_2} = \dfrac{2C(\mathcal{E}/3)^2}{2}$

После $K\downarrow$ в уст. режиме ток через конд-ы равен 0, напр. на L равно нулю:



Восп.-ся методом потенциалов ($\varphi_A = \varphi_B = 0$) $U'_L = 0$

Тогда $U'_1 = \mathcal{E}$

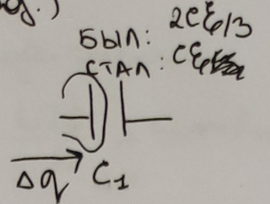
$U'_2 = 0$

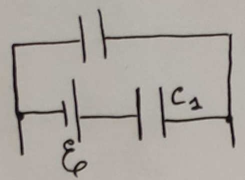
З-н сохр. энергии: $W_1 + A_{ист} = W_2 + Q$, где Q — искомое кол-во теплоты

Чистовик

ЛИСТ2

Задача 3 (прод.)





притек заряд $C\xi - 2C\xi/3 = \frac{1}{3}C\xi$

Такой же заряд прошел через ист. ξ

$\Rightarrow A_{ист} = +\left(\underbrace{\frac{1}{3}C\xi}_{\Delta q}\right)\xi = \frac{1}{3}C\xi^2$

$W_2 = \frac{C\xi^2}{2}$ ($I_L = 0$, конд. C_2 не заряжен)

конечн. энергия системы

$$W_1 = \frac{C(2\xi/3)^2}{2} + \frac{2C(\xi/3)^2}{2}$$

З-н сохр. энергии

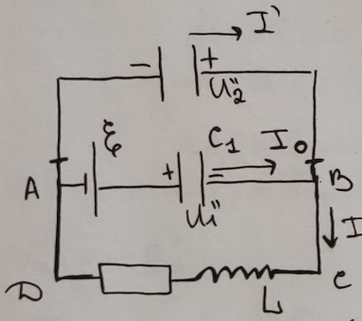
$\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{4}{6} - \frac{3}{6}$

$$\frac{C\xi^2}{2}\left(\frac{2}{3}\right)^2 + \frac{C\xi^2}{2}\cdot 2\left(\frac{1}{3}\right)^2 + \frac{1}{3}C\xi^2 = \frac{C\xi^2}{2} + Q$$

$$C\xi^2\left(\frac{1}{2}\cdot\frac{4}{9} + \frac{1}{2}\cdot\frac{2}{9} + \frac{1}{3} - \frac{1}{2}\right) = C\xi^2\left(\frac{2}{9} + \frac{1}{9} + \frac{3}{9} - \frac{1}{2}\right) = C\xi^2\left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right) = Q$$

$$Q = \frac{C\xi^2}{6}$$

3



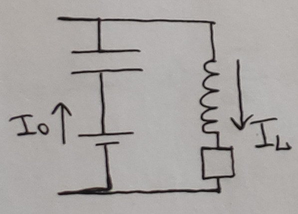
З-н сохр. магнитного потока для контура ABCD

($\xi_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$), $U_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\Delta\Phi_{AB} + \Delta\Phi_{CD} = 0$

поток был равен нулю

$$I_0 = \frac{\Delta q_1}{\Delta t} = \frac{\Delta(C_1 U_1'')}{\Delta t} = \frac{C\Delta U_1''}{\Delta t}$$



I_0 напр. так, т.к. заряд конд C_1 увелич-ся

Заряд C_2 наоборот, уменьш-ся $\Rightarrow$ также (см. рис.) напр I')

Тогда направление тока I_L через — опр-ся одн-но из з-на сохр. заряда для т. B $I_L = I_0 + I'$

$$I' = \frac{2C\Delta U_2}{\Delta t}$$

Чистовик ЛИСТ 3

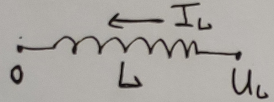
Задача 3 (прод.)

По з-ну сохр ~~заряда~~ энергии

$$W_1 = \frac{CU_1''^2}{2} + \frac{2CU_2''^2}{2} + \frac{LI_L^2}{2} + Q - A_{ист}$$

$$U_L + U_R = -U_1'' + \mathcal{E}$$

$$U_L = \mathcal{E} - U_1''$$

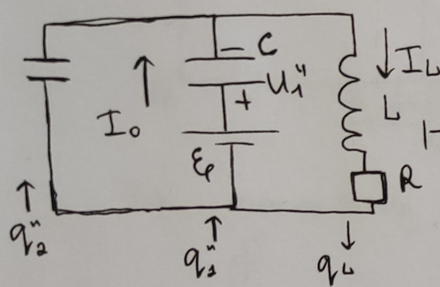


$$U_L = -L\frac{\Delta I_L}{\Delta t}$$

$$U_R = I_L \cdot R$$

$$CU_1'' = q_1''$$

$$U_1'' = \frac{q_1''}{C} = \cancel{I_0}\, q_1 \cancel{+ I_0}$$



$$I_0 = \frac{\Delta q_1}{\Delta t}$$

$$-L\frac{\Delta I_L}{\Delta t} = U_L$$

$$\Delta I_L = \frac{U_L \Delta t}{L}$$

$$U_L = \mathcal{E} - U_1''$$

$$\Delta I_L = \frac{\mathcal{E}\Delta t - U_1''\Delta t}{4}$$

$$q_1'' + q_2'' = q_L$$

$$q_2'' = 2CU_2'' = 2C(\mathcal{E} - U_1'')$$

$$q_1'' = CU_1''$$

$$\Delta(q_1'' + q_2'') = \Delta q_L$$

$$\Delta(2C\mathcal{E} - 2CU_1'' + CU_1'') = \Delta(2C\mathcal{E} - CU_1'') = \Delta q_L$$

$$\Delta(2C\mathcal{E}) = 0$$

$$-\Delta(CU_1'') = -\Delta q_1'' = \Delta q_L$$

$$\Delta q_1'' = I_0 \Delta t$$

$$\Delta q_L = I_L \Delta t \Rightarrow I_0 = I_L$$

$$-U_1'' = -\frac{q_1''}{C} \qquad I_0 = \frac{\Delta q_1''}{\Delta t}$$

$$-L\frac{\Delta I_L}{\Delta t} + I_L R = \mathcal{E} - \frac{q_1''}{C}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$

2) $Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{6}$

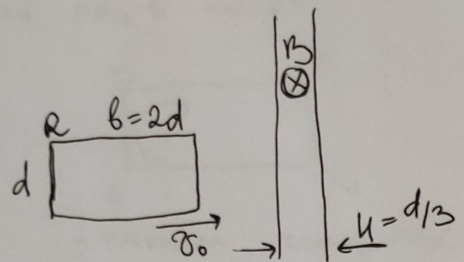
3)

Чистовик

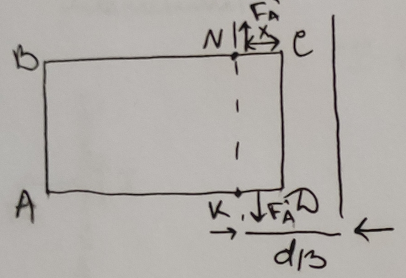
ЛИСТ 4

Задача 4

m, d, v_0, R, B

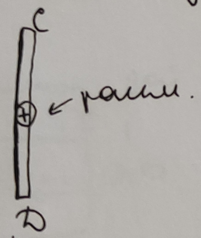


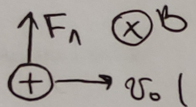
① o



на сторона NC и KD рамки действ. равные по модулю и противоп. по напр. F_A ⟹ они взаимно компенсируются

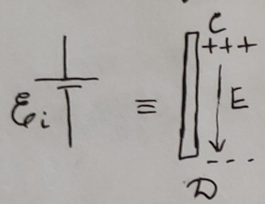
На сторону CD действ сила ампера $F_{A\,CD} = BId$ ← $I - ?$



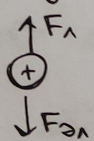


v_0 (т.к рамка только вошла в поле, ее скорость ⟹ скорость маленького заряда не изм-ась)

$F_л = q v_0 B$



„+" заряды будут смещ-ся к CD до тех пор, пока



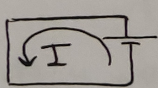
$F_л > F_{эл}$

В равновесии $F_л = F_{эл}$

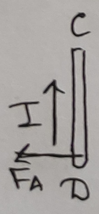
$q v_0 B = qE \Rightarrow E = v_0 B$

$\mathcal{E}_i = E \cdot d = B v_0 d$

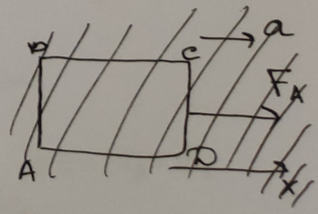
Тогда по рамке течет ток $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{B v_0 d}{R}$



(против часовой стрелки)

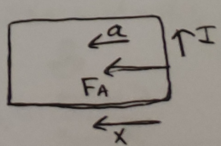


$F_A = BId = B\frac{B v_0 d}{R} d = \frac{B^2 v_0 d^2}{R}$



Тогда по 2му з-ну Ньютона для рамки (ось x)

$ma = F_A \Rightarrow \boxed{a = \frac{B^2 v_0 d^2}{mR}}$



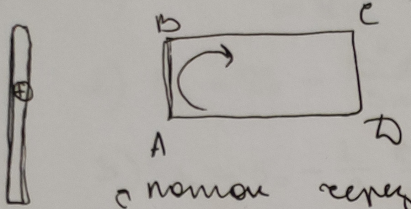
21202330 (U345074 M1264854)

Чистовик

ЛИСТ 5

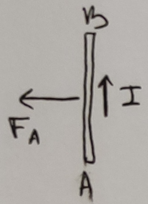
Задача 4 (прод.)

① сторона AB в поле:



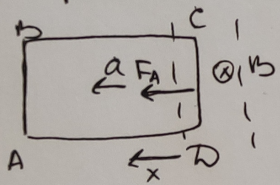
поток магнит. через ABCD ↓ ⇒ по правилу правой руки и по з-ну о сохр. магн. потока

I по часовой стрелке



Работа силы: $A = F \cdot s = F \cdot \frac{v}{\Delta t}$

② Для рамки 2ой з-н Ньютона:



$ma = F_A$

$m\left(-\frac{\Delta v}{\Delta t}\right) = \frac{B^2 v d^2}{R} \Rightarrow \Delta v = \frac{B^2 d^2}{mR} v \Delta t \quad (*)$

просуммируем обе части ур-ия (*):

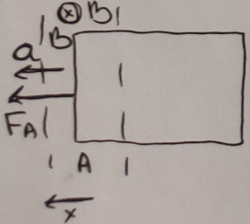
$\sum \Delta v = \frac{B^2 d^2}{mR} \sum v \Delta t \Rightarrow$ т.к. $\Delta v = v_1 - v_0$, $v\Delta t = l = d/3$ $\Rightarrow v_0 - v_1 = \frac{B^2 d^2}{mR} \cdot \frac{d}{3}$

$a = -\frac{\Delta v}{\Delta t}$, т.к. скорость ум-ся

$$v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{3mR}$$

если $v_0 > \frac{B^2 d^3}{3mR} \Rightarrow v_1$ вправо и рамка может выйти из поля (А она выходит по условию)

③ Т.к. рамка выходит из поля по усл. ⇒ v_2 – вправо



Снова IIой з-н Ньютона для рамки:

$ma = F_A$

$m\left(-\frac{\Delta v}{\Delta t}\right) = \frac{B^2 v d^2}{R}$

$-m\Delta v = \frac{B^2 d^2}{R} v \Delta t \quad (**)$

просумм. (**) $\Delta v = v_2 - v_1$, $v\Delta t = l = d/3$

⇓

$v_1 - v_2 = \frac{B^2 d^3}{3mR}$

$$v_2 = v_0 - \frac{2}{3} \frac{B^2 d^3}{mR}$$

Чистовик

ЛИСТ 6

Задача 4 (прод.)

Ответ: 1) $a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$

2) $v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{3mR}$

3) $v_2 = v_0 - \frac{2}{3} \frac{B^2 d^3}{mR}$

Чистовик

ЛИСТ 7

Задача 5

$d_0 = 25\text{ см} = 0{,}25\text{ м}$

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

Очки расположены вплотную к глазу $\Rightarrow$ оптическая сила очков и глаза складываются при рассм. системы

(1) D_0 – опт. сила глаз человека

Т.к. на сетчатке получается действ. И предмета:

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D_0$ – когда без очков

при рассм. удаленных предметов:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} = D_0 + D_1$$

при чтении с d_0:

$$\frac{1}{d_0} + \frac{1}{f} = D_0 + D_2$$

удаленные предметы: $\Rightarrow d_1 \to \infty$

$$D_0 + D_1 = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d_0} + D_0 + D_1 = D_0 + D_2 \Rightarrow \frac{1}{d_0} = D_2 - D_1$$

$$D_1 = 2D_2 \Rightarrow \frac{1}{d_0} = -D_2 \Rightarrow D_2 = -\frac{1}{d_0}$$

Тогда $D_1 = -\frac{2}{d_0} = -\frac{2}{0{,}25} = -8\text{ дптр}$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D_0 \Rightarrow \frac{1}{d} + D_0 + D_1 = D_0$$

$$\frac{1}{d} = -D_1 = \frac{2}{d_0} \Rightarrow d = x = \frac{d_0}{2} = 12{,}5\text{ см}$$

при таком расст человек может читать без очков

Чистовик

ЛИСТ 8

Задача 5

2) $d_3 = 50 см = 0{,}5 м$

$$\frac{1}{d_3} + \frac{1}{f} = D_0 + D_3$$

$$\frac{1}{d_3} + D_0 + D_1 = D_0 + D_3 \Rightarrow D_3 = \frac{1}{d_3} + D_1 = \frac{1}{d_3} - \frac{2}{d_0}$$

$$D_3 = \frac{d_0 - 2d_3}{d_0 d_3} = \frac{0{,}25 - 2\cdot 0{,}5}{0{,}25\cdot 0{,}5} = \frac{-0{,}75}{0{,}25\cdot 0{,}5} = -6 \text{ дптр}$$

Ответ: 1) $x = \frac{d_0}{2} = 12{,}5 см$

$D_1 = -8$ дптр

2) $D_3 = \frac{d_0 - 2d_3}{d_0 d_3} = -6$ дптр

21202330 (U345074 M1264854)