Часть 1

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

Шифр: **21201547**

ID профиля: **257225**

Вариант 8

$7g + 20 a_{бр\,отн} = 15 a_{кл}$

Чистовик №1

№1 часть 1

Дано:

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

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

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$

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

H

$a_{кл}$ – ?

$a_{бр\,отн}$ – ?

τ – ?

ЗСУ:

1) $\bar{a}_{абс} = \bar{a}_{отн} + \bar{a}_{пер}$

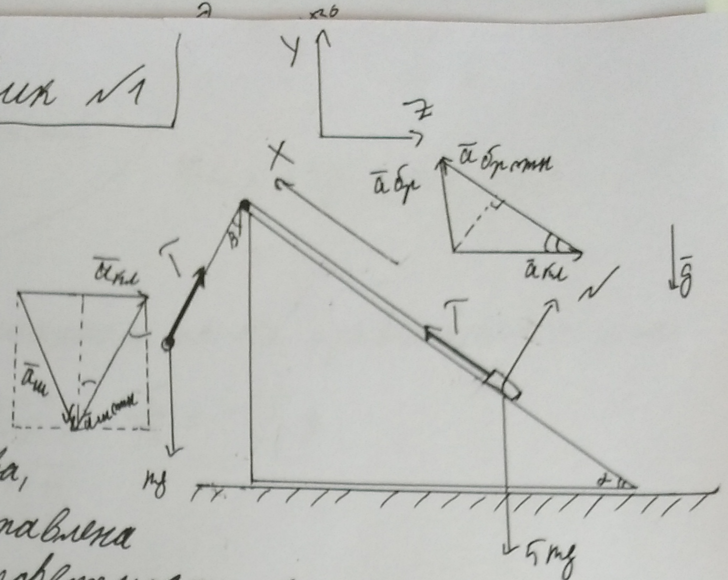
для „▭":

$\bar{a}_{пер} = \bar{a}_{кл}$

$\bar{a}_{отн} = \bar{a}_{бр\,отн}$

т.к. „▭" скользит по клину без отрыва, значит $\bar{a}_{бр\,отн}$ направлена вдоль наклонной поверхности клина, т.е под углом α к горизонту.

$\bar{a}_{абс} = \bar{a}_{бр}$



для шарика: $\bar{a}_{пер} = \bar{a}_{кл}$; $\bar{a}_{абс} = \bar{a}_{ш}$; $\bar{a}_{отн} = \bar{a}_{ш\,отн}$

так как нить нерастяжима и не провисает, ускорение любой её точки равны как по величине, так и по направлению, значит

$\boxed{a_{ш\,отн} = a_{бр\,отн}}$ ① и $\bar{a}_{ш\,отн}$ направлена вдоль нити.

2) 2ЗН для „▭": $\bar{N} + m\bar{g} + \bar{T} = m\bar{a}_{бр}$; X: $T - 5mg\sin\alpha = 5m\,a_{бр\,x}$

$a_{бр\,x} = a_{бр\,отн} - a_{кл}\cos\alpha$ (из ЗСУ)

$T = 5m(g\sin\alpha + a_{бр\,отн} - a_{кл}\cos\alpha)$

2ЗН для шарика: $\bar{T} + m\bar{g} = m\bar{a}_{ш}$

Y: $T\cos\beta - mg = m\,a_{ш\,y}$; $a_{ш\,y} = -a_{ш\,отн}\cos\beta = -a_{бр\,отн}\cos\beta$

Z: $T\sin\beta = m\,a_{ш\,z}$; $a_{ш\,z} = a_{кл} - a_{ш\,отн}\sin\beta = a_{кл} - a_{бр\,отн}\sin\beta$

$5m\cos\beta(g\sin\alpha + a_{бр\,отн} - a_{кл}\cos\alpha) = mg - m\,a_{бр\,отн}\cdot\cos\beta$

$5m\sin\beta(g\sin\alpha + a_{бр\,отн} - a_{кл}\cos\alpha) = m\cdot a_{кл} - m\,a_{бр\,отн}\sin\beta$

$5\cdot\frac{5}{13}\left(g\cdot\frac{4}{5} + a_{бр\,отн} - \frac{3}{5}a_{кл}\right) = g - \frac{5}{13}a_{бр\,отн}$

$20g + 25a_{бр\,отн} - 15a_{кл} = 13g - 5a_{бр\,отн}$

$7g + 30a_{бр\,отн} = 15a_{кл}$

$5\cdot\frac{12}{13}\left(g\cdot\frac{4}{5} + a_{бр\,отн} - \frac{3}{5}a_{кл}\right) = a_{кл} - \frac{12}{13}a_{бр\,отн}$

$48g + 60a_{бр\,отн} - 36a_{кл} = 13a_{кл} - 12a_{бр\,отн}$

$48g + 72a_{бр\,отн} = 49a_{кл}$

Чистовик №2

№1 часть 2

3) $\begin{cases} 7g + \cancel{20}^{30}\, a_{бр\,отн} = 15\, a_{кл} \\ 48g + 72\, a_{бр\,отн} = 49\, a_{кл}. \end{cases}$

$49(7g + \cancel{20}^{30}\, a_{бр\,отн}) = 15(48g + 72\, a_{бр\,отн})$

$390\, a_{бр\,отн} = 377g$

$a_{бр\,отн} = \frac{377}{390} g = \frac{377}{39}$ м/с²

$a_{кл} = \frac{7g + 30 \cdot a_{бр\,отн}}{15}$

$a_{кл} = \frac{7g}{15} + 2 \cdot \frac{377}{390} g$

$a_{кл} = 2{,}4g = 24$ м/с²

4) $\bar{S} = \bar{v}_0 t + a\frac{t^2}{2}$; для шарика на ось Y за всё время спуска:

$-H = +a_{шy}\frac{\tau^2}{2}$; $a_{шy} = -\frac{377}{390} g \cdot \frac{5}{13} = -\frac{29}{78} g$

$\tau = \sqrt{\frac{-2H \cdot 78}{-29g}}$; $\tau = 2\sqrt{\frac{39H}{29g}}$

Ответ: $a_{кл} = 2{,}4g = 24$ м/с²

$a_{бр\,отн} = \frac{377}{390} g = \frac{377}{39}$ м/с²

$\tau = 2\sqrt{\frac{39H}{29g}}$

Чистовик №3

$i = 5$

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

$\delta = \frac{|T_1 - T_2|}{T_2}$ — ?

α — ?

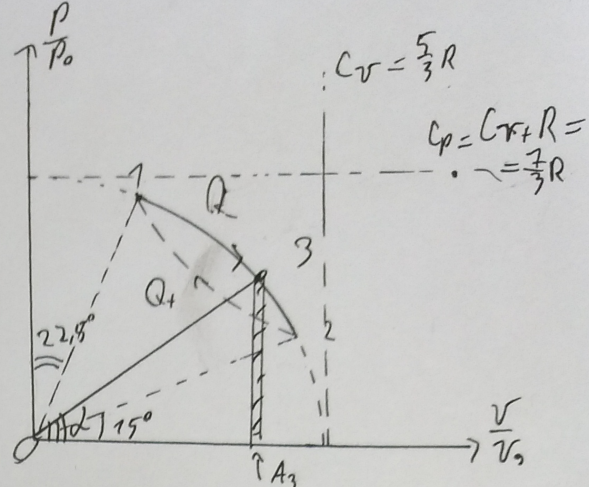
η — ?

1) $PV = \nu R T$; $\cancel{P_0 V_0 = \nu R T_0}$

$\cancel{\frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{\nu R T}{T_0}}$

$\cancel{T_1 = \frac{P_1 V_1 \cdot T_0}{P_0 V_0 \nu R}} = \frac{P_1 V_1}{\nu}$

$\frac{P_1}{P_0} = \frac{V_1}{V_0} \cdot ctg\, 22{,}5°$



радиус$^2 = \frac{P_1^2}{P_0^2} + \frac{V_1^2}{V_0^2} = \frac{P_2^2}{P_0^2} + \frac{V_2^2}{V_0^2}$

$\frac{P_2}{P_0} = \frac{V_2}{V_0} ctg\, 15°$

$\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 (1 + ctg^2 22{,}5°) = \frac{V_2^2}{V_0^2} (1 + ctg^2 15)$

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{1 + ctg^2 15°}{1 + ctg^2 22{,}5°}}$$

$\cos u = 2\cos^2 u/2 - 1$

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

$\cos^2 15° = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} + 1}{2} = \frac{\sqrt{3} + 2}{4}$ $\qquad$ $\cos^2 22{,}5 = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} + 1}{2} = \frac{\sqrt{2} + 2}{4}$

$\sin^2 15 = \frac{2 - \sqrt{3}}{4}$ $\qquad$ $\sin^2 22{,}5 = \frac{2 - \sqrt{2}}{4}$

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{1 + \frac{2+\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}}}{1 + \frac{2+\sqrt{2}}{2-\sqrt{2}}}} = \sqrt{\frac{4}{2-\sqrt{3}} \cdot \frac{2-\sqrt{2}}{4}} = \sqrt{\frac{2-\sqrt{2}}{2-\sqrt{3}}}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{ctg\, 22{,}5}{ctg\, 15} = \frac{ctg\, 22{,}5}{ctg\, 15} \sqrt{\frac{2-\sqrt{2}}{2-\sqrt{3}}}$$

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} \cdot P_2 V_2 \cdot \frac{ctg\, 22{,}5}{ctg\, 15} \cdot \frac{2-\sqrt{2}}{2-\sqrt{3}} \ ; \ T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R}$$

$$K = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{ctg\, 22{,}5}{ctg\, 15} \cdot \frac{2-\sqrt{2}}{2-\sqrt{3}} - 1$$

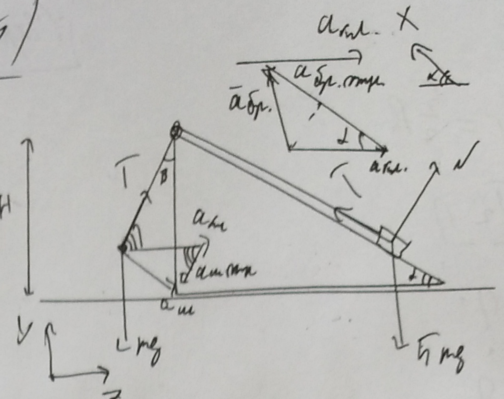
2) $C = 0 \Rightarrow Q = 0 \Rightarrow 0 = dU_3 + A_3$; $tg\alpha = \frac{P_3}{P_0} \cdot \frac{V_0}{V_3}$

$dU_3 = \frac{5}{2} \nu R dT_3 = \frac{5}{2} P_3 V_3$; $A_3 = \frac{P_3}{P_0} \cdot \frac{dV_3}{V_0}$

$\cancel{0 = \frac{5}{3} V_3 dV_3}$

$C = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \frac{\Delta U + \Delta A}{\nu \Delta T} =$

(Черновик №1)



№1 m, 5m

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$ $\sin\alpha = \frac{4}{5}$

$\cos\beta = \frac{5}{13}$ $\sin\beta = \frac{12}{13}$

$a_{кл}$ - ?

$a_{бр\ отн}$ - ?

τ - ?

из нити:

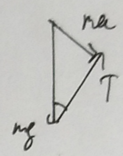
$a_{бр.отн} = a_{ш\ отн.}$

$x: T - 5mg\sin\alpha = 5m a_{бр\ x} = 5m(a_{бр.отн} - a_{кл}\cos\alpha)$

$\cancel{N - 5mg\cos\alpha =}$

$y: T\cos\beta - mg = m a_{ш\ y} = m\, a_{бр\ отн}\sin\beta$

$z: T\sin\beta = m a_{ш\ z} = m(a_{кл} - a_{бр.отн}\cos\beta)$



343

336

$T = 5m(g\sin\alpha + a_{бр\ отн} - a_{кл}\cos\alpha)$

$\cos\beta$!

$5m\cos\beta(g\sin\alpha + a_{бр\ отн} - a_{кл}\cos\alpha) = m a_{бр\ отн}\sin\beta + mg$

$\sin\beta$!

$5m\sin\beta(g\sin\alpha + a_{бр\ отн} - a_{кл}\cos\alpha) = m(a_{кл} - a_{бр.отн}\cos\beta)$

① $5g\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{5}{13} + 5\cdot\frac{5}{13}a_{бр\ отн} - 5\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{5}{13}a_{кл} = \frac{12}{13}a_{бр\ отн} + g.$ $|\times 13$

79,9

② $5\cdot\frac{12}{13}\left(\frac{4}{5}g + a_{бр\ отн} - \frac{3}{5}a_{кл}\right) = a_{кл} - \frac{5}{13}a_{бр.\ отн.}$ $|\times 13$

$\cos 2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1$

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

~~$\sin 2\alpha = 0$~~

①: $20g + 25a_{бр\ отн} - 15a_{кл} = 12a_{бр.\ отн} + 13g$

$7g + 13a_{бр\ отн} = 15a_{кл}.$

② $48g + \overset{60}{12}a_{бр\ отн} - 36a_{кл} = 13a_{кл} - 5a_{бр.\ отн.}$

343 637

720 255

$48g + 17a_{бр\ отн} = 49a_{кл}.$

$49\cdot(7g + 13a_{бр\ отн}) = 15(48g + 17a_{бр\ отн})$

$382\ a_{бр\ отн}$ $377g$

$a_{бр\ отн} = \frac{377}{382}g.$

$a_{кл} = \frac{7g + \frac{13\cdot 377}{382}g}{15} =$

$\frac{2674 + 4901}{15\cdot 382}g = \frac{1515}{3\cdot 382}g$

$a_{кл} = \frac{1515}{1146}g$

$H = \frac{a_{ш\ y}\tau^2}{2} = \frac{a_{бр\ отн}\cdot\sin\beta\,\tau^2}{2}$ $\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{бр\ отн}\sin\beta}}$

Черновик №2

№2.

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

$\frac{T_1 - T_2}{T_2}$ - ?

η - ?

α - ?

Часть 2

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

Шифр: **21201547**

ID профиля: **257225**

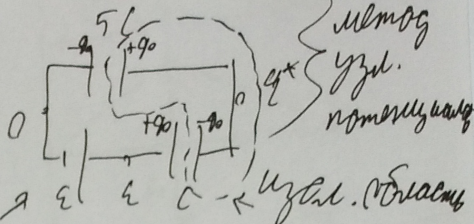
Вариант 8

Чистовик №1

№3.3

1) Рассм. мом. до ключа;

Допустим, что полярность ‖ такая, как на рис.?

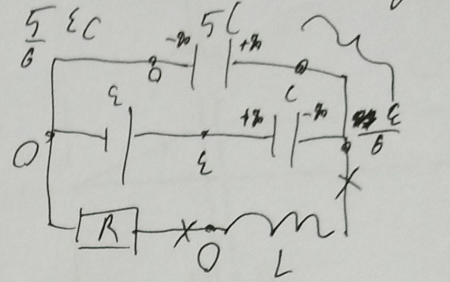


ЗС.З для изол. обл.: $5C\cdot\varphi^* - C(\mathcal{E}-\varphi^*)=0$

$5\varphi^* - \mathcal{E} + \varphi^* = 0 \Rightarrow \varphi^* = \frac{\mathcal{E}}{6}$;

$U_{5C}=\frac{\mathcal{E}}{6}$. $U_C=\mathcal{E}-\frac{\mathcal{E}}{6}=\frac{5}{6}\mathcal{E}>0$; $q_0=5C\cdot\frac{\mathcal{E}}{6}=\frac{5}{6}\mathcal{E}C$

$W(0)=\frac{5C\cdot\mathcal{E}^2}{36}+\frac{C\cdot 25\mathcal{E}^2}{36}=\frac{30}{36}C\mathcal{E}^2=\frac{5}{6}C\mathcal{E}^2$



2) Рассм. мом. сразу после ключа:

напряж. и заряд на ‖ скачком не измен.

ток через катушку скачком не измен.

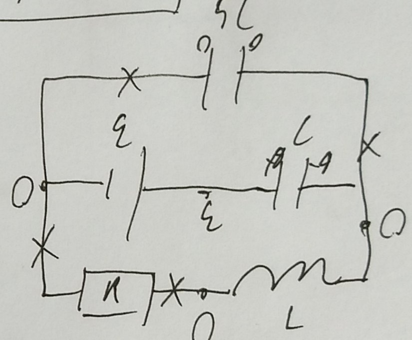
$I_L(0)=0 \Rightarrow I_R(0)=0$

$U_L(0)=L I'(0)$; $U_L(0)=\frac{\mathcal{E}}{6}-0=\frac{\mathcal{E}}{6} \Rightarrow \boxed{I'(0)=\frac{\mathcal{E}}{6L}}$

3) Рассм. цепь при $t_{уст}$:

ток через ‖ не идёт ⇒ его нет в цепи

напряж. на катушке равно нулю.



$U_{5C}(t_{уст})=0 \Rightarrow q_{5C}(t_{уст})=0$

$U_C(t_{уст})=\mathcal{E} \Rightarrow q=C\mathcal{E}$

C: было $q_0=\frac{5}{6}\mathcal{E}C$; стало $q=C\mathcal{E}$; q^*

$q^*=q-q_0=\frac{C\mathcal{E}}{6}$

$W(t_{уст})=\frac{C\mathcal{E}^2}{2}$; ЗСЭ: $A_б=Q+W(t_{уст})-W(0)+0$

$\mathcal{E}\cdot\frac{C\mathcal{E}}{6}=\frac{C\mathcal{E}^2}{2}-\frac{5}{6}C\mathcal{E}^2+Q \Rightarrow Q=C\mathcal{E}^2\left(\frac{1}{6}+\frac{5}{6}-\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \boxed{Q=\frac{C\mathcal{E}^2}{2}}$

4) $I_0+I_1=\frac{U_R}{R}$ $I_1=\frac{I_0}{5}$

$I_0=5C\varphi'$

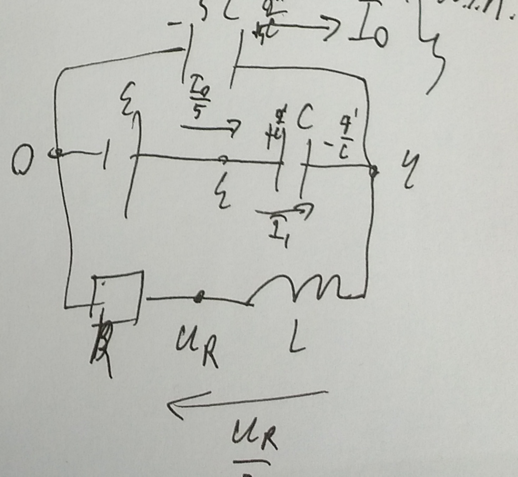
$I_1=C\cdot(\varphi-\mathcal{E})'=C\varphi'$

$I_R=I_0+\frac{I_0}{5}=\frac{6}{5}I_0$

$\boxed{U_R=\frac{6}{5}I_0R}$

~~$\varphi-U_R=L\left(\frac{U_R}{R}\right)'=L\frac{U_R'}{R}$~~

$\boxed{\cancel{U_R=I_0R}}$



Отв: $I'(0)=\frac{\mathcal{E}}{6L}$

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

$U_R=\frac{6}{5}I_0R$

Чистовик

№ 5

$f_1 = 0{,}25$ м

$\frac{D''}{D'} = 5$

$x,\ D'' - ?$

$D''' - ?$

III: $\frac{1}{d} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{F_2} = \cancel{\frac{D-F_0}{dF_0}} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} = -D''$

II: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{1}{F_1} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1} = D'$

$\frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} = 5\left(\frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1}\right)$

$\frac{4}{d} = \frac{4}{F_0} - \frac{5}{f_1} \Rightarrow \left(\frac{1}{F_0} - \frac{1}{d}\right) = \frac{5}{4f_1}$

I: $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{d}$

$\frac{1}{x} = \frac{5}{4f_1} \Rightarrow x = \frac{4}{5}f_1 = 5$ см

$D'' = -\left(\frac{1}{F_0} - \frac{1}{d}\right) = -\left(\frac{5}{4f_1}\right) = -2{,}5$ дптр.

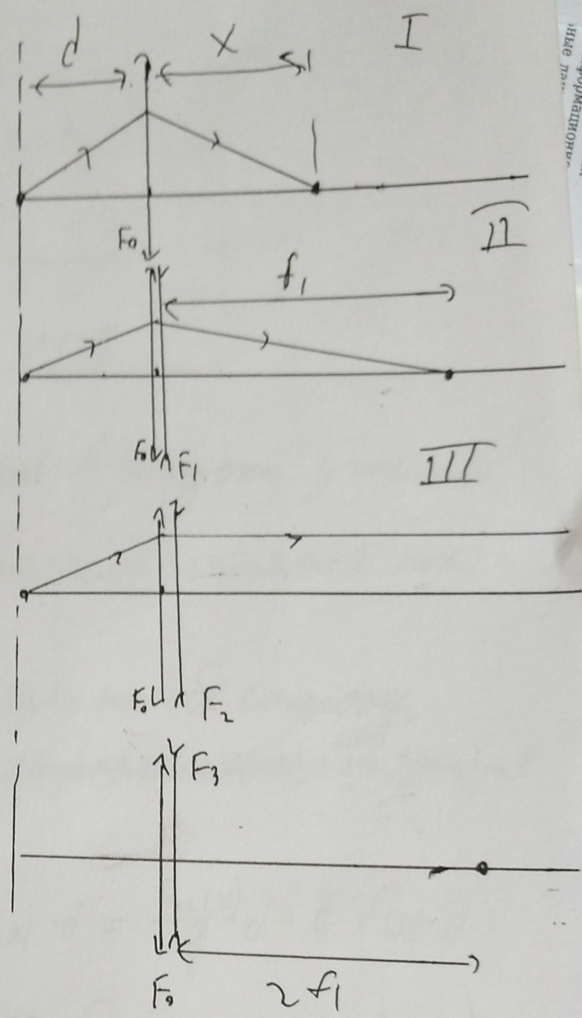
$\frac{1}{d} + \frac{1}{2f_1} = \frac{1}{F_0} + D''' \Rightarrow D''' = \underbrace{-\frac{1}{F_0} + \frac{1}{d}}_{D''} + \frac{1}{2f_1}$

$D''' = D'' + \frac{1}{2f_1} = -2{,}5 + \frac{1}{0{,}5} = -0{,}5$ дптр.

Ответ: $x = \frac{4}{5}f_1 = 5$ см.

$D'' = -\frac{5}{4f_1} = -2{,}5$ дптр.

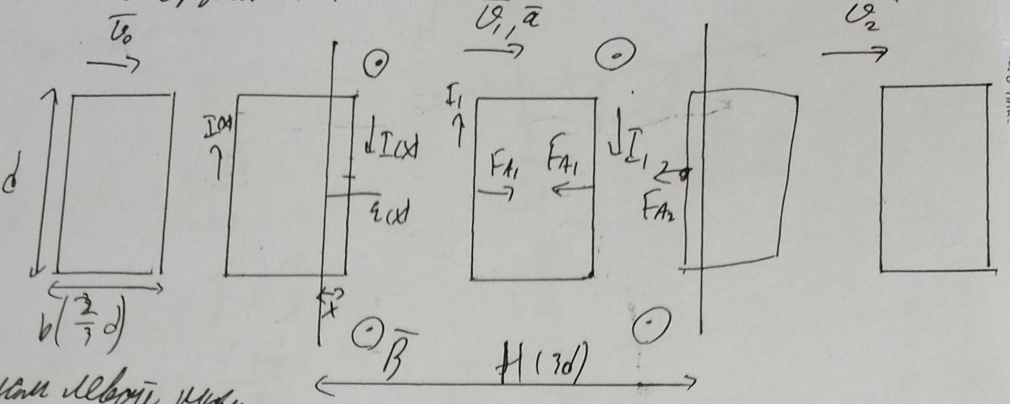
$D''' = -0{,}5$ дптр.



Черновик №3

$m, d, V_0; R, B$ №4

a – ?
V_1 – ?
V_2 – ?



1) При попадании контура в м.п. на заряды внутри него начинает действовать сила, определяемая правилом левой руки.
Она направлена вниз (в плоскости рисунка); в горизонт. участках она гасится силой со стороны рамки.
в верт. участке возникает разность потенциалов, появляется ток.
Из-за него появляется $F_A = B I \cdot d$

2) когда рамка полностью в м.п. F_{A_1} действует на обе стороны, они равны по модулю и противоположны по направлению (по пр. лев. руки), т.е
$m \cdot a = F_{A_1} - F_{A_1} = 0 \Rightarrow \boxed{a = 0}$

3) $F_{A(x)} = B \cdot d \cdot I(x) = \frac{Bd}{R}\,\varepsilon(x)$; $\varepsilon(x) = E(x) \cdot d = \frac{F_л(x)}{q} d = B\,V(x)\,d$

$F_{A(x)} = \frac{Bd}{R} \cdot B d \cdot V(x) = \frac{B^2 d^2}{R} \cdot V(x)$; 2ЗН: $F_{A(x)} = m a(x) \mid \cdot x \Delta t$

$\cancel{\frac{B^2 d^2}{R} V(x) \cdot \Delta t}$ $\frac{B^2 d^2}{R} \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot \Delta t = m \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} \cdot \Delta t$; $\Delta x = b = \frac{2}{3} d$; $\Delta V = V_0 - V_1$

$\frac{B^2 d^2}{R} \cdot \frac{2}{3} d = m V_0 - m V_1 \Rightarrow V_1 = V_0 - \frac{2}{3} \frac{B^2 d^3}{R \cdot m}$

4) Аналогичная зависимость будет при выходе из м.п., т.е
$\frac{B^2 d^2}{R} \cdot \frac{2}{3} d = m(V_1 - V_2) \Rightarrow V_2 = V_1 - \frac{2}{3} \frac{B^2 d^3}{R \cdot m}$

$V_2 = V_0 - \frac{4 B^2 d^3}{3 R m}$

Отв: $a = 0$

$V_1 = V_0 - \frac{2 B^2 d^3}{3 R m}$

$V_2 = V_0 - \frac{4 B^2 d^3}{3 R m}$

21201547 (U257225 M1267135)

Черновик №2.

1) $D_{III} = D_0 + D_2$

$\frac{1}{F_{III}} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} \Rightarrow F_2 = \frac{d F_0}{-F_0 + d}$

$D_{II} = D_0 + D_1$

$\frac{1}{F_{II}} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1}$

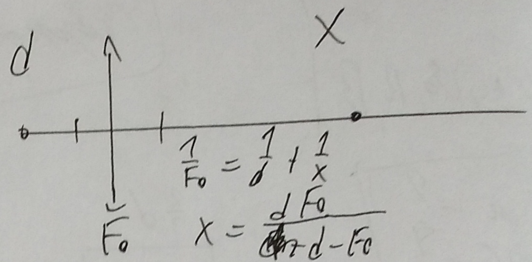
$F_1 = \frac{1}{-\left(\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1}\right) + \frac{1}{F_0}}$

$\frac{D_{III}}{D_{II}} = 5 = \frac{F_2}{F_1}$

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x}$

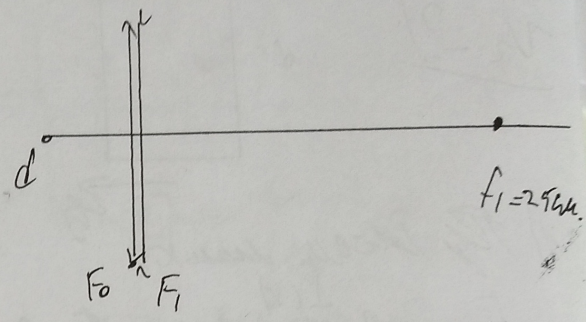
$x = \frac{d F_0}{-F_0 + d}$

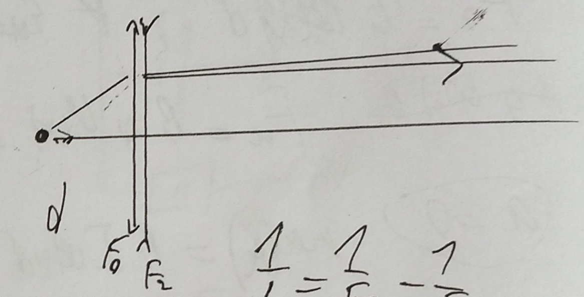
$5 = \frac{d F_0}{d - F_0} \cdot \left(\frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1}\right)$



$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x}$

$x = \frac{d F_0}{d - F_0}$





$\frac{1}{d} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{F_2}$

$F_2 = \frac{F_0 d}{d - F_0} = x$

21201547 (U257225 M1267135)

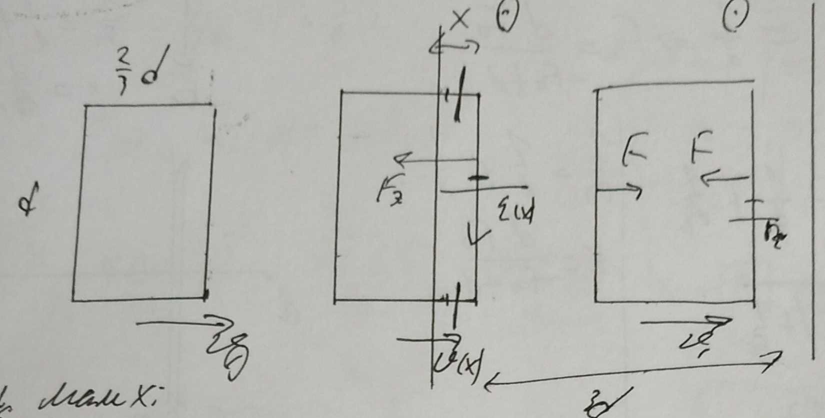
Черновик 11

m, v_0, R, B

u – ?

v_1 – ?

v_2 – ?



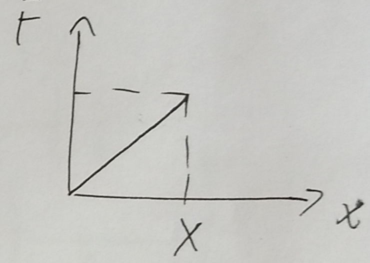
1) ~~Ту~~ Рассм. мом x:

$F_т = B\, I(x)\, d$; $\mathcal{E}(x) = I(x) R = \frac{F_т(x) R}{Bd}$

$F_т = B I L$

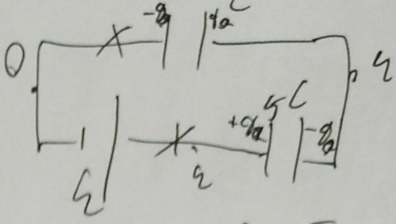
~~$B q v(x)$~~ $F_л = B q v(x) = B \Delta I \cdot \Delta t\, v(x) = B \Delta I \cdot X$ =

$a = 0$ $ma(X) = B I(x) d$



$I'(0)$ — ?
Q — ?
$I_{5C} = I_0$?
U_R — ?

Черновик №3



1) $Cq - 5C(\varepsilon - q) = 0$

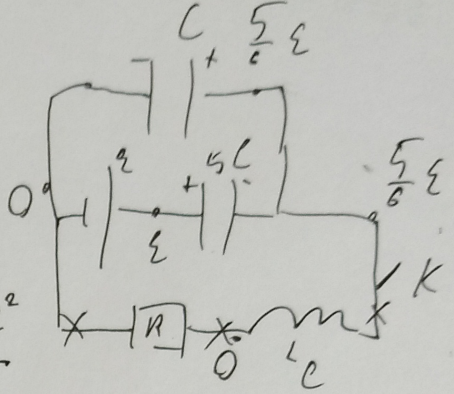
$q - 5\varepsilon + 5q = 0$

$q = \frac{5}{6}\varepsilon$; $q_0 = C \cdot \frac{5}{6}\varepsilon$

$U_L(0) = L I'(0)$; $U_L(0) = \frac{5}{6}\varepsilon$

$I'(0) = \frac{5\varepsilon}{6L}$

$W(0) = \frac{C \cdot \left(\frac{5}{6}\varepsilon\right)^2}{2} + \frac{5C \cdot \left(\frac{\varepsilon}{6}\right)^2}{2} = \frac{\cancel{25}\,30}{72}C\varepsilon^2 = \frac{5}{12}C\varepsilon^2$



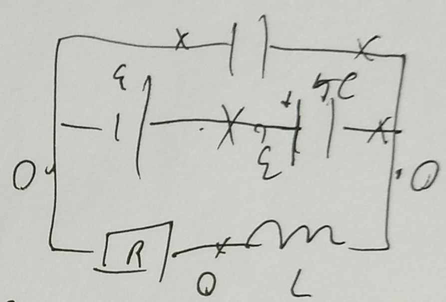
2) при $t_{уст}$ ...

$U_C = 0$; $U_{5C} = \varepsilon$ $W(t_{уст}) = \frac{5C \cdot \varepsilon^2}{2}$

$q = 5C\varepsilon$

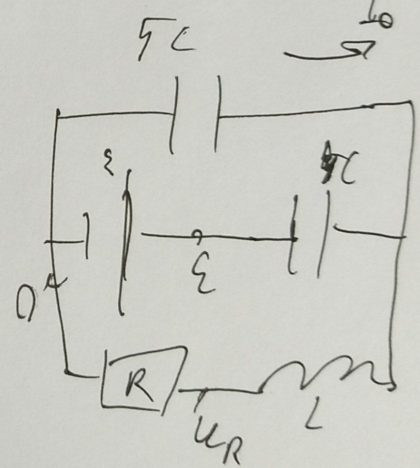
$q^* = \frac{25}{6}C\varepsilon$

было $\frac{5}{6}C\varepsilon$
$q^* \to$
стало $5C\varepsilon$



$A_{ист} = \frac{25C\varepsilon^2}{6} = Q + \left(\frac{5}{2} - \frac{5}{12}\right)C\varepsilon^2 = Q + \frac{25}{12}C\varepsilon^2$

$\boxed{Q = \frac{25}{12}C\varepsilon^2}$



~~CL~~ $6Cq' = \varepsilon - L\frac{u_R'}{R}$

$R \cdot 6C u' = \varepsilon R - L u_R'$

~~$u_R' = 41$~~ $\varepsilon \cdot R - 6C q' R = L u_R'$

$Ed = \frac{F_u}{q}d = B\,v(x)\,d$