Часть 1

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

Шифр: **21202292**

ID профиля: **377216**

Вариант 3

Чистовик (1)

вариант 11-03

№2.

ν моль; $i = 3$

T_0; $C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$

1) Q_1 - ?

2) $T_{??}$?

3) A_{min} - ?

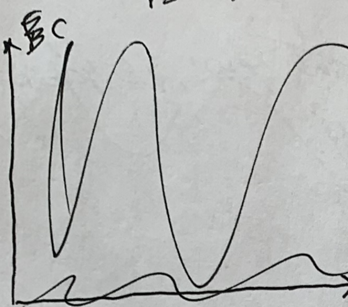
Решение:

Посчитаем теплоту, которую газ получает при охлаждении от $T = T_0$ до $T = \frac{3}{5}T_0$. Она будет равна Q_1';

Посчитаем её как „$-S_{гр}$" - минус площадь под графиком зависимости $C = C(T)$. Так как газ охлаждается, то перед площадью ставим знак „-".

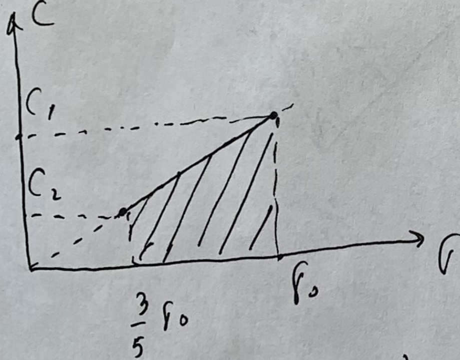
~~$C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$ - прямая пропорциональность, зн. имеем такой график:~~

$C(T\nu) = 3R\frac{T\nu}{T_0}$ - прямая пропорциональность, зн. график имеет вид:



$\delta Q = \nu C(T)dT$, $\Rightarrow$ $\Sigma\delta Q = \nu\Sigma C(T)dT$, где $\Sigma C(T)dT$ - „+" или „-" площадь под графиком зависимости $C(T)$.

$C = C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$ - прямая пропорц., зн. имеем такой график:



$C_1 = C(T_0) = 3R\frac{T_0}{T_0} = 3R$

$C_2 = C(\frac{3}{5}T_0) = 3R\frac{3T_0}{5T_0} = \frac{9}{5}R$

$\nu\Sigma C(T)dT = \Sigma\delta Q = Q_1'$, $\Rightarrow$ $\Sigma C(T)dT = -S_{гр}$;

$S_{гр} = \frac{C_1 + C_2}{2}\cdot(T_0 - \frac{3}{5}T_0) = \frac{3R + \frac{9}{5}R}{2}\cdot\frac{2}{5}T_0 = \frac{24}{25}RT_0$

Q_1' - теплота, которую получил газ.

Итак, $Q_1' = \nu(-\frac{24}{25}RT_0) = -\frac{24}{25}\nu RT_0$, $\Rightarrow$ $Q_1 = -Q_1' = \frac{24}{25}\nu RT_0$.

По 1-ому началу термодинамики: $Q = \Delta U + A$, $\Rightarrow$ $A = Q - \Delta U$;

~~$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(\frac{3}{5}T_0 - T_0) = -\frac{3}{5}\nu RT_0 \Rightarrow A = -\frac{24}{25}\nu RT_0 - \frac{3}{5}\nu RT_0 = -\frac{39}{25}\nu RT_0$~~

$Q = \frac{C_1 + C}{2}\cdot(T - T_0)\nu = \frac{3R + 3R\frac{T}{T_0}}{2}\cdot(T - T_0)\nu = \frac{(3RT_0 + 3RT)(T - T_0)}{2T_0}\nu = \frac{(3RT_0T - 3RT_0^2 + 3RT^2 - 3RT_0T)}{2T_0}\nu =$

$= (\frac{3R}{2T_0}T^2 - \frac{3RT_0}{2})\nu = \frac{3R\nu}{2T_0}T^2 - \frac{3RT_0\nu}{2}$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$, $\Rightarrow$ $A = Q - \Delta U = \frac{3R\nu}{2T_0}T^2 - \frac{3RT_0\nu}{2} - \frac{3}{2}T\nu R + \frac{3}{2}\nu RT_0 = \frac{3R\nu}{2T_0}T^2 - \frac{3\nu R}{2}T$

$A = A_{min}$ при $T = \frac{-(-\frac{3\nu R}{2})}{2\cdot\frac{3R\nu}{2T_0}} = \frac{3\nu RT_0}{2\cdot 3R\nu} = \frac{3T_0}{6} = \frac{T_0}{2}$

Чистовик ②

Тогда $A_{min} = \frac{3\nu R}{2T_0}\cdot\frac{T_0^2}{4} - \frac{3\nu R}{2}\cdot\frac{T_0}{2} = \frac{3\nu R T_0}{8} - \frac{3\nu R T_0}{4} = -\frac{3\nu R T_0}{8}$

Ответ:
1) $a_1 = \frac{24}{25}\nu R T_0$;
2) $T = \frac{T_0}{2}$
3) $A_{min} = -\frac{3\nu R T_0}{8}$

№1.

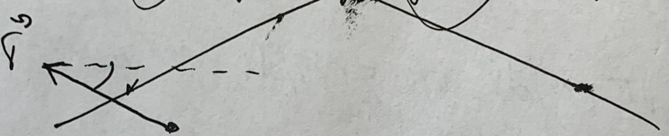
$\alpha = \arccos\frac{5}{13}$,

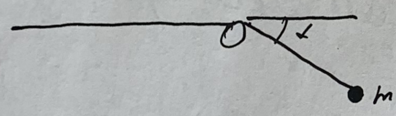
Н

1) β - ?
2) $a_к$ - ?
3) $\frac{m}{M}$ - ?
4) t - ?

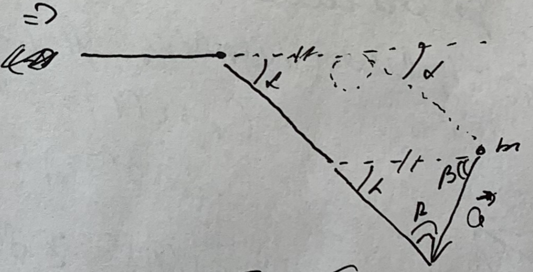
Решение:

~~Т.к. нить с горизонтом составляет один и тот же угол, то ускорение шара в СО Земли направлено вдоль $\vec{g}$.~~
~~Нарисуем силы, действующие на шар:~~





$\Rightarrow$

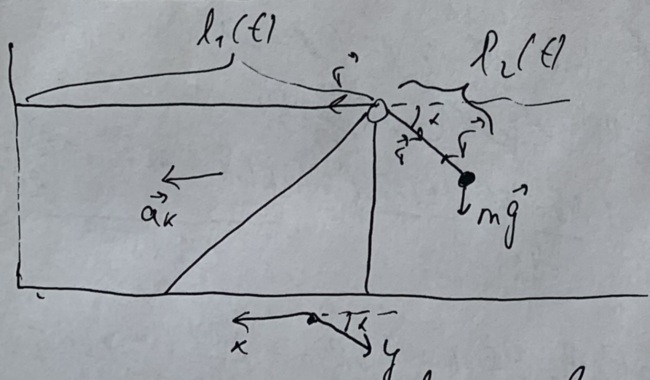


$\beta = \frac{180^\circ - \alpha}{2} = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$, зн.

$\sin\beta = \sin(90^\circ - \frac{\alpha}{2}) = \cos(\frac{\alpha}{2})$,

$\cos\alpha = 2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1 \Rightarrow \cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{1+\frac{5}{13}}{2}} = \sqrt{\frac{18}{26}} = \sqrt{\frac{9}{13}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$,

зн. $\underline{\beta = \arccos\frac{3}{\sqrt{13}}}$



$l_1(t) + l_2(t) = const$

$\Rightarrow$ $l_1'(t) + l_2'(t) = 0$;

$-v_1 + v_2 = 0$;

$v_1 = v_2$;

$v_1' = v_2'$.

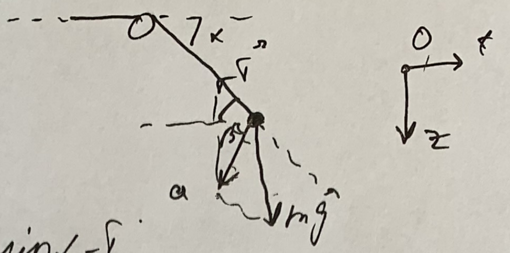
$a_1 = a_2$, где $a_1 = a_к$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ ускорение шара в направлении нити по модулю равно ускорению клина.

Черновик (3)

~~2ЗН для клина:~~

~~$Ox: Ma_к = T - T\cos\alpha$~~



2ЗН для шара:

$Oy: \ ma\cos(180^\circ - \alpha - \beta) = mg\sin\alpha - T,$

$ma_к = mg\sin\alpha - T$

$Oz: \ ma\sin\beta = mg - T\sin\alpha,$

$Ot: \ +ma\cos\beta = T\cos\alpha;$

$T = \dfrac{ma\cos\beta}{\cos\alpha}, \Rightarrow ma\sin\beta = mg - \dfrac{ma\cos\beta}{\cos\alpha}\cdot\sin\alpha;$

$a = \dfrac{mg}{m\sin\beta + m\cos\beta\, tg\,\alpha} = \dfrac{g}{\sin\beta + \cos\beta\, tg\,\alpha},$

$a_к = \cancel{a\cos} \ a\cdot(-\cos(\alpha+\beta)) = \dfrac{g(-\cos(\alpha+\beta))}{\sin\beta + \cos\beta\, tg\,\alpha},$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \dfrac{5}{13}\cdot\dfrac{3}{\sqrt{13}} - \dfrac{12}{13}\cdot\dfrac{2}{\sqrt{13}} = \dfrac{15}{13\sqrt{13}} - \dfrac{24}{13\sqrt{13}} = -\dfrac{9}{13\sqrt{13}}$

$\boxed{a_к} = \dfrac{10\cdot\dfrac{9}{13\sqrt{13}}}{\dfrac{2}{\sqrt{13}} + \dfrac{3}{\sqrt{13}}\cdot\dfrac{12}{13}\cdot\dfrac{13}{5}} = \dfrac{90}{13\sqrt{13}} \Big/ \dfrac{2}{\sqrt{13}} + \dfrac{36}{5\sqrt{13}} = \dfrac{90}{13\sqrt{13}}\cdot\dfrac{5\sqrt{13}}{46} = \dfrac{90}{13\cdot 46} \approx \boxed{0{,}15\,\frac{м}{с}}$

~~2ЗН для клина:~~

~~$Ma_к = T - T\cos\alpha;$ (1)~~

~~2ЗН для шара Oy:~~

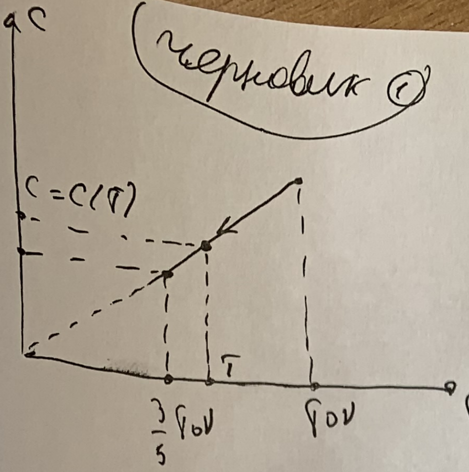
~~$ma_к\cos(\alpha+\beta) = mg\sin\alpha - T;$ (2)~~

~~$\dfrac{(1)}{(2)}: \dfrac{M}{m\cos(\alpha+\beta)} =$~~

Ответ: 1) $\beta = \arccos\dfrac{3}{\sqrt{13}}$,

2) $a_к \approx 0{,}15\,\dfrac{м}{с}$

(черновик ①)



$\nu,\ T_0;\ C(T)=3R\frac{T}{T_0}$

$Q_1=A_1+\Delta U_1,$

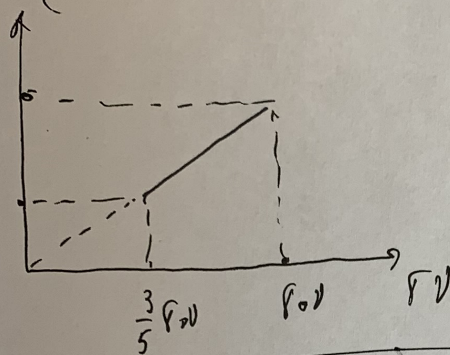
$\delta Q_1=C(T)\nu dT$

$\boxed{\cancel{Q_1=\frac{T_0\nu+\frac{3}{5}T_0\nu}{2}\cdot(T_0\nu-\frac{3}{5}T_0\nu)}=\frac{\nu^2}{2}\left(\frac{8}{5}T_0\right)\cdot\frac{2}{5}T_0=}$

$=\nu^2 T_0^2\cdot\frac{8}{25}$

$\cancel{Q_2=}$

$C=C(T\nu)=3R\frac{T\nu}{T_0}$

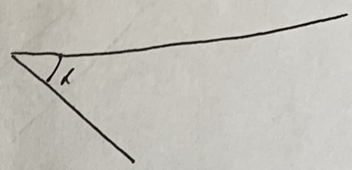


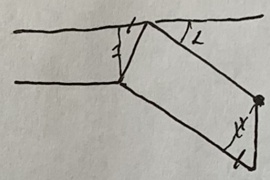
$C(\frac{3}{5}T_0\nu)=\frac{3R}{\cancel{T_0}}\frac{3}{5}\cancel{T_0}\nu=\frac{9}{5}R\nu;$

$C(T_0)=\frac{3R}{\cancel{T_0}}\cancel{T_0}\nu=3R\nu$

$\frac{3R\nu+\frac{9}{5}R\nu}{2}\cdot\nu\cdot\frac{2}{5}T_0=$

$\delta\ \delta\ \delta$





$\alpha=\arccos\frac{5}{13};$

H

$l_1(t)+l_2(t)=const$

$-v_1+v_2=0;$

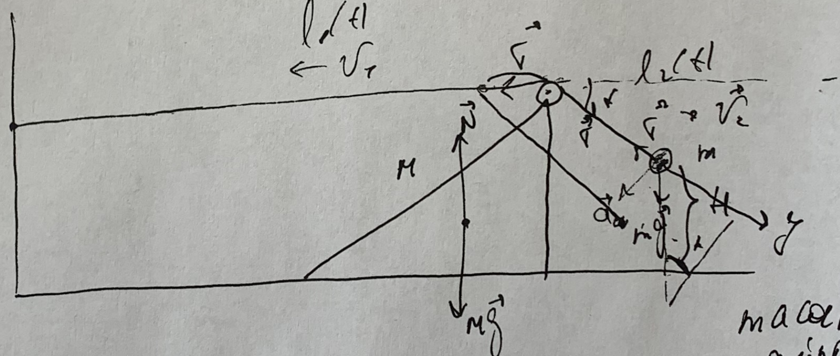
$v_2=v_1$

$a_2=a_1$ $169-25$

$\cos\alpha=\frac{5}{13},$ $\frac{13-9}{13}$

$\sin\alpha=\frac{12}{13},$

$\cos\beta=\frac{3}{\sqrt{13}},\ \sin\beta=\frac{2}{\sqrt{13}}$

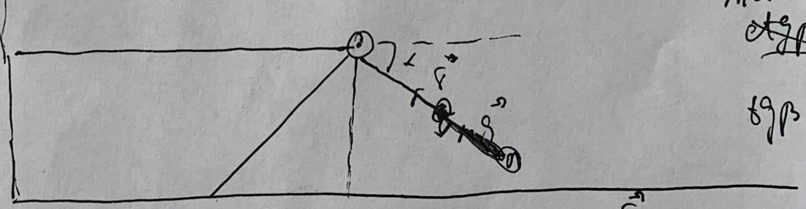


$ma\cos\beta=T\cos\alpha;$

$ma\sin\beta=mg-T\sin\alpha;$

$\cancel{ctg\beta=\frac{mg}{T\cos\alpha}}-$

$tg\beta=\frac{mg}{T\cos\alpha}-tg\alpha$



$Ma_1=T-T\cos\alpha;$

$Oy: ma_y=mg\sin\alpha-T,$

$a=\frac{(mg\sin\alpha)(1-\cos\alpha)}{(m-m\cos\alpha+M)\cancel{\cos\alpha}\cos(\alpha+\beta)}$

$\cos\beta=\frac{\cancel{(\frac{mMg\sin\alpha}{m-m\cos\alpha+M}}\cos\alpha)\cancel{(m-m\cos\alpha+M)}\cos(\alpha+\beta)}{\cancel{(mg\sin\alpha)}(1-\cos\alpha)m}$

$\cos\beta=\frac{M\cos\alpha}{}$

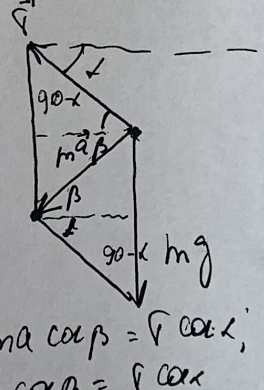
$T=\frac{Ma_1}{1-\cos\alpha},$

$ma_y=mg\sin\alpha-\frac{Ma_1}{1-\cos\alpha},$

$a_y=\frac{mg\sin\alpha}{m+\frac{M}{1-\cos\alpha}}$

$T=\frac{M}{1-\cos\alpha}\cdot\frac{mg\sin\alpha}{m+\frac{M}{1-\cos\alpha}}=$

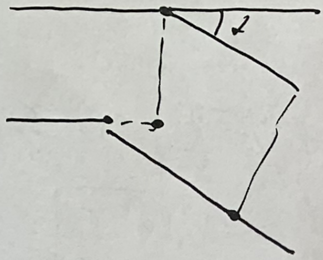
$\frac{mMg\sin\alpha}{m-m\cos\alpha+M}$

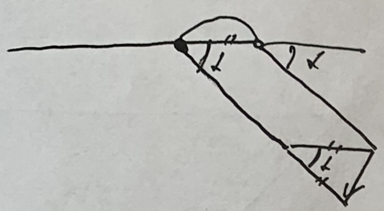


$ma\cos\beta=T\cos\alpha;$

$\cos\beta=\frac{T\cos\alpha}{ma}$

Черновик ②





Часть 2

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

Шифр: **21202292**

ID профиля: **377216**

Вариант 3

Черновик (1)

вариант 11-03.

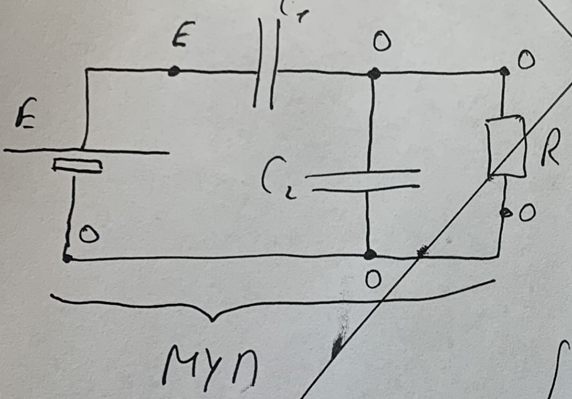
№3.

$C_1 = 4C$
$C_2 = C$
1) I_R - ?
2) Q - ?
3) U_R - ?

Решение:

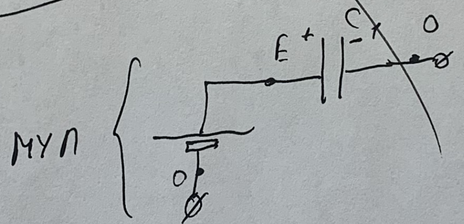
1) рассмотрим момент сразу после замыкания ключа: напряжение на конденсаторах скачком не меняется, зн. на обоих конденсаторах напр. равно нулю, поэтому ток не идёт через —▭—, т.к. напряжение на нём равно нулю. т.е. в начале $I_R = 0$.

2) т.к. в цепи есть резистор, то в конце концов будет установившийся режим. Рассмотрим его:



т.к. тока в цепи нет, то напряжение на —▭— равно нулю, а значит и напряжение на C_2 равно нулю, зн. этот конденсатор не заряжен.

Рассмотрим C_1:

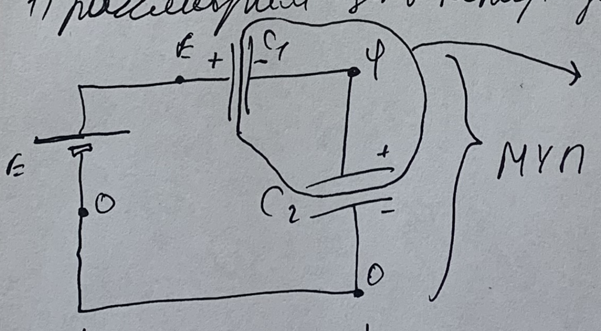


по ЗСЗ для левой обкладки конденсатора:

$C_1 = 4C$
$C_2 = C$
1) I_R - ?
2) Q - ?
3) U_R - ?

Решение:

1) рассмотрим цепь непоср. до замыкания ключа:



ЗСЗ для этой изол. области:

$0 = -C_1(E-\varphi) + C_2\varphi$;

$C_1E = C_1\varphi + C_2\varphi$;

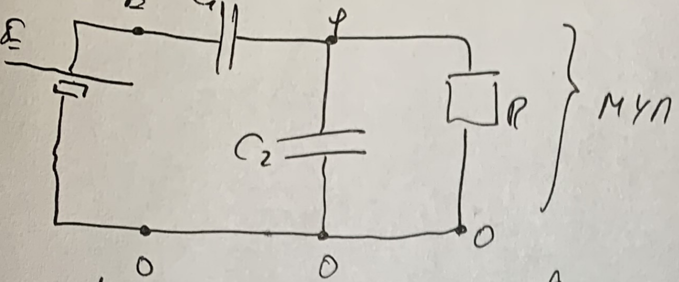
$\varphi = \frac{C_1E}{C_1+C_2} = \frac{4CE}{5C} = \frac{4}{5}E$; ⇒

⇒ $U_2 = \varphi - 0 = \frac{4}{5}E$ — напр. на C_2 непоср. перед замыканием ключа;

2) рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа. Напряжение на конденсаторах скачком не меняется;

Черновик ②

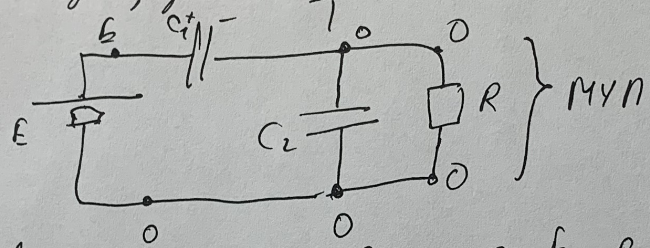
$U_1 = E - \varphi = E - \frac{4}{5}E = \frac{E}{5}$ – напр. на C_1;



$\boxed{I_R = \frac{\varphi}{R} = \frac{4E}{5R}}$

3) в цепи есть резистор => ~~все~~ после замыкания ключа будет установившийся режим. Рассмотрим его:
уст. режим => в цепи нет тока, => на резисторе нет тока, => на нём напряжение равно нулю, зн. на C_2 напр. равно нулю, зн. он не заряжен.

Имеем цепь:



~~ЗСЗ для левой обкладки~~ $\cancel{C_1 : +C_1\frac{E}{5} = +C_1E}$

До замыкания ключа на левой обкладке C_1 был заряд $+C_1\frac{E}{5}$, а после замыкания стал $+C_1E$, => к ней притёк заряд $\frac{4}{5}C_1E$, зн. такой же заряд прошёл через E: $\frac{4}{5}C_1E$

~~ЗСЭ для процесса от замыкания ключа до уст. режима:~~

$\cancel{A_{ист} = \Delta W + Q, \Rightarrow Q = A_{ист} - \Delta W, A_{ист} = \frac{4}{5}C_1E^2; \Delta W = \frac{C_1E^2}{2} - \frac{C_1\left(\frac{E}{5}\right)^2}{2} - \frac{C_2\left(\frac{4}{5}E\right)^2}{2} =}$

$\cancel{= \frac{2CE^2}{\ldots} - \frac{2CE^2}{25} - \frac{C\,16E^2}{2\cdot 25} = \frac{50CE^2}{25} - \frac{2CE^2}{25} - \frac{8CE^2}{25} =}$

до замык. ключа на верхней обкладке C_2 был заряд $+C_2\frac{4}{5}E$, а стал 0, => заряд утекал, => через E ещё протёк заряд $\frac{4}{5}C_2E$;

ЗСЭ для процесса от замыкания до уст. режима:

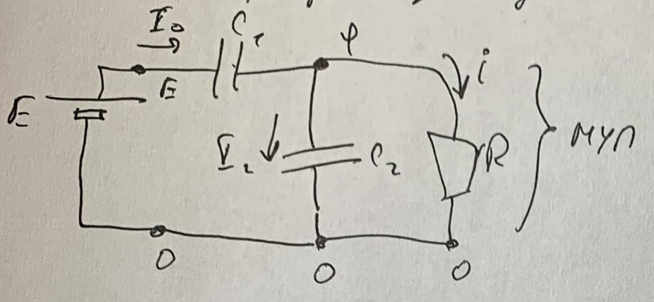
$A_{ист} = \Delta W + Q$, => $Q = A_{ист} - \Delta W$, $A_{ист} = E\left(\frac{4}{5}C_2E + \frac{4}{5}C_1E\right) = E^2\left(\frac{4C}{5} + \frac{16C}{5}\right) = 4CE^2$

$\Delta W = \frac{C_1E^2}{2} - \frac{C_1}{2}\left(\frac{E}{5}\right)^2 - \frac{C_2}{2}\left(\frac{4}{5}E\right)^2 = 2CE^2 - \frac{2CE^2}{25} - \frac{C}{2}\cdot\frac{16E^2}{25} = \frac{50CE^2}{25} - \frac{2CE^2}{25} - \frac{8CE^2}{25} =$

Чистовик (3)

$$= \frac{40CE^2}{25} = \frac{8CE^2}{5}, \Rightarrow Q = 4CE^2 - \frac{8CE^2}{5} = \frac{12CE^2}{5},$$

4) рассм. цепь когда через C_1 идёт ток I_0:



$$I_0 = I_2 + i; \quad I_2 = C_2\varphi'; \quad i = \frac{\varphi}{R},$$

$$I_0 = C_2\varphi' + \frac{\varphi}{R} \Rightarrow \varphi' = \frac{I_0 - \frac{\varphi}{R}}{C_2} = \frac{I_0}{C_2} - \frac{\varphi}{RC_2},$$

$$I_0 = C_1(E-\varphi)'; \Rightarrow -\varphi' = \frac{I_0}{C_1},$$

т.е. $\frac{\varphi}{RC_2} - \frac{I_0}{C_2} = \frac{I_0}{C_1}$,

$$\frac{\varphi}{RC} - \frac{I_0}{C} = \frac{I_0}{4C}, \quad |\cdot 4CR$$

$$4\varphi - 4I_0R = I_0R,$$

$\varphi = \frac{5I_0R}{4}$, зн.

$$U_R = \varphi - 0 = \frac{5I_0R}{4},$$

Ответ: 1) $I_R = \frac{4E}{5R}$,

2) $Q = \frac{12CE^2}{5}$,

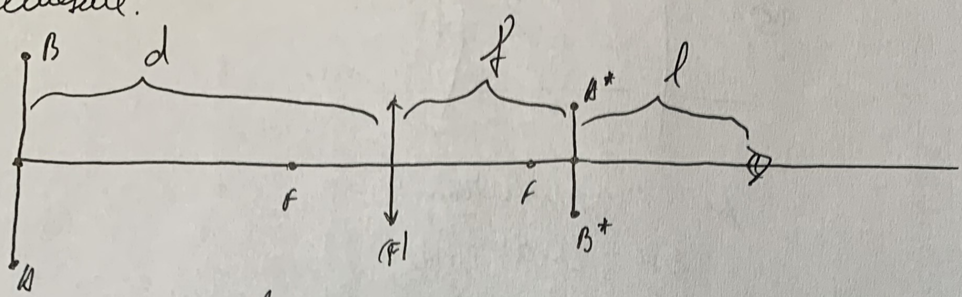
3) $U_R = \frac{5I_0R}{4}$

Чистовик ④

№5.

$F = 18$ см;	
$H = 9$ см;	
$d = 72$ см	
$l = 24$ см	
1) x - ?	
2) $D_м$ - ?	
3) y - ?	

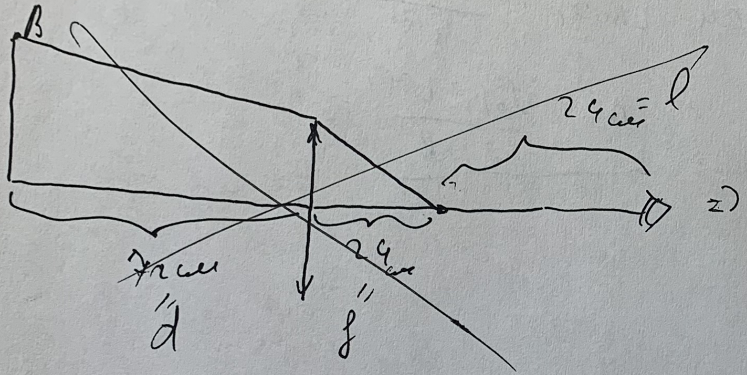
Решение:

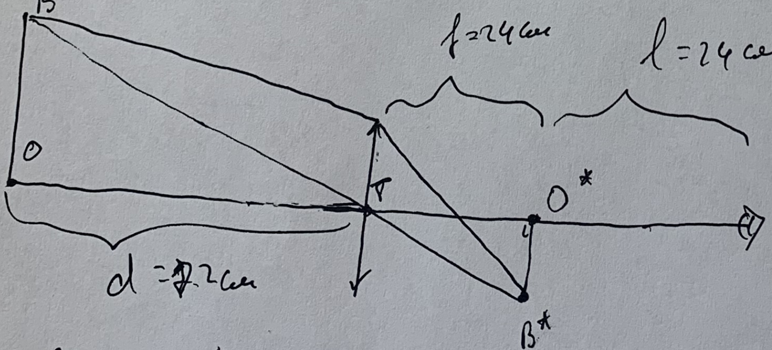


изображение действ. предмета AB нах-ся на расстоянии f от линзы:

$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F} \Rightarrow f=\frac{dF}{d-F}=\frac{72\cdot 18}{72-18}=24$ см, зн. $\boxed{x=f+l=24+24=48 \text{ см}}$

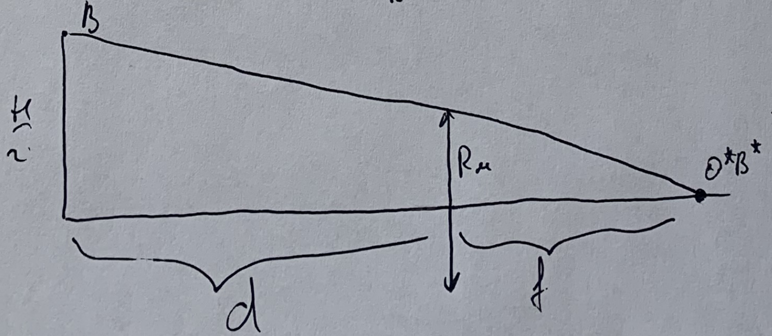
глаз видит всю картину, зн. изображение точки B на расстоянии 24 см от глаза.





$O^*B^* = Г\cdot OB$,
$OB=\frac{H}{2} \Rightarrow OB^* = Г\cdot\frac{H}{2}=\frac{H}{6} = 1,5$ см, зн.
$ГB^* \approx 24$, зн.
$\angle OГB^*$ очень мал, зн.

имеем:



$\Rightarrow \frac{R_м}{H/2}=\frac{f}{f+d} \Rightarrow R_м=\frac{fH}{2(f+d)} = \frac{24\cdot 9}{2\cdot(24+72)}=\frac{108}{96}=1,125$ см,

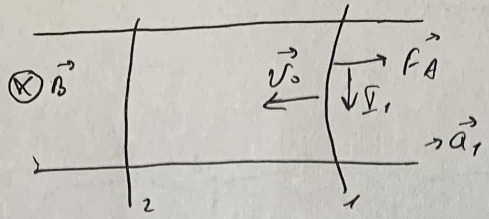
зн. $\boxed{D_м=2R_м=2,25 \text{ см}}$

B; L; 2m; R; m; 3R;
v_0;
1) a_1 - ?

№4.

Чистовик 5

Решение:



для 1 перемычки:

2ЗН: $2ma_1 = F_A$;

$F_A = BI_1L\sin\alpha$; $\sin\alpha = 1$

$\mathcal{E}_{i1} = v_0BL\sin\beta$, $\sin\beta = 1$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}_{i1}}{4R} = \frac{v_0BL}{4R},$$

$$F_A = BL\frac{v_0BL}{4R}$$

имеем: $2ma_1 = \frac{v_0B^2L^2}{4R}$,

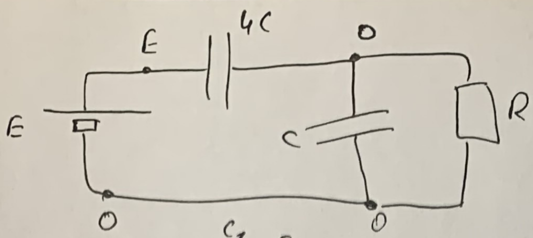
$$\boxed{a_1 = \frac{v_0B^2L^2}{8mR}}$$

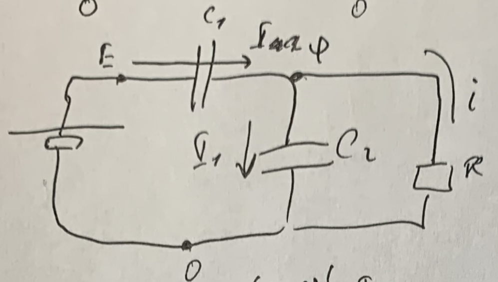
Черновик 1

$I_0 = C_1(E-\varphi)'$;

$\frac{I_0}{C_1} = -\varphi'$;

$I_0 =$





$I_0 = C_1U_1'$ $I_0 = (C_1U_1)' = q'$

u

$I_0 = I_1 + i$;

$iR = \varphi$

$I = I_1 + i$; $i = \frac{U_R}{R_1}$.

$I_1 = C_2U_2'$;

$I = C_2U_2' + \frac{U_R}{R}$;

$I = C_2U_R' + \frac{U_R}{R}$,

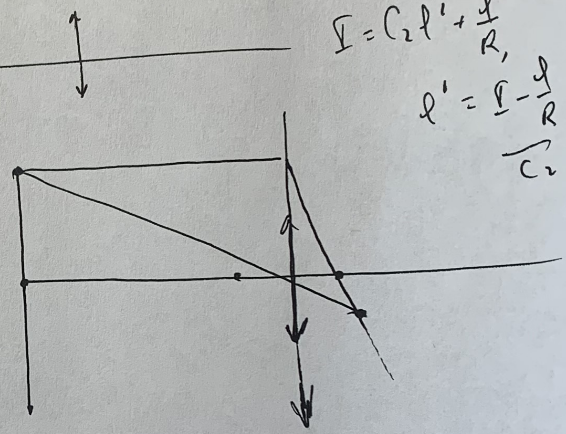
$I = C_2\varphi' + \frac{\varphi}{R}$,

$\varphi' = \frac{I - \frac{\varphi}{R}}{C_2} = \frac{I}{C_2} - \frac{\varphi}{C_2R}$

$(E-\varphi)' = \frac{I_0}{C_1}$,

$-\varphi' = \frac{I_0}{C_1}$,

F; H; d;



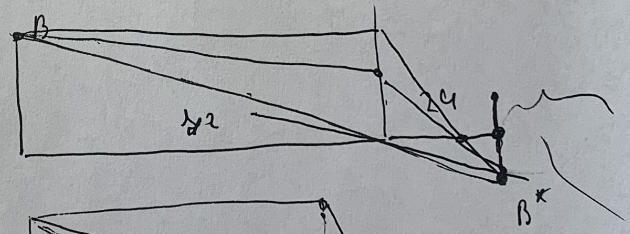
$\cancel{\frac{1}{d} - \frac{1}{F}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$,

$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{72\cdot18}{72-18} = 24$

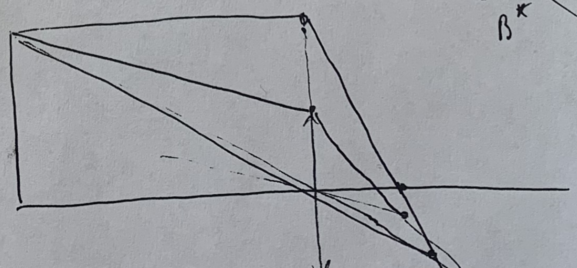
$72-18 = 62-8 = 54$

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{24}{72} = \frac{1}{3}$,

$\frac{H}{2}\cdot\frac{1}{3} = \frac{9\cdot 3}{2}\cdot\frac{1}{3\cdot 3} = \frac{3}{2}$ см

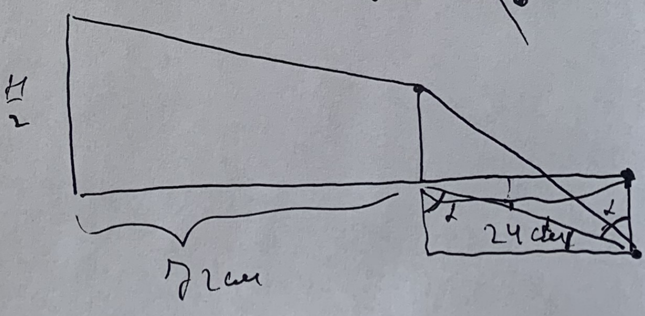


$D = \frac{1}{F} = \left(\frac{n_л}{n_{ср}} - 1\right)$.



$576 + 2,25$

$R = 24.2$



$\frac{H}{B} = \frac{3}{2} = 1,5$