Часть 1

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

Шифр: **21203644**

ID профиля: **192106**

Вариант 2

Чистовик

Физика 11 кл

Вариант 11-02

Задание 2)

ν - кол-во в-ва гелия; T_0 - начальная температура;

$C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$;

(1) Q_1 -? → от T_0 до $\frac{1}{2} T_0$ - охлаждение. $(Q_1 > 0)$

(2) A_{min} → $\boxed{T_1 - ?}$

(3) A_{min} → ?

(1) Запишем зн-ие отданного кол-ва теплоты с учётом того, что газ охлаждается:

$$dQ_1 = -C\nu dT = -C_{(T)} \nu dT = -\frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} T dT$$

Проинтегрируем обе части. Ур-ия:

$$\int_0^{Q_1} dQ_1 = -\frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \cdot \int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} T dT = \frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \int_{\frac{T_0}{2}}^{T_0} T dT =$$

$$= \frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \cdot \frac{T^2}{2} \Big|_{\frac{T_0}{2}}^{T_0} = \frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \cdot \left(\frac{T_0^2}{2} - \frac{T_0^2}{4 \cdot 2} \right) =$$

$$= \frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \cdot \frac{T_0^2}{2} \cdot \left(1 - \frac{1}{4} \right) = \frac{5}{4} \nu R T_0 \cdot \frac{3}{4} =$$

$$= \frac{15}{16} \nu R T_0;$$

(2) Запишем второе начало термодинамики в диф. форме:

$$dQ = \Delta U + dA$$

т.к. $dQ = C(T) \nu dT$; $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$, то:

$$C_{(T)} \nu dT = \frac{3}{2} \nu R dT + dA$$

$$\frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \cdot T dT - \frac{3}{2} \nu R dT = dA$$

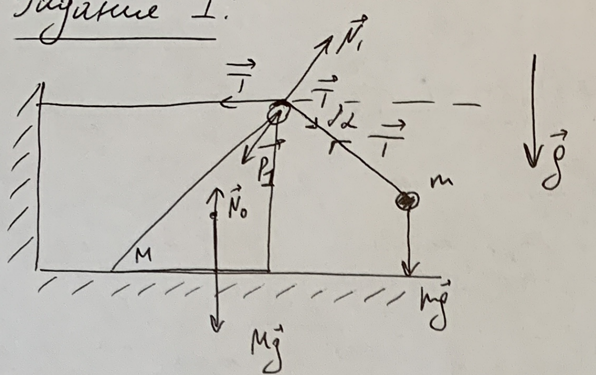
$$\boxed{\frac{dA}{dT} = \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} \cdot T - \frac{3}{2} \nu R}$$

1 стр

Чистовик

11-02 Физика. 11кл

Задание 1:



Дано:

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$;

H; g

α — не меняется!

Найти:

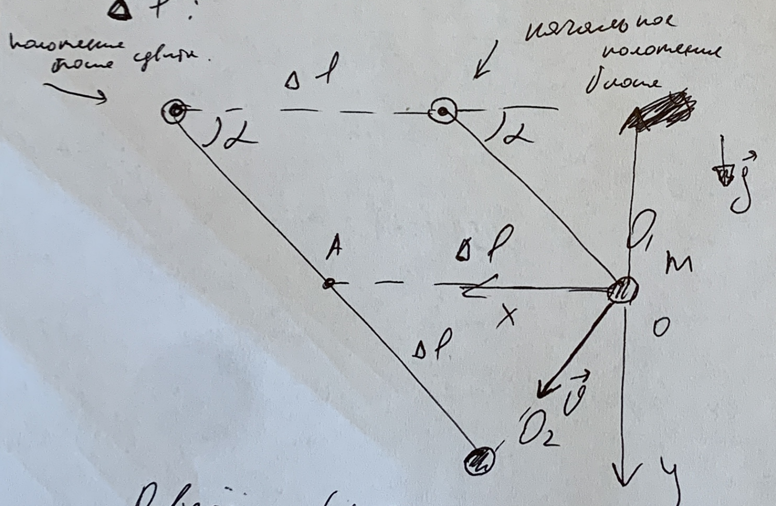
(1) φ — ? — угол к вертикали для ускорения шара.

(2) $a_{кл}$ — ?

(3) $\frac{m}{M}$ — ?;

(4) τ — ?

(1) Рассмотрим сдвиг системы на малое расстояние Δl:

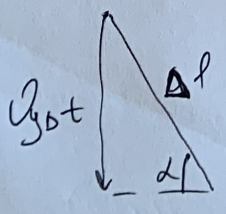


Т.к. угол α остаётся прежним, то длина нити увеличилась ровно на ту величину, на которую проехал клин, значит: $\boxed{AO_1 = AO_2 = \Delta l}$

Введём систему координат — ось y — вниз, ось x — влево. Запишем проекции скорости шара на эти оси:

ϑ — скорость шара $\Rightarrow$ $\vartheta_x \Delta t = \Delta l$

Для ϑ_y справедлив данный треугольник:



$\Rightarrow$ $\Delta l \sin\alpha = \vartheta_y \Delta t$

С учётом в-ия для ϑ_x:

$\vartheta_x \Delta t \cdot \sin\alpha = \vartheta_y \Delta t$

3 стр

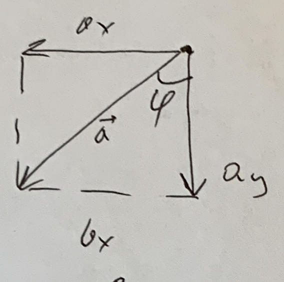
Чистовик   Решение 11кл

$\upsilon_x \sin\alpha = \upsilon_y$

Дифференцируя по времени получим:

$\boxed{a_x \sin\alpha = a_y}$

Построим для помощи векторный треугольник ускорений:

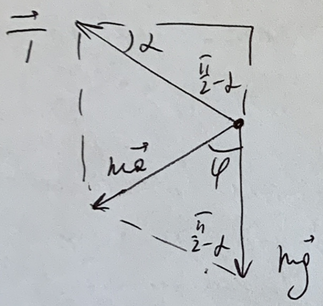


$tg\varphi = \frac{a_x}{a_y} = \frac{a_x}{a_x \sin\alpha} = \frac{1}{\sin\alpha}$, где

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \frac{3}{5} \Rightarrow$

$\Rightarrow tg\varphi = \frac{5}{3} \Rightarrow \boxed{\varphi = arctg\left(\frac{5}{3}\right) \approx 59^\circ}$

(2) Рассмотрим силы, действующие на шар:



$\Rightarrow$ по теореме синусов:

$$\frac{ma}{\sin(\frac{\pi}{2}-\alpha)} = \frac{mg}{\sin(\frac{\pi}{2}-\varphi+\alpha)}$$

$$a = g\cdot\frac{\sin\frac{\pi}{2}\cdot\cos\alpha - \sin\alpha\cdot\cos\frac{\pi}{2}}{\sin\frac{\pi}{2}\cdot\cos(\varphi-\alpha) - \cos\frac{\pi}{2}\cdot\sin(\varphi-\alpha)}$$

$$= g\frac{\cos\alpha}{\cos(\varphi-\alpha)}$$

Тогда из связи малых перемещений:

$\Delta l = u\Delta t = \upsilon_x \Delta t \Rightarrow \upsilon_x = u$

$a_x = a_{кл}$, где $a_x = a\sin\varphi$, значит:

$$a_{кл_x} = a\sin\varphi = g\frac{\cos\alpha\cdot\sin\varphi}{\cos(\varphi-\alpha)} = g\frac{\cos\alpha\cdot\sin\varphi}{\cos\varphi\cdot\cos\alpha - \sin\varphi\cdot\sin\alpha} =$$

$$= g\frac{\cos\alpha\cdot tg\varphi}{\cos\alpha - tg\varphi\sin\alpha} = 10\cdot\frac{\frac{4}{5}\cdot\frac{5}{3}}{\frac{4}{5}-\frac{5}{3}\cdot\frac{3}{5}} = 10\cdot\frac{\frac{4}{3}}{-\frac{1}{5}} = -\frac{200}{3} \approx -66,7 \text{ м/с}^2$$

$$\sqrt{\frac{2h}{g}}\cdot\sqrt{\frac{\cos\varphi\cdot\cos\alpha - \sin\varphi\cdot\sin\alpha}{\cos\alpha\cdot\cos\varphi}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}\sqrt{1 - tg\varphi\cdot tg\alpha} = \sqrt{\frac{2h}{g}}\cdot\sqrt{1-\frac{5}{3}\cdot\frac{3}{4}}$$

4 стр

Черновик

② ν - кол-во молей; T_0 (начальная температура;

$C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$; $\to$ т.к. $T\downarrow$

(1) $dQ_1 = -C(T)\nu\, dT = \frac{5}{2}\frac{R}{T_0}\nu T dT$

$$\int_0^{Q_1} Q_1 = -\frac{5}{2}\nu\frac{R}{T_0}\cdot\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} TdT = \frac{5}{2}\nu\frac{R}{T_0}\cdot\int_{\frac{T_0}{2}}^{T_0} TdT =$$

$$= \frac{5}{2}\frac{R}{T_0}\nu\cdot\frac{T^2}{2}\Big|_{\frac{T_0}{2}}^{T_0} = \frac{5}{2}\frac{R}{T_0}\cdot\nu\cdot\left(\frac{T_0^2}{2} - \frac{T_0^2}{8}\right) =$$

$$= \frac{5}{2}\frac{R}{T_0}\cdot\nu\cdot\frac{4-1}{8}T_0^2 = \frac{5}{2}\cdot\frac{3}{8}\cdot\frac{R}{T_0}\nu\cdot T_0^2 =$$

$$= \frac{15}{16}\cdot\nu R T_0$$

(2) $dQ = dU + dA$;

$dQ = \frac{3}{2}\nu R dT + dA$;

$C_T dT\nu - \frac{3}{2}\nu R dT = dA$;

$$\boxed{C_T\nu - \frac{3}{2}\nu R = \frac{dA}{dT}};$$

$\frac{dA}{dT} = 0$ - $\min A \Rightarrow$

$\Rightarrow \nu\cdot\frac{5}{2}\frac{RT}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R = 0$

$\frac{5}{2}\nu\frac{RT}{T_0} = \frac{3}{2}\nu R \Rightarrow \frac{5T}{T_0} = 3 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{T = \frac{3}{5}T_0}$

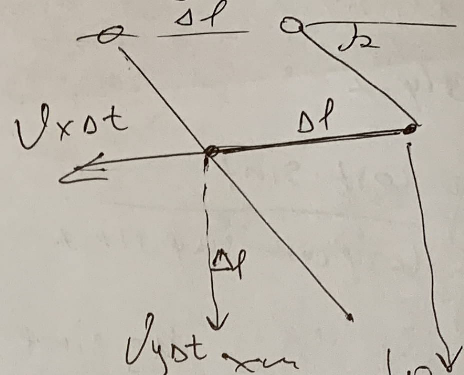
(3)

$$\frac{dA}{dT} = \frac{5}{2}\nu R\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R$$

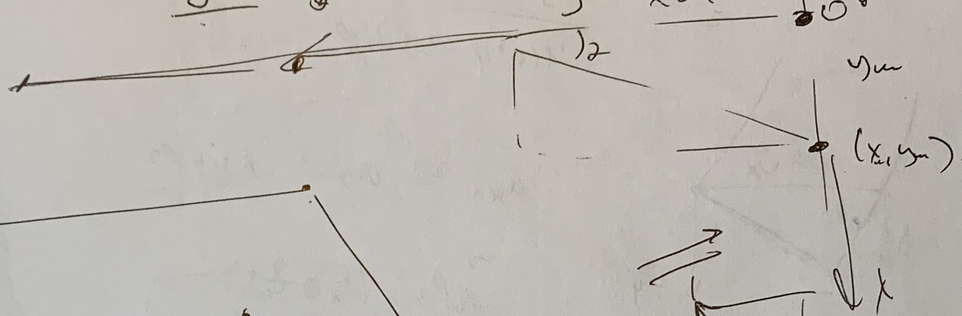
$$dA = \frac{5}{2}\nu R\frac{TdT}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R dT$$

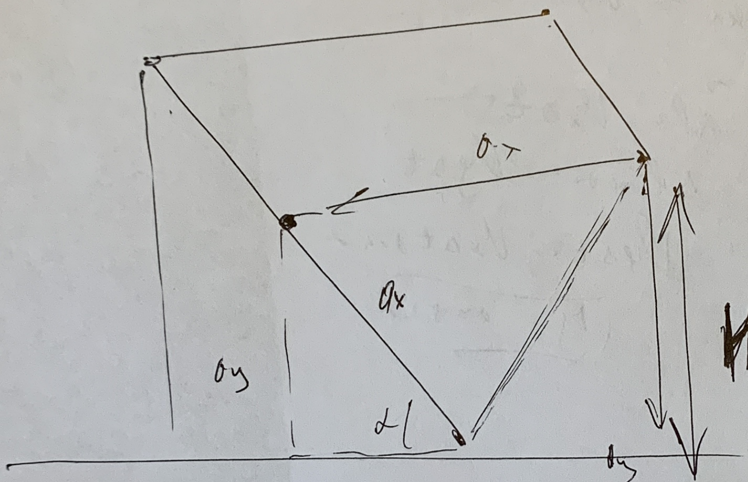
$$\frac{a_y t^2}{2} = H_1 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2H}{g}} =$$

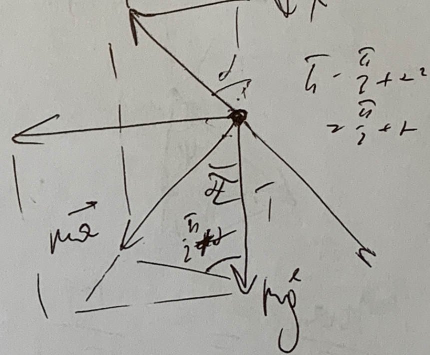
Черновик



$l = x_\delta + x_m - x_\delta + y_m - g$



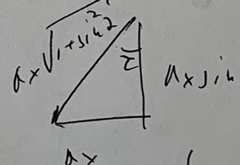




$$\frac{ma}{\sin(\frac{\pi}{2}+\alpha)} = \frac{mg}{\sin(\pi + \frac{\pi}{2} - \alpha - \tau)}$$

$$\sin(\frac{\pi}{2}-\alpha-\tau) = \sin\frac{\pi}{2}\cdot\cos(\alpha+\tau) - \cos\frac{\pi}{2};$$

$$a_m = g\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos(\alpha+\tau)} = g\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha\cdot\cos\tau + \sin\alpha\cdot\sin\tau} = g\cdot\frac{\cos\alpha}{\frac{\cos\alpha\cdot\sin\alpha}{\sqrt{1+\sin^2\alpha}} + \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1+\sin^2\alpha}}} = g\,\frac{\cos\alpha\cdot\sqrt{1+\sin^2\alpha}}{\sin\alpha(\cos\alpha+1)}$$



$$\sin\tau = \frac{1}{\sqrt{1+\sin^2\alpha}}$$

$$\cos\tau = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1+\sin^2\alpha}};$$

$\sin\alpha$

$$\frac{M}{m} = \sin\alpha\cdot\sin\tau = \sin\alpha\cdot\sin(\mathrm{arctg}(\frac{5}{3})) =$$

Чистовик

Работа будет минимальной, если $\frac{dA}{dT} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} \cdot T_1 = \frac{3}{2} \nu R$

$\frac{5}{2} T_1 = \frac{3}{2} T_0 \Rightarrow \boxed{T_1 = \frac{3}{5} T_0}$

(3) Теперь запишем начальное у-ие для работы:

$dA = \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} T\,dT - \frac{3}{2} \nu R\,dT$

Проинтегрируем от T_0 до T_1:

$$\int_0^{A_{min}} dA = \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} \int_{T_0}^{T_1} T\,dT - \frac{3}{2} \nu R \int_{T_0}^{T_1} dT =$$

$$= \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{T^2}{2} \Big|_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} - \frac{3}{2} \nu R\, T \Big|_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} =$$

$$= \frac{5}{4} \frac{\nu R}{T_0} \cdot \left(\frac{9}{25} T_0^2 - T_0^2 \right) - \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{3}{5} T_0 - T_0 \right) =$$

$$= \frac{5}{4} \nu R T_0 \left(\frac{9}{25} - 1 \right) + \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{2}{5} T_0 =$$

$$= -\frac{5}{4} \nu R T_0 \cdot \frac{16}{25} + \frac{3}{5} \nu R T_0 = -\frac{4}{5} \nu R T_0 + \frac{3}{5} \nu R T_0 =$$

$$= -\frac{1}{5} \nu R T_0;$$

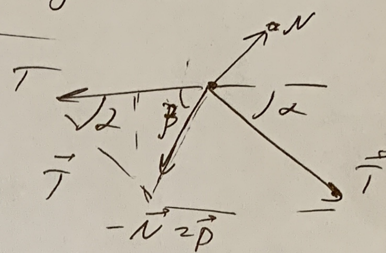
Ответ: (1) $Q_1 = \frac{15}{16} \nu R T_0$

(2) $T_1 = \frac{3}{5} T_0$

(3) $A_{min} = -\frac{1}{5} \cdot \nu R T_0$

$a_{кл} = 66{,}7$ м/с²   Чистовик   Т11-02

(3) Запишем II з-н Ньютона для клина в проекции на горизонтальную ось:



$M a_{кл} = P_x$, где:

$P_x = N\cos\beta = \sqrt{2}\,T\cdot\sqrt{1-\cos\alpha}\cdot\cos\beta$,

где:

$$\frac{N}{\sin\alpha} = \frac{T}{\sin\beta} \Rightarrow \sin\beta = \frac{T}{N}\cdot\sin\alpha =$$

$$= \frac{T}{\sqrt{2}\,T\cdot\sqrt{1-\cos\alpha}}\cdot\sin\alpha = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{2}\cdot\sqrt{1-\cos\alpha}};$$

$$\Rightarrow M a_{кл} = \sqrt{2}\cdot T\sqrt{1-\cos\alpha}\cdot\sqrt{1-\frac{\sin^2\alpha}{2(1-\cos\alpha)}}, \text{ где}$$

T из треугольника для груза:

$$\frac{T}{\sin\varphi} = \frac{ma}{\sin(\frac{\pi}{2}-\alpha)} \Rightarrow T = \frac{\sin\varphi}{\cos\alpha}\cdot ma;$$

Тогда:

$$M a_{кл} = \sqrt{2}\,ma\frac{\sin\varphi}{\cos\alpha}\cdot\sqrt{1-\cos\alpha}\cdot\sqrt{1-\frac{\sin^2\alpha}{2(1-\cos\alpha)}},$$

где $a_{кл} = a_x = a\sin\varphi$;

$$\frac{M}{m} = \frac{\sqrt{2}}{\cos\alpha}\cdot\sqrt{1-\cos\alpha-\frac{\sin^2\alpha}{2}} = \frac{1}{4};$$

(4) Для нахождения времени по преодолению высоты H воспользуемся формулой:

$$\frac{a_y t^2}{2} = H \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2H}{a\cos\varphi}} = \sqrt{\frac{2H\cdot|\cos(\varphi-\alpha)|}{g\cos\alpha\cdot\cos\varphi}} =$$

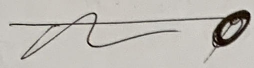
$$= \sqrt{\frac{2H}{g}}\cdot\sqrt{\frac{5}{4}-1} = \sqrt{\frac{2H}{g}}\cdot\frac{1}{2} = \sqrt{\frac{H}{2g}};$$

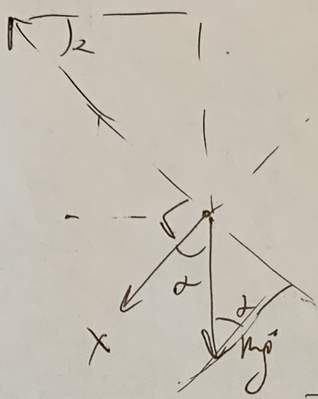
5 стр

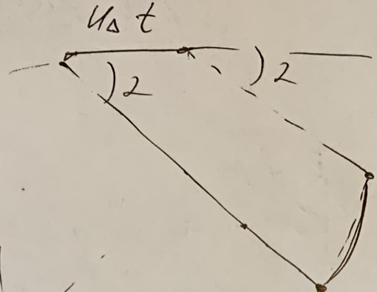
$\boxed{\text{Черновик}}$

$\upsilon_0 t$

$T = mg \sin\alpha$

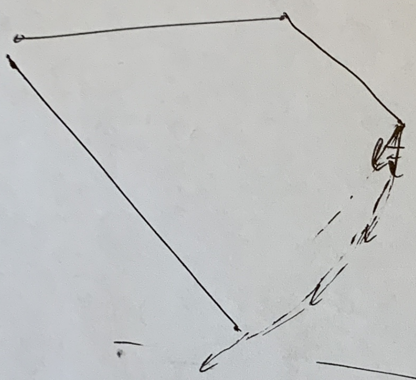






$ma_x = mg \cos\alpha;$

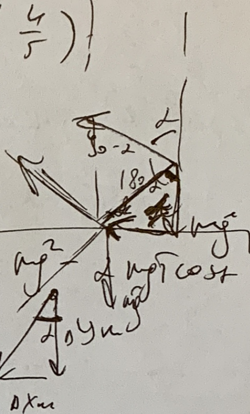
$ma_y = T - mg\sin\alpha;$



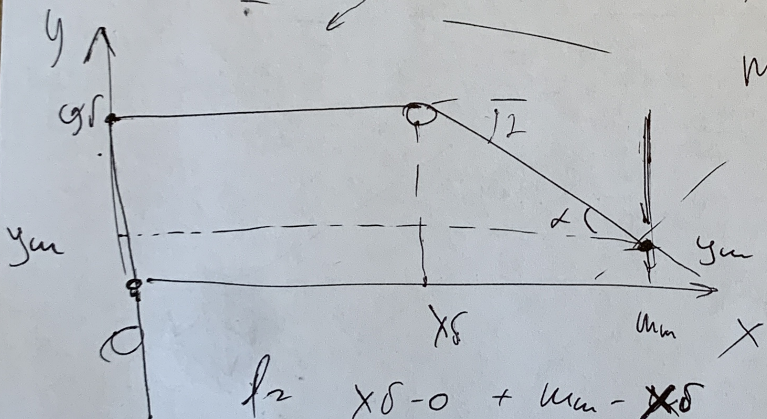
$\boxed{\tau = \alpha}$!

$\boxed{\tau = \arccos\left(\frac{4}{5}\right)}$

$\frac{m\upsilon^2}{R(t)} \neq$



$ma = \sqrt{T^2 + mg^2}$

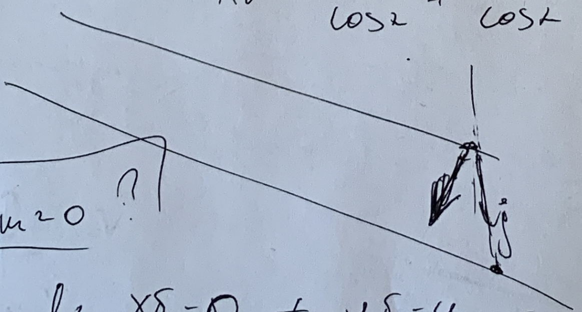


$\frac{\Delta y}{\Delta x} = tg\,\alpha$

$l = x_б - 0 + \frac{x_м - \cancel{x_б}}{\cos\alpha} + \cancel{y_б \sin}$

$l = x_б - \frac{x_б}{\cos\alpha} + \frac{x_м}{\cos\alpha}; = x_б\frac{\cos\alpha - 1}{\cos\alpha} + \frac{x_м}{\cos\alpha};$

$\boxed{x_м = 0}$?



$l = x_б - 0 + y_б - y_м = x_б - y_м + y_б;$

Черновик

$$\int_0^A dA = \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} T\,dT - \frac{3}{2}\nu R\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} dT =$$

$$= \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{\frac{9}{25}T_0^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) - \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{3}{5}T_0 - T_0\right) =$$

$$= \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{9}{25}T_0^2 - T_0^2\right) + \frac{3}{2}\cdot\nu R\cdot\frac{2}{5}T_0 =$$

$$= \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}\cdot T_0^2\,\frac{9-25}{25} + \frac{3}{5}\nu R T_0 =$$

$$= -\frac{\cancel{5}}{\cancel{4}}\nu R T_0\cdot\frac{\cancel{16}^{\,4}}{\cancel{25}_{\,5}} + \frac{3}{5}\nu R T_0 =$$

$$= -\frac{4}{5}\nu R T_0 + \frac{3}{5}\nu R T_0 = \underline{-\frac{1}{5}\nu R T_0}.$$

$\boxed{\text{Черновик}}$

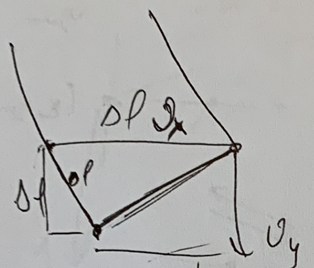
$\frac{g\cdot\sin\varphi}{\cos(\varphi-\alpha)} = \frac{g\cdot 0{,}867}{\quad}$

$\sin\varphi \approx 0{,}06$

$\cos\varphi \approx 0{,}52$

$g\,\frac{\cos\alpha\cdot\sin\varphi}{\cos\varphi\cdot\cos\alpha-\sin\varphi\cdot\sin\alpha} = g\cdot\frac{\frac{4}{5}\cdot\sin\varphi}{\cos\varphi\cdot\frac{4}{5}-\frac{3}{5}\sin\varphi} =$

$= \frac{4g\sin\varphi}{4\cos\varphi-3\sin\varphi}$



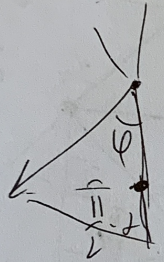
$a_{ип} = a_x = a\sin\varphi =$

$\Delta l = v_x\Delta t$

$\Delta l\sin\alpha = v_y\Delta t$

$v_y\Delta t = v_x\Delta t\sin\alpha$

$\underline{a_y = a_x\sin\alpha}$



$\frac{ma}{\sin(\frac{\pi}{2}-\alpha)} = \frac{mg}{\sin(\frac{\pi}{2}-\varphi+\alpha)} =$

$g_0 = a = g\,\frac{\sin\frac{\pi}{2}\cdot\cos\alpha - \sin\alpha\cos\frac{\pi}{2}}{\sin\frac{\pi}{2}\cdot\cos(\varphi-\alpha) - \cos\frac{\pi}{2}\cdot\sin(\varphi-\alpha)} =$

$= g\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos(\varphi-\alpha)}.$

$\frac{M}{m} = \frac{\sqrt{2}\cdot5}{4}\cdot\sqrt{1-\frac{4}{5}-\frac{\frac{9}{25}}{2}} =$

$= \frac{\sqrt{2}\cdot5}{4}\cdot\sqrt{\frac{1}{5}-\frac{9}{50}} = \frac{\sqrt{2}\cdot5}{4}\cdot\frac{1}{5\sqrt{2}} =$

$= \frac{1}{4}$

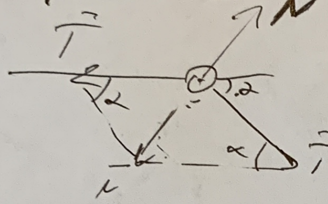
$\boxed{\text{Черновик}}$

(2) $\boxed{a_y = g_1}$ $\Rightarrow$ $a_x = \frac{g}{\sin\alpha}$

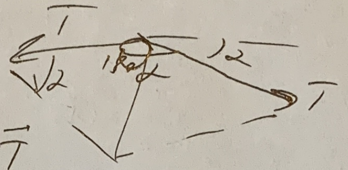
$\boxed{a_{кл} = \frac{g}{\sin\alpha}}$

$a = \sqrt{g^2 + \frac{g^2}{\sin^2\alpha}} = g\sqrt{1+\frac{1}{\sin^2\alpha}} = g\frac{\sqrt{\sin^2\alpha+1}}{\sin\alpha}$

~~$M_{кл}\cdot a_{кл}$~~

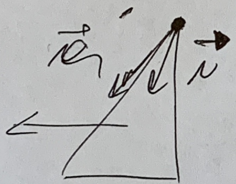


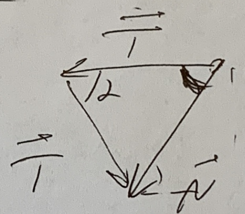
$\vec N = 2T$



$\vec N = \cancel{2T}\ \sqrt{T^2+T^2 - 2T^2\cos\alpha} =$

$= \sqrt2 T\cdot\sqrt{1-\cos\alpha}$



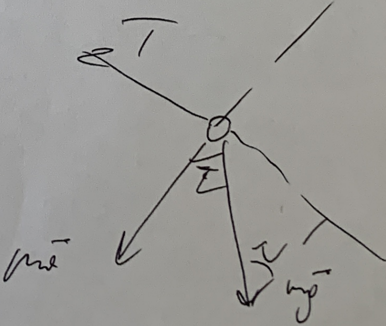


$\frac{N}{\sin\alpha} = \frac{T}{\sin\beta}$

$\sin\beta = \frac{T}{N}\sin\alpha = \frac{T\sin\alpha}{\sqrt2\sqrt{1-\cos\alpha}}$;

$M a_{кл} = N\sin\beta = \sqrt2 T\cdot\frac{\sin\alpha}{\sqrt2\sqrt{1-\cos\alpha}}\cdot\sqrt{1-\cos\alpha} =$

$= T\sin\alpha$



$Ma = T = mg\sin\tau$

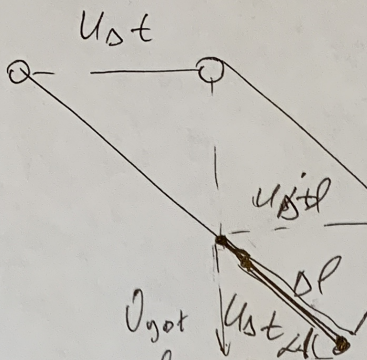
$M\cdot\frac{g}{\sin\alpha} = mg\sin\tau$

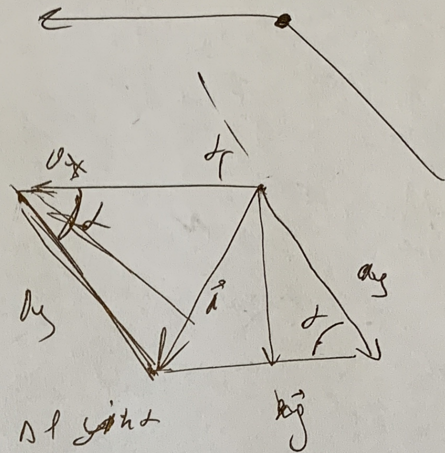
$\frac{M}{m} = \sin\alpha\cdot\sin\tau = \sin\alpha\cdot\sin(\arctg(\frac53)) = \frac35\cdot\sin(\arctg(\frac53)) =$

$\approx 0{,}51$;

Черновик:

1





$u\Delta t = v_x \Delta t$

Из. $v_y\Delta t = u\Delta t\cos\alpha$

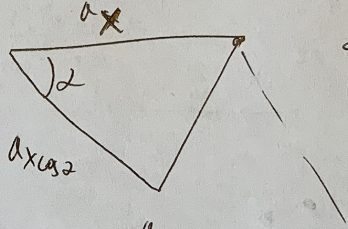
$\boxed{v_y = u\cos\alpha}$;

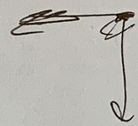
$\boxed{v_x = a_x}$

$v_y\Delta t = \Delta l\sin\alpha$

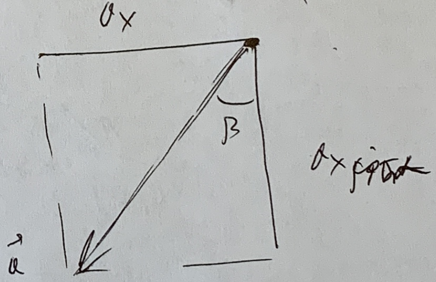
$v_y = v_x\cos\alpha$

$v_y = a_x\cos\alpha$





$\frac{a_x}{\sin\beta} = \frac{v_x\cos\alpha}{\sin\alpha}$



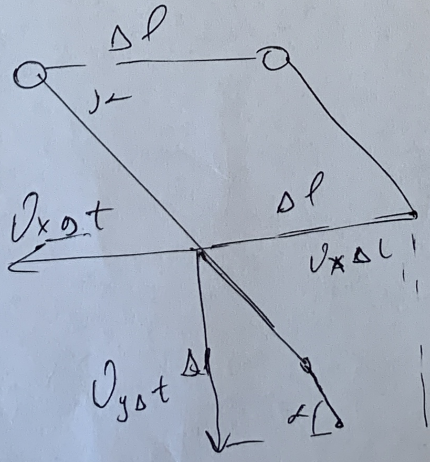
$\boxed{\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \cos\alpha}$

$tg\beta = \frac{a_x}{a_x\cos\alpha} \Rightarrow \beta = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{\cos\alpha}\right) =$

$= \operatorname{arctg}\left(\frac{5}{3}\right) \approx \cancel{51{,}34^\circ}$ 53°;

2

1



$\Delta l\sin\alpha = v_y\Delta t$

$\Delta l = v_x\Delta t$;

$\boxed{v_x\sin\alpha = v_y}$

$\Downarrow$

$a_x\sin\alpha = v_y$

Часть 2

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

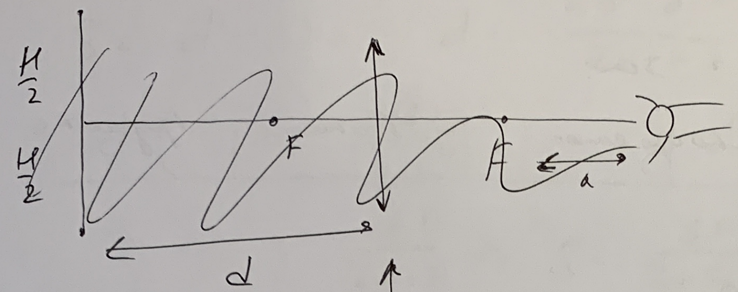
Шифр: **21203644**

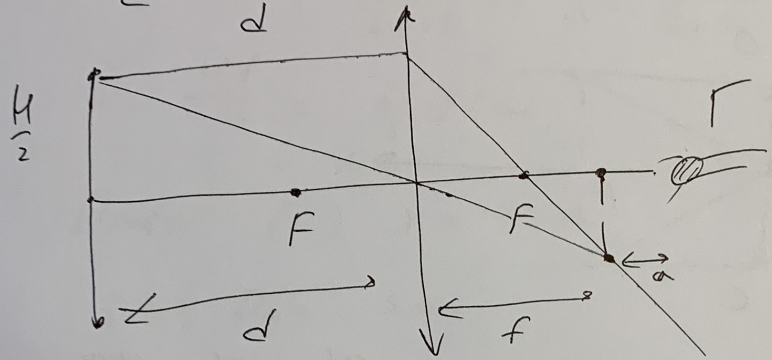
ID профиля: **192106**

Вариант 2

Чистовик

Задание 5)





Дано:
$F = 12$ см;
$H = 9$ см;
$d = 48$ см;
$a = 24$ см;

(1) x – ?
(2) $D_м$ – ? – видно всё изображение
(3) y – ? – экран, чтобы изображение пропало.

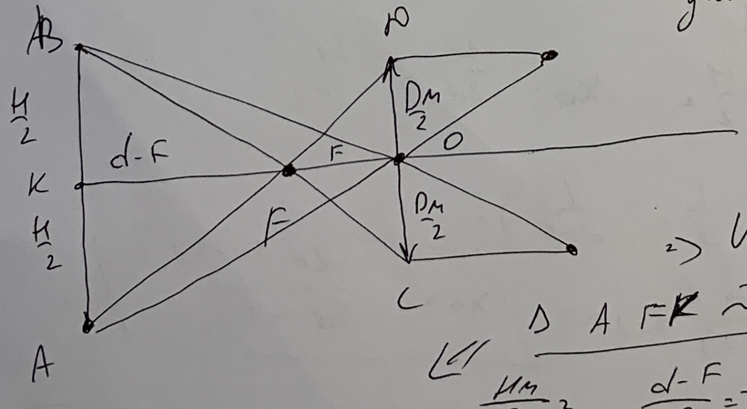
(1) По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$, где f – расстояние от изображения предмета до линзы.

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{48 \cdot 12}{48-12}$ см $= \frac{48 \cdot 12}{36}$ см $= \frac{4 \cdot 12}{3}$ см $= 4 \cdot 4$ см $= 16$ см;

Тогда:
$x = f + a = 16$ см $+ 24$ см $= 40$ см;

(2) Теперь рассмотрим этот ход лучей:



Диаметр линзы будет минимален тогда, когда луч, проходящий через фокус от точки A или B, пересечёт границу линзы $\Rightarrow$ Из подобия треугольников:

$\Delta AFK \sim \Delta FDO$:

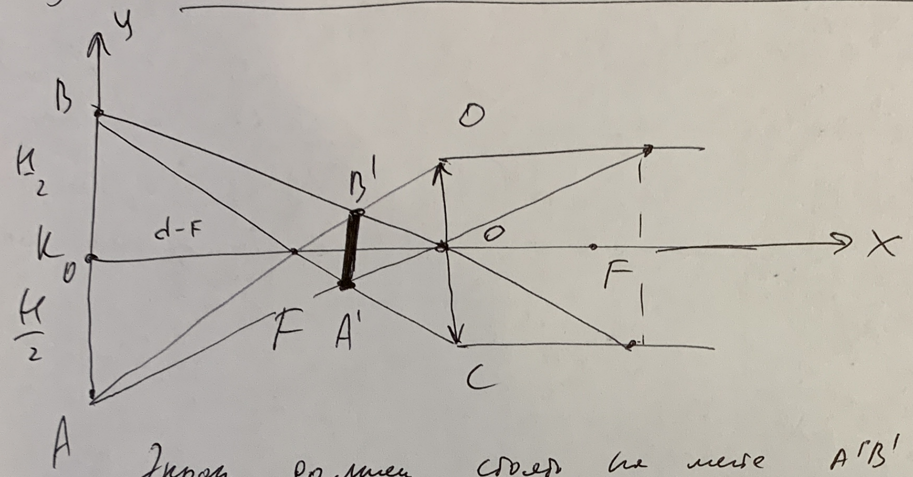
$\frac{H_м}{D_м} = \frac{d-F}{F} \Rightarrow \boxed{D_м = \frac{F}{d-F} H_м}$

Чистовик

$D_м = \frac{F}{d-F} H = \frac{12}{48-12}\cdot H = \frac{12}{36}\cdot H =$

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

(3) Рассмотрим построение изображения предмета:



Экран должен стоять на месте A'B', чтобы луч не выходил (не попадал) на линзу => составим у-ия прямых AO и BC, чтобы найти коорд точки пересечения A':

• $AO(x) = kx + b$

$AO(0) = b = -\frac{H}{2} \Rightarrow b = -\frac{H}{2}$

$0 = k\cdot d + b \Rightarrow k = \frac{H}{2d} \Rightarrow \boxed{AO(x) = \frac{H}{2d}x - \frac{H}{2}};$

• $BC(x) = kx + b$

$BC(0) = \frac{H}{2} \Rightarrow \boxed{b = \frac{H}{2}}$

$0 = k\cdot(d-F) + b \Rightarrow k = -\frac{H}{2(d-F)} \Rightarrow BC(x) = -\frac{H}{2(d-F)}x + \frac{H}{2}$

Найдём координату:

$-x_0 \frac{H}{2(d-F)} + \frac{H}{2} = x_0\cdot\frac{H}{2d} - \frac{H}{2};$

$\frac{2H}{2} = \frac{x_0 H}{2}\left(\frac{1}{d} + \frac{1}{d-F}\right);$

$\frac{x_0}{2}\cdot\frac{d-F+d}{d(d-F)} = 1 \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{2d(d-F)}{2d-F}}$

(Чистовик)

Тогда искомое расстояние от линзы:

$$S = d - x_0 = d - \frac{2d(d-F)}{2d-F} =$$

$$= d\left(1 - \frac{2(d-F)}{2d-F}\right) = d\,\frac{2d-F-2d+2F}{2d-F} =$$

$$= \frac{dF}{2d-F} \Rightarrow S = \frac{dF}{2d-F} = \frac{48\cdot 12}{96-12} = \frac{48\cdot 12}{84} =$$

$$= \frac{48}{7} = 6,86\text{ см};$$

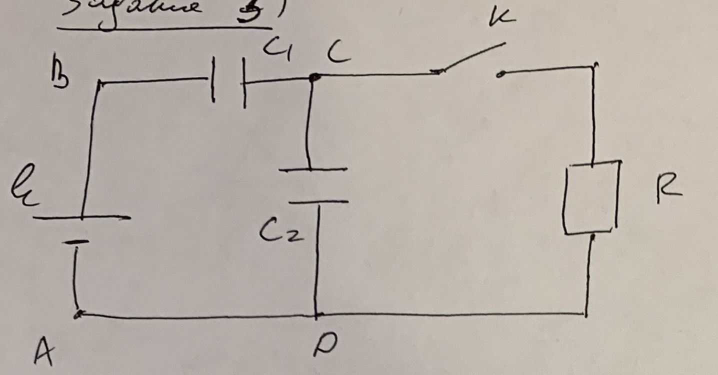
Ответ: (1) $x = 40$ см;

(2) $D_л = 3$ см

(3) $S = 6,86$ см; между ~~за~~ линзой и диафрагмой.

(Чистовик)

Задание 3)



Дано:

$C_2 = C$;

$C_1 = 3C$;

$\mathcal{E}$;

(1) I_1 - ? - после замыкания

(2) Q - ?

(3) $I_{C_2} = I_0 \to \boxed{U_R' - ?}$

(1) До замыкания конденсаторы соединены последовательного, поэтому: $\mathcal{E} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{q}{3C} + \frac{q}{C} = \frac{q}{C} \cdot \left(\frac{1}{3} + 1\right) = \frac{4}{3}\frac{q}{C} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{q = \frac{3}{4} C\mathcal{E}}$

Тогда $U_{C_{2}0} = \frac{q}{C_2} = \frac{q}{C} = \frac{\frac{3}{4}C\mathcal{E}}{C} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$;

Сразу после замыкания ключа $U_R = U_{C_2 0} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_1 R = \frac{3}{4}\mathcal{E} \Rightarrow \boxed{I_1 = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R}}$

(2) После замыкания ключа, когда все процессы установятся, н-ие на конденсаторе C_2 будет 0, т.к. ток в цепи будет отсутствовать $\Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{U_{C_1} = \mathcal{E}}$

Запишем энергию конденсаторов в начале:

$W_0 = \frac{q^2}{2C_{общ}} = \frac{q^2}{2 \cdot \frac{3}{4}C} =$ $\quad C_{общ} = \frac{3C \cdot C}{3C + C} = \frac{3}{4}C$;

$= \frac{2}{3}\frac{q^2}{C} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\frac{9}{16}C^2\mathcal{E}^2}{C} = \frac{3}{8}C\mathcal{E}^2$;

Теперь энергию конденсаторов в конце:

$W_1 = \frac{3C \cdot \mathcal{E}^2}{2} = \frac{3C\mathcal{E}^2}{2}$;

Тогда: $\Delta W = W_1 - W_0 = \frac{3C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{3C\mathcal{E}^2}{8} = 3C\mathcal{E}^2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}\right) =$

$= 3C\mathcal{E}^2 \cdot \frac{3}{8} = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$.

Чистовик:

Так же работу совершил источник:

$$A = \mathcal{E}\Delta q = \mathcal{E}\left(3C\mathcal{E} - \cancel{\tfrac{4}{3}}\ \tfrac{3}{4}C\mathcal{E}\right) =$$

$$= \mathcal{E}^2 C\left(3 - \frac{3}{4}\right) = \frac{12-3}{4}C\mathcal{E}^2 = \frac{9}{4}C\mathcal{E}^2;$$

Из З.С.Э.:

$$\frac{9}{4}C\mathcal{E}^2 = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2 + Q$$

$$Q = \frac{9}{4}C\mathcal{E}^2 - \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2 = \frac{18-9}{8}C\mathcal{E}^2 = \underline{\frac{9}{8}C\mathcal{E}^2}$$

(3) По второму правилу Кирхгофа для контура ABCD:

$$\frac{q_1(t)}{3C} + \frac{q_2(t)}{C} = \mathcal{E}$$

$$q_1(t) + 3q_2(t) = 3\mathcal{E}C$$

Продифференцируем по времени:

$$q_1'(t) + 3q_2'(t) = 0$$

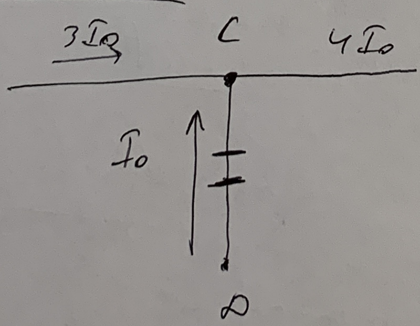
$$I_1(t) = -3I_2(t)$$

Но т.к. конденсатор C_2 ~~разряд~~ разряжается, то он и-и от точки D к C =>

=> В момент времени τ, когда $I_2(\tau) = I_0$, то:

$$I_1' = -3I_0$$

Из обрезки:



По первому з-ну Кирхгофа:

$$3I_0 + I_0 = I_R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_R = 4I_0, \text{ значит:}$$

$$U_R' = I_R \cdot R = 4I_0R$$

Ответ: (1) $I_1 = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R}$

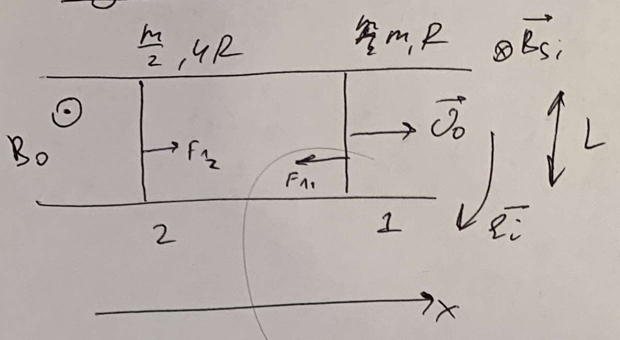
(2) $Q = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$

(3) $U_R = 4I_0R$

5 стр

|Чистовик|

Задание 4:



Дано:
m, R, υ_0, B, L

Найти:
(1) a_{10} – ?
(2) υ_1, υ_2 – ?
(3) S – ?

(1) Найдём поток вектора B через время t, т.е. когда скорость ещё не изменилась:

$$\Phi_B = BS(t) = B(S_0 + \upsilon_0 t) \Rightarrow \dot{\Phi}_B = B\upsilon_0;$$

Тогда по з-ну о ЭДС индукции:

$$\varepsilon_{i_0} = -\dot{\Phi}_B = -B\upsilon_0$$

Значит:

$$I_{i_0}\cdot(4R+R) = \varepsilon_{i_0} \Rightarrow I_{i_0} = \frac{B\upsilon_0}{5R}$$

По II-му з-ну Ньютона для 2-ой перемычки:

$$m_2\ddot{x}_2 = F_{A_2} = BI_0L = \frac{B^2\upsilon_0 L}{5R}$$

$$a_{20} = \frac{B^2\upsilon_0 L}{5R}\cdot\frac{2}{m} = \frac{2B^2\upsilon_0 L}{5Rm};$$

(2) Запишем II-ые з-ны Ньютона для ~~каждой~~ каждой перемычки:

$$\left.\begin{aligned}\frac{m}{2}\ddot{x}_2 &= BI_i(t)\cdot L\\ m\ddot{x}_1 &= -BI_i(t)\cdot L\end{aligned}\right| \Rightarrow \frac{m}{2}\ddot{x}_2 = -m\ddot{x}_1$$

$$\boxed{\ddot{x}_2 = -2\ddot{x}_1}$$

$$\Downarrow$$

$$\upsilon_2 = -2(\upsilon_1 - \upsilon_0)$$

$$\cancel{\upsilon_2 + 2\upsilon_1 = \upsilon_0}$$

по з-ну сохр. импульса:

$$m\upsilon_0 = \frac{m}{2}\upsilon_2 - m\upsilon_1 =$$

$$= \frac{m}{2}(2\upsilon_0 - 2\upsilon_1) - m\upsilon_1 = m\upsilon_0 - m\upsilon_1 - m\upsilon_1 = \cancel{2\upsilon_0}$$

$\cdot\ \upsilon_2 = 2\upsilon_0 - 2\upsilon_1$
$\upsilon_2 + 2\upsilon_1 = 2\upsilon_0; \Rightarrow$
$\Rightarrow$

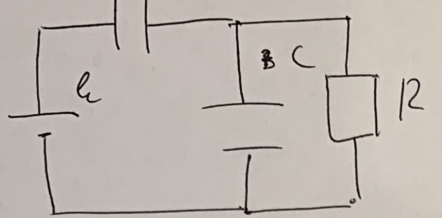
$$\Rightarrow 2m\upsilon_1 = 0 \Rightarrow \boxed{\upsilon_1 = 0}, \text{ тогда: } \boxed{\upsilon_2 = 2\upsilon_0}$$

Ответ: (1) $a_{20} = \frac{2B^2\upsilon_0 L}{5Rm}$; (2) $\upsilon_2 = 2\upsilon_0$; $\upsilon_1 = 0$

6 стр

| Черновик |

③



(1) При замыкании ключа — C_1 и C_2 — последовательно ⇒

⇒ $\frac{q}{3C} + \frac{q}{C} = ℰ$

$\frac{q}{C}\left(\frac{1}{3}+1\right) = ℰ$

$\frac{q}{C}\,\frac{4}{3} = ℰ \Rightarrow q = \frac{3}{4}ℰC \Rightarrow$

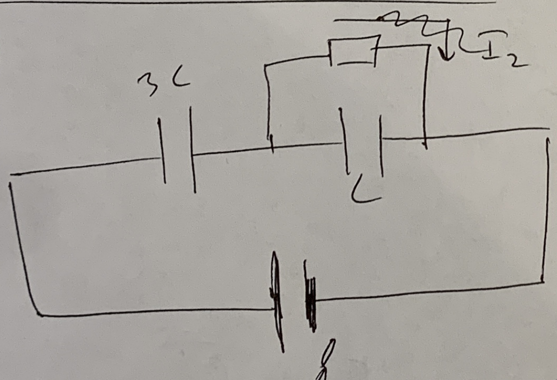
⇒ $U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{\frac{3}{4}ℰC}{C} = \frac{3}{4}ℰ \Rightarrow$

⇒ после размыкания ключа ток потечет с C_2 и R:

$U_{C_2} = I_1 R$

$\boxed{I_1 = \frac{U_{C_2}}{R} = \frac{3}{4}\frac{ℰ}{R}}$

(2)



конденсатор C станет перезаряжен ⇒

⇒ $Q_1 = U_{C_1} = 3Cℰ \Rightarrow$

⇒ $\Delta W_e = \cancel{\frac{3C\cdot 3Cℰ}{2}} = \cancel{\frac{q^2}{3C}} \frac{q^2}{C}$

$= \frac{3(\cancel{3}Cℰ)^2}{2} - \frac{q^2}{2\cdot 3C} - \frac{q^2}{2\cdot C} =$

$= \frac{3Cℰ^2}{2} - \frac{\frac{9}{16}ℰ^2C^2}{6C} - \frac{\frac{9}{16}ℰ^2C^2}{2C} =$

$= \frac{3Cℰ^2}{2} -$

$\Delta W = \frac{3C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{q^2}{2C}\left(\frac{1}{3}+1\right) =$ |[illegible]|

$= \frac{3C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{2}{3}\frac{q^2}{C} = \frac{3C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{2}{3}\cdot\frac{\frac{9}{16}C^2\mathcal{E}^2}{C} =$

$= \frac{3C\mathcal{E}^2}{2} - \cancel{\frac{18}{}}\ \frac{3}{8}C\mathcal{E}^2 =$

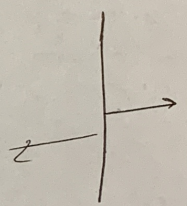
$= C\mathcal{E}^2\left(\frac{3}{2} - \frac{3}{8}\right) = 3C\mathcal{E}^2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}\right) =$

$= 3C\mathcal{E}^2\,\frac{4-1}{8} = \frac{3}{8}\cdot 3C\mathcal{E}^2 = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2;$

$A_{\mathcal{E}} = \mathcal{E}\left(3C\mathcal{E} - \frac{3}{4}\mathcal{E}C\right) =$

$= \mathcal{E}^2\left(3C - \frac{3}{4}C\right) = 3\mathcal{E}^2C\left(1 - \frac{1}{4}\right) =$

$= \frac{9}{4}C\mathcal{E}^2 =$

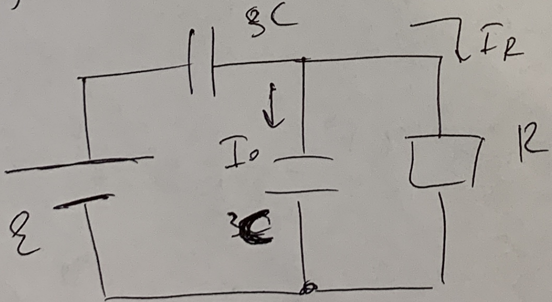


$\frac{9}{4}C\mathcal{E}^2 = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2 + Q;$

$\frac{18}{8} - \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2 = Q$

$\boxed{\frac{9}{8}C\mathcal{E}^2 = Q}$

(3)



$\boxed{U_{C} = U_R;}$

$q = \frac{q_1}{3C} + \frac{q_2}{C};$

$U_C = \frac{q_2}{C};$

$\mathcal{E} = \frac{q_1}{3C} + U_R;$

$\frac{q_2}{C} = U_R$

$\Phi_B = B\dot{\vartheta}(t)$

$\cancel{B\mathcal{E}R}$

$J(t) = \frac{B\dot{\vartheta}(t)}{5R};$

$B(\vartheta_1(t) + B\dot{\vartheta}_2(t))$

$\frac{m}{2}\ddot{x}; = \frac{B\dot{\vartheta}_2(t)}{5R} = ?$

21203644 (U192106 M1264290)

Черновик:

(2) $m_2 \ddot{x}_2 = +F_A = +BIL;$

$m_2 \ddot{x}_1 = -F_A = BIL$

$\ddot{x}_2 = \frac{BIL}{m};$

$m_1 \ddot{x}_1 = -F_A$

$m_2 \ddot{x}_2 = F_A$ $\Rightarrow$ $\ddot{x}_1 = -\frac{F_A}{m}$; $\ddot{x}_2 = \frac{2F_A}{m};$

$m_1 \ddot{x}_1 = -m_2 \ddot{x}_2$ $\quad \dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = \mathcal{E}_i$

$m \ddot{x}_1 = -\frac{m}{2} \ddot{x}_2$

$\boxed{\ddot{x}_2 = -2\ddot{x}_1}$

$m_1 \Delta v = -Bq L$

$v_1 = v_0 - \frac{BqL}{m};$ $\cdot 2$ $\quad 2v_1 = 2v_0 - \frac{2BqL}{m}$

$v_2 = \frac{2BqL}{m};$ $\Rightarrow$ $\quad 2v_1 + v_2 = v_0;$

$m v_0 = \frac{m}{2}$ $\quad 2v_2 = v_0 \Rightarrow v_2 = \frac{v_0}{2};$

$\boxed{v_1 = \frac{v_0}{4}}$

(3) $I(t) = \frac{4}{3}C\mathcal{E} \cdot \frac{1}{CR} \cdot e^{\frac{1}{CR}t} = \frac{4}{3}\frac{\mathcal{E}}{R} e^{\frac{1}{CR}t};$

$I = I_0 \Rightarrow \frac{3 I_0 R}{4\mathcal{E}} = e^{\frac{1}{CR}\tau};$

$I(t) = I_1 e^{\lambda t};$

$q_2(t) = Le^{\lambda t};$ где $\tau:$ $\frac{1}{CR}\tau = \ln \frac{3I_0R}{4\mathcal{E}}$

$\boxed{\tau = CR \ln \frac{3I_0R}{4\mathcal{E}}}$

$L = q_0 = \frac{4}{3}C\mathcal{E} \Rightarrow$

$\Rightarrow q_2(t) = \frac{4}{3}C\mathcal{E} \cdot e^{\lambda t}$

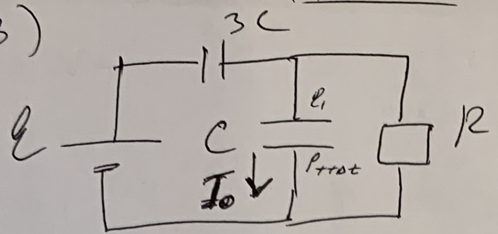
$\frac{q_1(t)}{3} + q_2(t) = \mathcal{E}C;$

$\frac{q_1(t)}{3} = \mathcal{E}C - \frac{4}{3}C\mathcal{E} \cdot e^{\lambda t} = \mathcal{E}C\left(1 - \frac{4}{3}e^{\lambda t}\right);$

$q_1(t) = 3\mathcal{E}C\left(1 - \frac{4}{3}e^{\lambda t}\right);$

Черновик: 1

(3)



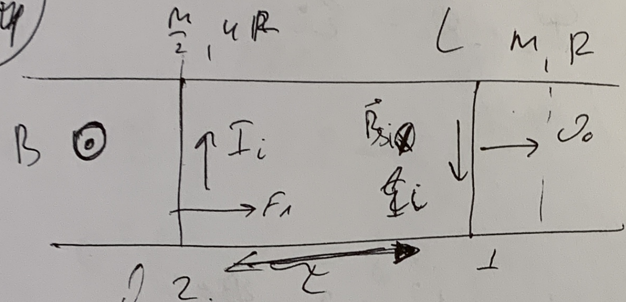
$\mathcal{E} = U_{3C} + U_C;$

$I_R \cdot R = \frac{q_2}{C};$

~~$I_R \Delta t\, R = \frac{q_2}{C};$~~

$\Delta t =$

(4)



(1) $m\ddot{x} = F_A;$

$\Phi_2 = B S(t) = B\, L \cdot B(S_0 + \upsilon_0 t)$

$\dot{\Phi} = B\upsilon_0;$

$\mathcal{E}_i = -B\upsilon_0 \Rightarrow B\upsilon_0 = I(4R + R) \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{I_0 = \frac{B\upsilon_0}{5R}}$, Тогда:

$\frac{m}{2}\ddot{x} = F_A = \cancel{B I_0 R} = B I_0 L = B\frac{B\upsilon_0}{5R} \cdot L =$

$= \frac{B^2\upsilon_0}{5R} \cdot L \Rightarrow \boxed{a_{2_0} = \frac{2B^2\upsilon_0}{5mR};}$

(2) ~~$\frac{m}{2}\ddot{x} = -B I(t) L = B \cdot B(\upsilon(t) t)$~~

$m\ddot{x}_2 = -F_A = -BIL;$

$m\, d\upsilon = -BIdt \cdot L$

~~$m\upsilon = -BI$~~ $m(\upsilon - \upsilon_0) = -BqL$

$\boxed{\upsilon = \upsilon_0 - \frac{BqL}{m}}$

$\boxed{\text{Черновик}}$

$\cancel{q_1(t) =}$

$I_1(t) = -\cancel{\tfrac{4}{3}}\,4\varepsilon C\cdot \cancel{3}\lambda e^{\lambda t} =$

$= -4C\varepsilon\lambda e^{\lambda t};$

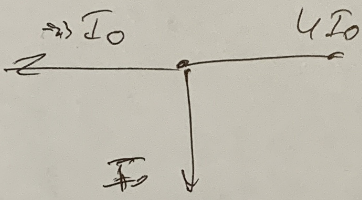
$I_2(t) = \frac{4}{3}C\varepsilon\lambda e^{\lambda t};$

$I_2(\tau) = I_0 \Rightarrow \quad I_0 = \frac{4}{3}C\varepsilon\lambda e^{\lambda\tau};$

$\frac{3I_0}{4C\varepsilon} = \lambda e^{\lambda\tau} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_1(\tau) = -\cancel{\tfrac{4}{3}}\,4C\varepsilon\cdot\frac{3I_0}{4C\varepsilon} = -3I_0; \Rightarrow$

$\Rightarrow$

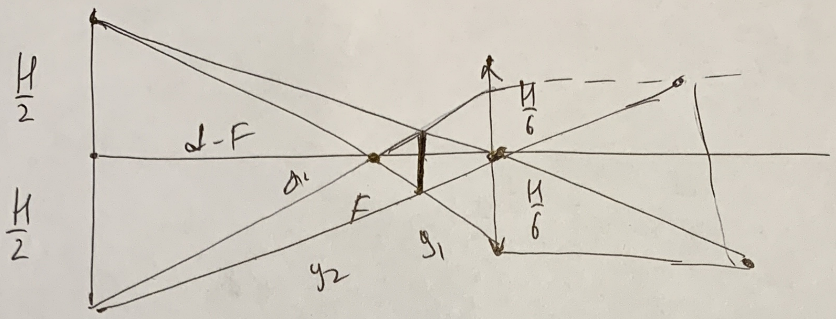


$\Rightarrow \boxed{I_R = 4I_0R}$

$\boxed{\text{Черновик:}}$

(5)

(3)



$f_1(x) = kx + b$

$0 = kF + b$ $\qquad k = -\frac{H}{2F}$

$\frac{H}{2} = b \Rightarrow$ $\qquad f_1(x) = -\frac{H}{2F}x + \frac{H}{2};$

$f_2(x) = kx + b$

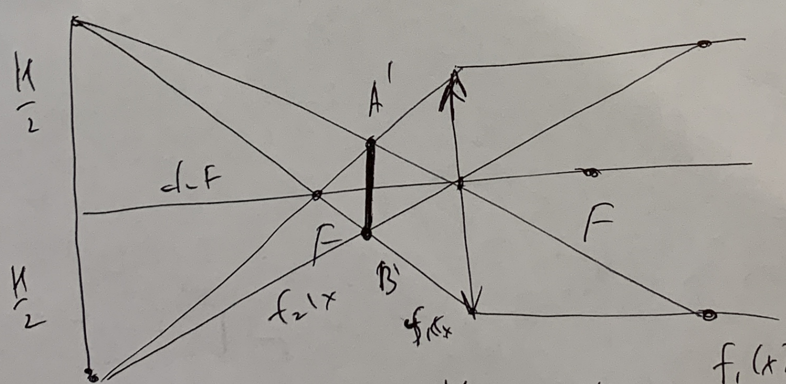
$0 = kF + b;$ $\qquad -\frac{H}{2} = b \Rightarrow$

$\Rightarrow k = \frac{H}{2F} \Rightarrow f_2(x) = \frac{H}{2F}x - \frac{H}{2};$

$\frac{H}{2F}x - \frac{H}{2} = -\frac{H}{2F}x + \frac{H}{2};$

$\frac{2H}{2F} = \frac{2H}{2} \Rightarrow$ $\qquad \frac{H}{F}x = H \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{x = F}$



$f_2(x) = kx + b$

$0 = kd + b$

$-\frac{H}{2} = b \Rightarrow$

$k = \frac{H}{2d};$

$f_2(x) = \frac{H}{2d}x - \frac{H}{2};$

$\cancel{f(x)} = -\frac{H}{2F}x + \frac{H}{2};$

$\cancel{f_2 x (}$

$f_1(x) = kx + b$

$0 = k(d-F) + b$

$\frac{H}{2} = b \Rightarrow$

$\Rightarrow k = -\frac{H}{2(d-F)} \Rightarrow$

$\Rightarrow f_1(x) = -\frac{H}{2(d-F)}x + \frac{H}{2};$

$\frac{M}{2d}x - \frac{M}{2} = -\frac{M}{2(d-F)}x + \frac{M}{2}$ (Чертили)

$x\left(\frac{1}{2d} + \frac{1}{2(d-F)}\right) = 1;$

$\cancel{x} = \frac{x}{2} \cdot \frac{d-F+d}{d(d-F)} = 1$

$x = \frac{2d(d-F)}{2d-F} = \frac{2\cdot 48\cdot(48-12)}{2\cdot 48-12} =$

$= \frac{2\cdot 48\cdot 36}{96-12} = \frac{2\cdot 48\cdot 36}{84} = \cancel{2\cdot 8}\ \frac{2\cdot 4\cdot 36}{7} =$

$= \frac{8\cdot 36}{7} = \frac{264}{7} = 37{,}7;$ ОГ углубления $\Rightarrow$

$\Rightarrow y = d - x = d\left(1 - \frac{2(d-F)}{2d-F}\right) =$

$= d\,\frac{\cancel{2d} - F - \cancel{2d} + 2F}{2d-F} = d\,\frac{F}{2d-F} =$

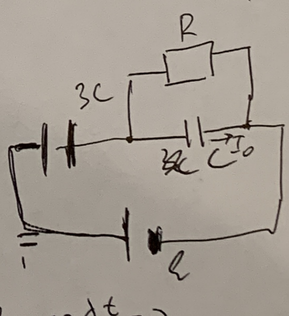
$= \frac{dF}{2d-F} = \frac{48\cdot 12}{96-12} = \frac{48\cdot 12}{84} = \frac{4\cdot 12}{7} =$

$= \frac{84}{7} =$

---

(1) $I_R \cdot R = U_{C2};$ $\qquad I_R + I_0 = I_ℰ;$

$\cancel{I_R = U_{C2}}$ $\qquad I_R = I_ℰ - I_0;$



$I_ℰ R - I_0 R = U_{C2};$

$\Rightarrow q(t) = \frac{4}{3}Cℰ \cdot e^{\frac{1}{CR}t};$ $\qquad ℰ = \frac{q_1}{3C} + \frac{q_2}{C};$

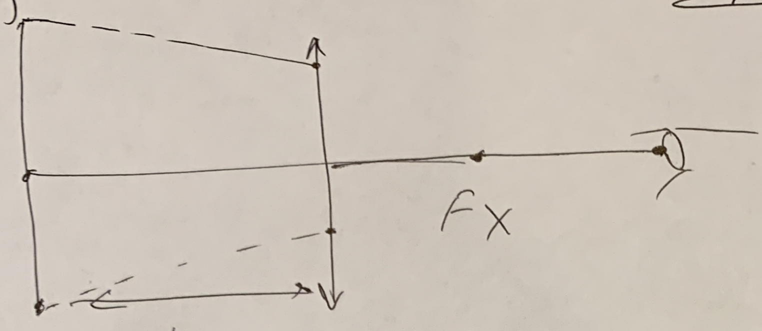
$q(t) = C \cdot e^{\frac{1}{CR}t};$ $\qquad IR - \frac{q}{C} = 0$ $\qquad q = Ce^{\lambda t} \Rightarrow$

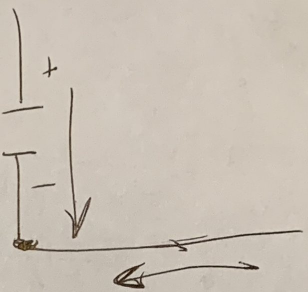
$C_{ℰ}$ $q(0) = \frac{4}{3}Cℰ \Rightarrow$ $\qquad \dot{q}R - \frac{q}{C} = 0$ $\qquad \Rightarrow \lambda \cdot R - \frac{1}{C} = 0$

$\boxed{\lambda = \frac{1}{CR}}$

Черновик

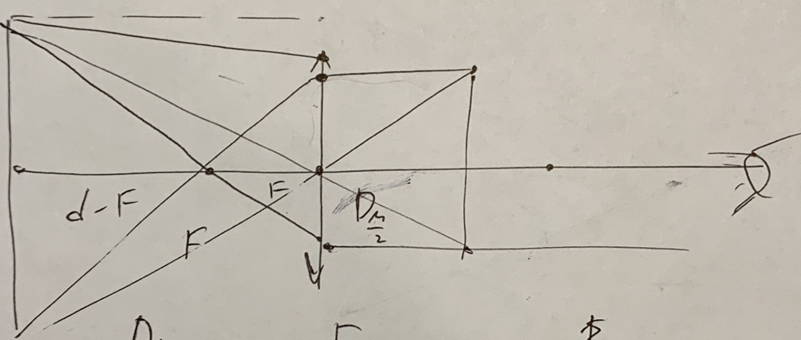
(2)





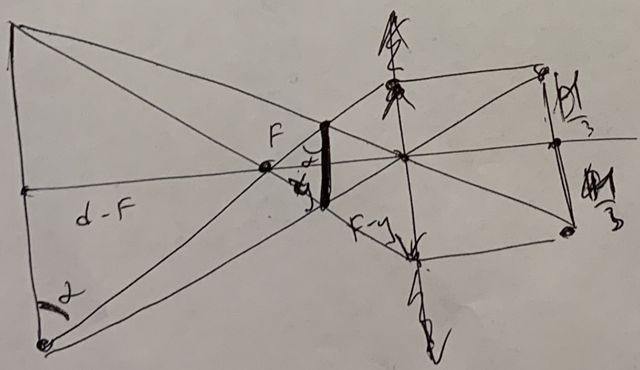
$\frac{H'}{h} = 1 \Rightarrow \frac{a-F}{F} = 1$

$\boxed{a = 2F}$



$\frac{D_M}{D} = \frac{F}{d-F} =$

$D_M = D \cdot \frac{12}{48-12} = D \frac{12}{36} = \frac{D}{3} = 3$ см;



$\frac{q_1(t)}{3} + \frac{q_2(t)}{C} = \mathcal{E}C$;

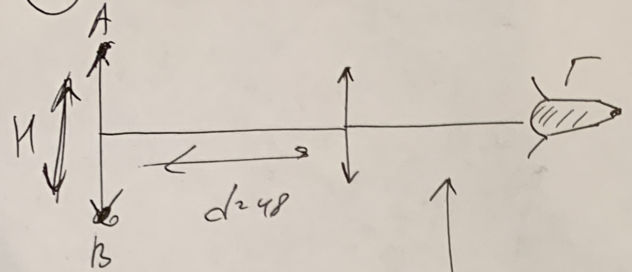
$\frac{q_1(t)}{3C} + \frac{q_2(t)}{C} = \mathcal{E}$

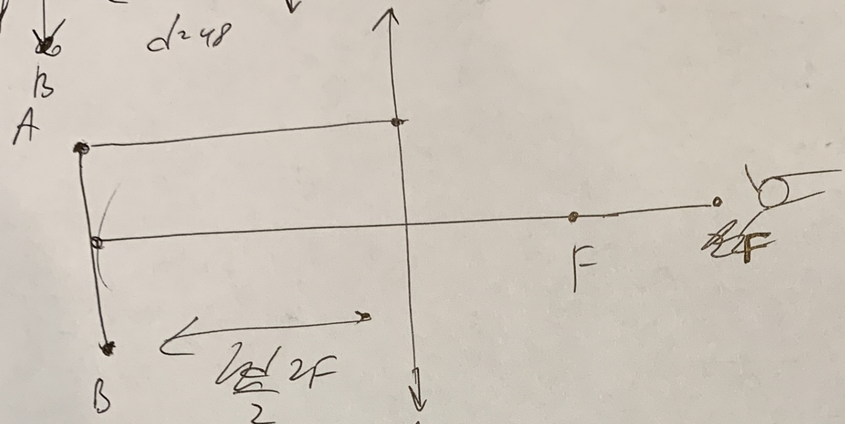
$q_1(t) + 3q_2(t) = 3\mathcal{E}C; \Rightarrow \dot{q}_1(t) + 3\dot{q}_2(t) = 0$

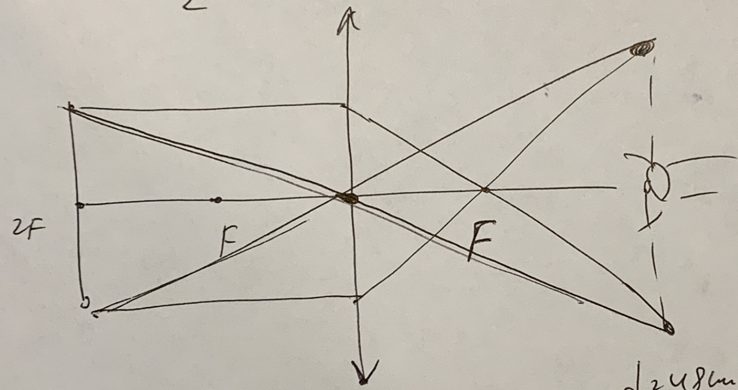
$\boxed{I_1(t) = -3 I_2(t)}$

5

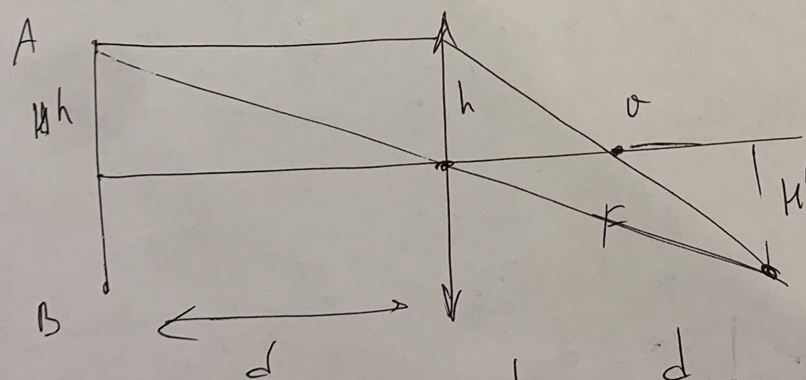
Черновик







d=48см = 4F   F=12см



$\frac{h}{H'} = \frac{d}{a}$; $X = a + б\ Асм =$

$= \frac{48 \cdot 12}{48-12} + 24 =$

$aF = da - dF$; $\frac{h}{H'} = \frac{F}{a-F}$. $= \frac{4 \cdot 3}{4-3} + 24 =$

$dF = a(d-F)$

$a = \frac{dF}{d-F}$. $= 12+24 = 36см.$