Часть 1

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

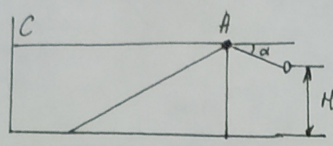
Шифр: **21200189**

ID профиля: **371021**

Вариант 3

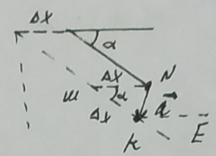
Чистовик

(1)



Шарик переместился на Δx по гор. вместе с клином и на Δx вдоль нити (системы движений)

1.) За время, пока клин продвинется на Δx, нить смотается на то же расстояние (т.к. нить нераст.) из условия кин. связи



$\triangle MNK$ – равнобедр.

$\angle MKN = \angle MNK = \frac{180^\circ - \alpha}{2} = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$

$\angle NKE = \angle MNK = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$

$\angle NKE$ – угол, под которым направлено ускорение шара

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

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

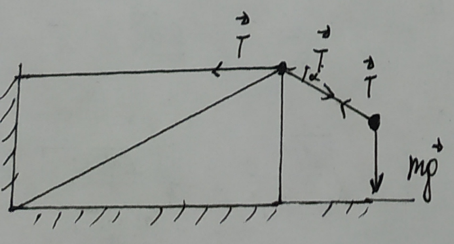
$\cos^2\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2}(1+\cos\alpha) = \frac{1}{2}\cdot\left(1+\frac{5}{13}\right) = \frac{18}{26} = \frac{9}{13}$

$\cos\frac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\frac{9}{13}} = \pm\frac{3\sqrt{13}}{13}$, т.к. $\triangle MNK$ – равнобедр.; $\angle MNK$ – острый

$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{3\sqrt{13}}{13}$

$$\boxed{\sin\angle NKE = \frac{3\sqrt{13}}{13}}$$

(2)



т.к. нить нерастяжима, то $|\vec{T}| = const$ в любой точке нити

Пусть ускорение клина a

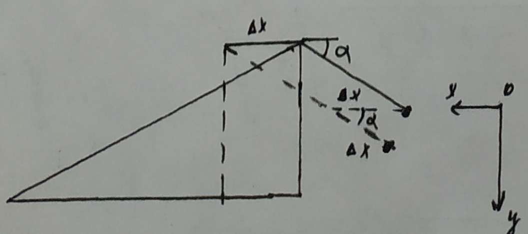
Перемещение шара вдоль Ox

$\Delta x = \Delta x(1-\cos\alpha)$, где Δx – перемещ. клина

Вдоль Oy пер. шара:

$\Delta y = \Delta x \sin\alpha$

Берём вторую производную



находим связь между ускорениями

$a_x = a(1-\cos\alpha)$

$a_y = a\sin\alpha$

Чистовик

Записываем II з.Н.

(1) $\begin{cases} Ma = T(1-\cos\alpha) \\ ma_x = T\cos\alpha \\ ma_y = mg - T\sin\alpha \end{cases}$ $\Rightarrow$ $\begin{cases} Ma = T(1-\cos\alpha) \\ ma(1-\cos\alpha) = T\cos\alpha \\ ma\sin\alpha = mg - T\sin\alpha \end{cases}$

Так как в любой момент времени угол между нитью и горизонтом постоянен и равен α, то: справедлива система (1)

$T = \dfrac{ma(1-\cos\alpha)}{\cos\alpha}$

$Ma = \dfrac{ma(1-\cos\alpha)^2}{\cos\alpha}$

$\dfrac{m}{M} = \dfrac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} = \dfrac{5}{13\left(1-\frac{5}{13}\right)^2} =$

$= \dfrac{5\cdot 13^2}{13\cdot 8^2} = \dfrac{5\cdot 13}{64} = \dfrac{65}{64} \approx 1{,}02$

$ma\sin\alpha = mg - \dfrac{ma(1-\cos\alpha)\sin\alpha}{\cos\alpha}$

$a\sin\alpha\cos\alpha = g\cos\alpha - a\sin\alpha + a\sin\alpha\cos\alpha$

$a\sin\alpha = g\cos\alpha$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\dfrac{25}{169}} =$

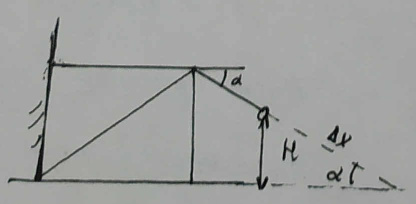
$= \sqrt{\dfrac{144}{169}} = \dfrac{12}{13}$

$a = \dfrac{g\cos\alpha}{\sin\alpha} = \dfrac{g\cdot 5\cdot 13}{13\cdot 12} = \dfrac{5}{12}g =$

$= \dfrac{50}{12} \approx 4{,}2\ \dfrac{м}{с^2}$

$\boxed{\begin{aligned} a &= \tfrac{5}{12}g \\ \tfrac{m}{M} &= \tfrac{65}{64} \end{aligned}}$

(4)



Чтобы шарик переместился на H вдоль вертикали, нить должна вытянуться на

$\Delta x = \dfrac{H}{\sin\alpha} = \dfrac{a\tau^2}{2}$

$\tau = \sqrt{\dfrac{2H}{\sin\alpha\cdot a}} = \sqrt{\dfrac{2H\cdot 12}{\sin\alpha\cdot 5g}} =$

$= \sqrt{\dfrac{2H\cdot 12\cdot 13}{12\cdot 5g}} = \sqrt{\dfrac{26}{5}\dfrac{H}{g}} \approx 0{,}72\sqrt{H}$ с

$\boxed{\tau = \sqrt{\dfrac{26}{5}\dfrac{H}{g}}} \approx \sqrt{0{,}52H}$ с

21200189 (U371021 M1269206)

Чистовик

2. $C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$ — по определению молярной теплоёмкости

$1 - \frac{25}{169} =$

1.) от T_0 до $\frac{3}{5}T_0$ $\quad dQ = \nu \cdot C(T)\cdot dT \Rightarrow Q = \int_{T_0}^{T} \nu \cdot C(T)dT = \frac{\nu \cdot 3R}{T_0}\int_{T_0}^{T} TdT =$

$= \frac{3R\nu}{T_0}\cdot\frac{T^2}{2}\Big|_{T_0}^{T} = \frac{3\nu R}{2T_0}\left(\frac{9}{25}T_0^2 - T_0^2\right) = -\frac{3\nu R}{2T_0}\cdot\frac{16T_0^2}{25} = -\frac{48\nu RT_0}{50}$

Значит, газ отдал $\boxed{Q = \frac{48}{50}\nu RT_0}$

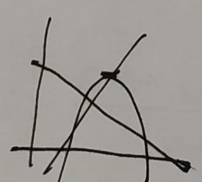
2.) По II закону термодинамики

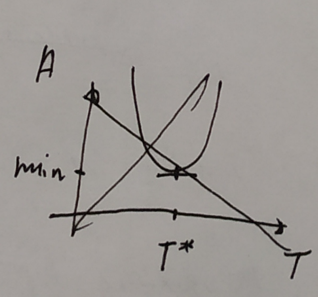
$\delta Q = A + \Delta U$ $\quad A = \delta Q - \Delta U$, где δA – работа газа, ΔU – изм. его внутр. энергии

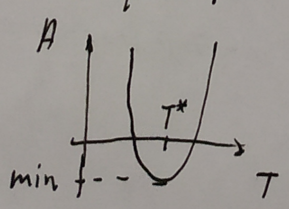
$A = \int_{T_0}^{T} 3\nu R\frac{T}{T_0}dT - \int_{T_0}^{T}\frac{3}{2}R\nu dT =$ $\quad \Delta U = \nu\frac{3}{2}R\Delta T$, не двухатомный газ

$= 3\nu R\frac{T^2}{2T_0}\Big|_{T_0}^{T} - \frac{3}{2}R\nu T\Big|_{T_0}^{T} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T^2}{T_0} - \frac{T_0^2}{T_0} - T + T_0\right) = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T^2}{T_0} - T\right)$

График $A(T)$ – парабола с ветвями вверх min работа – вершина параболы:







T^* – вершина параболы

$\boxed{T^* = \frac{T_0}{2}}$

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

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

$= -\frac{3}{8}\nu RT_0$

$\boxed{A = -\frac{3}{8}\nu RT_0}$

Черновик

2. D, T_0 $\quad C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$

$$Q = \int_{T_0}^{T} C(T)\,dT = 3R\frac{T^2}{2T_0}\Big|_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} = 3R\cdot\frac{1}{2T_0}\left(\frac{9}{25}T_0^2 - T_0^2\right) =$$

$$= -\frac{3R}{2}T_0\,\frac{16}{25} = -\frac{48}{50}RT_0\cdot D$$

$$A = \nu Q - \nu U = \int_{T_0}^{T} 3R\frac{T}{T_0}\,dT - \int_{T_0}^{T}\frac{3}{2}R\,dT = \frac{3}{2}R\,\frac{T^2}{T_0}\Big|_{T_0}^{T} - \frac{3}{2}RT\Big|_{T_0}^{T} =$$

$$= \frac{3}{2}R\left(\frac{T^2}{T_0} - \cancel{T_0} - T + \cancel{T_0}\right) = \frac{3}{2}R\left(\frac{T^2}{T_0} - T\right)$$

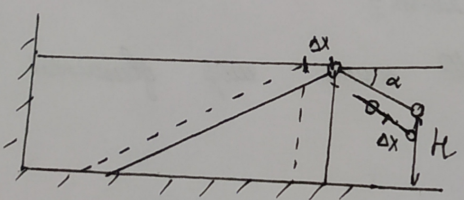
$$T = +\frac{T_0}{2} = \frac{T_0}{2}$$

$$A = \frac{3}{2}R\left(\frac{T_0^2}{4T_0} - T_0\right) = \frac{3}{2}R\left(\frac{T_0}{4} - \frac{T_0}{2}\right) = \frac{9}{8}RT_0$$

$\frac{1}{2} > \frac{5}{13}$

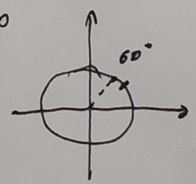
$13 > 10$

③



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

$\sin\alpha = \frac{\sqrt{169-25}}{13} = \frac{12}{13}$



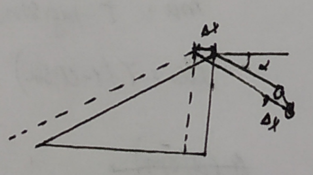
$\cos\alpha = 2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1$

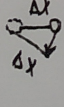
$\frac{5}{13} + 1 = 2\cos^2\frac{\alpha}{2}$

$\frac{18}{26} = \cos^2\frac{\alpha}{2}$

$\cos\frac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\frac{18}{26}}$

$\cos\frac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\frac{9}{13}} = \frac{3\sqrt{13}}{13}$

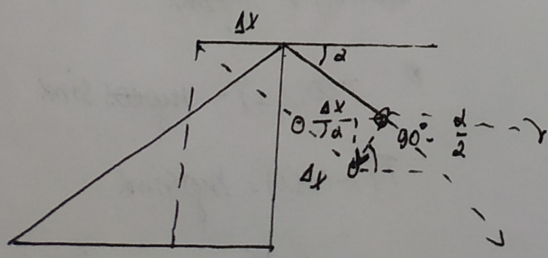




$\cos(90° - \frac{\alpha}{2}) = \sin\frac{\alpha}{2}$

$\sin(90° - \frac{\alpha}{2}) = \cos\frac{\alpha}{2}$

$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{3\sqrt{13}}{3}$



$\Delta x(1-\cos\alpha)$ $\quad \Delta x$ = $(1-\cos\alpha)$

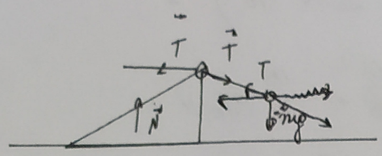
$y = a\sin\alpha$

2) Ускорение клине Черновик

$\Delta x_{кл.}$ $2\Delta x \sin\frac{\alpha}{2}$

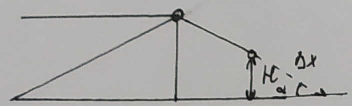
$Ma = T(1-\cos\alpha)$

~~$ma_x = T\cos\alpha$ $a_x = a$~~



$T\cos\alpha = ma$

$T - mg\sin\alpha = ma$

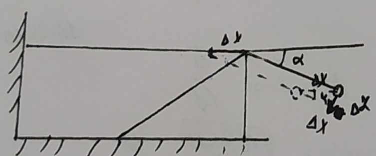


$\Delta x = \frac{H}{\sin\alpha}$

$Ma = T(1-\cos\alpha)$ m, M, T, a

$ma(1-\cos\alpha) = T\cos\alpha$

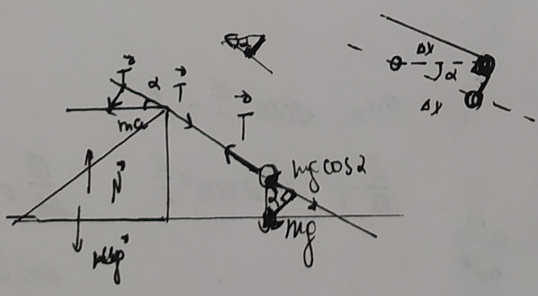
$ma\sin\alpha = mg - T\sin\alpha$



$\Delta Z = 2\Delta x \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$

$\Delta x = 2\Delta x \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$

В СО клине шар двигается по окружности?



$ma = T\cos\alpha$

$ma = T - mg\sin\alpha$

$Ma = T(1-\cos\alpha)$

~~$a(M+m) =$~~

~~$a(M+m) = mg\sin\alpha$~~

$T\cos\alpha = T - mg\sin\alpha$

$T(1-\cos\alpha) = mg\sin\alpha$

$T = \frac{mg\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

$Ma = \frac{mg\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

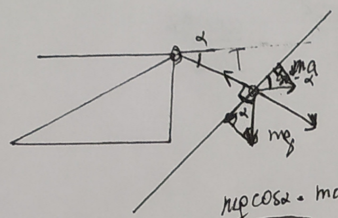
$a = \frac{m}{M}\frac{g\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

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

Черновик 3

$m\frac{g\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{Ma\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

$\frac{m}{M} = \frac{a\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$



$mg\cos\alpha = ma\cdot\sin\alpha$

$\boxed{a = \frac{g}{tg\alpha}}$

$mg\sin\alpha + ma\cos\alpha - T = ma$

$T(1-\cos\alpha) = Ma$

$mg\sin\alpha + \frac{mg}{\sin\alpha}\cdot\cos^2\alpha - T = ma$

$mg = T\sin\alpha + ma\sin\alpha$

$mg = \frac{Ma\sin\alpha}{1-\cos\alpha} + mg\cos\alpha$

$mg(1-\cos\alpha) = \frac{Ma}{(1-\cos\alpha)}$

$mg(1-\cos\alpha) = \frac{Mg\cdot\cos\alpha}{\sin\alpha\,(1-\cos\alpha)}$

$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha(1-\cos\alpha)^2}$

$T - mg\sin\alpha = T\cos\alpha$

$T = \frac{mg\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

$Ma = \frac{mg\sin\alpha}{1-\cos\alpha}\cdot(1-\cos\alpha)$

$Ma = mg\sin\alpha$

$a = \frac{m}{M}g\sin\alpha$

$\frac{m\cdot \cancel{m}}{M}\cancel{g\sin\alpha} = \frac{\cancel{mg\sin\alpha}}{1-\cos\alpha}\cdot\cos\alpha$

$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

$$\begin{cases} Ma = T(1-\cos\alpha) \\ T\cos\alpha = ma(1-\cos\alpha) \\ ma\sin\alpha = mg - T\sin\alpha \end{cases}$$

$T = \frac{ma(1-\cos\alpha)}{\cos\alpha}$

$Ma = \frac{ma(1-\cos\alpha)^2}{\cos\alpha}$

$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2}$

$\cancel{Ma} = \cancel{ma(1-\cos\alpha}$

$ma\sin\alpha = mg - \frac{ma(1-\cos\alpha)}{\cos\alpha}\cdot\sin\alpha$

$ma\sin\alpha\cos\alpha = mg\cos\alpha - ma\sin\alpha + \cancel{ma\cos\alpha\sin\alpha}$

$mg\cos\alpha = ma\sin\alpha$

$g\cos\alpha = a\sin\alpha$

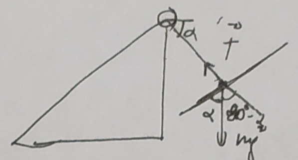
$a = \frac{g}{tg\alpha}$

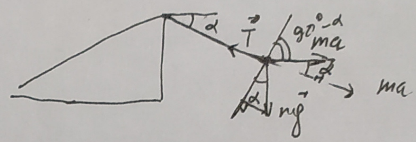
21200189 (U371021 M1269206)

Черновик

1

$\frac{Ma}{1-\cos\alpha} = \frac{ma(1-\cos\alpha)}{\cos\alpha}$





$ma\cdot\sin\alpha = mg\cos\alpha$

$a = \frac{g}{tg\alpha}$

$Ma = T(1-\cos\alpha)$

$mg\sin\alpha + ma\cos\alpha - T = ma$

$mg\sin\alpha + \frac{mg}{\sin\alpha}\cos^2\alpha = ma + T$

$mg = ma\sin\alpha + T\sin\alpha$

$mg = mg\cos\alpha + \frac{Ma}{1-\cos\alpha}\cdot\sin\alpha$

$mg(1-\cos\alpha) = \frac{Mg\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} = \frac{5}{13(1-\frac{5}{13})^2} =$

$= \frac{5\cdot 13^2}{13\cdot 8^2} = \frac{65}{64}$

Часть 2

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

Шифр: **21200189**

ID профиля: **371021**

Вариант 3

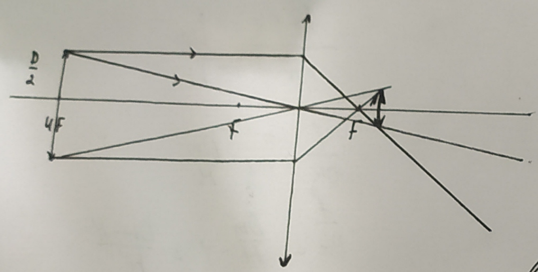
Чистовик

⑤ $F = 18$ см

$d = 72$ см $= 4F$

$D = 9$ см – диаметр картинки

~~Будем рассматривать только верхнюю часть линзы (картина в связи всё симметрично).~~



1) Найдём расстояние между линзой и действ. изображением

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{4F} + \frac{1}{f} \qquad \frac{3}{4F} = \frac{1}{f} \qquad f = \frac{4}{3}F = \frac{4}{3}\cdot 18 = 24 \text{ (см)}$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{4F}{3\cdot 4F} = \frac{1}{3}$$

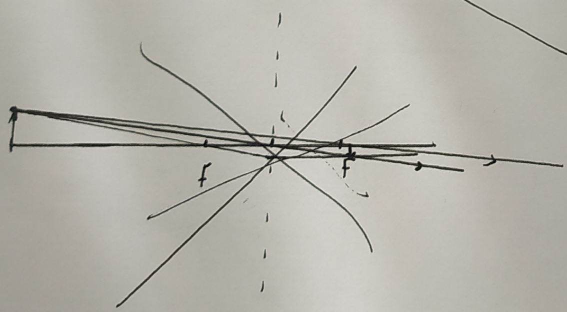
$$H = \frac{h}{3} = \frac{9}{36} = 3 \text{ (см)}$$

1.) Расст. от изобр. до линзы $= 24$ см

Расст. от линзы до изобр. $= 24$ см

$\Sigma = f + f = 48$ см

2.) Минимальный D_m линзы будет в том случае, когда крайний луч от предмета, проход. через край линзы, будет проходить через край изображения (см. рисунок). Луч 1*. Иначе изображение будет получаться нечётким



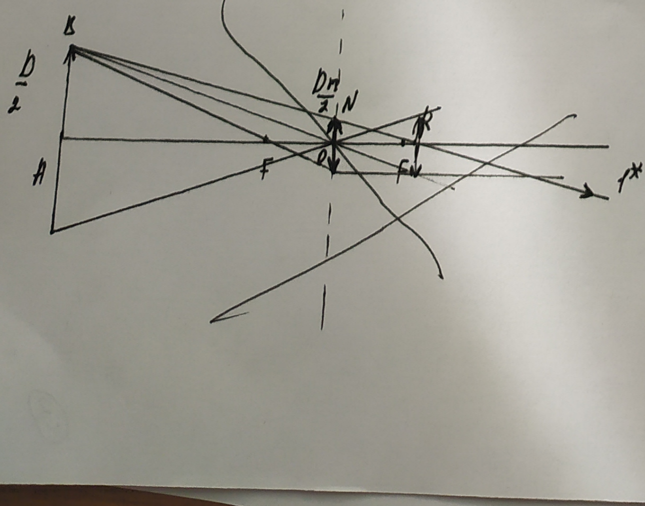
Из подобия Δ ~~ABO~~ $\sim \Delta$

$\Delta ABK \sim \Delta ONK$ (по двум углам)

$$\frac{AK}{ON} = \frac{AF}{OF}$$

$$\frac{D}{D_m} = \frac{f+d}{f} = 1 + \frac{d}{f} = 1 + \frac{4F\cdot 3}{4F} = 4$$

$$D_m = \frac{1}{4}D = \frac{9}{4} \text{ см}$$



④

②

Черновик

$a = \frac{B^2 l^2 (v_2 - v_1)}{8mR}$ v - отн. скорость

~~Черновик~~ Черновик

3.) Записывал для конечных величин

$\Delta v = \frac{B^2 l^2 \Delta x}{8mR}$ $\frac{v_0}{2} = \frac{B^2 l^2 \Delta x}{8mR}$ $\Delta x = \frac{4mRv_0}{B^2 l^2}$

Расстояние между перемычками уменьшилось на Δx

$$\boxed{S = S_0 - \frac{4mRv_0}{B^2 l^2}}$$

$\frac{D}{D_m} =$

$\frac{f + OK}{OK} = \frac{D_m}{H}$

$\frac{f}{OK} + 1 = \frac{D_m}{H}$

$\frac{f}{OK} = \frac{D_m}{H} - 1 = \frac{D_m - H}{H}$

Черновик

$a = \frac{B^2 l^2 (v_2 - v_1)}{8mR}$ v - отн. скорость

$\int a\,dt = v_0 - \int a\,dt$

18 см - 3

$\int a\,dt = \frac{v_0}{2}$

$dv = v_0 - dv$

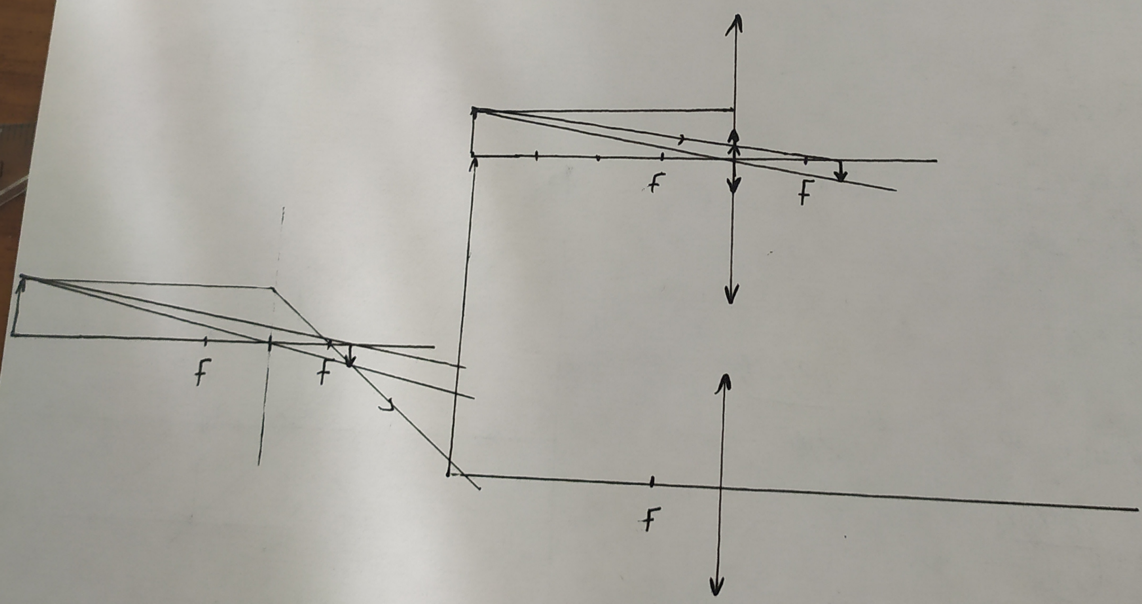
$dv = \frac{v_0}{2}$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{B^2 l^2 v_{отн}}{8mR}$$

$$dv = \frac{B^2 l^2\, dx}{8mR}$$

$$\Delta v = \frac{v_0}{2} = \frac{B^2 l^2 \cdot x}{8mR}$$

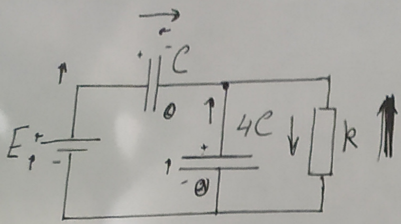
$$x = \frac{4mRv_0}{B^2 l^2}$$



Черновик

$$E = U_1 + U_2$$

$\cancel{U_1 = U_2 + IR}$



$I_1 = I_2 + I$ $\qquad$ $I_1 = I_0$

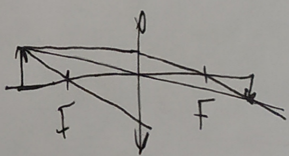
$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} + IR$ $\qquad$ $q_1 = q_2 + q$

$E = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$ $\qquad$ $\frac{I_1}{C_1} + \frac{I_2}{C_2} = 0$

$I_1 = -\frac{C_1}{C_2} I_2$ $\qquad$ $I_2 = -I_1 \frac{C_2}{C_1}$

$$I = I_1 - I_2 = I_1 + \frac{C_2}{C_1} I_1 = I_1\left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right)$$

$$U = IR = \frac{I_0(C_1 + C_2)}{C_1} R$$

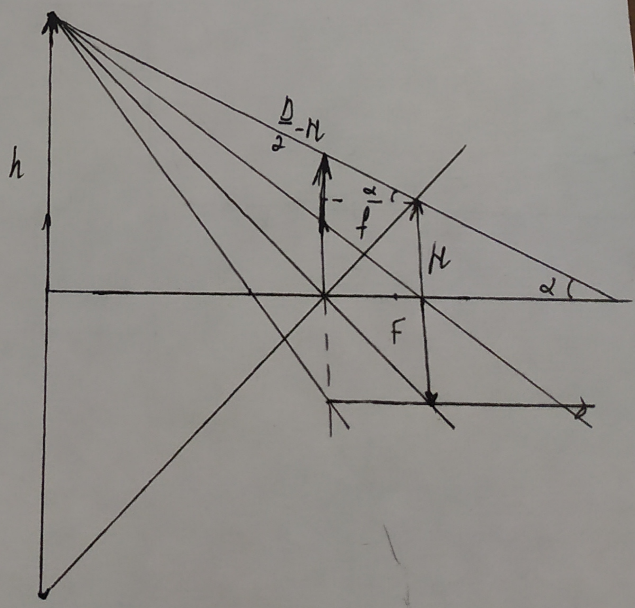


$E = \frac{q_1}{C_1} - \frac{q_2}{C_2}$

$I_1 + I_2 = I$ $\qquad$ $I_1 = I$

$\frac{q_2}{C_2} = IR$

$I_2 = 0$



(4) $\qquad$ $\ell m a = \alpha$ $\qquad$ $a = \frac{B^2 \ell^2 U_1}{8MR}$

$a = \frac{B^2 \ell^2 U_2}{8MR}$

$\frac{dU_2}{dt} = \alpha U_2$ $\qquad$ $t = 0$ $\qquad$ $e^0 = 1$

$e^c = 0$

$$\int \frac{dU_2}{U_2} = \int \alpha\, dt$$

$\ln U_2 = \alpha t + C$

$U_2 = e^{\alpha t + C} = e^C e^{\alpha t}$

$$\Delta v_1 = \frac{B^2 l^2 \cdot \Delta x}{8mR} \qquad \Delta x = \frac{8mRv_0}{3B^2l^2}$$

уменьшилось

Значит, искомое расстояние

$$\frac{v_0}{3} = \frac{B^2 l^2 \Delta x}{8mR}$$

$$S = S_0 - \frac{8mRv_0}{3B^2l^2}$$

3

1

Чистовик

$$\frac{D}{D_m} = \frac{d(D_m - H)}{fH} + 1$$

6

Записываем для конечных ...

$$\Delta U_1 = \frac{B^2 l^2 \cdot \Delta x}{8mR} \qquad \Delta x = \frac{8mRU_0}{3B^2 l^2}$$

$$\frac{U_0}{3} = \frac{B^2 l^2 \Delta x}{8mR}$$

Расстояние ... уменьшилось на Δx

Значит, конечное расстояние

$$S = S_0 - \frac{8mRU_0}{3B^2 l^2}$$

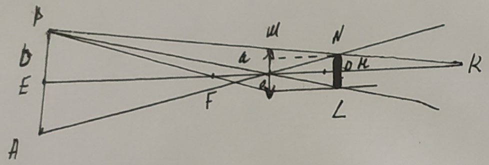
3

Чистовик

2) (h) D - диаметр картины (предмета)

D_m - диаметр линзы

H - диаметр изображения



Из подобия Δ $EBK \sim \Delta$ aMK (по 2 углам)

$$\frac{EB}{aM} = \frac{EK}{OK}$$

$$\frac{D}{D_m} = \frac{EK}{OK} = \frac{d + OK}{OK} = \frac{d}{OK} + 1$$

Δ $MaN \sim \Delta$ DNL (по двум углам)

$$\frac{aN}{OK} = \frac{Ma}{MO}$$

$$\frac{f}{OK} = \frac{(D_m - H)}{H} \qquad OK = \frac{f \cdot H}{D_m - H}$$

$$\frac{D}{D_m} = \frac{d/(D_m - H)}{f D_m H} + 1$$

$$D = \frac{d}{f}(D_m - H) + D_m$$

$$D = 3D_m - 3H + D_m$$

$$4D_m = D + 3H = 9 + 9 = 18$$

$$D_m = \frac{9}{2} \text{ (см)}$$

$$OK = \frac{D_m \cdot f / 2}{D_m - H}$$

$$\frac{d}{f} = 3$$

$$\frac{f}{OK} = \frac{D_m - H}{2D_m}$$

$$\frac{D}{D_m} = \frac{D_m - H}{2D_m} + 1$$

$$2D = D_m - H + 2D_m$$

$$3D_m = 2D + H = 2 \cdot 9 + 3 = 21$$

$$D_m = 7 \text{ (см)}$$

3) Чтобы не видеть ни одну деталь изобр. экран следует поставить вплотную к линзе (неважно с какой стороны)

5

$\dots = \frac{B^2l^2\Delta x}{8mR}$, где

… для конечных промежутков

… $= \frac{B^2l^2\cdot\Delta x}{8mR}$ $\Delta x = \frac{8mRv_0}{3B^2l^2}$

… $v_0 = \frac{B^2l^2\Delta x}{8mR}$

Расстояние между перемы… уменьшилось на Δx

Значит, конечное расстояние

$S = S_0 - \frac{8mRv_0}{3B^2l^2}$

③

①

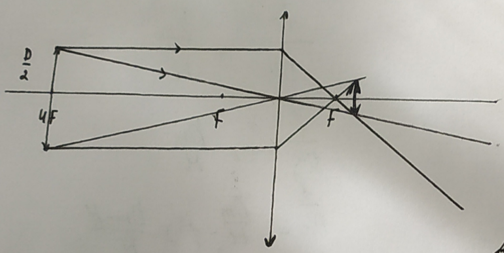
Чистовик

⑤ $F = 18$ см

$d = 72$ см $= 4F$

$D = 9$ см – диаметр картины

~~Будем рассматривать только верхнюю часть пучка (картина в силу всё симметрична).~~



1) Найдём расстояние между линзой и действ. изображением

$\frac{1}{F} = \frac{1}{4F} + \frac{1}{f}$ $\frac{3}{4F} = \frac{1}{f}$ $f = \frac{4}{3}F = \frac{4}{3}\cdot 18 = 24$ (см)

$Г = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{4F}{3\cdot 4F} = \frac{1}{3}$

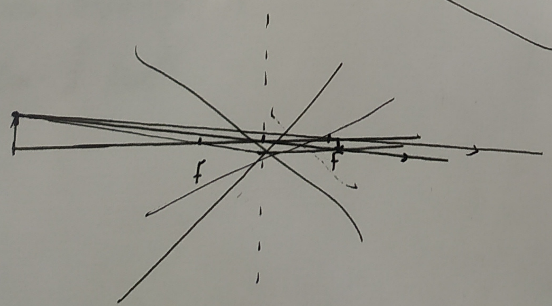
$H = \frac{h}{3} = \frac{9}{3} = 3$ (см)

1.) Расст. от изобр. до линзы = 24 см

Расст. от глаза до изобр. = 24 см

$\Sigma = f + l = 48$ см

2.) Минимальный D_m линзы будет в том случае, когда крайний луч от предмета, проход. через край линзы, будет проходить через край изображения (см. рисунок). Луч 1^*. Иначе изображение будет получаться нечётким



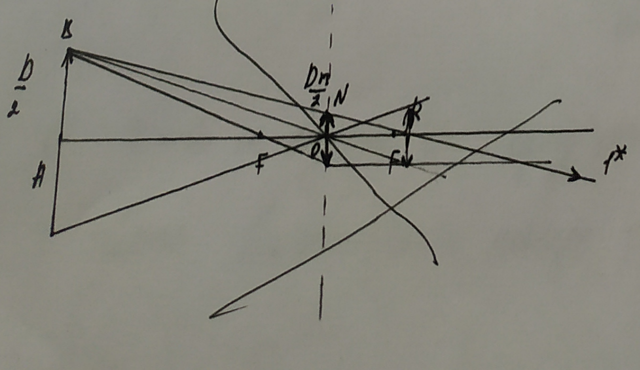
Из подобия ~~ΔABO~~ ~ Δ

$\Delta ABK \sim \Delta ONK$ (по двум углам)

$\frac{AK}{ON} = \frac{AF}{OF}$

$\frac{D}{D_m} = \frac{f+d}{f} = 1 + \frac{d}{f} = 1 + \frac{4F\cdot 3}{4F} = 4$

$D_m = \frac{1}{4}D = \frac{9}{4}$ см



Чистовик

(4) 2. II З.Н. Ньютона для пер. 1: $2ma = \frac{B^2 l^2 v_{отн}}{4R}$, где $v_{отн}$ – скорость изменения длины замкнутого контура, ограниченного перемычками или отн. скорость двит. 1 и 2

для пер. 2: $ma = \frac{B^2 l^2 v_{отн}}{4R}$

Отсюде следует, что $2\Delta v_1 = \Delta v_2$. Зная, что в установ. режиме скорости перемычек равны, запишем

$$\Delta v_2 = v_0 - \Delta v_1$$

$$3\Delta v_1 = v_0 \qquad \Delta v_1 = \frac{v_0}{3}$$

$\boxed{\Delta v_2 = \frac{2v_0}{3} \text{ – конечная скорость перемычек}}$

3.) II З.Н для пер. 1

$$2ma = \frac{B^2 l^2 v_{отн}}{4R}$$

$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{B^2 l^2 v_{отн}}{8mR}$$

$dv_1 = \frac{B^2 l^2 dx}{8mR}$, где Δx – изменение расстояние между перемычками

Записывая для конечных промежутков

$$\Delta v_1 = \frac{B^2 l^2 \cdot \Delta x}{8mR}$$

$$\frac{v_0}{3} = \frac{B^2 l^2 \Delta x}{8mR} \qquad \Delta x = \frac{8mRv_0}{3B^2 l^2}$$

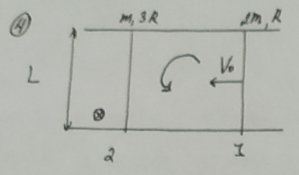
Расстояние между перемычками уменьшилось на Δx

Значит, конечное расстояние

$$S = S_0 - \frac{8mRv_0}{3B^2 l^2}$$

Чистовик

(4)



$R_{общ.} = 3R + R = 4R$

1) По закону ~~эл~~ электро-маг. индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{BdS}{dt} = -BV_0l$

Через перемычки пойдёт тогда круговой ток, силой

$$I = \frac{BV_0l}{3R+R} = \frac{BV_0l}{4R}$$

ЭДС самоиндукции препятствует изменению магнитного потока. Появляется сила Ампера, действ. на перемычку 1

$$F_A = IBl = \frac{BV_0l}{4R}\cdot Bl \qquad 2ma = \frac{B^2l^2V_0}{4R}$$

$$\boxed{a = \frac{B^2l^2V_0}{8mR}}$$

2) ~~Спустя~~ длительный ~~за~~ промежуток времени скорости перемычки будут равны, ~~расстояние~~ между ними перестанет меняться

В любой момент времени, когда скорость перемычек ещё изменяется

$$|a| = \left|\frac{B^2l^2V_{отн.}}{8mR}\right|$$ – где $V_{отн.}$ – скорость изменения длины замкнутого контура или отн. скорость движения

Значит, скорости пр. 1 и 2 изменяются на одинаковую величину, в которой меняется со врем.

в конце они должны быть равны

$\Delta V = V_0 - \Delta V$ Следовательно $\boxed{V = \frac{V_0}{2}}$ – конечная скорость перемычек

$\Downarrow$

$\Delta V = \frac{V_0}{2}$

3) $a = \frac{B^2l^2V_{отн.}}{8mR}$ $\quad \frac{dV}{dt} = \frac{B^2l^2V_{отн.}}{8mR}$ $\quad dV = \frac{B^2l^2dx}{8mR}$, где ~~dx – изменение~~ расст. между перемычками

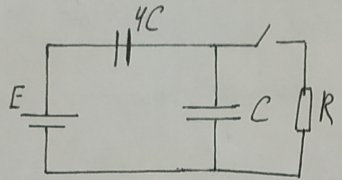
dV – изм. скорости перемычки

(2)

Чистовик

$C_2 = C$

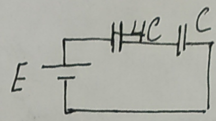
$C_1 = 4C$



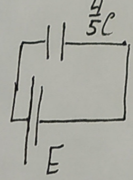
1) В начальный момент времени при замыкании ключа напряжение на C_2 не изменилось. Найдём q_0

посл. соед. конденсаторов

$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C} + \frac{1}{4C} = \frac{5}{4C}$



$\Downarrow$



$C_0 = \frac{4}{5}C$

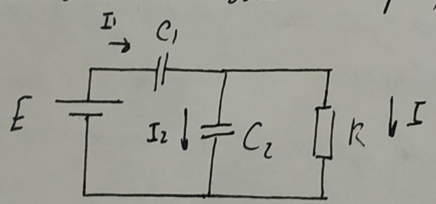
$q = \frac{4}{5}CE$

Напряжение на C_2 $U_2 = \frac{q}{C} = \frac{4}{5}E$

$$\boxed{I = \frac{U_2}{R} = \frac{4}{5}\frac{E}{R}}$$

2) Найдём распределение

Запишем Закона Кирхгофа



$$\begin{cases} E = U_1 + U_2 \\ U_2 = IR \\ I_1 + I_2 + I = 0 \end{cases} \Rightarrow \text{дифференцируя}$$

$$0 = \frac{\dot{q}_1}{C_1} + \frac{\dot{q}_2}{C_2}$$

при $I_1 = I_0$

$$0 = \frac{I_1}{C_1} + \frac{I_2}{C_2}$$

$$\frac{I_1}{C_1} = -\frac{I_2}{C_2} \qquad I_2 = -\frac{C_2}{C_1}I_1$$

$$I = -I_1 - I_2 = \frac{C_2}{C_1}I_1 - I_1 = I_1\left(\frac{C_2}{C_1} - 1\right) = -\frac{3}{4}I_1$$

3) $U = IR = \boxed{\frac{3}{4}I_1 R}$