# Часть 1

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

Шифр: **21201480**

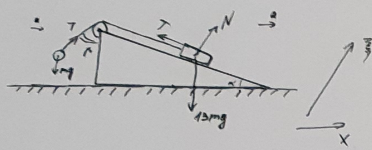
ID профиля: **131471**

Вариант 5

Чистовик. Лист 1.

Задача 1.

1) $a_0$ – ?
2) $a_{б/к}$ – ?
3) $T$ – ?




Решение.

Заметим, что вся эта система будет двигаться вправо с постоянным ускорением, равным ускорению клина ($a_0$) (Иначе бы нить „отстала" от блока).

Тогда запишем 2 ЗН для шарика и для бруска в проекции на ось „x":

① $T \cdot \sin\beta = m a_0$

② $N \cdot \sin\alpha - T \cdot \cos\alpha = 13 m a_0$

силы натяжения равны т.к. по условию нить невесома

Из 2ЗН для бруска на ось „$\xi$":

$N - 13mg \cdot \cos\alpha = 0$ ← т.к. абсолютное ускорение бруска направлено под углом $\alpha$ к горизонту, то его проекция на $\xi$ равна 0. (это будет видно дальше из треугольника ускорений для бруска.)

$\Downarrow$

$N = 13 mg \cos\alpha$

т.к. $\cos\alpha = \frac{12}{13}$, то

$N = 12mg$

$\Downarrow$

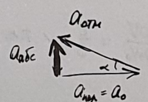
$T = \frac{m a_0}{\sin\beta} \Rightarrow 12mg \cdot \sin\alpha - \frac{m a_0}{\sin\beta} \cdot \cos\alpha = 13 m a_0 \quad |:m$

$$\frac{12 g \cdot 5}{13} = a_0 \left(13 + \frac{\cos\alpha}{\sin\beta}\right)$$

$$\frac{60}{13} g = \frac{189}{13} a_0 \Rightarrow a_0 = \frac{60}{189} g \approx 3{,}11 \, \frac{м}{с^2}$$

А $a_{б/к} = \frac{a_0}{\cos\alpha} \approx 3{,}37 \, \frac{м}{с^2}$

Треугольник ускорений бруска:

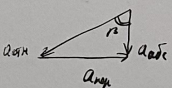
($a_{б/к}$) 


$\Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{a_{абс}}{a_{пер}} = \frac{5}{12}$

$\Downarrow$

$a_{абс} = \frac{5}{12} a_0 \approx 1{,}3 \, \frac{м}{с^2}$

Треугольник ускорений шарика:

$a_{отн} = \frac{a_{пер}}{\sin\beta} \approx 5{,}18 \, \frac{м}{с^2}$ $\Leftarrow$ 


$\Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \frac{a_{пер}}{a_{абс}} = \frac{3}{4} \Rightarrow a_{абс} = \frac{4}{3} a_{пер} \approx 4{,}15 \, \frac{м}{с^2}$

Тогда, если нить продвинулась через блок на $x$, то по высоте слева уровень изменился на $x \cdot \cos\beta$, а справа на $x \cdot \sin\alpha$. А перемещение шарика вниз $l$, тогда нить проехала на $\frac{l}{\cos\beta}$, а значит брусок переместился вверх на $\frac{l \cdot \sin\alpha}{\cos\beta}$. Тогда запишем перемещения бруска и шарика

$H = S_ш = \frac{a_{абс} t^2}{2}$ ; $S_б = \frac{a_{абс} t^2}{2}$, но мы получили, что $S_б = S_ш \cdot \frac{\sin\alpha}{\cos\beta} \Rightarrow \frac{a_{абс} \cdot t^2}{2} = H \cdot \frac{\sin\alpha}{\cos\beta}$

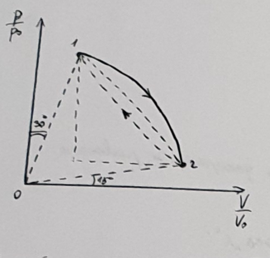
$\Downarrow$

$$t^2 = \frac{2 H \sin\alpha}{a_{абс} \cdot \cos\beta} \Rightarrow t = \sqrt{0{,}74 \frac{с^2}{м} \cdot H}$$

Ответ: 1) $a_0 \approx 3{,}11 \, \frac{м}{с^2}$ 2) $a_{б/к} \approx 3{,}37 \, \frac{м}{с^2}$ 3) $t \approx 0{,}86 \sqrt{H} \, \frac{с}{\sqrt{м}}$

Чистовик. Лист 2.

Задача 2.



(I) Пускай $r$ - радиус окружности $=1$ (какая-то безразмерная величина) Тогда:

$$\frac{p_1}{p_0} = r\cdot\cos 30^\circ \qquad \frac{V_1}{V_0} = r\cdot\sin 30^\circ \quad \Rightarrow \quad p_1 = p_0\cdot r\cdot\cos 30^\circ \qquad V_1 = V_0\cdot r\cdot \sin 30^\circ$$

$$\frac{p_2}{p_0} = r\cdot\sin 15^\circ \qquad \frac{V_2}{V_0} = r\cdot\cos 15^\circ \qquad\qquad p_2 = p_0 r\cdot\sin 15^\circ \qquad V_2 = V_0\cdot r\cdot\cos 15^\circ$$

Запишем ур-ние М-К для ситуаций 1 и 2:

$$\left.\begin{aligned} p_1V_1 &= \nu RT_1 \\ p_2V_2 &= \nu RT_2 \end{aligned}\right\} \text{разделим} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1\cdot V_1}{p_2\cdot V_2} = \frac{p_0\cdot r\cdot\cos 30^\circ\cdot V_0\cdot r\cdot\sin 30^\circ}{p_0\cdot r\cdot \sin 15^\circ\cdot V_0\cdot r\cdot\cos 15^\circ}$$ ($r^2$ и $p_0$ и $V_0$ сокращаются)

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\cos 30^\circ\cdot\sin 30^\circ}{\sin 15^\circ\cdot\cos 15^\circ} \approx 1{,}73$$

(II) Пускай это будет угол $\varphi$, тогда в этот момент $\frac{p}{p_0} = r\sin\varphi$, а $\frac{V}{V_0} = r\cdot\cos\varphi$

А теплоёмкость будет равна нулю, если $\frac{pV}{p_0V_0} = \frac{2}{3}$ ← т.к. у нас идеальный одноатомный газ и у него $i = 3$.

Т.е. $(r^2)\sin\varphi\cdot\cos\varphi = \frac{2}{3}$ $\qquad \sin\varphi\cdot\cos\varphi = \frac{2}{3}$

пренебрегаем т.к. это безразмерная величина, равная 1.

Правильнее было бы ещё домножить на $p_0\cdot V_0$, чтобы работа была в Дж, а не безразмерной, но т.к. мы ищем отношение и они всёравно сократятся, то можно этого не делать.

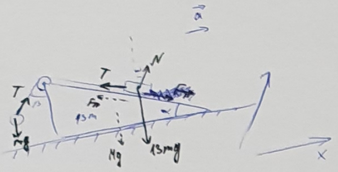
(III) Работа газа за цикл равна площади фигуры в pV координатах.

Т.е. $A_ц = 2\cdot S_{сект} = 2\cdot(S_{сект} - S_\Delta) = 2\left(\frac{1}{4}\pi r^2 - \frac{r\cdot r\cdot\sin(90-30-15)^\circ}{2}\right) = 2\left(\frac{\pi r^2}{4} - \frac{r^2\cdot\sin 45^\circ}{2}\right) = 2\left(\frac{\pi r^2 - r^2\sqrt{2}}{4}\right) = \frac{r^2(\pi-\sqrt{2})}{2}$

А $A_{расш} = \frac{1}{4}\pi r^2 \Rightarrow \frac{A_ц}{A_{расш}} = \frac{\frac{r^2(\pi-\sqrt{2})}{2}}{\frac{1}{4}\pi r^2} = \frac{(\pi-\sqrt{2})}{2}\cdot\frac{4}{\pi} = \frac{2(\pi-\sqrt{2})}{\pi} \approx 1{,}1$

Ответ: 1) $\frac{T_1}{T_2} \approx 1{,}73$ $\quad$ 2) $\cos\varphi = \frac{2}{3}$ $\quad$ 3) $\frac{A_ц}{A_{расш}} \approx 1{,}1$

21201480 (U131471 M1269798)



0,86

$$\frac{a_б \cdot t^2}{2} = \frac{a_ш \cdot t^2 \cdot \sin\alpha}{2 \cdot \cos\beta}$$

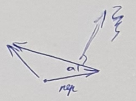
$T \cdot \sin\beta = m a_0$

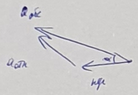
$N \sin\alpha - T\cos\alpha = 13 m a_0$ $\quad N = 13mg\cos\alpha$

$T = \frac{m a_0}{\sin\beta}$

$13mg\cos\alpha\sin\alpha - T\cos\alpha = 13 m a_0$

$$\frac{2 \cdot 11 \cdot 5 \cdot 5}{13 \cdot 13 \cdot 4}$$

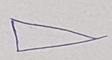




$12mg \cdot \sin\alpha - T \cdot \frac{12}{13} = 13 m a_0$

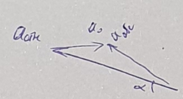
$T \cdot \frac{3}{5} = m a_0$

$T = \frac{5}{3} m a_0$



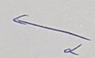
$12mg \cdot \sin\alpha - \frac{5}{3} m a_0 \cdot \frac{12}{13} = 13 m a_0$

$\vec{a}_{абс} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{пер}$



$12mg \cdot \frac{5}{13} = \left(13 + \frac{20}{13}\right) m a_0$

$\frac{60}{13} g = \frac{189}{13} a_0$

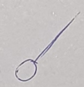


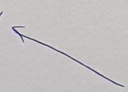
$60g = 189 a_0$

x

$a_0 = \frac{60}{189} \cdot 9{,}81 \approx 3{,}11 \frac{м}{с^2}$

$(H-l)$



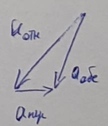


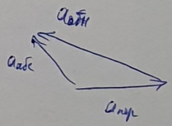
$H =$

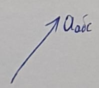
$l$

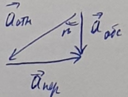
$x \cdot \sin\beta$ $\quad x \cdot \cos\alpha$

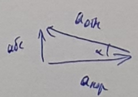
$\vec{a}_{абс} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{пер}$

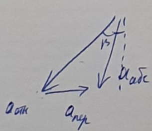


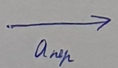


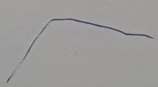








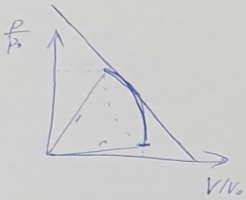




x

$S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$

$S_1$




$\frac{0{,}866 \quad 0{,}5}{0{,}966 \cdot 0{,}259}$

sin

$\frac{p_1}{p_0} = r \cdot \cos 30^\circ$

$\frac{p_2}{p_0} = r \cdot \sin 15^\circ$

$\frac{V_1}{V_0} = r \cdot \sin 30^\circ$

$\frac{V_2}{V_0} = r \cdot \cos 15^\circ$

1,41

1,73

3,46

Q

$\Delta U = A_{газ}$

$\frac{i}{2}\nu RT = p\Delta V$

$\frac{3}{2}\nu RT = p\Delta V$

$\frac{pV}{p_0V_0} =$

$\frac{1}{p_0V_0} = \frac{3}{2}$

$\Downarrow$

$p_0V_0 = \frac{2}{3}$

$\frac{3}{2}\nu RT = p\Delta V$

$p = p \cdot \cos\varphi \,; \Delta V = V_2 - V_1 =$

$\nu RT = pV$

$\frac{3}{2} p_0V_0 \cdot \cancel{\sin\varphi} \cos\varphi = \cancel{p_0} \cdot \cancel{\sin\varphi} \cdot \Delta V$

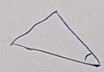
$\frac{3}{2} V_0 \cdot \cos\varphi \approx \Delta V$

$3V_0 \cos\varphi \approx 2\Delta V$

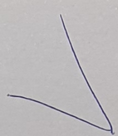
$\frac{2\Delta V}{3V_0} \approx \cos\varphi$

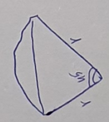
$\frac{2\Delta V}{\frac{3}{4}V_0} = \frac{V}{V_0}$

$3V = 2\Delta V$



$p =$





$x^2 + y^2 = r^2$

$y^2 = r^2 - x^2$

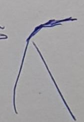
$y = \sqrt{r^2 - x^2}$

$\varphi$

$\frac{p_0}{\sqrt{2}}$

$\frac{V_0}{\sqrt{2}}$

$\frac{p_0V_0}{2}$



$tg\,\varphi$

# Часть 2

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

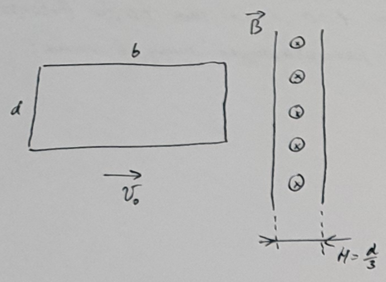
Шифр: **21201480**

ID профиля: **131471**

Вариант 5

Чистовик. Лист 3.

Задача 4.




1) $a_0$ – ?
2) $v_1$ – ?
3) $v_2$ – ?

Решение.

1) Как только рамка войдёт в магнитное поле, то в ней возникнет ЭДС индукции, равная $\mathcal{E} = B v_0 L$, где $L = d$. И т.к. сопротивление рамки $R$, то по ней потечёт ток, по модулю равный $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{B v_0 d}{R}$, а т.к. там потечёт ток, то значит, начнёт действовать сила Ампера: $F_A = BIL$, и по 2ЗН: $\vec{F} = m\vec{a_0}$

Т.е. $F_A = m a_0 \Rightarrow a_0 = \frac{F_A}{m} = \frac{BIL}{m} = \frac{B \cdot B v_0 d \cdot d}{R \cdot m} \Rightarrow a_0 = \frac{B^2 v_0 d^2}{Rm}$

Заметим, что $a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, а $v_0 = \frac{\Delta S}{\Delta t}$

Тогда просуммируем данное выражение в течение прохождения правой стороны рамки магнитного поля:

$$\sum \frac{\Delta v}{\Delta t} = \sum \frac{B^2 d^2 \Delta S}{R \cdot m \Delta t} \Rightarrow \sum \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{B^2 d^2}{Rm} \sum \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta v_{сум}}{T} = \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot \frac{S_{пр}}{T}$$

$\Delta v$ – суммарное изменение скорости, а $S_{пр}$ – суммарное пройденное расстояние равное $H$.

$$\Delta v = \frac{B^2 d^3}{3Rm}, \text{ а значит, } v_1 = v_0 - \Delta v = v_0 - \frac{B^2 d^3}{3Rm}$$

) Когда в поле войдёт левая сторона рамки, то будет аналогичный процесс, но ток уже потечёт в противоположном направлении, и значит сила ампера будет направлена в другую сторону. А значит, если у нас $v_0$ изменилось на $\Delta v$, то $v_1$ изменится на $\Delta v_2$:

$$\sum \frac{\Delta v_2}{\Delta t} = \frac{B^2 d^2}{Rm} \sum \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta v_2 = \frac{B^2 d^3}{3Rm} = \Delta v$$, но ускорение направлено в другую сторону,

а значит, $v_2 = v_0 - \Delta v + \Delta v_2 = v_0 - \Delta v + \Delta v = v_0 \Rightarrow v_2 = v_0$

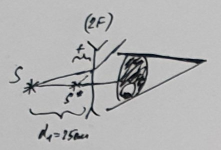
Ответ: 1) $a_0 = \frac{B^2 v_0 d^2}{Rm}$ 2) $v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{3Rm}$ 3) $v_2 = v_0$

Чистовик. Лист 4.

## Задача 5.

Т.к. предел аккомодации у этого человека примерно равен нулю, то значит, что он видит только если изображение находится на каком-то расстоянии $f \neq 0$, а т.к. там $\neq 0$, то $f = const. = x$

Чтобы ближе видеть предмет, то рационально использовать рассеивающую линзу в очках:

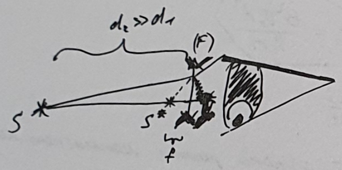



Тогда по ф-ле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_1} - \frac{1}{f} = \frac{-1}{2F}$$ ← т.к. по условию оптические силы его очков отличаются в 2 раза
т.к. оптическая сила этих очков в 2 раза больше, а
значит, фокусное расстояние тех очков больше в 2 раза
(ещё бы могло быть, что оптическая сила этих очков больше в 2 раза, но, составив систему аналогичную данной для того случая, я получил, что единственное решение, это $F = 0$, а такое невозможно.)

↑ т.к. предмет (текст) - действительный

И когда предмет находится далеко:




$$\frac{1}{d_2} + \frac{-1}{f} = \frac{-1}{F}$$

Получаем систему:

$$\begin{cases} \frac{1}{d_1} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{f} \\ \underbrace{\frac{-1}{d_2}}_{\approx 0, \text{ т.к. } d_2 >> d_1} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{d_1} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{f} \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \end{cases}$$

А т.к. $\frac{1}{f} = \frac{1}{F}$, то $F = f = x$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{d_1}{2} = F$$

$$x = \frac{d_1}{2} \; ; \; F = \frac{d_1}{2} \Rightarrow D_2 = \frac{-1}{F} = \frac{-2}{0{,}25} = -8 \text{ дптр}$$

Если текст находится на расстоянии $d_3 = 50$ см, то

$$\frac{1}{d_3} - \frac{1}{f} = \frac{-1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{d_3} + \frac{1}{F_0} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{50} + \frac{1}{F_0} = \frac{1}{12{,}5} \Rightarrow F_0 \approx 16{,}67 \text{ см}$$

$$\Downarrow$$

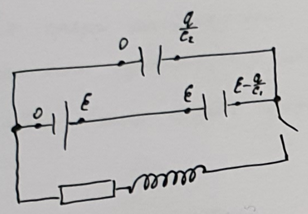
$$D_0 \approx -6 \text{ дптр}$$

Ответ: 1) $x = 12{,}5$ см ; $D_2 = -8$ дптр  2) $D_0 \approx -6$ дптр.

21201480 (U131471 M1269799)

Чистовик. Лист 5.

Задача 3.




$\frac{q}{C_2} = \mathcal{E} - \frac{q}{C_1}$, а т.к. $C_1 = C$, а $C_2 = 2C$, то $\frac{q}{2C} = \mathcal{E} - \frac{q}{C}$

$\frac{q}{2C} + \frac{q}{C} = \mathcal{E} \Rightarrow \frac{3q}{2C} = \mathcal{E} \Rightarrow q = \frac{2}{3}\mathcal{E}C$

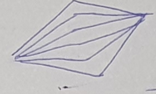
То есть до замыкания ключа на правой обкладке конденсатора $C_1$ потенциал

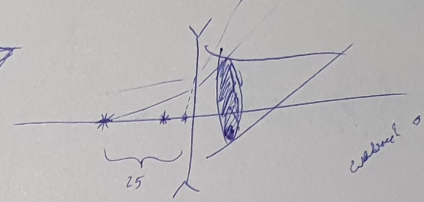
$\mathcal{E} - \frac{q}{C_1}$, но т.к. $q = \frac{2}{3}\mathcal{E}C$, то $\mathcal{E}_п = \mathcal{E} - \frac{2}{3}\mathcal{E}\frac{C}{C} = \mathcal{E} - \frac{2}{3}\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{3}$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}}{3\cdot L}$$

расстояния, на котором человек хорошо видит

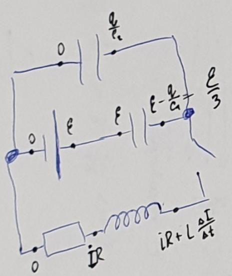
$f = const$






$\Phi = LI$

$W = \Phi \cdot I$ ?




$q = cu$

$u = \frac{q}{c}$

$L\frac{\Delta I}{\Delta t} = U$ $\quad$ $Ом = Гн \cdot \frac{1}{c}$ $\quad$ $BS = \Phi$

$Ом \cdot c = Гн$

$\frac{LI^2}{2} = W_м$

$[L] = \frac{Ом}{c}$

$\frac{B}{Гн} = \frac{A \cdot Ом}{Гн}$

$BS = LI$

$L = \frac{iR}{\cancel{x}}$

$\frac{A^2 \cdot Ом}{Тл \cdot м^2}$

$ωL \cdot Ом$

$Тл \cdot м^2 = Гн \cdot A$

$\frac{Тл \cdot м^2}{A} = Гн$

$ℰ - \frac{q}{c_1} = \frac{q}{c_2}$

$ℰ - \frac{q}{c} = \frac{q}{2c}$

$2ℰ - \frac{2q}{c} = \frac{q}{c}$

$2ℰc - 2q = q$

$2ℰc = 3q$

$q = \frac{3}{3}ℰc$

$\Delta IR + L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$iR + L\frac{\Delta q}{\Delta t^2}$

$ℰ - \frac{2}{3}ℰ$

$\frac{ℰ}{3} - U_L = IR$

$\frac{ℰ}{3} - iR + L\frac{\Delta I}{\Delta t} = iR$

$2iR = L\frac{\Delta I}{\Delta t} + \frac{ℰ}{3}$

$Lx = iR$

$\frac{1}{ωc}$

$2iR = Lx + \frac{ℰ}{3}$

$Lx = \frac{ℰ}{3}$

$x = \frac{ℰ}{3L}$

$\frac{1}{25} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{25} + \frac{1}{F} = \frac{1}{f}$

$\frac{1}{d}^{\approx 0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{2F} \Rightarrow \frac{1}{d} - \frac{1}{2F}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{2F}$

$\frac{1}{25} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{f}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{25} + 1$

$\frac{\cancel{1}}{25} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{25} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F}$

$\frac{F}{25} + \frac{1}{2} = 1$

$\frac{F}{25} = \frac{1}{2}$ $\quad$ $2F = 25 \Rightarrow F = 12,5$ см

$\frac{1}{25} + \frac{1}{F} = \frac{1}{2F}$

$\frac{F+25}{25F} = \frac{1}{2F}$

$2F(F+25) = 25F$

$2F^2 + 50F = 25F$

$2F^2 + 25F = 0$

$F(2F+25) = 0 \Rightarrow 2F = 0$

$F = -12,5$

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{12,5} - \frac{1}{50} = \frac{50 - 12,5}{50 \cdot 12,5}$

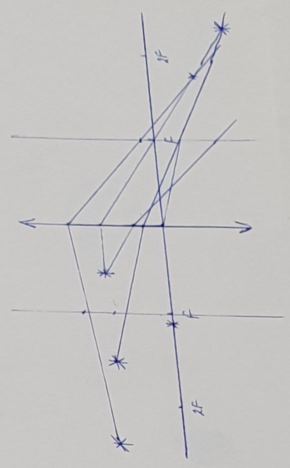
$\frac{F_1}{F_2}=2$ $\frac{D_1}{D_2}=2$ $\frac{\frac{1}{F_1}}{\frac{1}{F_2}}=\frac{F_2}{F_1}=2$

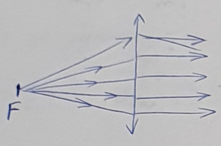
$F_2 = 25$ см

$D_2=\frac{1}{F_2}=\frac{1}{0,25}=4$ дптр

$\frac{D_1}{D_2}=2 \Rightarrow D_1=2D_2=8$ дптр

или $D_1=\frac{D}{2}=2$ дптр







нет

нет

$F=BIL$

$F=ma$

$a=\frac{F}{m}$

$\varepsilon=\frac{\Delta v}{T}=\frac{B^2l^2\Delta S}{Rm T}$

$dv=\frac{B^2l^2 dS}{Rm}$

$D=$

$d = 50$ см

$\frac{1}{50}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$

$\frac{50f}{50+f}=F$

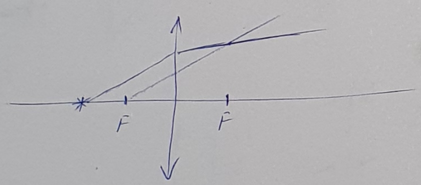
$16\frac{2}{3}$ см

25 см

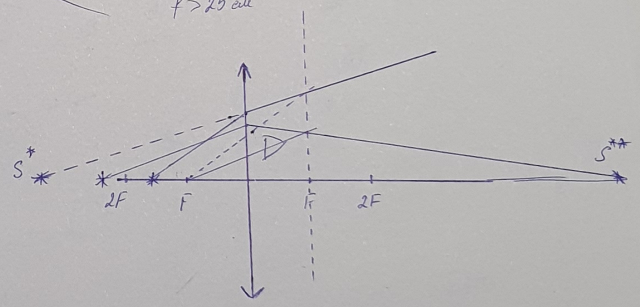
$\frac{f}{d}>1$

$\frac{f}{25}>1$

$f>25$ см



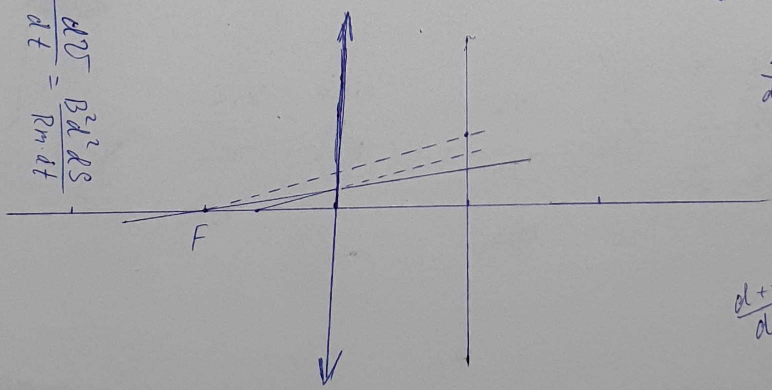






ЗСЭ: $A_{\text{внеш}}=E_{k_2}-E_{k_1}$

$\frac{dv}{dt}=\frac{B^2l^2dS}{Rm\,dt}$





$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$

$\frac{1}{0,25}+\frac{1}{x}=\frac{1}{F}$

$\frac{d+f}{df}=\frac{1}{F} \Rightarrow F=\frac{df}{d+f}$

$\frac{d\cdot 0}{d}$