Часть 1

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

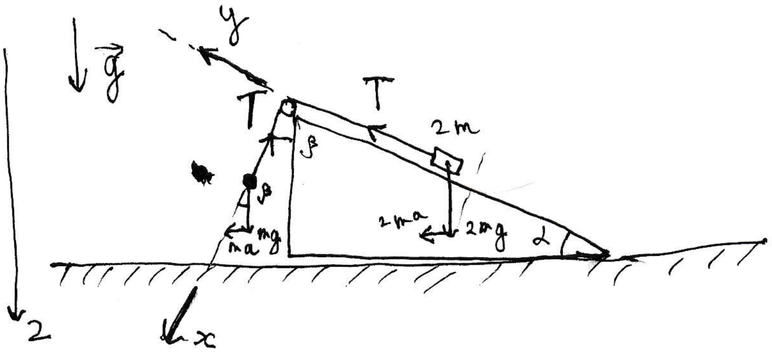
Шифр: **21200340**

ID профиля: **273002**

Вариант 6

Чистовик.

№1.



Пусть клин едет вправо с ускорением a. Пересядем в неинерциальную систему отсчёта, которая движется с ускорением, равным ускорению клина. Тогда в этой СО клин будет неподвижен, а шарик будет двигаться ~~по~~ по прямой, составляющей угол β с клином. При переходе в неИСО нужно добавить силу инерции. Для шарика она равна $-m\vec{a}$ и направлена горизонтально влево. Для бруска $-2m\vec{a}$ и также влево.

~~Чтобы шарик двиг~~ В этой СО шарик движется по прямой, ~~значит и его ускорение направлено по этой прямой.~~ направленной вдоль нити, значит и его ускорение направлено по этой прямой $\Rightarrow$ сумма сил направлена по этой прямой. Сила натяж. нити T и так направлена вдоль неё $\Rightarrow$ сумма силы тяжести $m\vec{g}$ и силы инерции $-m\vec{a}$ должна быть направлена по этой прямой.

$$\cos\beta = \frac{12}{13} \Rightarrow \sin\beta = \sqrt{1-\frac{144}{169}} = \frac{5}{13} \Rightarrow tg\,\beta = \frac{5}{12}.$$

Из треугольника сил на рисунке следует, что

$$tg\,\beta = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{5}{12} \Rightarrow a = \frac{5}{12}g \approx 4{,}2\,\frac{м}{с^2} \approx \frac{5}{12}\cdot 10\,\frac{м}{с^2}.$$

Нить нерастяжима $\Rightarrow$ шарик и брусок движутся с одинаковыми ускорениями в нашей неИСО. Пусть оно равно a_1

Чистовик

Тогда запишем II закон Ньютона:

для шарика: $ox: mg\cos\beta + ma\sin\beta - T = ma_1$

для бруска: $oy: T - 2mg\sin\alpha + 2ma\cos\alpha = 2ma_1$

$\cos\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{4^2}{5^2}} = \frac{3}{5}$.

сложим уравнения:

$$\cancel{m}g\cos\beta + \cancel{m}a\sin\beta - 2\cancel{m}g\sin\alpha + 2\cancel{m}a\cos\alpha = 3\cancel{m}a_1$$

$$a_1 = \frac{g\cos\beta + a\sin\beta - 2g\sin\alpha + 2a\cos\alpha}{3} =$$

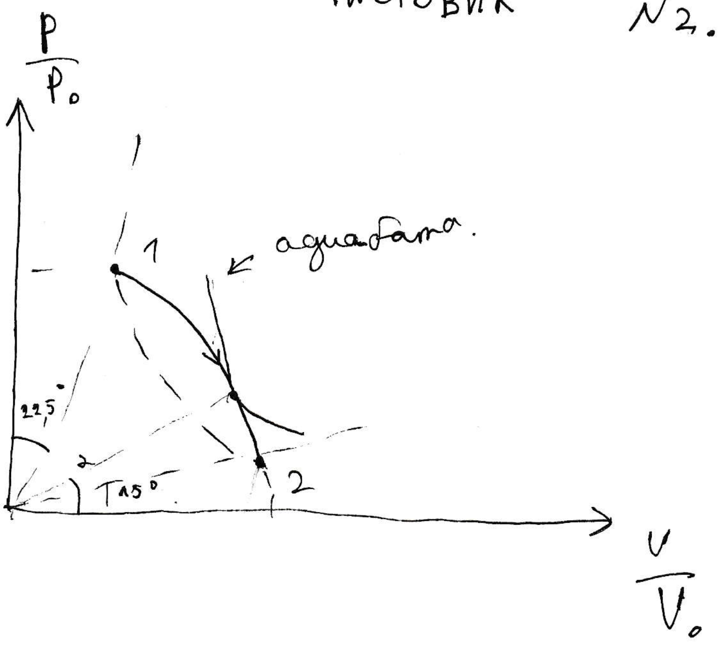
$$= \frac{10 \cdot \frac{12}{13} + 4{,}2 \cdot \frac{5}{13} - 2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} + 2 \cdot 4{,}2 \cdot \frac{4}{5}}{3} \cdot \frac{м}{с^2} \approx 1{,}85 \frac{м}{с^2}.$$

Запишем закон равнопеременного движения для шарика: $oz: H = \frac{a_1\cos\beta\, t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_1\cos\beta}} =$

$= \sqrt{\frac{2H \cdot 13}{a_1 \cdot 2 \cdot 6}} = \sqrt{\frac{13H}{6a_1}}$, a_1 мы получили выше.

2

ЧИСТОВИК $N2.$



Пусть радиус этой окружности равен R (в безразмерных единицах). Тогда в точке 1: $p_1 = p_0 R \cos 22{,}5°$

$V_1 = V_0 R \sin 22{,}5°.$

в точке 2: $p_2 = p_0 R \sin 15°$

$V_2 = V_0 R \cos 15°.$

Запишем ур-ние Менд.-Клапейрона для этого газа:

$$pV = \nu RT \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{p_0 V_0 R^2 \sin 15° \cos 15°}{p_0 V_0 R^2 \sin 22{,}5° \cos 22{,}5°} =$$

$$= \frac{\sin 30°}{\sin 45°} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0{,}71.$$

Уравнение процесса 1-2: $\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = R^2$

(ур-ние окружности)

Отсюда $\frac{\cancel{2} p\, dp}{p_0^2} + \frac{\cancel{2} V dV}{V_0^2} = 0 \Rightarrow \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0^2}{V_0^2}\frac{V}{P}.$

Если теплоёмкость равна нулю, то $\frac{dQ}{dt} = 0 \Rightarrow dQ = 0 \Rightarrow$ это участок адиабаты.

3

Чистовик.

Тогда эта точка касается адиабаты. Ур-ние адиабаты: $pV^{\gamma} = const$.

Тогда $d(pV^{\gamma}) = 0$.

$$dp\,V^{\gamma} + p\cdot\gamma\cdot V^{\gamma-1}\,dV = 0.$$

$$\frac{dp}{dV} = -\gamma\frac{p}{V}.$$

Отсюда $-\gamma\frac{p}{V} = -\frac{p_0^2}{V_0^2}\frac{V}{p} \Rightarrow \frac{p^2}{V^2} = \frac{1}{\gamma}\frac{p_0^2}{V_0^2}$.

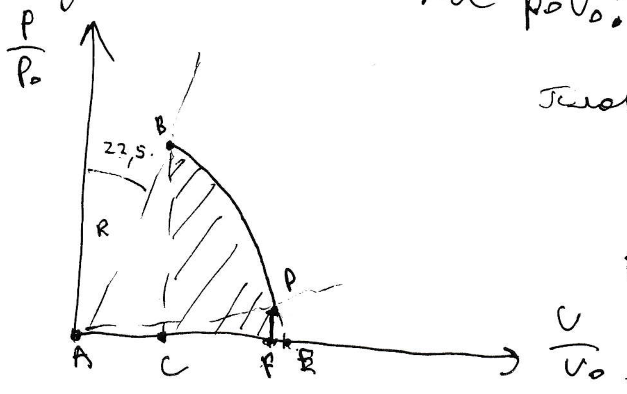
$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}+1}{\frac{5}{2}} = \frac{7}{5}.$$

$\frac{p^2}{V^2} = \frac{5}{7}\cdot\frac{p_0^2}{V_0^2} \Rightarrow \frac{p}{V} = \sqrt{\frac{5}{7}}\frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \frac{\frac{p}{p_0}}{\frac{V}{V_0}} = \sqrt{\frac{5}{7}}$, а это есть тангенс искомого угла $\Rightarrow tg\,\alpha = \sqrt{\frac{5}{7}}$.

$$\underline{\alpha = arctg\sqrt{\frac{5}{7}}}.$$

На участке 2-1 $Q \approx 0 \Rightarrow \Delta U + A_{21} = 0 \Rightarrow A_{21} = -\Delta U = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}p_0V_0R^2(\sin30° - \sin45°)$.

При расширении $\delta A = p\,dV = \frac{p}{p_0}\,d\left(\frac{V}{V_0}\right)\cdot p_0V_0 \Rightarrow$ работа равна площади под графиком $\frac{p}{p_0}\left(\frac{V}{V_0}\right)$, домноженной на p_0V_0: ~~отсюда~~



Площадь всего сектора $\pi R^2 \cdot \frac{\frac{\pi}{2}\cdot\frac{3}{4}}{2\pi} = \pi R^2\cdot\frac{3}{16}$.

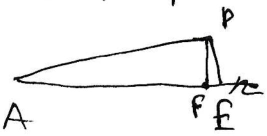
4

Площадь треугольника ABC: $\frac{1}{2}R^2\sin22,5°\cos22,5° = \frac{R^2}{4}\sin45°$

Чистовик.

Площадь участка ~~ADEFHJ~~ равна $\pi R^2 \cdot \dfrac{\frac{\pi}{12}}{2\pi} = \pi R^2 \cdot \dfrac{1}{24}$.

ADE:



площадь ADF равна $\frac{R^2}{4}\sin 30^\circ = \frac{R^2}{8}$

Тогда площадь DEF равна $\cancel{\pi} R^2\left(\frac{\pi}{24} - \frac{1}{8}\right)$.

Отсюда площадь ABDF (искомая) равна $\pi R^2 \frac{3}{16} -$

$- \frac{R^2}{4}\sin 45^\circ - R^2\left(\frac{\pi}{24} - \frac{1}{8}\right)$.

Тогда работа при расширении равна $A_{12} =$

$= p_0 V_0 R^2\left(\pi \cdot \frac{3}{16} - \frac{\sin 45^\circ}{4} - \frac{\pi}{24} + \frac{1}{8}\right)$

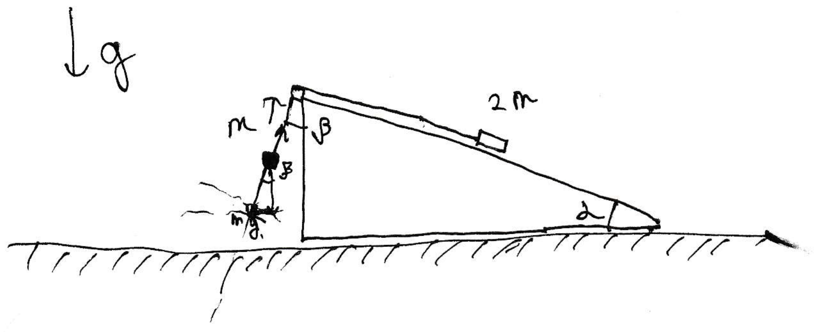
Тогда искомое отношение равно $k =$

$$= \frac{A_{12} + A_{21}}{A_{12}} = \frac{\cancel{p_0 V_0 R^2}\left(\pi \cdot \frac{3}{16} - \frac{1}{4\sqrt{2}} - \frac{\pi}{24} + \frac{1}{8} + \frac{5}{4} - \frac{5}{2\sqrt{2}}\right)}{\cancel{p_0 V_0 R^2}\left(\pi \cdot \frac{3}{16} - \frac{1}{4\sqrt{2}} - \frac{\pi}{24} + \frac{1}{8}\right)} =$$

$$= \frac{\pi \cdot \frac{3}{16} - \frac{1}{4\sqrt{2}} - \frac{\pi}{24} + \frac{1}{8} + \frac{5}{4} - \frac{5}{2\sqrt{2}}}{\pi \cdot \frac{3}{16} - \frac{1}{4\sqrt{2}} - \frac{\pi}{24} + \frac{1}{8}}$$

8

Черновик.



$169-144=25.$

$\sin\beta=\frac{5}{13}.$

$\cos\beta=\frac{12}{13}.$

$\operatorname{tg}\beta=\frac{5}{12}=\frac{ma}{mg}\Rightarrow a=\frac{5}{12}g$

$144+25=169.$

$$\begin{array}{r|l} 50 & 12 \\ \hline 48 & 0,416 \\ 20 & \\ 12 & \\ 80 & \\ 72 & \\ 8 & \end{array}$$

$17,56$

$\frac{20}{5}=4\cdot3=12$

Часть 2

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

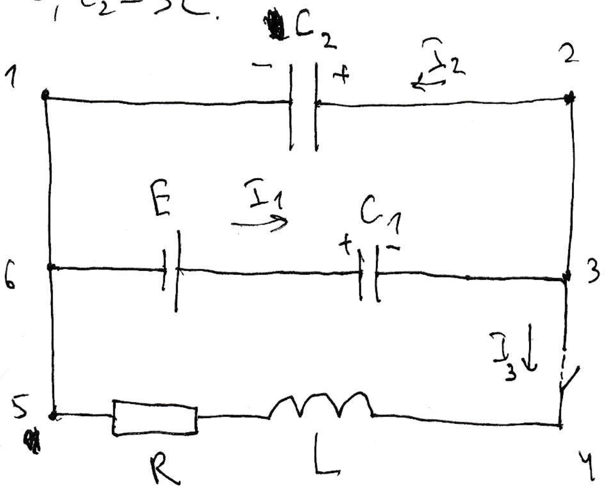
Шифр: **21200340**

ID профиля: **273002**

Вариант 6

Чистовик №3.

$C_1 = C$, $C_2 = 3C$.



До замыкания ключа запишем 2 правило Кирхгофа для обхода 63216:

$E = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2}$, где q – заряд на обкладках конденсаторов (из закона сохранения заряда он одинаков на обоих конденсаторах).

Тогда $\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \frac{q}{3C} = \frac{4}{3}\frac{q}{C} \Rightarrow q = \frac{3}{4}\mathcal{E} C$.

Значит на C_2 имеем напряжение $\frac{q}{C_2} = \frac{q}{3C} = \frac{\mathcal{E}}{4}$.

Сразу после замыкания ключа заряд на конденсаторах не изменится ⇒ напряжение на них тоже не изменится.

Также не изменится ток через катушку, так как он не может измениться мгновенно. Тогда запишем II пр. Кирх. для обхода 12451 сразу после замык. ключа:

$$-L\frac{dI}{dt} = -\frac{\mathcal{E}}{4} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}.$$

Когда режим установится, напряжения на конденсаторах будут постоянны ⇒ ток через них не течёт ⇒ через катушку также не течёт ток (I пр. Кирх. для узла 6: $I_L + I_{C_1} + I_{C_2} = 0$) ⇒ ~~напряжение на ней равно нулю~~ разность потенц. на ней равна нулю ($\frac{dI}{dt} = 0$).

Тогда разность потенциалов между точками 5 и 6 равна нулю. ($IR = 0$; $L\frac{dI}{dt} = 0$).

Тогда на C_2 заряд равен нулю, а

* $\mathcal{E}$ – это строчная E, то есть напряжение источника.

Чистовик

а $\mathcal{E} - U_{C_1} = 0 \Rightarrow U_{C_1} = \mathcal{E} \Rightarrow q_1 = \mathcal{E}C.$
(Закон Ома)

$U_{C_2} = 0$

Изначально $U'_{C_1} = \frac{q}{C_1} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$, $U'_{C_2} = \frac{1}{4}\mathcal{E}$.

В начале $q = \frac{3}{4}\mathcal{E}C$
В конце $q_1 = \mathcal{E}C$
$\Rightarrow \Delta q = \frac{\mathcal{E}C}{4} \Rightarrow$ через источник протёк заряд Δq.

Запишем ~~следствие закона сохр. заряд~~ закон сохранения энергии для всей цепи: $\mathcal{E}\Delta q = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{C\left(\frac{3}{4}\mathcal{E}\right)^2}{2} - \frac{3C\left(\frac{\mathcal{E}}{4}\right)^2}{2} + Q.$

(ток через катушку равен нулю в начале и в конце).

подставляем Δq: $\frac{C\mathcal{E}^2}{4} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{9C\mathcal{E}^2}{32} - \frac{3C\mathcal{E}^2}{32} + Q.$

$$C\mathcal{E}^2\left(\frac{8}{32} + \frac{9}{32} + \frac{3}{32} - \frac{16}{32}\right) = Q.$$

$$C\mathcal{E}^2 \frac{4}{32} = Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{8}.$$

~~Напишем уже записанное~~ II пр. Кирх. для обхода 1 6 3 2 1
после замыкания ключа: $\frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C} = \mathcal{E}$

продифф. по t: $\frac{I_1}{C} + \frac{I_2}{3C} = 0$

$$3I_1 + I_2 = 0.$$

С учётом направления тока $I_2 = -I_0$

~~Запишем I пр. Кирх. для узла 3: $I_1 = I_2 + I_3$~~

тогда $3I_2 = I_0 \Rightarrow I_1 = \frac{I_0}{3}.$

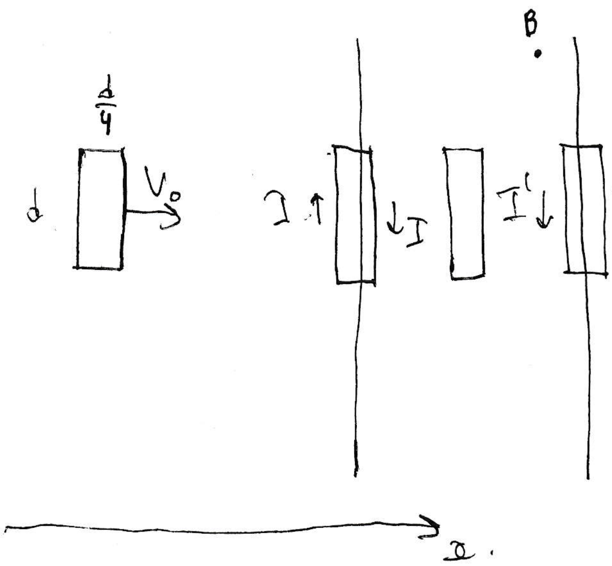
Чистовик

Запишем I пр. Кирх. для узла 3: $I_1 = I_2 + I_3$

$$\frac{I_0}{3} = -I_0 + I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{4}{3} I_0.$$

Тогда напряжение на резисторе равно $I_3 R = \frac{4}{3} I_0 R = U_R.$

~~[scribble]~~ Чистовик. №4.



~~Запишем закон электр.-магн. инд. Фарадея для рамки: $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$.~~

~~На~~ Индукция магнитного поля создаёт в проводнике ~~[scribble]~~ $\mathcal{E} = [\vec{v}\times\vec{B}]\cdot\vec{\ell}$ (~~[scribble]~~ из закона Фарадея для рамки: $\mathcal{E} = \frac{-B\cdot\frac{dS}{dt}}{dt} = -vB\ell$).

Тогда сразу после вхождения рамки ~~[scribble]~~ в поле $\mathcal{E} =$ ~~[scribble]~~ $V_0 B d$, направленный по часовой стрелке (по правилу ~~бурав~~ буравчика).

II пр. Кирх. для рамки: ~~[scribble]~~ $\mathcal{E} = I_0 R$

$V_0 B d = IR \Rightarrow I = \frac{V_0 B d}{R}$.

На правую сторону рамки будет действовать сила, равная $I[\vec{\ell}\times\vec{B}]$, направленная влево по правилу буравчика). $F = \frac{V_0 B d}{R} d\cdot B = V_0\frac{B^2 d^2}{R}$.

II закон Ньютона для рамки: $F = ma = \frac{V_0 B^2 d^2}{R} \Rightarrow a = \frac{V_0 B^2 d^2}{Rm}$.

4

Чистовик.

Далее, пока рамка полностью не войдёт в поле, имеем

$$m\frac{dv_x}{dt}=-\frac{v_x B^2 d^2}{R}$$ (с учётом знаков).

$$m\,dv_x=-\frac{dx\,B^2 d^2}{R} \Rightarrow dv_x=-\frac{dx\cdot B^2 d^2}{Rm}.$$

$v_x=v \Rightarrow$ суммируем: $\Delta v=-\frac{d\cdot B^2 d^2}{4Rm}=-\frac{B^2 d^3}{4Rm}$.

~~Тогда~~ тогда $v'=v_0+\Delta v=v_0-\frac{B^2 d^3}{4Rm}$

Далее поток через рамку постоянен $\Rightarrow \frac{d\Phi}{dt}=0 \Rightarrow$

$\mathcal{E}=0 \Rightarrow F=0 \Rightarrow v=const=v'$, $H>b=\frac{d}{4}$.

~~Сразу~~ При выходе правой стороны рамки из поля скорость будет равна скорости рамки внутри поля (не может резко измениться) $\Rightarrow V_1=v'=v_0-\frac{B^2 d^3}{4Rm}$.

При выходе рамки ~~из поля~~ из поля $\mathcal{E}$ поменяет направление по сравнению со входом $\Rightarrow$ ток поменяет направление, будет идти против часовой $\Rightarrow$ сила ампера равна

$I[\vec{l}\times\vec{B}]$ и направлена влево $\Rightarrow$ она тормозит рамку. Значит все уравнения будут аналогичны входу в поле: $\Delta v=-\frac{B^2 d^3}{4Rm} \Rightarrow V_2=v_0-2\frac{B^2 d^3}{4Rm}=$

$$=v_0-\frac{B^2 d^3}{2Rm}.$$

Чистовик №5.

~~Ат~~ $a = 25$ см

Пусть у этого человека минимальная оптическая сила глаза равна D_0, а размер глаза (расстояние от линзы хрусталика до сетчатки равно f).

~~Тогда при рассм~~ Пусть оптическая сила очков для рассматривания удалённых предметов равна D_1, а для чтения — D_2).

Тогда запишем формулу тонкой линзы для обоих случаев:

для далёких предметов $\frac{1}{d} \approx 0$: $\frac{1}{f} = D_0 - D_1$

для чтения: $\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = D_0 - D_2$.

По условию ~~$D_2 = \frac{7}{3} D_1$~~ $D_1 = \frac{7}{3} D_2$. Оптические силы очков взяты по модулю!

$$\cancel{\boxed{\begin{aligned} \frac{1}{f} &= D_0 - D_1 \\ \frac{1}{a} + \frac{1}{f} &= D_0 - \frac{7}{3} D_1 \end{aligned}}}$$

Тогда

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{f} &= D_0 - \frac{7}{3} D_2 \\ \frac{1}{a} + \frac{1}{f} &= D_0 - D_2 \end{aligned}\right| \Rightarrow \frac{1}{a} = \frac{4}{3} D_2 \Rightarrow D_2 = \frac{3}{4a} = 3 \text{ Дптр}.$$

Тогда для дальних предметов

$D_1 = \frac{7}{3} D_2 = 7$ Дптр.

Без очков: фор. тон. линзы: $\frac{1}{x} + \frac{1}{f} = D_0$.

$$\frac{1}{x} = D_0 - \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + D_2 = \frac{D_2 a + 1}{a} = D_1.$$

$$x = \frac{a}{D_2 a + 1} = \frac{0{,}25 \text{ м}}{0{,}25 \cdot 3 + 1} = \frac{0{,}25}{1{,}75} = \frac{1}{7} \text{ м} \approx$$

≈ 14 см. ($x = \frac{1}{D_1}$, можно так).

6

Чистовик

Пусть для работы за компьютером ему нужны очки с опт. силой D_3 (опять же по модулю).

Тогда запишем формулу тонк. линзы в этом случае:

$b = 50$ см $\quad \frac{1}{b} + \frac{1}{f} = D_0 - D_3 \Rightarrow D_3 = D_0 - \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = D_1 - \frac{1}{b} = (7-2)$ Дптр $=$

$= 5$ Дптр.

Ответ: $D_1 = 7$ Дптр

$x = \frac{1}{D_1} \approx 14$ см

$D_3 = 5$ Дптр.

Оптические силы ~~даны~~ очков написаны по модулю, сами линзы рассеивающие ~~, поэтому фокус. расстояние у них отрицательное~~ ~~и перед~~ ~~это~~

поэтому ~~формально~~ перед ними можно ~~написать~~ поставить минус, если вас интересует сила с учётом типа линзы (рассеивающая - минус).

(На ~~этот~~ вопрос, нужно по модулю или со знаком, мне ответили „без комментариев").

Черновик

$C = \frac{q}{U} \Rightarrow U = \frac{q}{C}$.

$U =$

$\mu = I \cdot S$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D$.

$\cancel{\frac{1}{f} = D - \frac{1}{d}}$.

$\frac{1}{d} = D - \frac{1}{f}$.

Черновик.

Пусть у этого человека оптическая сила глаза варьируется от D_1 то D_2.