Часть 1

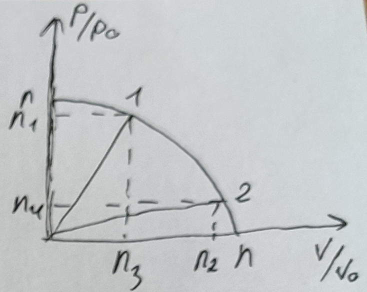
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201394**

ID профиля: **174160**

Вариант 6

№ 2 Чистовик



$n_1 = n\cdot\cos(22{,}5^\circ) = n\cdot\cos\frac{\pi}{8}$

$n_2 = n\cdot\cos(15^\circ) = n\cdot\cos\frac{\pi}{12}$

$n_3 = n\cdot\sin\frac{\pi}{8}; \; n_4 = n\cdot\cos\frac{\pi}{12}$

1) $p_1V_1 = n_1p_0\cdot n_3V_0 = n_1n_3\cdot p_0V_0$

$p_2V_2 = n_2V_0\cdot n_4p_0 = n_2n_4\cdot p_0V_0$

$\frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{n_1n_3}{n_2n_4} = \frac{\mu RT_1}{\mu RT_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin\frac{\pi}{8}\cdot\cos\frac{\pi}{8}}{\sin\frac{\pi}{12}\cdot\cos\frac{\pi}{12}} = \frac{2\sin\frac{\pi}{4}}{2\sin\frac{\pi}{6}} = \sqrt{2}$

3) $A_{1\to2} = \left(\frac{\pi n^2}{4} - \frac{\pi n^2}{16} - \frac{\pi n^2}{20} + \frac{1}{2}\cdot n_2n_4 - \frac{1}{2}n_1n_3\right)p_0V_0 = \left(\frac{11}{20}\pi n^2 - \frac{n^2}{4}\left(\sin\frac{\pi}{6} - \sin\frac{\pi}{4}\right)\right)p_0V_0 =$

$= \frac{n^2}{40}(22\pi - 5 + 5\sqrt{2})p_0V_0$

$A_{2\to1}$: в процессе $2\to1$ $Q\to0 \Rightarrow A_{2\to1} = -\Delta U_{2\to1} = -\frac{5}{2}\mu R(T_2 - T_1) =$

$= \frac{5}{2}\mu RT_2(1-\sqrt{2}) = \frac{5}{2}(1-\sqrt{2})\cdot p_2V_2 = \frac{5}{2}\cdot(1-\sqrt{2})\cdot n^2\cdot\frac{1}{2}\cdot p_0V_0 = \frac{5(1-\sqrt{2})}{4}\cdot n^2\cdot p_0V_0$

За цикл $A_{цикл} = A_{1\to2} + A_{2\to1} = \frac{n^2}{40}p_0V_0\cdot(22\pi - 5 + 5\sqrt{2} + 50 - 50\sqrt{2}) =$

$= \frac{n^2}{40}p_0V_0(22\pi + 45 - 45\sqrt{2})$

$\frac{A_{цикл}}{A_{1\to2}} = \frac{n^2\cdot p_0V_0\cdot(22\pi + 45(1-\sqrt{2}))}{40}\cdot\frac{40}{n^2\cdot p_0V_0\cdot(22\pi - 5(1-\sqrt{2}))} = \frac{22\pi + 45(1-\sqrt{2})}{22\pi - 5(1-\sqrt{2})} \approx$

$\approx \frac{69.08}{71{,}51} \approx 0{,}97$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$; 3) 0,97

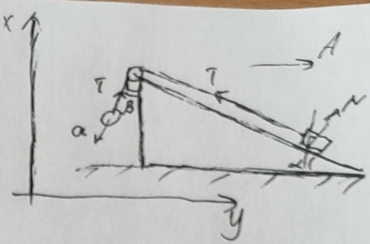
2

21201394 (U174160 M1267170)

Черновик

$\cancel{2mg = N\cos\alpha}$ $N = 2mg\cos\alpha$

№1



$T - 2mg\sin\alpha = 2ma$

$ma\cdot\cos\beta = mg - T\cos\beta$

$\frac{T\cos\beta}{2} - mg\sin\alpha\cos\beta = mg - T\cos\beta$

$\frac{3}{2}T\cos\beta = mg(1+\sin\alpha\cos\beta) \Rightarrow T = \frac{2}{3}mg\,\frac{1+\sin\alpha\cos\beta}{\cos\beta}$

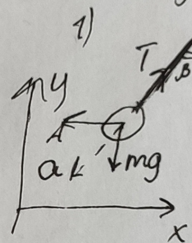
Или $T = 2m(a+g\sin\alpha) \Rightarrow ma\cos\beta = mg - 2ma\cos\beta - 2mg\sin\alpha\cos\beta$

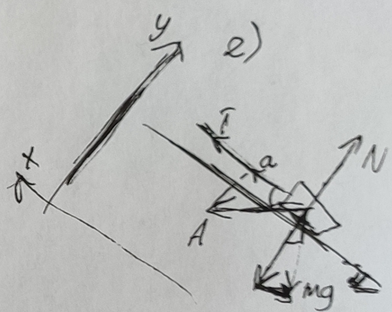
$3ma\cos\beta = mg(1-2\sin\alpha\cos\beta)$

$a = \frac{g}{3\cos\beta}\cdot(1-2\sin\alpha\cos\beta) = A\cos\alpha \Rightarrow A = \frac{g}{3\cos\alpha\cos\beta}\cdot 1-2\sin\alpha\cos\beta$

1) $Oy: T\cos\beta - \cancel{mg} = -ma\cos\beta$

$\cancel{-ma\sin\beta =}$





$mg\cos\beta - T = mA\sin\beta$

$mA\cos\beta = mg\sin\beta \Rightarrow A = g\,tg\beta$

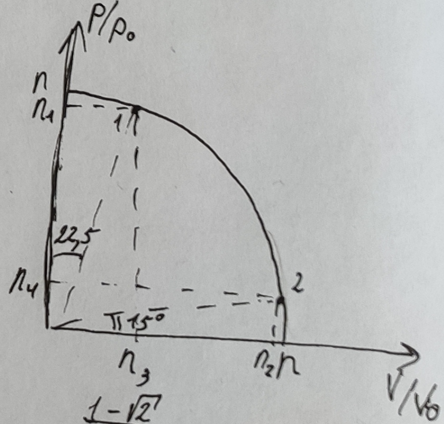
$\sin\beta = \frac{5}{13} \Rightarrow tg\beta = \frac{5}{12}$

$a = A\cdot\cos\alpha = g\,tg\beta\cdot\cos\alpha$

3) $\frac{at^2}{2} = \frac{H}{\cos\beta} \Rightarrow t^2 = \frac{2H}{a\cos\beta} = \frac{2H}{g\sin\beta\cdot\cos\alpha} = \frac{6H}{g} = \frac{3H}{5} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{3H}{5}}$

a) $n_1 = n\cdot\cancel{\sin}\cos 22{,}5 = n\cdot \cancel{\sin\frac{\pi}{8}}\cos\frac{\pi}{8}$

№2



$n_2 = n\cdot\cos 15^\circ = n\cdot\cos\frac{\pi}{12}$

$n_3 = n\cdot\sin\frac{\pi}{8}$; $n_4 = n\sin\frac{\pi}{12}$

$p_1V_1 = n_1\cdot p_0\cdot n_3V_0 = n_1n_3\cdot p_0V_0$

$p_2V_2 = n_2n_4\cdot p_0V_0$

$\frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{n_1n_3}{n_2n_4} = \frac{\mu RT_1}{\mu RT_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\cos\frac{\pi}{8}\cdot\sin\frac{\pi}{8}}{\cos\frac{\pi}{12}\cdot\sin\frac{\pi}{12}} = \frac{2\sin\frac{\pi}{4}}{2\sin\frac{\pi}{6}} =$

$= \frac{2\sqrt{2}}{2\cdot 1} = \sqrt{2}$

$\frac{1-\sqrt{2}}{2}$

3) $A_{1\to2} = \frac{\pi n^2}{4} - \frac{\pi n^2}{\cancel{8}\,16} - \frac{n_1n_3}{2} - \frac{\pi n^2}{\cancel{12}\,20} + \frac{n_2n_4}{2} = \frac{\pi}{24}n^2(6-3-2) + \frac{n^2}{\cancel{4}}\left(\sin\frac{\pi}{6} - \sin\frac{\pi}{4}\right) = n^2\left(\frac{\pi}{24} - \frac{1-\sqrt{2}}{8}\right) =$

$= \frac{n^2}{24}(\pi - 3 + 3\sqrt{2})$. $2\to1: Q\to 0 \Rightarrow A_{2\to1} = -\Delta U = -\frac{5}{2}\mu R(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}\sqrt{2}\mu RT_2 = \frac{5\sqrt{2}}{2}\cdot n^2\,\cancel{2}\cos\frac{\pi}{12}\sin\frac{\pi}{12}$ $\frac{5\sqrt{2}}{8}\approx 0{,}884$

$= \frac{5\sqrt{2}}{4}\cdot n^2\cdot\frac{1}{2} = n^2\cdot\frac{5\sqrt{2}}{8}$. За цикл: $A_{1\to2} - A_{2\to1} = n^2\left(\frac{\pi}{24} - \frac{1}{8} + \frac{\sqrt{2}}{8} - \frac{5\sqrt{2}}{8}\right) = n^2\left(\frac{\pi}{24} - \frac{1+4\sqrt{2}}{8}\right) =$

$\frac{20}{80}$ $\frac{5}{80}$ $\frac{4}{80}$

$= \frac{n^2}{24}(\pi - 3 - 12\sqrt{2})$

$A_{1\to2} = \frac{1}{2}(n_2n_4 - n_1n_3) + \pi n^2\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} - \frac{1}{20}\right) = \frac{11}{20}\pi n^2 - \frac{n^2}{4}\cdot\left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{n^2}{20}\left(11\pi - \frac{\cancel{5}\,5+5\sqrt{2}}{2}\right)$

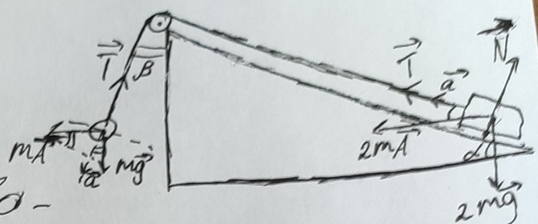
За цикл: $\frac{n^2}{40}(22\pi - 5 + 5\sqrt{2} - 25\sqrt{2}) = \frac{n^2}{40}(22\pi - 5 - 20\sqrt{2})$

$\frac{A_ц}{A_{1\to2}} = \frac{22\pi - 5 - 20\sqrt{2}}{22\pi - 5 + 5\sqrt{2}} \approx \frac{69{,}08}{71{,}151} \approx 0{,}97$

№1 Чистовик

1

Пусть ускорение клина равно A.
Тогда при переходе в систему отсчета клина на брусок и шар будут дополнительно действовать силы 2mA и mA соответственно.



а) Рассмотрим силы, действующие на шар, в проекции на ось, которая перпендикулярна нити:

$mg\sin\beta = mA\cos\alpha \Rightarrow A = g\cdot tg\beta$. $\cos\beta = \frac{12}{13} \Rightarrow \sin\beta = \frac{5}{13} \Rightarrow tg\beta = \frac{5}{12}$

$A = \frac{5}{12}g$.

б) Найдем ускорение бруска a в проекции на нить:

$2ma = T + 2mA\cdot\cos\alpha - 2mg\sin\alpha$ (1)

Найдем T из II закона Ньютона в проекции на нить для шара:

$ma = mA\sin\beta + mg\cos\beta - T \Rightarrow T = m(A\sin\beta + g\cos\beta - a)$ (2)

Тогда подставим (2) в (1):

$2ma = mA\sin\beta + mg\cos\beta - ma + 2mA\cos\alpha - 2mg\sin\alpha$

$3a = A(\sin\beta + 2\cos\alpha) + g(\cos\beta - 2\sin\alpha) = g(\frac{5}{12}\sin\beta + \frac{5}{6}\cos\alpha + \cos\beta - 2\sin\alpha)$

$3a = g(\frac{5}{12}\cdot\frac{5}{13} + \frac{5}{6}\cdot\frac{4}{5} + \frac{12}{13} - 2\cdot\frac{3}{5}) = g(\frac{25+144}{12\cdot 13} + \frac{2}{3} - \frac{6}{5}) = g(\frac{13}{12} + \frac{2}{3} - \frac{6}{5}) = \frac{9}{4}$

$a = \frac{3}{4}g$

в) Путь шара равен $\frac{H}{\cos\beta} = \frac{a\cdot t^2}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{2H}{a\cos\beta} = \frac{13H}{6a} = \frac{26H}{9g}$

$t = \sqrt{\frac{26H}{9g}}$

Ответ: а) $A = \frac{5}{12}g$; б) $a = \frac{3}{4}g$; в) $t = \sqrt{\frac{26H}{9g}}$

21201394 (U174160 M1267170)

Часть 2

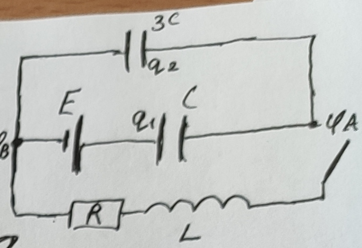
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201394**

ID профиля: **174160**

Вариант 6

Чистовик. Вариант 11-06 №3



1) В установившемся режиме:

$E = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C}$. Также из закона сохранения заряда для отрицательно заряженной обкладки конденсатора C и положительно заряженной конденсатора 3C: $q_1 = q_2$.

Тогда $E = \frac{3q_1+q_2}{3C} = \frac{4q_1}{3C} \Rightarrow q_1 = q_2 = \frac{3}{4}CE$

Сразу после замыкания ключа: ток только начинает течь и напряжение на резисторе $\to 0$. Т.о. все напряжение на катушке, равное $L\frac{dI}{dt}$, где $\frac{dI}{dt}$ - скорость изменения тока, равно напряжению на конденсаторе 3C:

$\frac{q_2}{3C} = L\frac{dI}{dt} = \frac{E}{4} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E}{4L}$

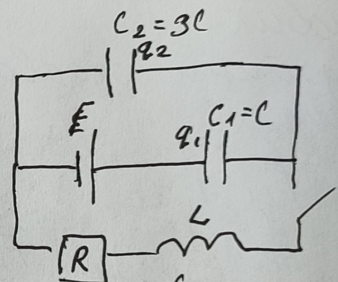
2) Теплота будет выделяться на резисторе. Так выделится вся энергия, накопленная в конденсаторах до замыкания ключа: $Q = \frac{q_1^2}{2C} + \frac{q_2^2}{6C} = \frac{9}{16}CE^2 \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6}\right) = \frac{3}{8}CE^2$

Ответ: 1) $\frac{E}{4L}$; 2) $\frac{3}{8}CE^2$

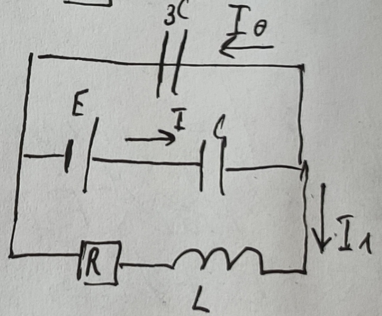
Черновик №3

В установившемся режиме:

$$\begin{cases} E = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C} \\ q_1 = q_2 \ (3С3) \end{cases} \Rightarrow E = \frac{4q_1}{3C} \Rightarrow q_1 = q_2 = \frac{3CE}{4}$$



Сразу после замыкания: ток не успеет потечь $\Rightarrow \varphi_R = 0 \Rightarrow \frac{q_2}{3C} = \frac{E}{4} = L\frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E}{4L}$



2) Вся энергия $\to R$: $E_0 = \frac{q_1^2}{2C} + \frac{q_2^2}{6C} = \frac{9C^2E^2}{32C} + \frac{9C^2E^2}{96C} =$

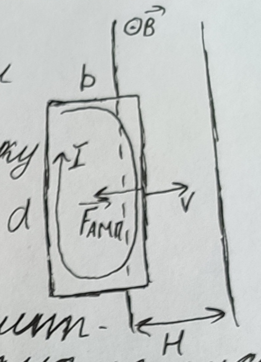
$= C^2E \cdot \left(\frac{27+9}{96}\right) = \frac{6}{16}C^2E = \frac{3}{8}C^2E$

3)

21201394 (U174160 M1267171)

Чистовик Вариант 11-06 №4

~~Как только~~ При изменении площади части рамки в магнитном поле, по рамке будет течь индукционный ток. Из-за этого тока на рамку будет действовать сила Ампера, меняющая скорость.



1) Сразу после вхождения рамки ~~во~~ в магнитное поле ток в ней будет течь как показано на рисунке. Этот индукционный ток создает поле, препятствующее изменению потока в рамке (правило Ленца).

$|\mathcal{E}_{инд}| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B \cdot dS}{dt} = B \cdot d \cdot \frac{dx}{dt}$, где $\frac{dx}{dt}$ - производная от пути.

В момент вхождения $\frac{dx}{dt} = V_0 \Rightarrow |\mathcal{E}_{инд}| = BdV_0 = IR \Rightarrow I = \frac{BdV_0}{R}$

Тогда сила Ампера $F_{АМП} = BId = \frac{B^2d^2V_0}{R} = ma \Rightarrow a = \frac{B^2d^2V_0}{mR}$

Силы Ампера, действующие на верхнюю и нижнюю части рамки компенсируют друг друга.

3) Ширина поля $H > b$. Значит, вход и выход рамки из поля эквиваленты. При выходе ток потечет в противоположную сторону, и сила Ампера будет ускорять рамку. Тогда $V_2 = V_0$

Ответ: 1) $\frac{B^2d^2V_0}{mR}$; 3) V_0

21201394 (U174160 M1267171)

Черновик

№5 Вар. 11-06

Очки должны создавать изображение, которое будет на расст. x:

$$\begin{cases} \frac{1}{\infty} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{гл}} + \frac{1}{F_{дал}} \\ \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{гл}} + \frac{1}{F_{ближ}} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{1}{F_{ближ}} - \frac{1}{F_{дал}} = D_{ближ} - D_{дал} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{d_2} = \frac{4}{3} D_{дал}$$

$$\frac{D_{ближ}}{D_{дал}} = \frac{7}{3} \Rightarrow D_{ближ} = \frac{7}{3} D_{дал}$$

$$D_{дал} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{d_2} = 3 \text{ дптр} \Rightarrow D_{ближ} = 7 \text{ дптр}$$

$$\cancel{\frac{1}{x} = \frac{1}{F_{гл}} = \frac{1}{x} - \frac{1}{F_{дал}} = \frac{1}{x} \quad \frac{1}{F_{гл}} = \frac{F_{дал} - x}{x F_{дал}} = \frac{1-3x}{x}}$$

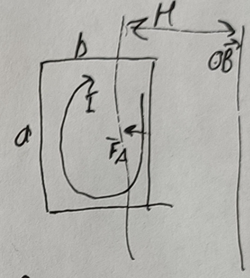
$$\cancel{\frac{1}{x} + \frac{1}{x} = \frac{1-3x}{x} + \ldots \Rightarrow}$$

№4

$$\varepsilon_{инд} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B\,dS}{dt} = \frac{B d\,dx}{dt} = B d V_0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_{инд}}{R}$$

$$F_A = IBd = \frac{B^2 d^2 V_0}{R} = ma \Rightarrow a = \frac{B^2 d^2 V_0}{mR}$$

$$2)\ E_0 = \frac{mV_0^2}{2} \quad E_1 = \frac{mV_1^2}{2} + A_{АМПЕ}$$



$$F_A(x) = \frac{B^2 d^2}{R} \cdot \frac{dx}{dt} = \int_0 \frac{B^2 d^2}{R} dx = \frac{B^2 d^2}{R}(2d - x) = \frac{2B^2 d^3}{R}$$

$$V_1^2 = V_0^2 - \frac{4B^2 d^3}{mR}$$

$$\frac{Тл^2 \cdot м^3}{с \cdot кг \cdot Ом} = \frac{м}{с^2} \Rightarrow \frac{Тл^2 \cdot м^2 \cdot x}{кг \cdot Ом} = 1$$

$$F_A(V) = \int_{V_0}^{V_1} \frac{B^2 d^2}{R} dV = \frac{B^2 d^2}{R}(V_1 - V_0)$$

$$\frac{Тл^2 \cdot м^3}{с \cdot Ом} = \frac{кг \cdot м^2}{с^2} \quad \cancel{\frac{м^2}{с^2} = \frac{Тл^2 \cdot м^4}{с \cdot кг \cdot Ом}}$$

$$V_1^2 = V_0^2 + \frac{2B^2 d^2}{mR}(V_1 - V_0) \qquad \frac{Тл^2}{Ом} = \frac{кг}{м \cdot с}$$

$$V_1^2 - \frac{2B^2 d^2}{mR}$$

№5

$$\frac{1}{\infty} - \frac{1}{|x|} = -\frac{1}{|F_{дал}|}$$

$$\frac{1}{d_2} - \frac{1}{|x|} = -\frac{1}{|F_{ближ}|} \Rightarrow \frac{1}{|x|} = \cancel{\frac{1}{d_2} + \frac{1}{|F_{ближ}|}} = 4 + 7 \Rightarrow x = \frac{1}{11} м$$

$$\cancel{2)\ \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{гл}} + \frac{1}{}}$$

$|D_g|$ $|D_б|$

$$\begin{cases} \frac{1}{\infty} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{гл}} - \frac{1}{|F_{дал}|} \\ \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{гл}} - \frac{1}{|F_{бл}|} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{d_2} = \frac{1}{|F_{дал}|} - \frac{1}{|F_{бл}|} = 4 \Rightarrow |D_g| = 4 + |D_б|$$

$$\frac{|D_g|}{|D_б|} = \frac{7}{3} \Rightarrow D_g = -7 \text{ дптр}\ ;\ D_б = -3 \text{ дптр}$$

$$\cancel{2)\ \frac{1}{d_1} + \frac{1}{x} = D_3} \quad \frac{1}{|x|} = \frac{1}{|F_{дал}|} = \frac{1}{7} м$$

$$\frac{1}{|x|} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{|F_д|} \quad 2)\ \frac{1}{d_1} - \frac{1}{|x|} = -\frac{1}{|F_3|} = D_3 = 2 - 7 = 5 \text{ дптр}$$

Чистовик Вариант 11-06 №5

1) Пусть $d_1 = 25$ см. Тогда из формулы линзы:

$$\begin{cases} \frac{1}{\infty} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{гл}} - \frac{1}{|F_{дал}|} \quad (1) \\ \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{гл}} - \frac{1}{|F_{ближ.}|} \quad (2) \end{cases}$$

, где f - расстояние от хрусталика до ~~сет~~ сетчатки, $F_{дал.}$ и $F_{ближ.}$ - фокусные расстояния очков для дали и близи. Понятно, что линзы в очках - рассеивающие, ведь они должны создавать мнимое изображение предметов ближе к глазу. Вычтем (1) из (2):

$$\frac{1}{d_1} = \frac{1}{|F_{дал}|} - \frac{1}{|F_{ближ.}|} = |D_{дал}| - |D_{ближ.}|.$$

Также известно отношение оптич. сил.

$D_д = -7$ дптр, $D_б = -3$ дптр.

$$\frac{1}{\infty} - \frac{1}{|x|} = -\frac{1}{|F_д|} \Rightarrow |x| = \frac{1}{7} \text{ м}$$

Ответ: 1) $x = \frac{1}{7}$ м; $D_д = -7$ дптр

2

21201394 (U174160 M1267171)