Часть 1

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

Шифр: **21203142**

ID профиля: **848995**

Вариант 7

Чистовик. Вар. 11-07.

$\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} > \frac{\sqrt{2-\sqrt{3}}}{2} \Rightarrow x > 15^\circ$, т.е. лежит.

$\frac{3}{2} > 2-\sqrt{3}$

$\sqrt{3} > \frac{1}{2}$.

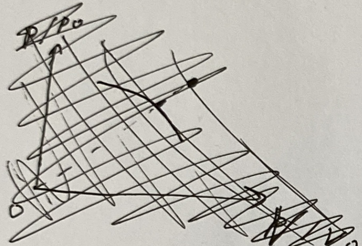
Ответ: $\sin x = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$.

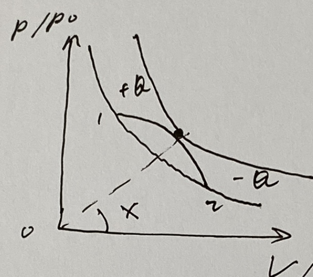
3) $\eta = \frac{A^{п}_{\Sigma}}{Q_н}$

$$\begin{cases} Q_{12} = A^{п}_{12} + \Delta U_{12} \\ Q_{21} = A^{п}_{21} + \Delta U_{21} \end{cases} +$$

$$Q_{12} = A^{п}_{\Sigma} + (\Delta U_{12} + \Delta U_{21}).$$

Итак, $A^{п}_{\Sigma} = Q_{12}$, а $Q_н$ = часть Q_{12}.





∃ (·) K – точка, в которой $\tau = 0$. Проведём адиабаты через (·) 1, 2, K. Тепло сообщается газу, когда он переходит на более далёкую адиабату (относ. начала координат).

т.е. $Q_н = Q_{1K}$.

$A^{п}$ $\underset{\text{численно}}{=}$ $S_{\text{под граф. } p-V}$, причём если мы посчитаем в коорд. p/p_0, V/V_0, то умножив на p_0V_0, получим $S_{\text{под граф.}}$ в координатах $p-V$.

$$\frac{A^{п\,(2)}_{12}}{p_0V_0} = \frac{S_{12}}{p_0V_0} = \frac{r^2}{2}\cdot\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{4}\right) - \underbrace{\frac{1}{2}\alpha\cdot\alpha\, tg\, 30^\circ}_{\Delta} + \frac{1}{2}\beta\cdot\beta\, tg 15^\circ =$$

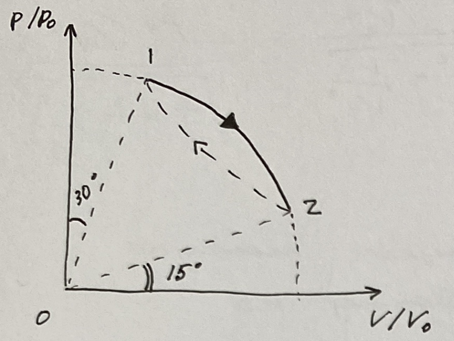
$$= \frac{\pi}{8}\cdot\frac{\alpha^2}{\cos^2 30^\circ} - \overset{(\text{площ. сектора})}{\frac{\alpha^2}{2}}\cdot tg\, 30^\circ + \frac{\alpha^2}{4}\,\frac{2\cos^2 15^\circ}{\cos^2 30^\circ}\cdot tg\, 15^\circ \qquad = \sin 30^\circ$$

$$\frac{A^{п\,(2)}_{K2}}{p_0V_0} = \frac{S_{K2}}{p_0V_0} = \frac{r^2}{2}\left(x - \underset{15^\circ}{\frac{\pi}{12}}\right) + \frac{1}{2}\beta^2 tg\, 15^\circ - \frac{1}{2}\left(\frac{\alpha}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\alpha}{2}\cdot\cos x\right)$$

лист 3

Чистовик. Вар. 11-07.

2. Дано:



1) $\frac{|T_1 - T_2|}{T_2}$ - ?

2) $\sin\chi$ - ?

3) η - ?

Решение:

Введём α и β, получим на осях отметки $\alpha\, tg\, 30°$ и $\beta\, tg\, 15°$

Ур-ие окружности:

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = \frac{\alpha^2}{\cos^2 30°} = \frac{\beta^2}{\cos^2 15°}$$ (к первому пункту)

$$\frac{p}{p_0} = \sqrt{\frac{\alpha^2}{\cos^2 30°} - \frac{V^2}{V_0^2}}$$ - лежит в I четверти (к по 2-му пункту)

1) 1: $p = \alpha p_0$; $V = V_0 \alpha\, tg\, 30°$;

$pV = \lambda R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{1}{\lambda R} \alpha^2 p_0 V_0 \cdot tg\, 30°$.

Клапейрон-Менделеев

2: $p = \beta\, tg 15° \cdot p_0$; $V = \beta V_0$;

$pV = \lambda R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{1}{\lambda R} \beta^2 p_0 V_0\, tg\, 15°$.

Подставим:

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\alpha^2 tg 30° - \beta^2 tg 15°}{\beta^2\, tg 15°} = \frac{\alpha^2}{\beta^2} \cdot \frac{tg 30°}{tg 15°} - 1 =$$

$$= \frac{\cos^2 30°}{\cos^2 15°} \cdot \frac{tg\, 30°}{tg\, 15°} - 1 = \frac{\cos 30° \cdot \sin 30°}{\underbrace{2 \cdot \sin 15° \cdot \cos 15°}_{\sin 30°}} \cdot 2 - 1 =$$

$$= \cos 30° \cdot 2 - 1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 - 1 = \sqrt{3} - 1.$$ Ответ

2) I НТД: $Q = \Delta U + A^{Г}$

$dQ = dU + dA^{Г}$

$C \lambda\, dT = \frac{3}{2} \lambda R\, dT + p\, dV$.

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{p\, dV}{\lambda\, dT} = \frac{3}{2} R + \frac{R\, p\, dV}{V dp + p\, dV} = \frac{3}{2} R + \frac{pR}{p + V \cdot \frac{dp}{dV}}$$

Чистовик. Вар 11-07.

// $pV = \nu RT$

$V dp + p dV = \nu R dT$

$$\frac{dp}{dV} = \left(p_0\sqrt{\frac{4}{3}\alpha^2 - \frac{V^2}{V_0^2}}\right)'_V = \frac{p_0}{\cancel{2}} \cdot \frac{-\cancel{2}V \cdot \frac{1}{V_0^2}}{\sqrt{\frac{4}{3}\alpha^2 - \frac{V^2}{V_0^2}}} = -\frac{p_0 V/V_0^2}{\sqrt{\frac{4}{3}\alpha^2 - \frac{V^2}{V_0^2}}}.$$

$$C = \frac{3}{2}R + \frac{pR}{p + V\left(-\frac{p_0 V/V_0^2}{\sqrt{\frac{4}{3}\alpha^2 - \frac{V^2}{V_0^2}}}\right)} = 0$$ – ищем такую точку на окружности.

$$-\frac{3}{2} = \frac{p}{p - \frac{p_0\left(\frac{V}{V_0}\right)^2}{\sqrt{\frac{4}{3}\alpha^2 - \frac{V^2}{V_0^2}}}}$$ $\quad$ $\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = \frac{\alpha^2}{\cos^2 30^\circ} = \frac{4}{3}\alpha^2.$

$$-\frac{3}{2} = \frac{p}{p - \frac{p_0\left(\frac{4}{3}\alpha^2 - \frac{p^2}{p_0^2}\right)}{\frac{p}{p_0}}} \iff -\frac{3}{2} = \frac{p}{p - \frac{4}{3}\alpha^2 \cdot \frac{p_0^2}{p} + p}$$

$$-\frac{3}{2} = \frac{1}{2 - \frac{4}{3}\alpha^2 \cdot \left(\frac{p_0}{p}\right)^2} \iff 6 - 4\alpha^2\left(\frac{p_0}{p}\right)^2 = -2$$

$\Updownarrow$

$$\alpha^2\left(\frac{p_0}{p}\right)^2 = 2$$

$$\left(\frac{p_0}{p}\right)^2 = \frac{2}{\alpha^2}. \qquad \frac{p}{p_0} = \frac{\alpha}{\sqrt{2}}. \qquad r\cos 30^\circ = \alpha \Rightarrow r = \frac{2\alpha}{\sqrt{3}}.$$

$$\frac{\alpha}{\sqrt{2}} = r \cdot \sin x; \quad \frac{\alpha}{\sqrt{2}} = \frac{2\alpha}{\sqrt{3}} \cdot \sin x.$$ // x – $\angle$ с горизонт. радиуса в точку $C = 0$.

$$\sin x = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}.$$ Лежит ли точка с таким $\angle$ на окружности?

$$\sin 15^\circ = \sqrt{\frac{1 - \cos 30^\circ}{2}} = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3}/2}{2}} = \sqrt{\frac{2 - \sqrt{3}}{4}} = \frac{\sqrt{2 - \sqrt{3}}}{2}$$

$$\Delta U_n = \Delta\left(\frac{3}{2}\lambda RT\right)_{12} = \frac{3}{2}\left(\beta^2 \operatorname{tg}15^\circ - \alpha^2 \operatorname{tg}30^\circ\right)p_0V_0 =$$

$$= \frac{3\alpha^2}{2}\left(\frac{2\cos^2 15^\circ \operatorname{tg}15^\circ}{2\cos^2 30^\circ} - \operatorname{tg}30^\circ\right)p_0V_0 = \frac{3\alpha^2}{4}\left(\frac{\sin 30^\circ}{\cos^2 30} - 2\operatorname{tg}30^\circ\right)p_0V_0$$

ОТВЕТ

Чистовик.

лист 4

Чистовик. Вар. 11-07

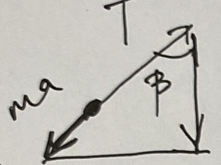
Чистовик. Вар. 11-07

N 1.

брусок:

x: $-\frac{ma}{2} = -T_0 \frac{mg}{2}\sin\alpha$

y: $N = \frac{mg}{2}\cos\alpha$ (1)



$tg\,\beta = \frac{a_0}{g}$ $\cos\beta = \frac{3}{5} \Rightarrow 1 + tg^2\beta = \frac{25}{9}$

$tg\,\beta = \frac{4}{3}$

$ma + T = \frac{mg}{\cos\beta}$ (2)

1) $a_0 = g\,tg\,\beta$

$a_0 = 10\,\frac{м}{с^2} \cdot \frac{4}{3} \approx \ldots\ldots \frac{м}{с^2}$ - ускор. клина

Из (1) и (2):

$$\begin{cases} ma + T = \frac{mg}{\cos\beta} \\ -ma = -2T + mg\sin\alpha \end{cases}$$

$3T = mg\left(\frac{1}{\cos\beta} + \sin\alpha\right)$

$T = \frac{mg}{3}\left(\frac{1}{\cos\beta} + \sin\alpha\right)$; $ma = \frac{mg}{\cos\beta} - T =$

$= \frac{mg}{\cos\beta} - \frac{1}{3}\frac{mg}{\cos\beta} - \frac{mg}{3}\sin\alpha =$

$= \frac{mg}{3}\left(\frac{2}{\cos\beta} - \sin\alpha\right)$

2) $a = \frac{g}{3}\left(\frac{2}{\cos\beta} - \sin\alpha\right)$

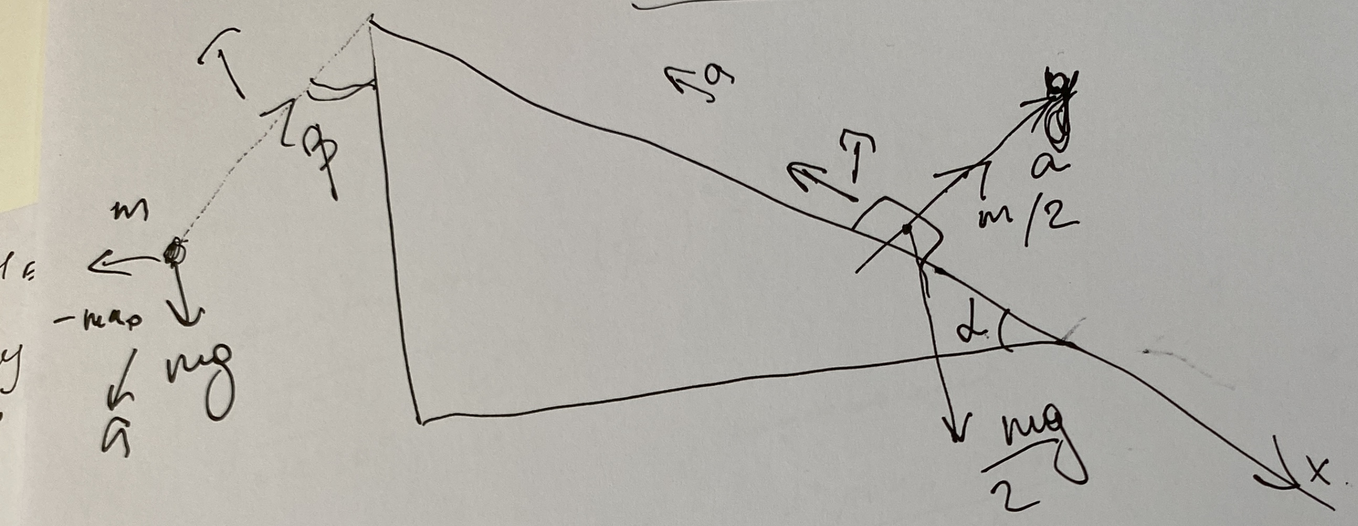
$a = \frac{10}{3}\,м/с^2\left(\frac{2}{3/5} - \frac{12}{13}\right) = \ldots$

3) $\vec{a_0} = const$, $\vec{N} = const$, сила тяже. - тоже не изм., поэтому T будет const и тоже лест.

5

21203142 (U848995 M1269796)

Черновик.



Черновик.

2. Ур-ие окружности: $\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = \frac{\alpha^2}{\cos^2 30^\circ} = \frac{\beta^2}{\cos^2 15^\circ}$.

$$\frac{p}{p_0} = \sqrt{\frac{\alpha^2}{\cos^2 30^\circ} - \frac{V^2}{V_0^2}}$$

1: $p = \alpha p_0$

$V = V_0 \alpha \operatorname{tg} 30^\circ$ $\quad T_1 = \frac{pV}{\lambda R} = \frac{\alpha^2 p_0 V_0 \operatorname{tg} 30^\circ}{\lambda R}$ ← подставим

2: $p = \beta \operatorname{tg} 15^\circ \cdot p_0$

$V = \beta V_0$ $\quad T_2 = \frac{pV}{\lambda R} = \frac{\beta^2 p_0 V_0 \operatorname{tg} 15^\circ}{\lambda R}$.

// $2 \cdot \sin 15^\circ \cdot \cos 15^\circ = \sin \underset{15+15}{30^\circ}$

$$C = \frac{3}{2}R + \frac{p\,dV}{\lambda\, dT} = \frac{3}{2}R + \frac{R\,p\,dV}{V dp + p dV} = \frac{3}{2}R + \frac{pR}{p + V \cdot \frac{dp}{dV}}.$$

$$-\frac{3}{2} = \frac{p}{p - \frac{p_0\left(\frac{V}{V_0}\right)^2}{\sqrt{\frac{4}{3}\alpha^2 - \frac{V^2}{V_0^2}}}} = \frac{p}{p - \frac{p_0\left(\frac{4}{3}\alpha^2 - \frac{p^2}{p_0^2}\right)}{\frac{p}{p_0}}} = \frac{p}{p - \frac{4}{3}\alpha^2 \cdot \frac{p_0^2}{p} + p}$$

$$= \frac{\cancel{p}\ 1}{2 - \frac{4}{3}\alpha^2 \cdot \left(\frac{p_0}{p}\right)^2}$$

// $r = \frac{2\alpha}{\sqrt{3}}$.

$\sin x = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$.

$$6 - 4\alpha^2 \left(\frac{p_0}{p}\right)^2 = -2$$

$$\alpha^2 \left(\frac{p_0}{p}\right)^2 = 2.$$

$\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} \vee \frac{\sqrt{2 - \sqrt{3}}}{2}$

$>$.

21203142 (U848995 M1269796)

Часть 2

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

Шифр: **21203142**

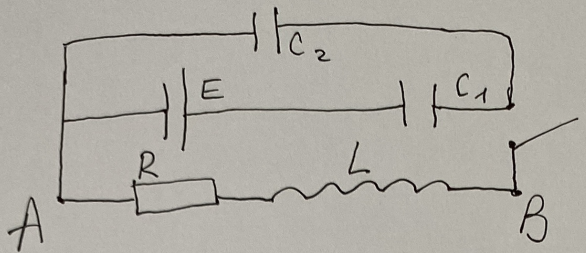
ID профиля: **848995**

Вариант 7

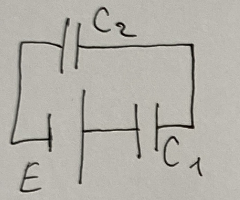
Чистовик. Вар. 11 - 07

№3.

$C_1 = C$
$C_2 = 4C$



① К разомкнут, найдём U_{C_1} и U_{C_2} в стац. сост.



$$\begin{cases} U_{c_1} + U_{c_2} = E \\ 4\cancel{C} \cdot U_{c_2} = C \cdot U_{c_1} \end{cases} \qquad \begin{cases} U_{c_1} = \frac{4}{5} E \\ U_{c_2} = \frac{1}{5} E \end{cases}$$

одинак. заряд

② К↓, в первый момент времени ток через катушку не изм., т.е. $I_L = 0$
напряж. на конденс. не меняется, т.е. $U_{c_1} = \frac{4}{5} E$
$U_{c_2} = \frac{1}{5} E$

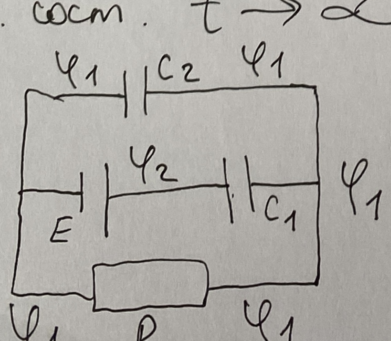
Тогда $U_{AB} = U_{c_2}$ (|| соед.)

$$I_L R + L\dot{I} = \frac{1}{5} E$$

$$\dot{I} = \frac{E}{5L}$$

$$W_{нач} = \frac{C_2 U_{c_2}^2}{2} + \frac{C_1 U_{c_1}^2}{2} = \frac{CE^2}{2}\left(\frac{4}{25} + \frac{16}{25}\right) = \frac{2CE^2}{25}$$

стац. сост. $t \to \infty$



В цепи тока нет, нет падения потенциала на R

$U_{c_2} = 0$, $U_{c_1} = E$

$$W_{кон} = \frac{CE^2}{2}$$

лист ①

Чистовик.   Вар 11-07

посчитаем работу источника:
от + к − прошел заряд с левой обкладки C_1 в кол-ве $\left(\frac{CE}{5} - CE\right) = \frac{4CE}{5}$

$$A_{ист} = q^*_{заряд} \cdot E$$

$$A_{ист} = \frac{4CE^2}{5}$$

$$Q + \Delta W = A_{ист}$$

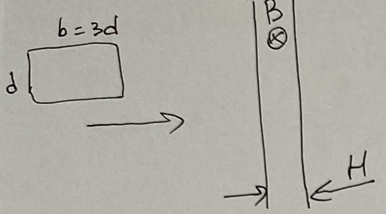
$$Q = \frac{4CE^2}{5} - \left(\frac{CE^2}{2} - \frac{2CE}{25}\right) = \frac{4CE^2}{5} - \frac{42CE^2}{100} = \frac{19}{100}CE^2$$

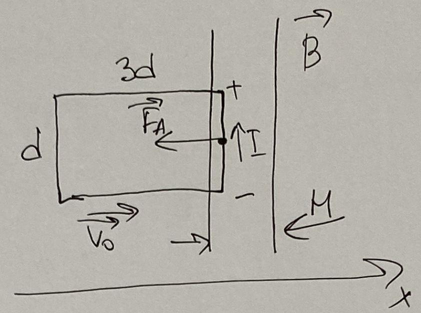
лист 2

21203142 (U848995 M1269797)

Чистовик Вар. 11-07

№4





①. $\mathcal{E} = Bd \cdot v_0$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bdv_0}{R}$$

$$F_A = BId = \frac{B^2d^2v_0}{R}$$ – сила Ампера

$$ma = F_A \; ; \; a = \frac{F_A}{m} = \frac{B^2d^2v_0}{m}$$

Ответ: $\frac{B^2d^2v_0}{m}$

действ. против скорости, тормозит. $\vec{a} \uparrow\downarrow \vec{v}_0$

②. $$m\dot{v} = -\frac{B^2d^2}{R}\cdot v$$

$$m \cdot \frac{dv}{v} = -\frac{B^2d^2}{R}dt$$

$$m \cdot \int_{v_0}^{v} \frac{dv}{v} = -\frac{B^2d^2}{R}\int_0^t dt$$

$$m \cdot \ln\frac{v}{v_0} = -\frac{B^2d^2}{R}t$$

$$v = v_0 \cdot e^{-\frac{B^2d^2}{mR}t}$$

$dx = vdt$

$$H = \int_0^t v_0 e^{-\frac{B^2d^2}{mR}t}dt = v_0 \cdot \frac{mR}{B^2d^2}\cdot\left(e^{-\frac{B^2d^2}{mR}t} - 1\right)$$

$$e^{-\frac{B^2d^2t_1}{mR}} = \frac{-HB^2d^2}{mRv_0} + 1$$

t_1 – время после вхожд. в м/п, когда правая граница рамки покидает поле

лист ③

Чистовик Вар. 11-07

$$v(t_1) = v_0 \cdot \left(-\frac{HB^2d^2}{mRv_0} + 1\right) = v_0 - \frac{HB^2d^2}{mR} = v_1$$

ОТВЕТ

(3). От входа правой стороны рамки до входа левой стороны в м/поле, поток через рамку $\vec{B}$ не меняется $\Rightarrow$ тока нет

В силу симметричности действие окажется таким же

т.е. $v_2 = v_0 - \frac{2HB^2d^2}{mR}$ $\left(\underset{\text{т.к.}}{=} v_1 - \frac{HB^2d^2}{mR}\right)$

ОТВЕТ:

лист (4)

лист (3)

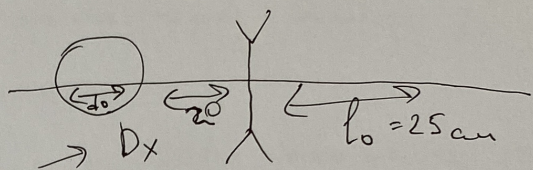
Чистовик Вар. 11-07

№5

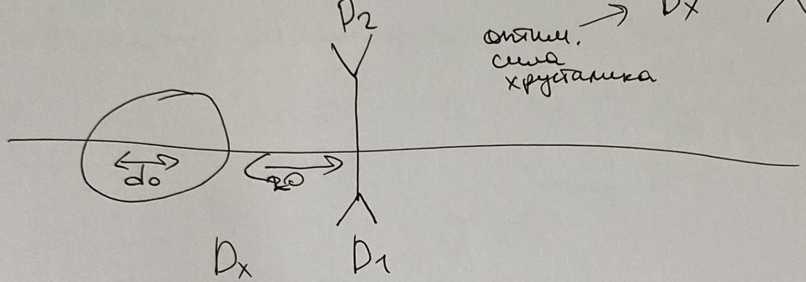
D_1 – для удаленн. предм.

D_2 – для чтения с расст. 25 см

$\frac{D_1}{D_2} = 3$



оптич. сила хрусталика



$$
① \begin{cases}
\underbrace{D_x + D_2}_{\text{опт. силы сист. линз сопрям.}} = \frac{1}{\ell_0} + \frac{1}{d_0} \\
D_x + D_1 = \frac{1}{d_0} + \underbrace{\frac{1}{\infty}}_{\to 0} \quad \text{удаленный предмет} \\
D_1 = 3D_2
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
D_1 - D_2 = -\frac{1}{\ell_0} \\
D_1 = 3D_2 \\
D_x + D_1 = \frac{1}{d_0}
\end{cases}
\Rightarrow
\begin{cases}
D_2 = -\frac{1}{\ell_0} \\
D_1 = -\frac{3}{\ell_0} \\
D_x = \frac{1}{d_0} + \frac{3}{\ell_0}
\end{cases}
\qquad
\begin{aligned}
D_2 &= -\frac{1}{0{,}25\,\text{м}} = -4\,\text{дптр} \\
D_1 &= -12\,\text{дптр}
\end{aligned}
$$

$$D_x = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{x} \Rightarrow x = -\frac{1}{D_1} = \frac{1}{12\,\text{дптр}} \simeq 8{,}3\,\text{см}$$

Ответ: $x \approx 8{,}3$ см ; $D_1 = -12$ дптр.

Чистовик   Вар. 11-07

② $D_x + D_? = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{2l_0}$

$D_? = \frac{1}{d_0} - D_x + \frac{1}{2l_0} = \frac{3}{l_0} + \frac{1}{2l_0} = \frac{1}{l_0} \cdot \frac{7}{2}$

50

$D_? = \frac{7}{2} \cdot \frac{1}{0{,}25\,см} = 14$ дптр

ответ

лист 6

21203142 (U848995 M1269797)