

Задача 1.

$$h = 8 \text{ км}$$

$$\lambda_1 = 400 \text{ нм}$$

$$\lambda_2 = 650 \text{ нм}$$

$$n-1 = 2,9 \cdot 10^{-4}$$

$$T_1, T_2 = ?$$

$$t^2 = \frac{I_k}{I_0}$$

Закон Дала:  $dI = I \alpha(x) dx =$

$$= I \frac{32\pi^3}{3\lambda^4} \frac{(n-1)^2}{N(x)}$$

$$N(x) = N_0 e^{-\frac{\mu g x}{RT}}$$

$$\int_{I_0}^{I_k} \frac{dI}{I} = \int_h^0 \frac{32\pi^3}{3\lambda^4} \frac{(n-1)^2}{N_0} e^{\frac{\mu g x}{RT}} dx$$

$$\ln \frac{I_k}{I_0} = \frac{32}{3\lambda^4} \pi^3 \frac{(n-1)^2}{N_0} \frac{RT}{\mu g} e^{\frac{\mu g x}{RT}} \Big|_h^0$$

$$t^2 = \exp\left(\frac{32\pi^3}{3\lambda^4} \frac{(n-1)^2}{N_0} \frac{RT}{\mu g} (1 - e^{\frac{\mu g h}{RT}})\right)$$

$$t^2 \approx \exp\left(-\frac{32\pi^3}{3\lambda^4} \frac{(n-1)^2}{N_0} \frac{RT}{\mu g} \frac{\mu g h}{RT}\right)$$

$$P_a = N_0 k T \quad \rightarrow \quad N_0 = \frac{P_a}{k T_0}$$

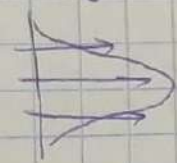
$$\lambda_1 \rightarrow T_1 = 0,721$$

$$\lambda_2 \rightarrow T_2 = 0,954$$

Ответ:  $T_1 = 0,7, T_2 = 0,95$



Задача 2°



При прохождении лазерного пучка  
через слабоионизированную жидкость будет наблюд.  
явление самофокусировки пучка (дифракция  
преобладает над самодефокус.)  $\rightarrow$  в жидкости  
возникает "отрицат. линза"

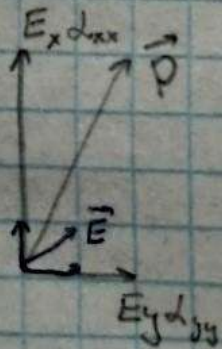
Задача 3°.

Т.к. по разным осям разная поляризация, то в  $\vec{P} = \hat{\epsilon} \vec{E}$

$\hat{\epsilon}$  - тензор. Он симметричен, значит может быть приведён к диаг. виду:

$$\begin{pmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \epsilon_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix}$$

Значит молекулы будут ориентироваться максимальной поляриз. по напр.  $\vec{E}$ .



Вектор  $\vec{P}$  может быть не коллинеарен  $\vec{E}$ , но он будет направлен в сторону  $\vec{E}$ , не  $\perp$  ему.



11.125

$$I \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2} \right] - ?$$

проявл.  
нелин.  
эфф.  
 $\Delta n = 10^{-4}$

$$\frac{\Delta n_{\text{нелин.}}}{n} \sim \frac{E}{E_{\text{вн.}}}$$

$$r \approx 10^{-8} \text{ см}$$

эфф. заряд ядра  $|q| \approx |e|$

$$E_{\text{вн.}} = \frac{e}{r^2}$$

$$I = |S|^2 = \frac{c}{8\pi} E^2 \cdot n$$

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{E}{E_{\text{вн.}}} = \frac{E r^2}{e} \rightarrow E = \frac{e}{r^2} \frac{\Delta n}{n}$$

$$I = \frac{c}{8\pi} n \frac{e^2}{r^4} \left( \frac{\Delta n}{n} \right)^2 = 2 \cdot 10^7 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2} //$$

(11.89)

$$n = n_0 + n_2 \bar{E}^2$$

$$n_2 = 2 \cdot 10^{-11} \text{ deg C/C}^2$$

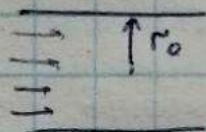
$$I = I_0 \left(1 - \frac{r^2}{r_0^2}\right)$$

$$L = 5 \text{ cm}$$

F - ?

$$I_0 = 5 \cdot 10^8 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}$$

$$r_0 = 5 \text{ мм}$$



$d = L \cdot n$  - optical path.

$$d = L n_0 + L n_2 \bar{E}^2(r)$$

$$\bar{I} = \bar{S} = \frac{c}{4\pi} \frac{1}{2} E_0^2 \rightarrow E_0^2 = \frac{8\pi}{c} \bar{I}$$

$$E_0^2 = \frac{8\pi}{c} I_0 \left(1 - \frac{r^2}{r_0^2}\right)$$

$$d = \text{const} - \frac{8\pi}{c} I_0 L n_2 \frac{r^2}{r_0^2}$$

Для сферич. фронта отклон. от плоск. волны

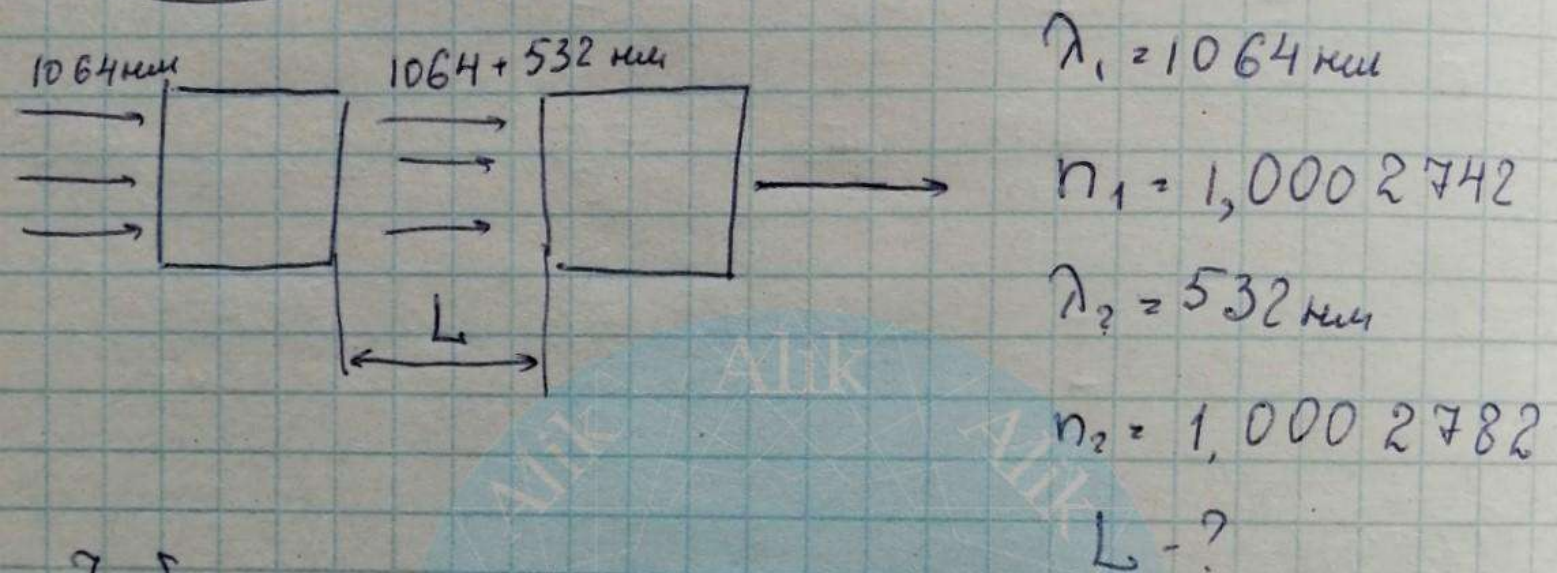
$$d(r) = \frac{r^2}{2R} \leftarrow \text{рад. кривизны фронта}$$



$$\frac{8\pi}{c} I_0 L n_2 \frac{r^2}{r_0^2} = \frac{r^2}{2R}$$

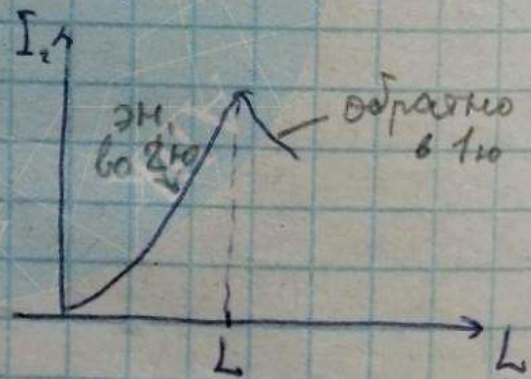
$$R = F = \frac{c r_0^2}{16\pi n_2 I_0 L} = 300 \text{ cm} = 3 \text{ m}$$

11.126



Чтобы остаток 1032 перекачать  
в 532 нм надо сохранить сдвиг фаз между  
гармониками.

Если изменить фазу  
2-ой на  $\pi$ , то будет обратная  
перекачка.



$$L(n_2 - n_1) = m\lambda_2 \quad \hookrightarrow \quad L = \frac{m\lambda_2}{n_2 - n_1} = m \cdot \frac{532 \cdot 10^{-7}}{4 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= m \cdot 13,3 \text{ см}$$

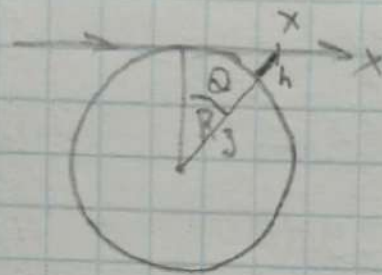


(T8)

$$\lambda = 400 \text{ нм}$$

$$\lambda = 700 \text{ нм}$$

$$n_0 = 1,0003$$



$$h = R_3 \cdot \frac{1}{\cos \theta} - R_3 \rightarrow \cos \theta = \frac{R_3}{R_3 + h}$$

$$h \ll R_3$$

$$\frac{I_{\text{кон}}}{I_0} = ?$$

$$x = R_3 \sin \theta = R_3 \theta$$

$$h = R_3 \frac{1 - \cos \theta}{\cos \theta} = R_3 \frac{\theta^2}{2} = \frac{x^2}{2 R_3}$$

Ослабл. света:

$$dI = -I \alpha(x) dx$$

$$\alpha(x) = \frac{32\pi^3}{3\lambda^4} \frac{(n_0 - 1)^2}{N}$$

$$N = N_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

$$n - 1 = (n_0 - 1) e^{-\frac{mgh}{kT}} = (n_0 - 1) e^{-\frac{mgx^2}{2kTR_3}}$$

$$dI = -I \alpha(x) dx = -I \frac{32\pi^3}{3\lambda^4} \frac{(n_0 - 1)^2}{N_0} e^{-\frac{mgx^2}{2kTR_3}}$$

$$\int_{I_0}^{I_{\text{кон}}} \frac{dI}{I} = - \frac{32\pi^3}{3\lambda^4} \frac{(n_0 - 1)^2}{N_0} \int_0^{\infty} e^{-\frac{mgx^2}{2kTR_3}} dx \Rightarrow$$

$$\ln \frac{I_{\text{кон}}}{I_0} = - \frac{16\pi^3}{3\lambda^4} \frac{(n_0 - 1)^2}{N_0} \sqrt{\frac{2\pi kT R_3}{mg}}$$

$$I_{\text{кон}} = I_0 \cdot e^{-\frac{A}{\lambda^4}}, \quad A = \frac{16\pi^3}{3} \frac{(n_0 - 1)^2}{N_0} \sqrt{\frac{2\pi R T R_3}{mg}} = 3,7 \cdot 10^{-17} \text{ сГс}$$

$$\frac{I_{\text{кон}}}{I_0} = 5,3 \cdot 10^{-7} \quad \left| \begin{array}{l} 400 \text{ нм} \\ 700 \text{ нм} \end{array} \right.$$

$$\frac{I_{\text{кон}}}{I_0} = 0,22 \%$$



11.88

$$n = n_0 + n_2 E_0^2$$

$$R = 0,99$$

$$n_0 = 3,5$$

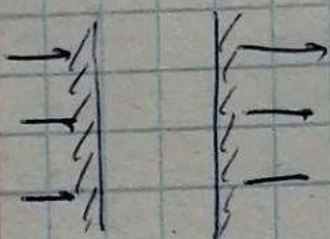
$$n_2 = 10^{-9} \text{ ед. СГС}$$

$$d = 12 \text{ см}$$

$$\lambda = 1,051 \text{ см}$$

Трансм.

$$T = 1 - ?$$



$T = 1$  в услов. резонанса

$$2nd = m\lambda \rightarrow 2d(n_0 + n_2 E_0^2) = m\lambda$$

При малой мощн.  $n = n_0$

$$\frac{2dn_0}{\lambda} = m_0 = \frac{2 \cdot 12 \cdot 3,5}{1,051} = 79,9 < 80 \quad \text{нет резонанса}$$

$$E_0^2 = \frac{m\lambda - 2dn_0}{2dn_2} = \frac{(80 \cdot 1,051 - 2 \cdot 12 \cdot 3,5) \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 12 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{3} 10^7 \text{ ед. СГС}$$

$$I = \frac{c}{4\pi} E H = \frac{c}{4\pi} \frac{n_0 E_0^2}{2} = \frac{c}{8\pi} n_0 E_0^2$$

$$I_0 = (1 - R) I = \frac{c}{8\pi} n_0 E_0^2 (1 - R) = \frac{3 \cdot 10^{10}}{8\pi} 3,5 \frac{10^7}{3} 10^{-2} =$$

$$= 0,14 \cdot 10^{15} \frac{\text{эрг}}{\text{см}^2 \cdot \text{с}} = 1,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}$$

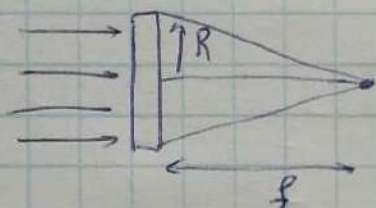


11.90

$$\lambda = 1 \text{ мкм}$$

$$E = E_0 e^{-\frac{r^2}{R^2}}$$

$$R = 3 \text{ см}$$



Порядок. см  $\frac{R}{f} > \frac{\lambda}{2R}$

$$f < \frac{2R^2}{\lambda}$$

$$E^2 = E_0^2 e^{-\frac{2r^2}{R^2}} = E_0^2 \left(1 - \frac{2r^2}{R^2}\right)$$

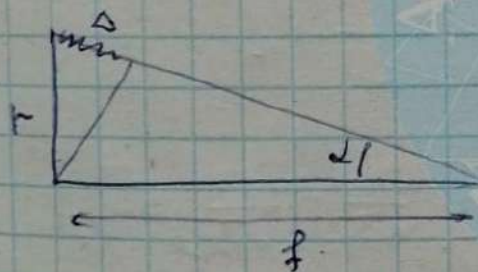
$$n = n_0 + n_2 E^2 \left(1 - \frac{2r^2}{R^2}\right)$$

$$n = n_0 + n_2 E^2$$

$$d = 1 \text{ см}$$

$$n_2 = 10^{-11} \text{ eg c/c}$$

$$P [B\tau] - ?$$



$$\Delta = f(1 - \cos \alpha) = \frac{f}{2} \alpha^2 = \frac{r^2}{2f} = \Delta \text{ and}$$

you-ue cuom.  
baw b  
pokye

$$\frac{r^2}{2f} = \frac{n_2 E_0^2 2r^2 d}{R^2}$$

$$f = \frac{R^2 r^2}{n_2 E_0^2 4 d r^2} < \frac{2R^2}{\lambda} \rightarrow E_0^2 > \frac{\lambda}{8 n_2 d}$$

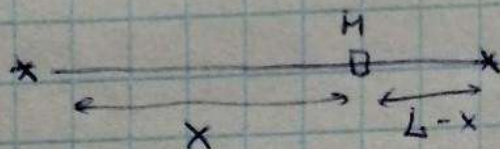
$$S = \frac{c}{4\pi} E_0^2 > \frac{c}{4\pi} \frac{\lambda}{8 n_2 d}$$

$$P = \int_0^\infty 2\pi r dr \cdot S e^{-\frac{2r^2}{R^2}} = -S\pi \frac{R^2}{2} \int_0^\infty e^{-\frac{2r^2}{R^2}} d\left(-\frac{r^2 \cdot 2}{R^2}\right) =$$

$$= -\frac{\pi}{2} R^2 S e^{-\frac{2r^2}{R^2}} \Big|_0^\infty = \frac{\pi}{2} R^2 S = \frac{\pi}{2} R^2 \frac{c}{4\pi} \frac{\lambda}{8 n_2 d} = \frac{27}{64} 10^{15} \text{ pr} = 10^8 \text{ B\tau}$$



11.128



$$\lambda_1 = 700 \text{ mm}$$

$$\lambda_2 = 400 \text{ mm}$$

$$L = 500 \text{ cm}$$

$$x = ?$$

$$I = A e^{-\gamma x}, \quad \gamma = \frac{\beta}{\lambda^4}$$

$$I_1 = A e^{-\frac{\beta x}{\lambda_1^4}} = A e^{-\frac{\beta(L-x)}{\lambda_2^4}}$$

$$\frac{x}{\lambda_1^4} = \frac{L-x}{\lambda_2^4} \rightarrow x \left( \frac{\lambda_2^4}{\lambda_1^4} + 1 \right) = L$$

$$x = \frac{L}{1 + \left( \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \right)^4} = \frac{500}{1 + \left( \frac{4}{7} \right)^4} = \underline{\underline{452 \text{ cm}}}$$



(T7)

$$\frac{dn_e}{dT} = 5,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\frac{dn_o}{dT} = 37,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = ? \quad L = 1 \text{ cm}$$

$$I_2 = 0, \quad \lambda = 1 \text{ мкм}$$

$$2L_{\text{res}} = \frac{\lambda_o}{2|h(\omega) - h(2\omega)|} = L$$

$$h(\omega) - h(2\omega) = \left( \frac{dn_o}{dT} - \frac{dn_e}{dT} \right) \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\lambda_o}{2L} \frac{1}{\frac{dn_o}{dT} - \frac{dn_e}{dT}} = \frac{10^{-4}}{2 \cdot 1 \cdot (37,9 - 5,4) \cdot 10^{-6}} = 1,54 \text{ K}$$