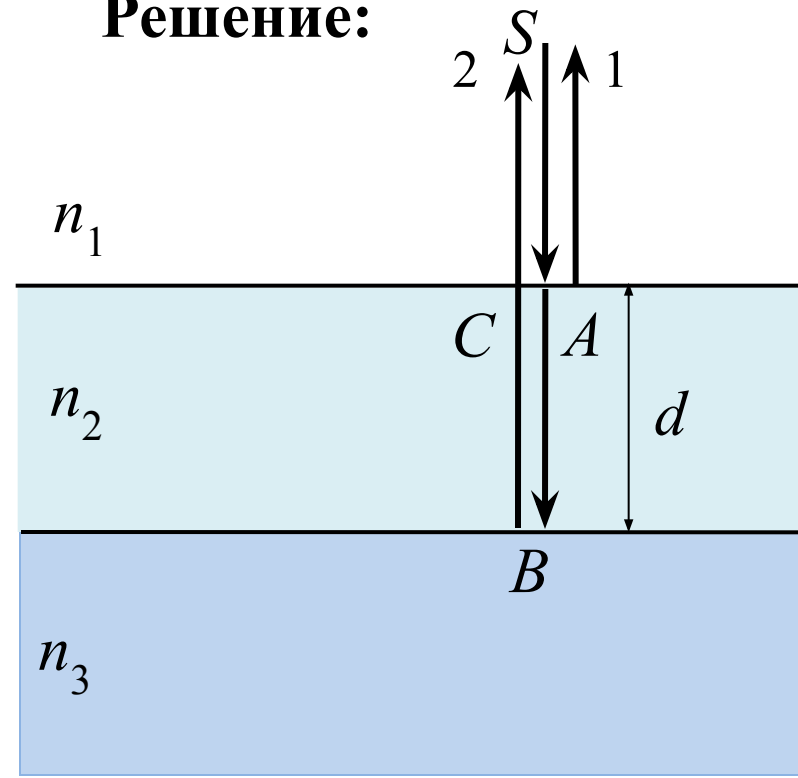


ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

На поверхность стеклянного объектива (1,5) нанесена тонкая плёнка, показатель преломления которой 1,2. При какой наименьшей толщине d плёнки произойдёт максимальное ослабление отражённого света в средней части видимого света (770 нм-380 нм).

Дано:	Си:
$n_3 = 1,5$	
$n_2 = 1,2$	
$\lambda = 575 \text{ нм}$	$575 \cdot 10^{-9}$
Найти:	м
$d.$	

Решение:



$$\Delta = \left(SAn_1 + ABn_2 + BCn_2 + \frac{\lambda}{2} \right) - \left(SAn_1 + An_1 + \frac{\lambda}{2} \right)$$

$$\Delta = \left(SAn_1 + ABn_2 + BCn_2 + C2n_1 + \frac{\lambda}{2} \right) - \left(SAn_1 + A1n_1 + \frac{\lambda}{2} \right)$$

$$\Delta = ABn_2 + BCn_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta = 2dn_2 \\ \Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \end{array} \right.$$

$$2dn_2 = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$$

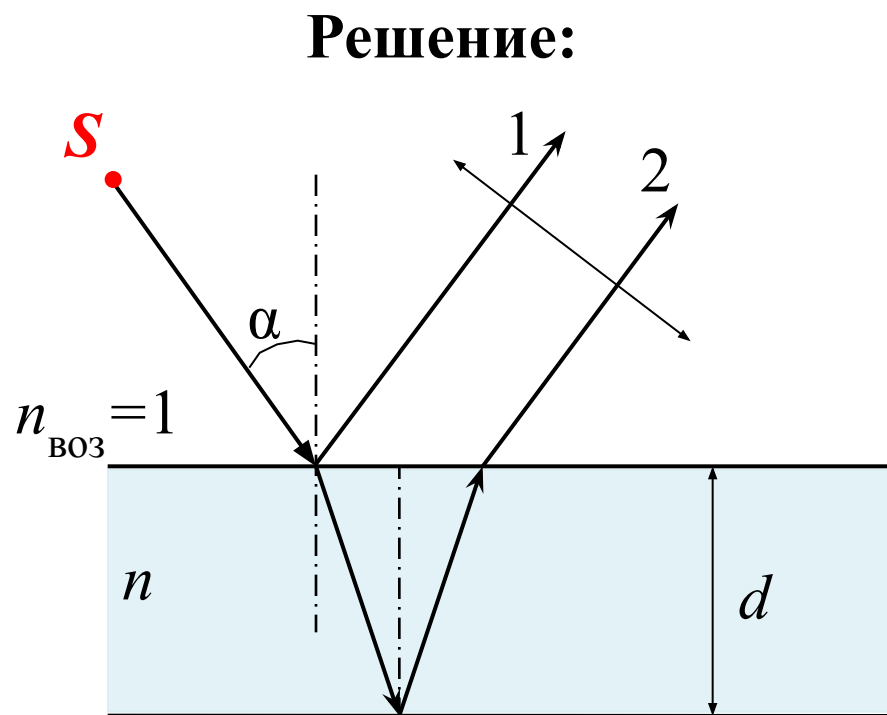
$$m = 0$$

$$d = \frac{\lambda}{4n_2}$$

$$d = \frac{575 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 1,2} \approx 119 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

Пучок монохроматических световых волн ($\lambda = 0,600$ мкм) падает под углом 30° на находящуюся в воздухе мыльную плёнку ($n=1,3$). При какой наименьшей толщине плёнки d отражённые световые волны будут максимально усилены интерференцией.

Дано: $n = 1,3$ $\alpha = 30^\circ$ $\lambda = 0,600$ мкм	Си: $0,600 \cdot 10^{-6}$ м
Найти: $d.$	



$$\Delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \pm \frac{\lambda}{2}$$

$$\begin{cases} \Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} - \frac{\lambda}{2} \\ \Delta = 2m\frac{\lambda}{2} \end{cases}$$

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} - \frac{\lambda}{2} = 2m\frac{\lambda}{2}$$

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} = \frac{(2m+1)\lambda}{2}$$

$$d = \frac{(2m+1)\lambda}{4 \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}$$

$$d = \frac{(2 \cdot 0 + 1) \cdot 0,600 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot \sqrt{1,3^2 - \sin^2 30}} = 125 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

На стеклянный клин ($n=1,5$) нормально падает монохроматический свет. Угол клина $4'$. Определить длину световой волны, если расстояние между двумя соседними интерференционными максимумами в отражённом свете равно $0,2$ мм.

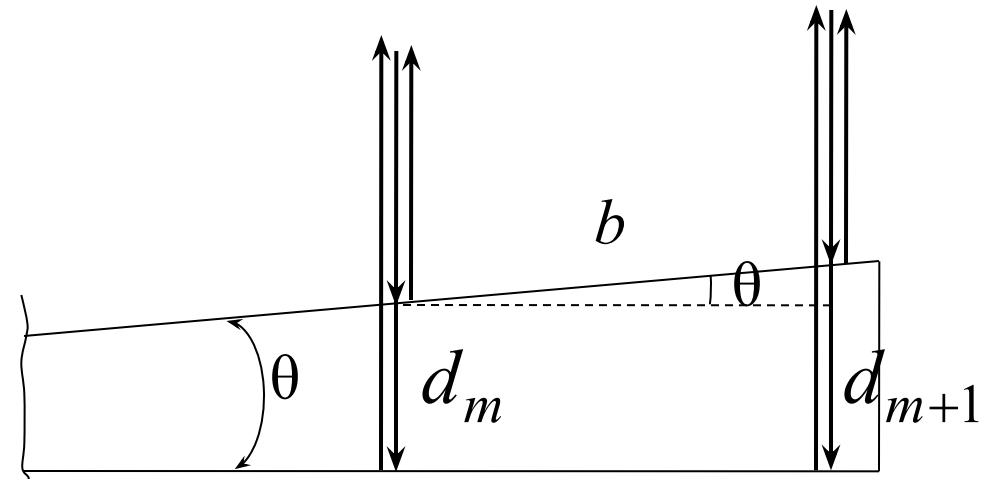
Дано:	Си:
$n = 1,5$	
$\theta = 4'$	$0,07^\circ$
$b = 0,2$ мм	$0,2 \cdot 10^{-3}$
Найти:	м
λ .	

$$1^\circ - 60'$$

$$\theta^\circ - 4'$$

$$\theta = \frac{4' \cdot 1^\circ}{60'} = 0,07^\circ$$

Решение:



$$\sin\theta = \frac{d_{m+1} - d_m}{b}$$

$$\Delta = 2n \sqrt{n^2 d_n \sin^2 \alpha} \pm \frac{\lambda}{2}$$

$$\begin{cases} \Delta = 2dn - \frac{\lambda}{2} \\ \Delta = 2m \frac{\lambda}{2} \end{cases}$$

$$2dn - \frac{\lambda}{2} = 2m \frac{\lambda}{2}$$

$$2d_{m+1}n - \frac{\lambda}{2} = 2(m+1) \frac{\lambda}{2}$$

$$- \quad 2d_m n - \frac{\lambda}{2} = 2m \frac{\lambda}{2}$$

$$2n(d_{m+1} - d_m) = \lambda$$

$$\lambda = 2n(d_{m+1} - d_m)$$

$$\begin{cases} \lambda = 2n(d_{m+1} - d_m) \\ \sin\theta = \frac{d_{m+1} - d_m}{b} \end{cases}$$

$$\lambda = 2nbsin\theta$$

$$\lambda = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 0,07 = 696 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отражённом свете радиус третьего тёмного кольца ($m = 3$). Когда пространство между плоскопараллельной пластинкой и линзой заполнили жидкостью, то тот же радиус стало иметь кольцо с номером на единицу большим. Определить показатель преломления жидкости.

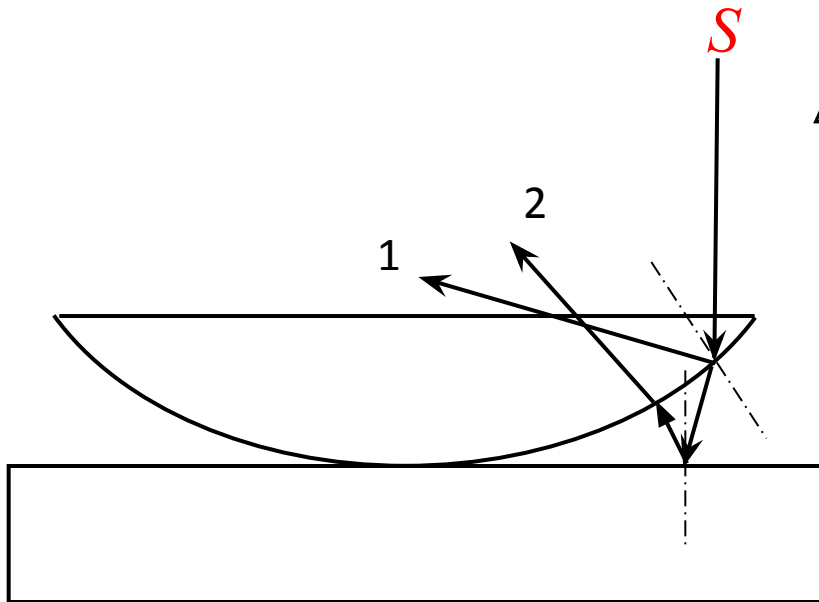
Дано:

$$r_3 = r_4$$

Найти:

n .

Решение:



$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} \pm \frac{\lambda}{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta = 2dn + \frac{\lambda}{2} \\ \Delta = (2m + 1)\frac{\lambda}{2} \end{array} \right.$$

$$2dn + \frac{\lambda}{2} = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$$

$$2dn + \frac{\lambda}{2} = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$$

$$2\frac{r^2}{2R}n = m\lambda$$

$$d = \frac{r^2}{2R}$$

$$r = \sqrt{\frac{m\lambda R}{n}}$$

$$r_3 = r_4$$

$$\sqrt{\frac{3\lambda R}{n_{\text{BO3}}}} = \sqrt{\frac{4\lambda R}{n_{\text{Ж}}}}$$

$$\frac{3}{n_{\text{BO3}}} = \frac{4}{n_{\text{Ж}}}$$

$$n_{\text{ж}} = \frac{4 \cdot n_{\text{BO}_3}}{3}$$

$$n_{\text{ж}} = \frac{4 \cdot 1}{3} = 1,33$$

ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

На щель шириной $0,1$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,500$ мкм). За щель помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол дифракции равен $43'$.

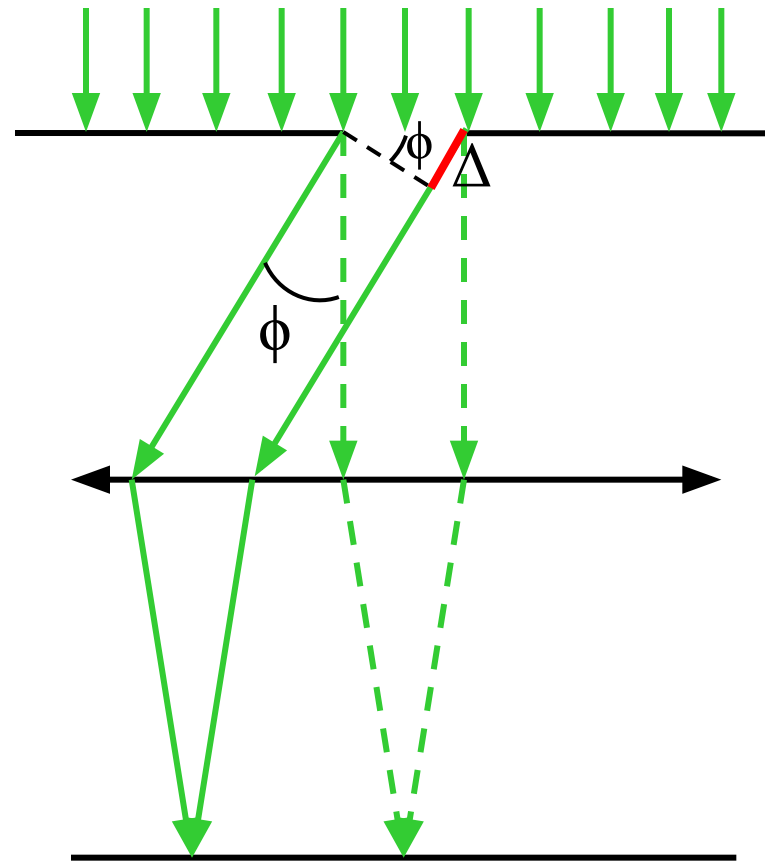
Дано:	Си:
$\phi = 43'$	$0,72^\circ$
$a = 0,1$ мм	$0,1 \cdot 10^{-3}$ м
$\lambda = 0,500$ мкм	$0,500 \cdot 10^{-6}$ м
Найти:	м
<i>m.</i>	

$$1^\circ - 60'$$

$$\varphi^\circ - 43'$$

$$\varphi = \frac{43' \cdot 1^\circ}{60'} = 0,72^\circ$$

Решение:



$$\Delta = a \cdot \sin \varphi$$

$$\Delta = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 0,72 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$m = \frac{\Delta}{\lambda / 2}$$

$$m = \frac{2 \cdot \Delta}{\lambda}$$

$$m = \frac{2 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6}}{0,500 \cdot 10^{-6}} = 5$$

Число m нечётное следовательно под данным углом дифракции будет виден максимум.

На дифракционную решётку падает нормально к её поверхности параллельный пучок света с длиной волны $0,500 \text{ мкм}$. Помещённая вблизи решётки линза, проецирует дифракционную картину на плоский экран, удалённый от линзы на 1 м . Расстояние между двумя максимумами интенсивности первого порядка, наблюдаемыми на экране равно $20,2 \text{ см}$. Определить: 1) постоянную дифракционной решётки; 2) число штрихов на 1 см ; 3) число максимумов, которое даёт решётка; 4) максимальный угол отклонения лучей, соответствующий последнему максимуму.

Дано:

$$L = 1 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,500 \text{ мкм}$$

$$c = 20,2 \text{ см}$$

Найти:

1) d ;

2) n ;

3) m ;

4) ϕ .

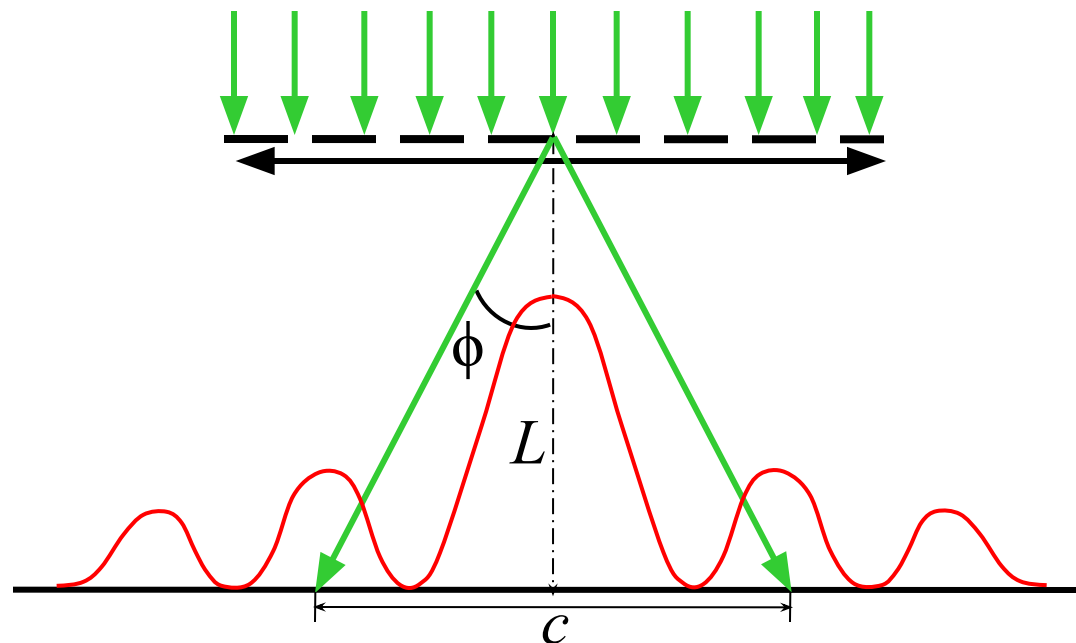
Си:

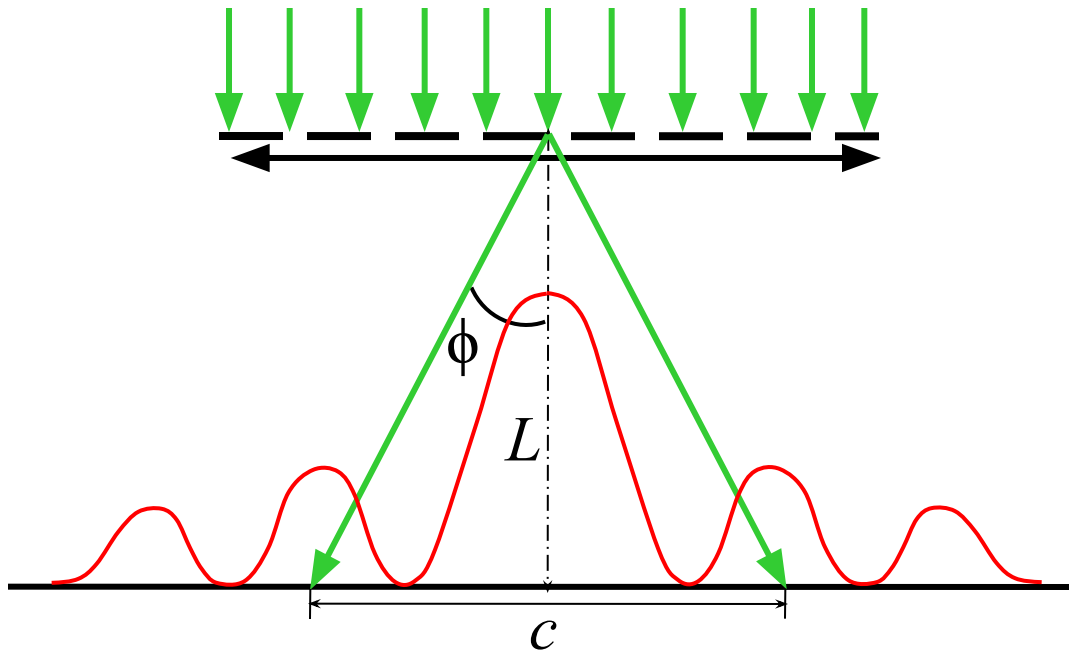
$$0,500 \cdot 10^{-6}$$

м

$$20,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Решение:





$$1. \quad d \cdot \sin\varphi = m\lambda$$

$$d = \frac{m\lambda}{\sin\varphi}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{c}{2 \cdot L}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{20,2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 1} = 10,1 \cdot 10^{-2}$$

Так как $\operatorname{tg}\varphi$ мал, то $\operatorname{tg}\varphi \approx \sin\varphi \approx \varphi$

$$d \cdot \frac{c}{2 \cdot L} = m\lambda$$

$$d = \frac{2m\lambda L}{c}$$

$$d = \frac{2 \cdot 1 \cdot 0,500 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{20,2 \cdot 10^{-2}} = 4,95 \cdot 10^{-6} \text{ М}$$

$$d = 4,95 \text{ МКМ}$$

2.

$$n = \frac{1}{d}$$

$$n = \frac{1}{4,95 \cdot 10^{-6} \text{ М}} = \frac{1}{4,95 \cdot 10^{-4} \text{ см}} = 2020 \text{ см}^{-1}$$

$$n = 2020 \text{ см}^{-1}$$

3.

$$d \cdot \sin\varphi = m_{max}\lambda$$

$$m_{max} = \frac{d \cdot \sin\varphi}{\lambda}$$

$$m_{max} = \frac{4,95 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{0,500 \cdot 10^{-6}} = 9,9$$

$$m_{max} = 9$$

$$N = 2 \cdot m_{max} + 1 = 2 \cdot 9 + 1 = 19$$

4.

$$d \cdot \sin\varphi_{max} = m\lambda$$

$$\varphi_{max} = \arcsin \frac{m_{max} \lambda}{d}$$

$$\varphi_{max} = \arcsin \frac{9 \cdot 0,500 \cdot 10^{-6}}{4,95 \cdot 10^{-6}} = 65^{\circ}$$

$$\varphi_{max} = 65^{\circ}$$

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.

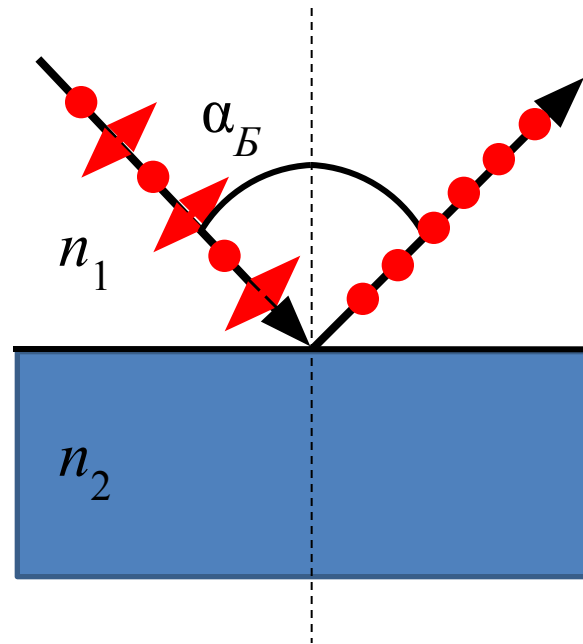
Дано:

$$\alpha_B = 57^\circ$$

Найти:

v .

Решение:



$$\operatorname{tg} \alpha_B = n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_2 = n_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_B$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$\frac{c}{v} = 1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_B$$

$$v = \frac{c}{\operatorname{tg} \alpha_B}$$

$$v = \frac{3 \cdot 10^8}{\operatorname{tg} 57^\circ} = 1,94 \cdot 10^8 \frac{\text{M}}{\text{c}} = 194 \frac{\text{MМ}}{\text{c}}$$

Два николя N_1 и N_2 расположены так, что угол между их плоскостями пропускания равен 60° . Определить: 1) во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении через один николь; 2) во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении через оба николя. При прохождении каждого из николей потери на отражение и поглощение света составляет 5%.

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

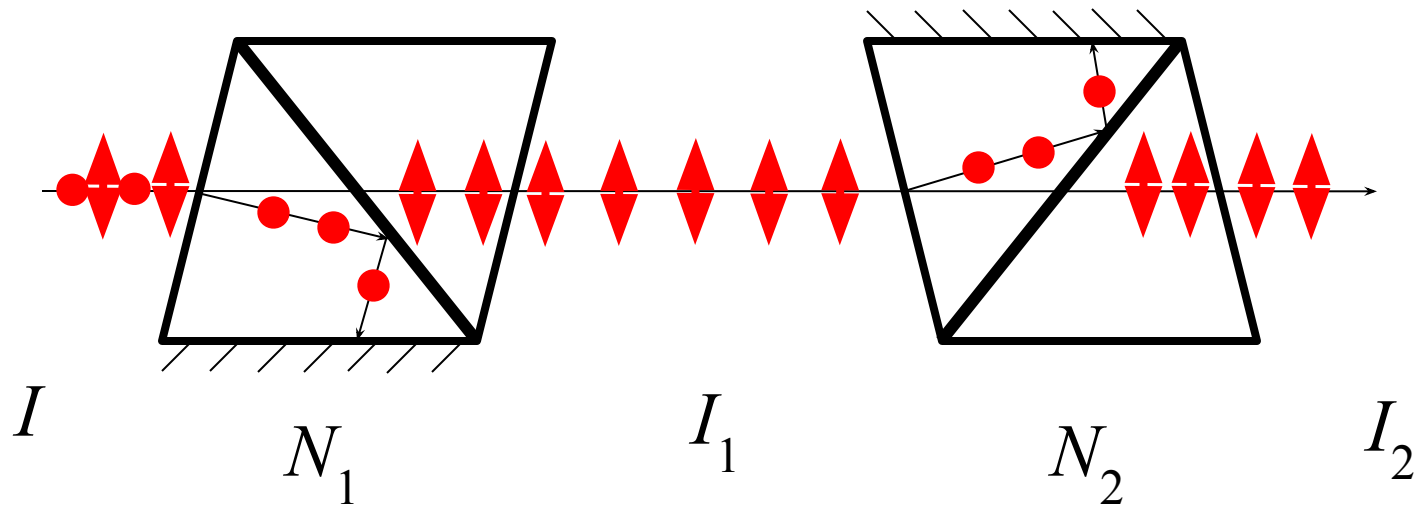
$$k_1 = k_2 = 0,05$$

Найти:

1) I/I_1 ;

2) I/I_2 .

Решение:



$$I_1 = \frac{1}{2} I \cdot (1 - k_1) \quad I_2 = I_1 \cdot \cos^2 \alpha \cdot (1 - k_2)$$

1.

$$I_1 = \frac{1}{2} I (1 - k_1)$$

$$\frac{I}{I_1} = \frac{2}{1 - k_1}$$

$$\frac{I}{I_1} = \frac{2}{1 - 0,05} = 2,10$$

2.

$$I_2 = I_1 \cdot \cos^2 \alpha \cdot (1 - k_2)$$

$$I_2 = \frac{1}{2} I \cdot (1 - k_1) \cdot \cos^2 \alpha \cdot (1 - k_2)$$

$$I_2 = \frac{I}{2} \cdot (1 - k)^2 \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\frac{I}{I_2} = \frac{2}{(1-k)^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{I}{I_2} = \frac{2}{(1-0,05)^2 \cdot \cos^2 60} = 8,86$$

Пластина кварца толщиной 1 мм, вырезанная перпендикулярно оптической оси кристалла, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света определённой длины волны на угол 20° . Какова должна быть толщина кварцевой пластинки, помещённой между двумя параллельными николями, чтобы свет был полностью погашен?

Дано:
 $d_1 = 1$ мм
 $\phi_1 = 20^\circ$
Найти:
 d_2

Си:
 $1 \cdot 10^{-3}$
м

Решение:

$$\varphi = \alpha \cdot d$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_1 = \alpha \cdot d_1 \\ \varphi_2 = \alpha \cdot d_2 \end{array} \right.$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$d_2 = \frac{d_1 \cdot \varphi_2}{\varphi_1}$$

$$\varphi_2 = 90^\circ$$

$$d_2 = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 90}{20} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$