

1396. $H=3\text{м}; h=1\text{м}; l_1=0,8\text{м}; l_2=1,2\text{м}.$

$\Delta L - ?$

$$\frac{H}{L_1 + l_1} = \frac{h}{l_1}; L_1 = \frac{l_1(H-h)}{h}; \frac{H}{L_2 + l_2} = \frac{h}{l_2};$$

$$L_2 = \frac{l_2(H-h)}{h}$$

$$\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{(H-h)(l_2 - l_1)}{h} = \frac{(3\text{м} - 1\text{м})(1,2\text{м} - 0,8\text{м})}{1\text{м}} = 0,8\text{ м}.$$

1397. $h=0,9; l_1=1,2\text{м}; l_2=1,5\text{м}; \Delta L=1\text{м}.$

$H - ?$

$$\frac{H}{L_1 + l_1} = \frac{h}{l_1}; L_1 = \frac{l_1(H-h)}{h}; \frac{H}{L_2 + l_2} = \frac{h}{l_2}; L_2 = \frac{l_2(H-h)}{h};$$

$$\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{(l_2 - l_1)(H-h)}{h};$$

$$H = h + \frac{\Delta L h}{l_2 - l_1} = 0,9\text{м} + \frac{1\text{м} \cdot 0,9\text{м}}{1,5\text{м} - 1,2\text{м}} = 3,9\text{ м}.$$

1398. Потому что на глаза фехтовальщика сквозь сетку попадает достаточно света. Когда мы смотрим на лицо фехтовальщика, то отраженный от лица фехтовальщика свет частично задерживается сеткой.

1399. Потому что свет, идущий от фар, отражается от лужи и отраженные лучи не попадают в глаза водителю.

1400. Из-за волнений воды на ней появляется большое число изображений Луны – лунная дорожка. На идеально гладкой поверхности воды может быть только одно изображение Луны – лунной дорожки нет. Так как наблюдатель может видеть не дальше горизонта, находясь на поверхности Земли, то лунная дорожка может быть направлена лишь в его сторону.

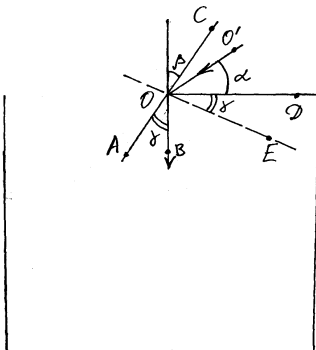
1401. Свет испытывает рассеяние на маленьких крупинках стекла.

1402. Из-за того, что количество отраженного света меньше непосредственно под самолетом, нежели со стороны горизонта (угол падения на горизонте больше угла падения на Землю под самолетом, следовательно, количество отраженного на горизонте света больше).

1403. В месте, где находится растительное масло, свет меньше рассеивается бумагой.

1404. Потому что поверхность влажных предметов более сглажена, поэтому свет отражается более «зеркально».

1405. За счет рассеяния на капельках влаги.



1406.

$$\alpha = 30^\circ.$$

$\beta - ?$

$$\beta = 90 - (\alpha + \gamma).$$

$$\angle DOE = \angle AOB = \gamma.$$

В силу зеркального отражения

$$\angle AOB = \angle COO' = \gamma$$

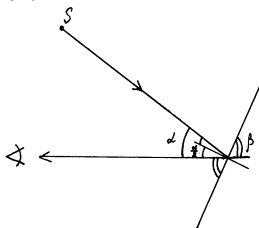
$$\gamma + \alpha + \gamma = 90^\circ;$$

$$\gamma = \frac{90^\circ - \alpha}{2} = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}.$$

$$\beta = 90 - (\alpha + 45 - \frac{\alpha}{2}) = 45^\circ - \frac{\alpha}{2};$$

$$\beta = 45^\circ - \frac{30^\circ}{2} = 30^\circ.$$

1407.

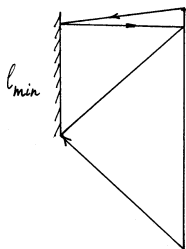


$$\alpha = 18^\circ,$$

$$\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} = 90^\circ - \frac{18^\circ}{2} = 81^\circ.$$

1408. Изображение Солнца будет перемещаться к берегу.

1409.



$$h = 182 \text{ см}; l_{\min} - ?$$

$$\text{Из рисунка: } l_{\min} \approx \frac{h}{2}.$$

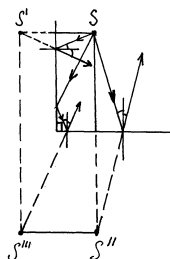
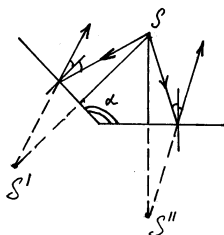
$$l_{\min} = \frac{182}{2} = 91 \text{ (см)}.$$

1410. $\alpha = \{120^\circ, 90^\circ, 72^\circ, 60^\circ, 45^\circ\}$.

N – ?

$$\underline{\alpha = 120^\circ}$$

$$\underline{\alpha = 90^\circ}$$



$\alpha = 120^\circ$: N=2;

$\alpha = 90^\circ$

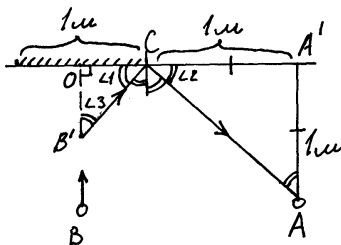
N=3;

N=4.

Подметим общую закономерность $N = \frac{360}{N} - 1$.

$\alpha = 60^\circ$: $N = \frac{360}{60} - 1 = 5$; $\alpha = 45^\circ$: $N = \frac{360}{45} - 1 = 7$.

1411.



*

Т. к. $AA' = CA'$, то $\angle A'AC = \angle A'CA = 45^\circ$

$\angle 1 = \angle 2 = \angle 3 = 45^\circ$, $\Rightarrow B'O = OC = \frac{1}{2} = 0,5$ (м).

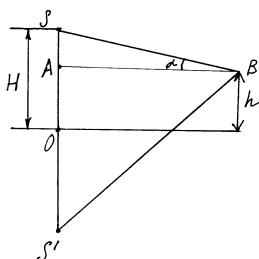
На расстоянии 0,5 м.

1412. 13,3 см.

1413. h, α , β .

H – ? (рис. 220)

$SO = SO' = H$.



$$SA=H-h; SA'=H+h$$

$$\frac{SA}{AB}=\operatorname{tg}\alpha; \frac{SA'}{AB}=\operatorname{tg}\beta.$$

$$\frac{SA'}{AB}=\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta}.$$

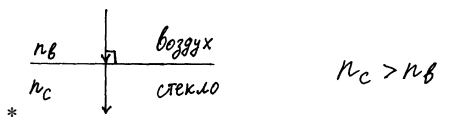
$$(H-h)\operatorname{tg}\beta=(H+h)\operatorname{tg}\alpha;$$

$$H=h\frac{\operatorname{tg}\beta+\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta-\operatorname{tg}\alpha}.$$

1414. Показатель преломления воздуха над костром меняется в зависимости от температуры воздуха над костром.

1415. Когда угол падения равен нулю.

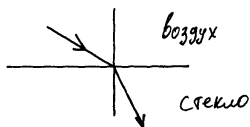
1416.



* а) $n_{\text{ст}} > n_{\text{в}}$

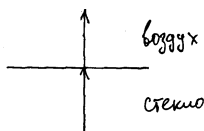
Воздух, $n_{\text{в}}$

Стекло, $n_{\text{ст}}$.



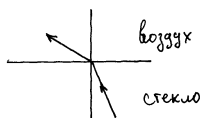
б) Воздух

Стекло;



в) Воздух

Стекло;



г) Воздух

Стекло.

1417. Воздух вблизи асфальта нагревается, его показатель преломления меньше, чем у вышележащих слоев воздуха. Из-за полного отражения асфальт «становится» хорошо отражающим свет – подобно воде.

1418. Для наблюдателя, находящегося под водой.

1419. Не может.

$$\mathbf{1420.} \quad \frac{v_c}{v_a} = \frac{n_a}{n_c}; \quad \frac{v_c}{v_a} = \frac{2,42}{1,56} = 1,55. \text{ В } 1,55 \text{ раза.}$$

$$\mathbf{1421.} \quad \alpha_{\text{пад}} = 45^\circ, \alpha_{\text{прел}} = 30^\circ.$$

$n - ? \quad v - ?$

$$n = \frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}}; \quad n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = 1,41.$$

$$\frac{v}{c} = \frac{1}{n_0}; \quad n_0 = 1,4; \quad v = \frac{c}{n_0}. \quad v = \frac{3 \cdot 10^8}{1,4} = 2,14 \cdot 10^8 \text{ (м/с).}$$

$$\mathbf{1422.} \quad v_1 = 225\,000 \text{ км/с}; \quad v_2 = 200\,000 \text{ км/с}; \quad \alpha_{\text{пад}} = 30^\circ.$$

$\alpha_{\text{прел}} - ?$

$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{v_1}{v_2}; \quad \sin \alpha_{\text{прел}} = \frac{v_2}{v_1} \sin \alpha_{\text{пад}}$$

$$\alpha_{\text{прел}} = \arcsin \left[\frac{v_2}{v_1} \sin \alpha_{\text{пад}} \right]$$

$$\alpha_{\text{прел}} = \arcsin \left[\frac{200000}{225000} \sin 30^\circ \right] \approx 26^\circ.$$

$$\mathbf{1423.} \quad n = 1,31.$$

$$\mathbf{1424.} \quad v = 240\,000 \text{ км/с}; \quad n = 1; \quad \alpha_{\text{пад}} = 25^\circ.$$

$\alpha_{\text{прел}} - ?$

$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{c \cdot n}{v} = \frac{c}{v}, \quad c = 3 \cdot 10^5 \text{ (км/с).}$$

$$\alpha_{\text{прел}} = \arcsin \left[\frac{v}{\tilde{n}} \sin \alpha_{\text{пад}} \right]; \quad \alpha_{\text{прел}} = \arcsin \left[\frac{2,4 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^5} \sin 25^\circ \right] \approx 20^\circ.$$

$$\mathbf{1425.} \quad \alpha_{\text{пад}(0)} = 35^\circ; \quad \alpha_{\text{прел}(0)} = 25^\circ; \quad \alpha_{\text{пад}(1)} = 50^\circ.$$

$\alpha_{\text{прел}(1)} - ?$

$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}(0)}}{\sin \alpha_{\text{прел}(0)}} = \frac{\sin \alpha_{\text{пад}(1)}}{\sin \alpha_{\text{прел}(1)}};$$

$$\alpha_{\text{прел}(1)} = \arcsin \left[\frac{\sin \alpha_{\text{пад}(1)}}{\sin \alpha_{\text{прел}(0)}} \sin \alpha_{\text{прел}(1)} \right].$$

$$\alpha_{\text{прел}(1)} = \arcsin \left[\frac{\sin 25^\circ}{\sin 35^\circ} \sin 50^\circ \right] \approx 34^\circ.$$

1426. $n_{\text{гл}}=1,47$; $n_{\text{в}}=1,33$; $\alpha_{\text{пад}}=30^\circ$. $\alpha_{\text{прел}} - ?$

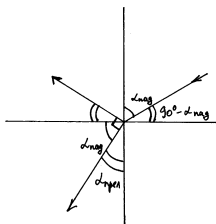
$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{гл}}}$$

$$\alpha_{\text{прел}} = \arcsin \left[\frac{n_{\text{гл}}}{n_{\text{в}}} \cdot \sin \alpha_{\text{пад}} \right]; \alpha_{\text{прел}} = \arcsin \left[\frac{1,47}{1,33} \cdot \sin 30^\circ \right] \approx 33,5^\circ.$$

1427. $\alpha_{\text{пад}}=15^\circ$; $n_{\text{л}}=1,31$; $n_{\text{в}}=1$. $\alpha_{\text{прел}} - ?$

$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{л}}}; \alpha_{\text{прел}} = \arcsin \left[\frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{л}}} \cdot \sin \alpha_{\text{пад}} \right]; \alpha_{\text{прел}} = \arcsin \left[\frac{1,31}{1} \cdot \sin 15^\circ \right] \approx 20^\circ.$$

1428. $\alpha=90^\circ$; $n=1$; $n_2=1,33$



Из рисунка $\alpha_{\text{прел}}=90^\circ-\alpha_{\text{пад}}$.

$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{n_2}{n_1};$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{пад}} = \frac{n_2}{n_1}; \alpha_{\text{пад}} = \operatorname{arctg} \frac{n_2}{n_1};$$

$$\alpha_{\text{пад}} = \operatorname{arctg} 1,33 \approx 53^\circ.$$

1429. $n_{\text{р}}=1$; $n_{\text{сн}}=1,36$; $\alpha=120^\circ$.

$\alpha_{\text{прел}} - ?$

*

Из рисунка: $90^\circ - \alpha_{\text{пад}} = 60^\circ$; $\alpha_{\text{пад}} = 60^\circ + \alpha_{\text{прел}}$.

$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{\sin (60^\circ + \alpha_{\text{прел}})}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{n_{\text{сн}}}{n_{\text{в}}};$$

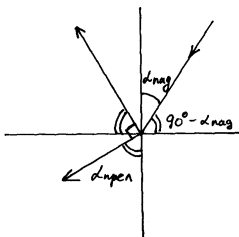
$$\frac{\sin 60^\circ \cos \alpha_{\text{прел}} + \cos 60^\circ \sin \alpha_{\text{прел}}}{\sin 2 \alpha_{\text{прел}}} = n_{\text{сн}};$$

$$\sin 60^\circ \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\text{прел}} = n_{\text{сн}} - \cos 60^\circ;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \left[\frac{\sin 60^\circ}{n_{\text{сн}} - \cos 60^\circ} \right];$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left[\frac{\sqrt{3}}{2(1,36 - 0,5)} \right] \approx 45^\circ.$$

1430. $\alpha_{\text{пад}}=30^\circ$; $n_1=2,4$; $\alpha=90^\circ$. $n_2 - ?$



*

Из рисунка: $\alpha_{\text{прел}} = 90^\circ - \alpha_{\text{пад}}$.

$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\cos \alpha_{\text{пад}}} = \operatorname{tg} \alpha_{\text{пад}} = \frac{n_2}{n_1}.$$

$$n_2 = n_1 \operatorname{tg} \alpha_{\text{пад}} \approx 1,39.$$

1431. $\alpha_{\text{прел}} = 32^\circ$; $n_2 = 1,33$; $n_1 = 1$. $\beta = ?$

Из рисунка: $\alpha_{\text{прел}} = 90^\circ - \alpha_{\text{пад}}$.

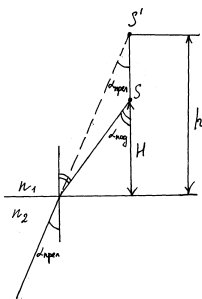
$$\frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{\sin \alpha_{\text{прел}}} = \frac{n_2}{n_1}.$$

$$\alpha_{\text{пад}} = \arcsin \left[\frac{n_2}{n_1} \sin \alpha_{\text{прел}} \right]$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha_{\text{пад}} = 90^\circ - \arcsin \left[\frac{n_2}{n_1} \sin \alpha_{\text{прел}} \right].$$

$$\beta = 90^\circ - \arcsin [1,33 \sin 32^\circ] \approx 45^\circ.$$

1432. $h = 2,5$ м; $n_1 = 1$; $n_2 = 1,33$. $H = ?$



*

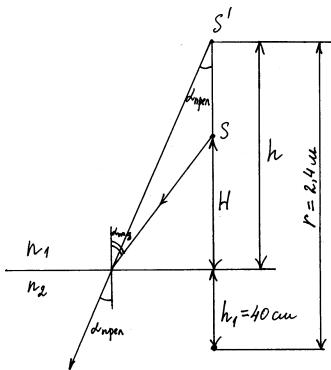
$$H \operatorname{tg} \alpha_{\text{пад}} = h \operatorname{tg} \alpha_{\text{прел}}.$$

$$h = H \frac{\operatorname{tg} \alpha_{\text{прел}}}{\operatorname{tg} \alpha_{\text{пад}}}.$$

Т. к. углы $\alpha_{\text{прел}}$ и $\alpha_{\text{пад}}$ малы, то $\operatorname{tg} \alpha_{\text{прел}} \approx \sin \alpha_{\text{прел}}$, $\operatorname{tg} \alpha_{\text{пад}} \approx \sin \alpha_{\text{пад}}$.

$$H = h \frac{\sin \alpha_{\text{прел}}}{\sin \alpha_{\text{пад}}} = h \frac{n_1}{n_2} = 2,5 \text{ м} \cdot 1/1,33 \approx 1,9.$$

1433.



*

$$h_1 = 40 \text{ см}; n = 2,4 \text{ м}; n_1 = 1; n_2 = 1,33.$$

$$H = h \frac{n_1}{n_2} \quad (\text{см. задачу 1432}).$$

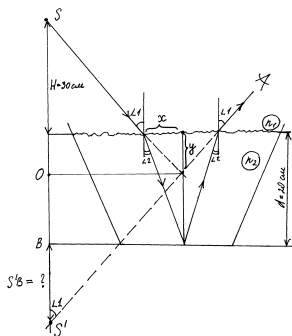
$$h = r - h_1.$$

$$H = (r - h_1) \frac{n_1}{n_2}.$$

$$H = (2,4 - 0,4) \frac{1}{1,33} = 1,5 \text{ (м)}.$$

1434. $n_1 = 1; n_2 = 1,33. \frac{v}{v'} = ?; \frac{v}{v'} = \frac{n_2}{n_1} = n_2; \frac{v}{v'} = 1,33.$

1435.



*

$$SO=S'O; SB'=SO-OB;$$

$$x=\text{dtg}\angle 2.$$

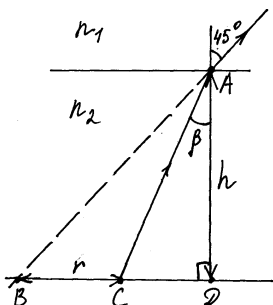
$$\frac{x}{y}=\text{tg}\angle 1;$$

$$y=\frac{x}{\text{tg}\angle 1}=d\frac{\text{tg}\angle 2}{\text{tg}\angle 1}=d\frac{\sin\angle 2}{\sin\angle 1}=d\frac{n_1}{n_2}=15\text{ (cm)}.$$

$$SO=30+y=30+15=45\text{ (cm)}. OB=d-y=20-15=5\text{ (cm)}.$$

$$S'B=SO-OB=45-5=40\text{ (cm)}.$$

$$1436. h=32\text{ cm}; \alpha=45^\circ; n_1=1; n_2=1,33. r=?$$



*

$$\angle BAD=\angle ABD=\alpha=45^\circ\Rightarrow BD=AD=h;$$

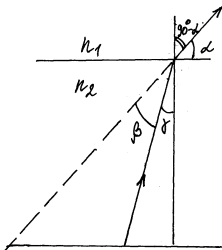
$$r=h-CD=h-\text{htg}\beta=h(1-\text{tg}\beta).$$

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{n_2}{n_1};$$

$$\beta=\arcsin\left(\frac{n_1}{n_2}\sin\alpha\right); r=h(1-\text{tg}[\arcsin(\frac{n_1}{n_2}\sin\alpha)])$$

$$r=32(1-\text{tg}[\arcsin\frac{1}{1,33}\cdot\sin 45^\circ])=11,9\text{ (cm)}.$$

$$1437. \alpha, 2l, n_2=\frac{4}{3}; n_1=1. \beta=?$$



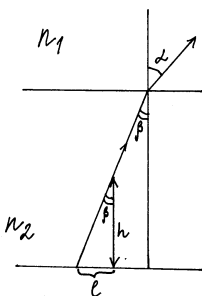
*

$$\beta = 90^\circ - \alpha - \gamma$$

$$\frac{\sin \gamma}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{n_2} = \frac{3}{4}$$

$$\sin \gamma = \frac{3}{4} \cos \alpha; \gamma = \arcsin\left(\frac{3}{4} \cos \alpha\right); \beta = 90^\circ - \alpha - \arcsin\left(\frac{3}{4} \cos \alpha\right).$$

1438. $h = 1,25$ м; $\alpha = 38^\circ$; $n_1 = 1$; $n_2 = 1,33$. $l = ?$



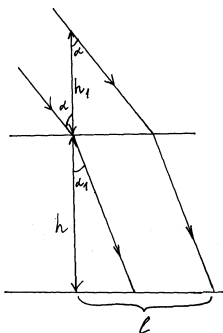
*

$$l = h \tan \beta.$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_2; \beta = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n_2}\right)$$

$$l = h \tan\left[\arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n_2}\right)\right]; l = 1,25 \cdot \tan\left[\arcsin\left(\frac{\sin 38^\circ}{1,33}\right)\right] \approx 0,65 \text{ (м)}.$$

1439. $h = 1,5$ м; $h_1 = 30$ см; $\alpha = 45^\circ$; $n_1 = 1$; $n_2 = 1,33$. $l = ?$

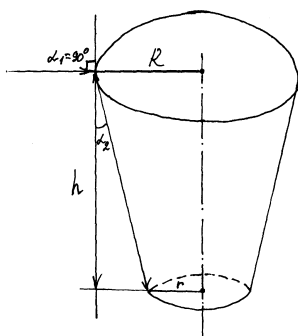


*

$$l = h \tan \alpha_1 + h_1 \tan \alpha; \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_2; \alpha_1 = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n_2}\right)$$

$$l = h \tan\left[\arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n_2}\right)\right] + h_1 \tan \alpha. \quad l = 1,5 \tan\left[\arcsin\left(\frac{\sin 45^\circ}{1,33}\right)\right] + 0,3 \tan 45^\circ = 1,24 \text{ (m)}.$$

1440. $R=8 \text{ м; } h=2 \text{ м; } n_b = \frac{4}{3} . \quad r = ?$



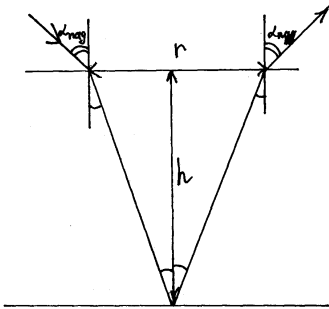
*

$$r = R - h \tan \alpha_2; \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = n_b = \frac{4}{3};$$

$$\text{т. к. } \alpha_1 = 90^\circ, \text{ то } \sin \alpha_2 = \frac{1}{n_b}. \quad \tan \alpha_2 = \frac{\sin \alpha_2}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_2}} = \frac{1}{n_b \sqrt{1 - \frac{1}{n_b^2}}} = \frac{1}{\sqrt{n_b^2 - 1}}.$$

$$r = R - \frac{1}{\sqrt{n_B^2 - 1}} \quad ; \quad r = 8 - \frac{2}{\sqrt{(\frac{4}{3})^2 - 1}} \approx 5,73 \text{ (м)}.$$

1441. $h=1,2 \text{ м}$; $\alpha_{\text{пад}}=30^\circ$, $n=\frac{4}{3}$. $r = ?$



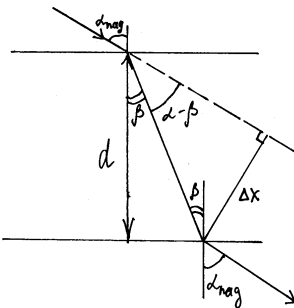
*

$$r = 2h \operatorname{tg} \alpha_{\text{отр}}.$$

$$\frac{\sin \alpha_{\text{отр}}}{\sin \alpha_{\text{пад}}} = \frac{1}{n} \quad ; \quad \sin \alpha_{\text{отр}} = \frac{\sin \alpha_{\text{пад}}}{n}.$$

$$r = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot \sin 30^\circ}{\sqrt{(\frac{4}{3})^2 - \sin^2 30^\circ}} = 0,97 \text{ (м)}.$$

1442. $d=2 \text{ м}$; $n=1,6$; $\alpha=55^\circ$. $\Delta x = ?$



*

$$\Delta x = \frac{d}{\cos \beta} \sin(\alpha - \beta) = (d \sin \alpha - d \cos \alpha \operatorname{tg} \beta).$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n; \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}; \operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}; \Delta x = d(\sin \alpha) \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right).$$

$$l = 4 \cdot \sin 55^\circ \left(1 - \frac{\cos 55^\circ}{\sqrt{1,6^2 - \sin^2 55^\circ}} \right) = 1,9 \text{ (cm)}.$$

1443. $\alpha = 30^\circ$; $n_{\text{cr}} = 1,5$; $\Delta x = 1,94 \text{ cm}$. $d = ?$

$$\Delta x = d \sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right); d = \frac{\Delta x}{\sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)}.$$

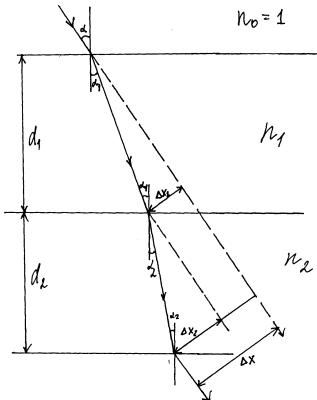
$$d = \frac{1,94}{\sin 30^\circ \left(1 - \frac{\cos 30^\circ}{\sqrt{1,5^2 - \sin^2 30^\circ}} \right)} = 10 \text{ (cm)}.$$

1444. $\sin \alpha = 0,8$; $\Delta x = 2 \text{ cm}$; $n = 1,7$.

$$d = \frac{\Delta x}{\sin \alpha \left(1 - \sqrt{\frac{1 - \sin^2 \alpha}{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)};$$

$$d = \frac{2}{0,8 \left(1 - \sqrt{\frac{1 - 0,8^2}{1,7^2 - 0,8^2}} \right)} = 4,17 \text{ (cm)}.$$

1445. $d_1 = 16 \text{ mm}$; $d_2 = 24 \text{ mm}$; $n_0 = 1$; $n_1 = 1,5$; $n_2 = 1,8$; $\alpha = 48^\circ$. $\Delta x = ?$



*

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2.$$

$$\Delta x_1 = \frac{d_1}{\cos \alpha_1} \cdot \sin(\alpha - \alpha_1); \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_1} = \frac{n_1}{n_0} = n_1;$$

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{\sin \alpha}{n_1}; \alpha_1 = \arcsin \left(\frac{\sin 48^\circ}{1,5} \right) = 29,7^\circ.$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}; \alpha_2 = \arcsin \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \alpha_1 \right)$$

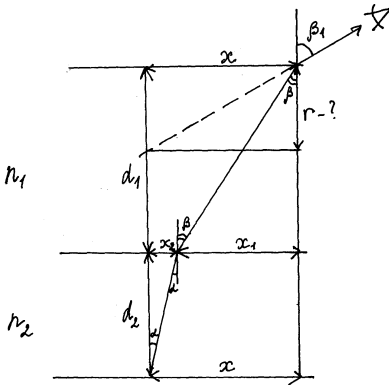
$$\alpha_2 = \arcsin \left(\frac{1,5}{1,8} \cdot \sin 29,7^\circ \right) = 24,4^\circ.$$

$$\Delta x_2 = \frac{d_2}{\cos \alpha_2} \cdot \sin(\alpha - \alpha_2).$$

$$\Delta x = \frac{d_1}{\cos \alpha_1} \cdot \sin(\alpha - \alpha_1) + \frac{d_2}{\cos \alpha_2} \cdot \sin(\alpha - \alpha_2).$$

$$\Delta x = \frac{16}{\cos 29,7^\circ} \cdot \sin(48 - 29,7^\circ) + \frac{24}{\cos 24,4^\circ} \cdot \sin(48^\circ - 24,4^\circ) = 16 \text{ (мм)}.$$

1446. $n_1=1,3$; $n_2=1,5$; $d_1=3$ см; $d_2=5$ см. r – ?



*

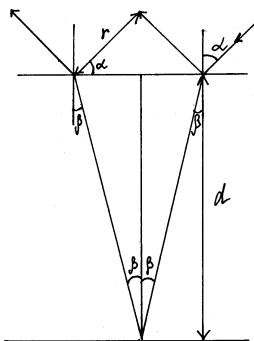
$$r = \frac{x_1 + x_2}{\operatorname{tg} \beta_1}; x_1 = d_1 \operatorname{tg} \beta; x_2 = d_2 \operatorname{tg} \alpha$$

Т. к. углы β , β_1 α малы, то $\frac{\sin \beta}{\sin \beta_1} = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta_1} = \frac{1}{n_1}$; $\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \beta_1}{n_1}$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta_1} n_1 = \frac{n_1}{n_2}; \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta_1} = \frac{1}{n_2}; \therefore r = \frac{d_1 \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta_1} + d_2 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta_1} = \frac{d_1}{n_1} + \frac{d_2}{n_2}.$$

$$r = \frac{3}{1,3} + \frac{5}{1,5} \approx 5,6 \text{ (см)}.$$

1447. $d=1$ см; $n=1,73$, $\alpha=60^\circ$. n – ?



*

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n; \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} \cdot n = 2d \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}};$$

$$n = 2 \cdot 1 \cdot \frac{\sin 60^\circ \cos 60^\circ}{\sqrt{1,73^2 - \sin^2 60^\circ}} \approx 0,58 \text{ (cm)}.$$

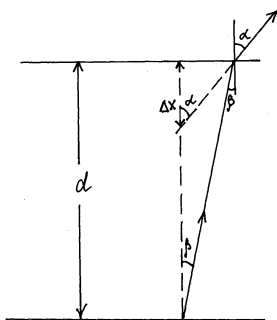
1448. $d=5 \text{ cm}$; $\alpha=30^\circ$, $n=2,5 \text{ (cm)}$.

См. рис. к 1447:

$$n = 2d \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} = \frac{d \sin 2\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}; n^2 - \sin^2 \alpha = \frac{d^2 \sin^2 2\alpha}{n^2};$$

$$n = \sqrt{\frac{d^2 \sin^2 2\alpha}{n^2} + \sin^2 \alpha}; n = \sqrt{\frac{5^2 \sin^2 (2 \cdot 30^\circ)}{2,5^2} + \sin^2 30^\circ} \approx 1,8.$$

1449.



*

$\Delta x = 3 \text{ mm}$, $d = 4,5 \text{ mm}$.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n; \Delta x \operatorname{tg} \alpha = d \operatorname{tg} \beta; \text{ т. к. углы малы: } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = n = \frac{d}{\Delta x};$$

$$n = \frac{4,5}{3} = 1,5 \text{ (мм)}.$$

1450.

$$\frac{\sin \alpha_{\min}}{\sin \alpha_2} = \frac{1}{k}; \frac{\sin \alpha_{\min}}{\sin \alpha_3} = \frac{\sin \alpha_{\min}}{\sin \alpha_2} \cdot \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_3} = \frac{1}{k^2}.$$

$$n; n_{i+1} = \frac{n_i}{k}; i=1, 2, \dots, N.$$

$\alpha_{\min} - ?$

$$\frac{\sin \alpha_{\min}}{\sin \alpha_1} = n; \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{k};$$

$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_3} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{1}{k}. \sin \alpha_{\min} = n \sin \alpha_1 = n \sin \alpha_2 \cdot \frac{1}{k} = \frac{n}{k} \sin \alpha_3 \cdot \frac{1}{k} = \dots = \frac{n}{k^{N-1}} \sin \alpha_N.$$

1) Если луч испытывает полное отражение на границе N-ой пластины и воздуха, то получаем

$$\frac{\sin \alpha_N}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n_N} = \frac{1}{n} k^{N-1}, \sin \alpha_{\min} = \frac{n}{k^{N-1}} \cdot \frac{k^{N-1}}{n} = 1;$$

$$\alpha_{\min} = 90^\circ,$$

т. е. луч должен падать на 1-ю пластину под углом 90° , чего быть не может, поэтому луч не может испытать полного отражения при выходе из N-й пластины.

2) Если луч испытывает полное отражение на какой-то i-й пластине, $1 < i < N$, то

$$\frac{\sin \alpha_i}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{k},$$

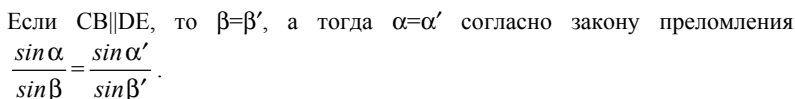
$$\text{т. е. } \sin \alpha_{\min} = \frac{n}{k^{i-1}} \sin \alpha_i = \frac{n}{k^i} \leq 1, \text{ но } \frac{n}{k^i} - \text{показатель преломления (i+1)-й}$$

пластины – всегда больше 1.

Приходим к выводу, что под каким бы углом $\alpha_{\min} (< 90^\circ)$ ни упал луч на 1-ую пластину, он всегда пройдет через стопку N пластин. Таким образом, не существует $\alpha_{\min} (\alpha_{\min} < 90^\circ)$.

1451.

Доказать: $AB \parallel EF$.


$$\angle 1' = \angle 2' = 90^\circ, \Rightarrow \angle 1 + \angle 2 = 90^\circ.$$

Углы $(\angle 1' + \angle 1)$ и $(\angle 2' + \angle 2)$ – внутренние односторонние при прямых CB и DE и секущей CD. Их сумма равна 180° . Следовательно, $CB \parallel DE$, а значит, и $AB \parallel EF$, ч. т. д.

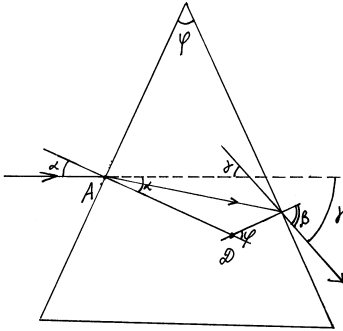
1452. $\alpha=40^\circ$; $n=1,5$. φ – ?

$$\frac{\sin \beta'}{\sin \beta} = n;$$

$$\beta' = \arcsin(n \sin \alpha).$$

$$\varphi = \arcsin(1,5 \sin 40^\circ) - 40^\circ = 34,5^\circ.$$

267



*

Рассмотрим четырехугольник ABCD. Сумма его внутренних углов равна 360° , поэтому

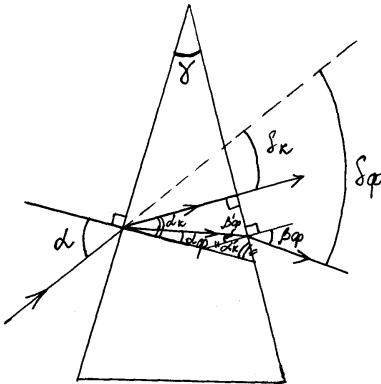
$$\alpha + \beta + (180^\circ - \gamma) + (180^\circ - \varphi) = 360^\circ$$

$$\alpha + \beta = \varphi + \gamma$$

$$\varphi = \alpha + \beta - \gamma;$$

$$\varphi = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}.$$

1454.



$$\gamma = 45^\circ; n_K = 1,37; n_\Phi = 1,42.$$

$$1) \alpha'_K = 90^\circ - \gamma = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ; \alpha_K = 90^\circ - 2'_K = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ.$$

$$S_K = \alpha - \alpha_K; \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_K} = n_K; \sin \alpha = n_K \alpha = n_K \sin \alpha_K.$$

$$\alpha = \arcsin(n_K \sin \alpha_K).$$

$$S_k = \arcsin(n_k \sin \alpha_k) - \alpha_k;$$

$$S_k = \arcsin(1,37 \cdot \sin 45^\circ) - 45^\circ = 30,6^\circ.$$

$$2) \alpha + \beta_\phi = \gamma + S_\phi \text{ (см. 1453).}$$

$$\frac{\sin \beta_\phi}{\sin \beta'_\phi} = n_\phi;$$

$$\sin \beta_\phi = n_\phi \sin \beta'_\phi.$$

$$\alpha_\phi + \beta'_\phi = 90^\circ - \alpha'_k = 45^\circ.$$

$$\beta'_\phi = 45^\circ - \alpha_\phi$$

$$\frac{\sin \alpha_\phi}{\sin \alpha} = \frac{1}{n_\phi}; \sin \alpha_\phi = \frac{\sin \alpha}{n_\phi}.$$

$$\alpha_\phi = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n_\phi}\right) = \arcsin\left(\frac{n_k}{n_\phi} \sin \alpha_k\right);$$

$$\beta_\phi = 45^\circ - \arcsin\left(\frac{n_k}{n_\phi} \sin \alpha_k\right)$$

$$\beta_\phi = 45^\circ - \arcsin \frac{1,37}{1,42} \cdot \sin 45^\circ \approx 2^\circ.$$

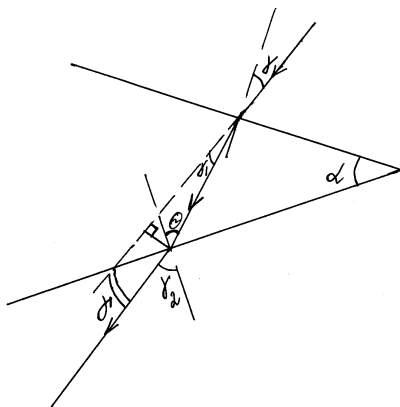
$$S_\phi = \arcsin(n_\phi \sin \alpha_\phi) + \beta_\phi - \gamma$$

$$S_\phi = \arcsin(1,37 \cdot \sin 45^\circ) + 2^\circ - 45^\circ = 32,6^\circ.$$

1455.

$$\alpha; n; a) \gamma; б) \gamma = 0.$$

$$\gamma = (n-1)\alpha - \text{доказать.}$$



$$\gamma + \gamma_2 = \alpha + \gamma' \text{ (см. 1453).}$$

$$\gamma' = \gamma + \gamma_2 - \alpha.$$

$$\frac{\sin \gamma}{\sin \gamma'} = n;$$

т. к. углы малы, то $\gamma = n\gamma'$;

$$\varphi = \alpha + \gamma'.$$

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \gamma_2} = \frac{1}{n}; \sin \gamma_2 = n \sin \varphi.$$

Но углы γ_2 и φ малы, значит

$$\gamma_2 = n\varphi = n(\alpha + \gamma')$$

$$\gamma = \gamma + n(\alpha + \gamma') - \alpha = 2n\gamma' + \alpha(n-1).$$

Т. к. $\gamma' < \alpha$, то можно пренебречь слагаемым $2n\gamma'$ в силу малости углов.

Следовательно, получаем ответ $\gamma' = (n-1)\alpha$.

1456. 1) Часть светового луча отражается от боковой поверхности, предварительно пройдя и преломившись через основание конуса, и вторично преломляется на боковой поверхности конуса, выходя из него.

2) Часть светового пучка, прошедшего через основание конуса (испытывав преломление) и попав на боковую поверхность конуса, выходит из него, также испытывая преломление.

3) Лучи могут не выйти из конуса из-за полного внутреннего отражения. Это возможно, когда угол преломления на границе воздух-плексиглас $\alpha' = 180^\circ - \alpha - \beta_1$, где β_1 – угол полного отражения плексигласа.

1457. $n_c = 1,52$; а) $n_{\text{воз}} = 1$; $n_c = 1,52$;

б) $n_{\text{воды}} = 1,33$; $n_{\text{воз}} = 1$;

в) $n_c = 1,52$; $n_{\text{воды}} = 1,33$. $\alpha_0 = ?$

а) $\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_{\text{воз}}}{n_c}$, $\alpha_0 = \arcsin \frac{1}{n_c}$. $\alpha_0 = \arcsin(\frac{1}{1,52}) > 41,14^\circ$;

б) $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_{\text{воды}}}$; $\alpha_0 = \arcsin \frac{1}{1,33} = 48,75^\circ$.

в) $\sin \alpha_0 = \frac{n_{\text{воды}}}{n_c}$; $\alpha_0 = \arcsin \frac{1,33}{1,52} = 61,05^\circ$.

1458. $n_k = 1,51$; $n_\phi = 1,53$. $\alpha_{\text{ок}} = ?$ $\alpha_{\text{оф}} = ?$

$n_{\text{возд}} = 1$

$$\sin \alpha_{\text{ок}} = \frac{n_{\text{воз}}}{n_k} = \frac{1}{1,51};$$

$$\alpha_{\text{ок}} = 41,47^\circ.$$

Аналогично $\alpha_{\text{оф}} = 40,8^\circ$.

1459. $\alpha_0 = 42^\circ 23'$. $v = ?$

$$\frac{v}{c} = \frac{n_{\text{вак}}}{n_{\text{ск}}} = \frac{1}{n_{\text{ск}}},$$

$n_{\text{ск}}$ – абсолютный показатель преломления скипидара,

$n_{\text{вак}}=1$ —вакуума.

$$v \frac{c}{n_{\text{ск}}}; v=c \sin \alpha_0; v=3 \cdot 10^8 \cdot \sin 42^\circ 23' = 2 \cdot 10^8 \text{ (м/с)}.$$

1460. Полное отражение невозможно, т.к. свет переходит из менее в более плотную оптическую среду.

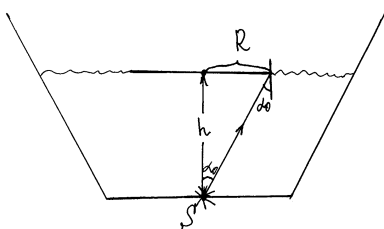
1461. Так как максимальный предельный угол отражения для стекла ($\sim 42^\circ$) меньше 45° , то из-за полного отражения жук не виден.

1462. $n_{\text{ст}} - ?$

Угол падения луча на вертикальную стенку пластинки α должен быть больше максимального угла отражения для стекла, т. е. $\alpha \geq 42^\circ$.

$$\sin \alpha \leq \frac{1}{n_{\text{ст}}}. n_{\text{ст}} \geq \frac{1}{\sin 42^\circ} \cong 1,49.$$

1463. $h=10$ см; $n_{\text{воды}}=1,33$; $n_{\text{возд}}=1$. $R - ?$



$R = h \operatorname{tg} \alpha_0$, где α_0 — угол полного отражения на границе вода—воздух.

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_{\text{возд}}}{n_{\text{воды}}} = \frac{1}{n_{\text{воды}}}; \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{\sin \alpha_0}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_0}} = \frac{1}{\sqrt{n_{\text{воды}}^2 - 1}};$$

$$R = \frac{h}{\sqrt{n_{\text{воды}}^2 - 1}}; R = \frac{10}{\sqrt{1,33^2 - 1}} = 11,4 \text{ (см)}.$$

1464. $H=26$ см; $n=1,64$. $S - ?$

$$S = \pi R^2, \text{ где } R = \frac{h}{\sqrt{n^2 - 1}} \text{ (см. задачу 1463).}$$

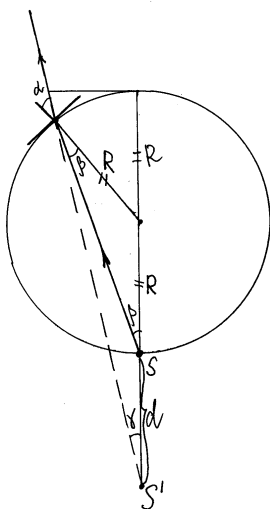
$$S = \frac{\pi h^2}{(\sqrt{n^2 - 1})^2} = \frac{\pi h^2}{n^2 - 1}; S = \frac{3,14 \cdot 26^2}{1,64^2 - 1} = 1256 \text{ (см}^2\text{)}.$$

1465. $n=1,8$; $d=2$ см. $h - ?$

$$d=2R, \text{ где } R = \frac{h}{\sqrt{n^2 - 1}} \text{ (см. задачу 1463).}$$

$$h = \frac{d}{2} \sqrt{n^2 - 1}; h = \frac{2}{2} \sqrt{1,8^2 - 1} = 1,5 \text{ (см)}.$$

1466. R; $n = \frac{4}{3}$. d - ?

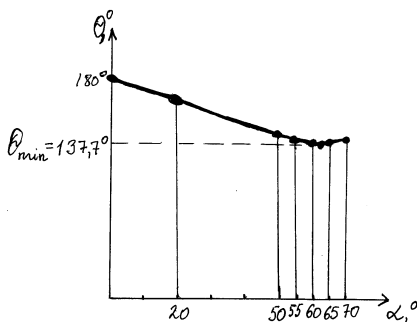

$$\varphi=180^{\circ}+2\alpha-4\alpha'. \frac{\sin\alpha'}{\sin\alpha}=\frac{1}{n}; \sin\alpha'=\frac{\sin\alpha'}{n}; \alpha'=\arcsin(\frac{\sin\alpha}{n}).$$

Ответ: $\varphi = 180^\circ + 2\alpha - 4 \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n}\right)$, $n=1,33$.

1468. а) $\alpha = 0^\circ, 20^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ, 70^\circ$.

Угол отклонения $\Theta = 180^\circ + 2\alpha - 4 \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n}\right)$, $n=1,33$.

α	0°	20°	50°	55°	60°	65°	70°
Θ	180°	$160,4^\circ$	$139,7^\circ$	$138,3^\circ$	$137,9^\circ$	$138,7^\circ$	$140,7^\circ$



б) из графика: $\Theta_{\min} = 137,7^\circ$;

в) Вблизи $\Theta = 138^\circ$.

п. 60.

Линзы.

1469. Не всегда.

1470. Получить с помощью линзы четкое изображение какого-либо предмета и измерить расстояние от линзы до поверхности, на которой получено четкое изображение.

1471. Яркость изображения уменьшится.

1472. $D=4$ дптр. F – ?

$$F = \frac{1}{D}; F = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ (м)}.$$

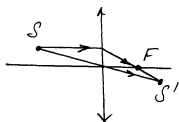
Линза собирающая ($D > 0$).

1473. $D = -2,5$ дптр. F – ?

$$F = \frac{1}{D}; F = \frac{1}{-2,5} = -0,4 \text{ (м)}.$$

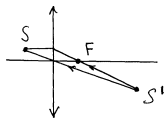
Линза рассеивающая.

1474.



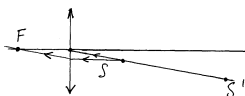
линза собирающая

а) Собирающая.



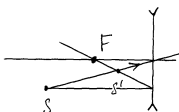
Линза собирающая

б) Собирающая.



Собирающая

в) Собирающая.

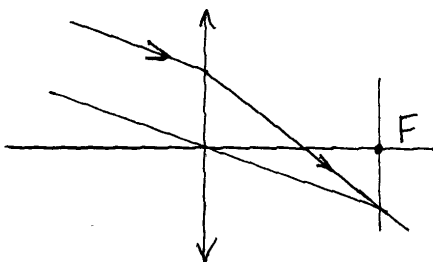


Рассеивающая

г) Рассеивающая.

1475. В ящике а) – собирающая, в ящике б) – рассеивающая.

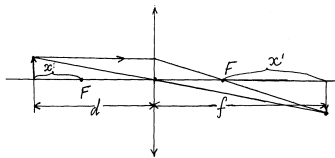
1476.



1477. Капля клея в данном случае играет роль собирающей линзы. Буквы под каплей кажутся больше соседних, потому что расположены между собирающей линзой и ее фокусом.

1478. Изображением будет точка, окруженная светлым ореолом.

1479. Доказать: (1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$; $\Leftrightarrow x \cdot x' = F^2$ (2).



$$d=x+F; f=x'+F$$

$$\frac{1}{\delta + F} + \frac{1}{\delta' + F} = \frac{1}{F}; F(x' + x + 2F) = xx' + Fx + Fx' + F^2; F^2 = xx'.$$

Получим, что из 1-й формулы следует 2-ая, следовательно, из 2-й следует 1-я, что и требовалось доказать.

1480. $D=5$ дптр; $d=60$ см. f – ?

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = F; f = \frac{1}{D - \frac{1}{d}}; f = \frac{1}{5 - \frac{1}{60 \cdot 10^{-2}}} = 0,3 \text{ (м)}.$$

Изображение действительное, уменьшенное, перевернутое.

1481. $d=F+25$ (см); $f=F+36$ (см). F – ?

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \frac{1}{F} = \frac{1}{F+25} + \frac{1}{F+36}; F=30 \text{ (см)}.$$

1482. $f+d=2$ (м); $d=40$ см. F – ?

$$f = \alpha - d; f = 2 - 0,4 = 1,6 \text{ (м)}.$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}; F = \frac{1}{\frac{1}{1,6} + \frac{1}{2}} = 0,32 \text{ (м)}.$$

1483. $f=9$ см; $F=12$ см. d – ?

$$\text{Для рассеивающей линзы: } \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F};$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{F}; d = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{F}}; d = \frac{1}{\frac{1}{9} - \frac{1}{12}} = 36 \text{ (см)}.$$

1484. $d_0=40$ см; $D=2$ дптр; $\Delta d=15$ см. (f_0-f_1) – ?

$$d_1 = d_0 - \Delta d; d_1 = 40 - 15 = 25 \text{ (см)}.$$

$$F = \frac{1}{D}; F = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ (м)} = 50 \text{ (см)} > d_1 = 40 \text{ см},$$

значит, изображение мнимое.

$$\text{Тогда } \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \text{ (справа знак «+», т. е. линза собирающая } D = \frac{1}{F} > 0).$$

$$\frac{1}{d_0} - \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{f_0} = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{f_0} = \frac{1}{40} - \frac{1}{50} = 0,005 \text{ (см)}. \quad f_0 = 2 \cdot 10^2 \text{ (см)} = 2 \text{ м};$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{F}; \quad f_1 = \frac{1}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{F}}; \quad f_1 = \frac{1}{\frac{1}{25} - \frac{1}{50}} = 50 \text{ (см)} = 0,5 \text{ (м)}. \quad f_0 - f_1 = 2 - 0,5 = 1,5 \text{ (м)}.$$

1485. $d_0 = 12,5 \text{ м}$; $f_0 = 85 \text{ см}$; $d_1 = 10 \text{ м}$. $f_1 = ?$

Так как действительное изображение может быть только в собирающей линзе, то $F > 0$.

$$\begin{cases} \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F} \\ \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \end{cases}$$

Решая систему, получаем ответ: $f_1 = 86,5 \text{ (см)}$.

1486. $f + d = 120 \text{ см}$; $F = 25 \text{ см}$. $d = ?$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{120 - d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{25}; \quad \text{из этого уравнения получаем:}$$

$d_1 = 84,5 \text{ см}$; $d_2 = 35,5 \text{ см}$.

1487. $f + d = 1 \text{ м}$; $F_1 = 21 \text{ см}$. $d = ?$

$$1) \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{1 - d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{0,21};$$

из последнего уравнения $d_1 = 0,7 \text{ (м)}$, $d_2 = 0,3 \text{ (м)}$.

$$2) \quad \frac{1}{1 - d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_2}; \quad \frac{1}{1 - d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{0,26}; \quad d^2 - d + 0,26 = 0;$$

$D^2 = 1 - 4 \cdot 0,26 < 0$ – дискриминант < 0 , значит четкое изображение получить нельзя.

1488. $F = 60 \text{ см}$; $h = 1,2 \text{ см}$; $d = 60 \text{ см}$. $f = ?$ $h' = ?$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}; \quad f = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d}}; \quad f = \frac{1}{\frac{1}{50} - \frac{1}{60}} = 300 \text{ (см)}.$$

$$\frac{h'}{h} = \frac{f}{d}; \quad h' = \frac{f}{d} \cdot h; \quad h' = \frac{1,2}{60} \cdot 300 = 6 \text{ (см)}.$$

1489. $d = 50 \text{ см}$; $\frac{h'}{h} = \frac{1}{5}$. $F = ?$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F}; \quad F = \frac{d}{4}; \quad F = \frac{50}{4} \approx 12,5 \text{ (см)}.$$

1490. $\frac{h'}{h} = 4,5$; $d = 3,8 \text{ см}$. $D = ?$

$$\frac{h'}{h} = \frac{f}{d} = 4,5; -\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}; \frac{1}{d} - \frac{1}{4,5d} = \frac{1}{F} = D;$$

$$D = \frac{1}{3,8 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{4,5 \cdot 3,8 \cdot 10^{-2}} = 20 \text{ (дптр)}.$$

1491. $d_0 = f_0 = 60 \text{ см}; d_1 = 40 \text{ (см)}$ ($d_1 = 60 - 20 = 40 \text{ (см)}$). $(\frac{h_1}{h_0})_1 - ?$

$$\frac{1}{f_0} + \frac{1}{d_0} = \frac{1}{F}; F = \frac{1}{\frac{1}{f_0} + \frac{1}{d_0}} = \frac{1}{\frac{1}{60} + \frac{1}{60}} = 30 \text{ (см)}.$$

$$(\frac{h_1}{h_0})_0 = \frac{f_0}{d_0} = 1; (\frac{h_1}{h_0})_1 = \frac{f_1}{d_1}; \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_1}; f_1 = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d_1}}; f_1 = \frac{1}{\frac{1}{30} - \frac{1}{40}} = 120 \text{ (см)}.$$

$$(\frac{h_1}{h_0})_1 = \frac{120}{40} = 3;$$

увеличится в 3 раза.

1492. $h_1 = 5 \text{ см}; h_2 = 15 \text{ см}; h_2^1 = 10 \text{ см}; d_2 = d_2 + 1,5 \text{ (см)}$. $F - ?$

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F}; \frac{f_1}{d_1} + \frac{h_2}{h_1} = 3; f_1 = \frac{h_\alpha}{h_1} d_1; \frac{1}{d_1} + \frac{1}{\frac{h_2}{h_1} d_1} = \frac{1}{F};$$

$$\frac{1}{3d_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F}; F = \frac{3}{4} d_1; \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F}; \frac{1}{d_1 + 1,5} + \frac{1}{(d_1 + 1,5) \cdot \frac{h_2}{h_1}} = \frac{1}{F};$$

$$\frac{h_2'}{h_1} = \frac{10}{5} = 2; \frac{1}{d_1 + 1,5} + \frac{1}{2(d_1 + 1,5)} = \frac{1}{F} = \frac{4}{3d_1}; \Rightarrow d_1 = 12 \text{ см};$$

$$F = \frac{3}{4} \cdot 12 = 9 \text{ (см)}.$$

1493. $f_1 + d_1 = 1,5 \text{ м}; f_2 + d_2 = 4,5 \text{ м}; h_1 = 18 \text{ мин.}; h_2 = 96 \text{ мин}$. $F - ? h - ?$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F}; \\ \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F}; \\ \frac{h_1}{h} = \frac{f_1}{d_1}, \frac{h_2}{h} = \frac{f_2}{d_2}; \end{array} \right.$$

$$f_1 + d_1 = 4,5 \text{ (м)}.$$

Решая систему уравнений, получаем: $F = 32 \text{ (см)}; h = 8 \text{ (мм)}$.

1494. $h = 3 \text{ см}; h_1 = 18 \text{ см}; h_2 = 9 \text{ см}; \Delta d = 6 \text{ см};$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}. \quad F - ? \quad D - ?$$

$$\frac{f_1}{d_1} + \frac{h_1}{h} = \frac{18}{3} = 6; \quad \frac{f_2}{d_2} + \frac{h_2}{h} = \frac{9}{3} = 3;$$

$$f_1 = 6d_1; \quad f_2 = 3d_2; \quad d_2 = d_1 - \Delta d = d_1 - 6 \text{ (см)}.$$

$$\begin{cases} \frac{1}{d_1} + \frac{1}{6d_1} = \frac{1}{F}; \\ -\frac{1}{3(d_1 - 6)} + \frac{1}{(d_1 - 6)} = \frac{1}{F}; \end{cases} \Rightarrow F = 12 \text{ см};$$

$$D = \frac{1}{F}; \quad D = \frac{1}{12 \cdot 10^{-2}} = 8,33 \text{ (дптр)}.$$

1495. $h = 16 \text{ см}; d_1 = 80 \text{ (см)}; D = -2,5 \text{ дптр}. \Delta d = 40 \text{ см}. \frac{h_2}{h_1} - ?$

$$\frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1} = -\frac{1}{|F|}; \quad |F| = \frac{1}{|D|}; \quad \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1} = -|D|; \quad \frac{f_1}{d_1} = \frac{h_1}{h};$$

$$\frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2} = |D|; \quad \frac{f_2}{d_2} = \frac{h_2}{h}; \quad d_2 = d_1 - \Delta d = 80 - 40 = 40 \text{ (см)}. \text{ Из системы уравнений:}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{80} - \frac{1}{80 \frac{h_1}{h}} = -2,5 \cdot 10^{-2} = -0,025 \\ \frac{1}{40} - \frac{1}{40 \frac{h_2}{h}} = -0,025 \end{cases}$$

имеем: $\frac{h_2}{h_1} = 1,5$, то есть изображение увеличится в 1,5 раза.

1496. $r = 24 \text{ см}; F = 9 \text{ см}. d_1 - ? \quad d_2 - ?$

Одно изображение действительное, другое – мнимое. $f_1 = f_2$. $d_1 + d_2 = r$;

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F}; \quad -\frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_1} = -\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d_2}\right).$$

$$\frac{2}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}; \quad \frac{2}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{r - d_1}; \quad \frac{1}{d_1} + \frac{1}{24 - d_1} = \frac{2}{9};$$

Имеем: $d_1 = 18 \text{ см}; d_2 = 6 \text{ см};$

$d_1 = 6 \text{ см}; d_2 = 18 \text{ см}.$

1497. $f = 40 \text{ см}; d = 30 \text{ см}. F - ?$

Изображение мнимое, следовательно,

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; F = \frac{1}{\frac{1}{d} - \frac{1}{f}}; F = \frac{1}{\frac{1}{30} - \frac{1}{40}} = 120 \text{ (см)}.$$

1498. $D=2,5$ дптр; $d=20$ см. f – ?

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{|f|} = D; \frac{1}{|f|} = \frac{1}{d} - D; |f| = \frac{1}{\frac{1}{d} - D}; |f| = \frac{1}{\frac{1}{0,2} - 2,5} = 40 \text{ (см)}.$$

Так как линза рассеивающая, то $f=40$ (см).

1499. $d=60$ см; $f=30$ см. F – ?; Так как линза рассеивающая, то

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{|F|}, F < 0. \frac{1}{|F|} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d}; |F| = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{d}}; |F| = \frac{1}{\frac{1}{30} - \frac{1}{60}} = 60 \text{ (см)}.$$

1500. $D=-2$ дптр; $f=150$ см. d – ?

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{|F|}, |F| = \frac{1}{|D|}; \frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{|F|} = \frac{1}{f} - |D|; d = \frac{1}{\frac{1}{f} - |D|};$$

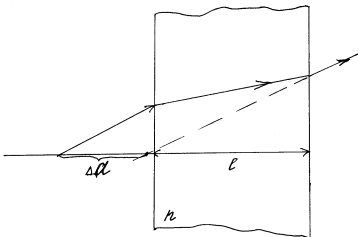
$$d = \frac{1}{\frac{1}{150} - 2} = -0,75 \text{ (см)} \quad \text{— если бы точки пересечения лучей и их}$$

продолжений лежали бы по одну сторону от линзы. Но так как по условию они лежат по разные стороны от линзы, то $d=75$ (см).

1501. $l, F, a, \frac{l_1}{l}$ – ?

$$\frac{l_1}{l} = \frac{F^2}{(a - F)^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2}.$$

1502. $d_0=30$ см; $D=5$ дптр; $l=15$ см; $n=1,5$. Δf – ?



Когда пластины нет:

$$\frac{1}{d_0} - \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F} = D; \quad f_0 = \frac{1}{D - \frac{1}{d_0}}; \quad f_0 = \frac{1}{5 - \frac{1}{0,3}} = 0,6 \text{ (м)}.$$

Когда поместим пленку, то

$$\frac{1}{d_0 - \Delta d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} = D;$$

из рисунка можно найти, что $\Delta d = l(1 - \frac{1}{n})$.

$$\Delta d = 15(1 - \frac{1}{1,5}) = 5 \text{ (см)}.$$

$$\frac{1}{25} + \frac{1}{f_1} = 5 \cdot 10^{-2}, \Rightarrow f_1 = 100 \text{ (см)}.$$

$$\Delta f = f_1 - f_0 = 100 - 60 = 40 \text{ (см)}.$$

1503. $R_1 = R_2 = R = 30 \text{ см}$; $n = 1,6$; $n_{\text{возд}} = 1$. $D = ?$

$$\frac{1}{F} = (\frac{n}{n_{\text{возд}}} - 1)(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}); \quad D = \frac{1}{F} = (1,6 - 1)(2 \cdot \frac{1}{30 \cdot 10^{-2}}) = 4 \text{ (дптр)}.$$

1504. $D = 1 \text{ дптр}$; $n = 1,6$; $R = ?$

$$D = (\frac{n}{n_{\text{возд}}} - 1)(\frac{1}{R}), \text{ где } n_{\text{возд}} = 1.$$

$$R = (\frac{n}{n_{\text{возд}}} - 1)(\frac{1}{D}). \quad R = (1,6 - 1) \frac{1}{1} = 0,6 \text{ (м)}.$$

1505. $n = 1,6$; $F = 25 \text{ см}$; $n_{\text{воды}} = 1,33$; $n_{\text{возд}} = 1$. $F_1 = ?$

$$\frac{1}{F} = (\frac{n}{n_{\text{возд}}} - 1)(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}); \quad R = (\frac{n}{n_{\text{возд}}} - 1)2F;$$

$$\frac{1}{F_1} = (\frac{n}{n_{\text{воды}}} - 1) \frac{2}{R} = (\frac{n}{n_{\text{воды}}} - 1) (\frac{1}{(\frac{n}{n_{\text{воды}}} - 1) \cdot F}). \quad F_1 = \frac{25(\frac{1,6}{1} - 1)}{(\frac{1,6}{1,33} - 1)} = 74 \text{ (см)}.$$

1506. $D_0 = 5 \text{ дптр}$; $F_1 = 100 \text{ см}$; $n_{\text{линзы}} = 1,5$. $n = ?$

$$D_0 = (\frac{n_{\text{линзы}}}{n_{\text{воздуха}}} - 1) \frac{2}{R}.$$

$$R = \frac{2}{D_0} (\frac{n_{\text{линзы}}}{n_{\text{воздуха}}} - 1) = \frac{2}{5} (\frac{1,5}{1} - 1) = 0,2 \text{ (м)}.$$

$$\frac{1}{F_1} = (\frac{n}{n_{\text{линзы}}} - 1) \frac{2}{R}; \quad n = n_{\text{линзы}} (\frac{R}{F_1} + 1); \quad n = 1,5 (\frac{0,2}{2 \cdot 1} + 1) = 1,65.$$

1507. $F_0=10$ см; $F_1=55$ см; $n=1,44$. $n_{\text{ст}}=?$

В воздухе: $\frac{1}{F_0}=(\frac{n_{\text{ст}}}{1}-1)\frac{2}{R}$; $R=2F_0(n_{\text{ст}}-1)$.

В жидкости: $\frac{1}{F_1}=(\frac{n_{\text{ст}}}{n}-1)\frac{2}{R}$; $\frac{1}{F_1}=(\frac{n_{\text{ст}}}{n}-1)\frac{1}{F_0(n_{\text{ст}}-1)}$;

откуда $n=1,6$.

1508. $n=1,61$; $R_1=R_2=R$; $D'=1,6$ дптр; $n_{\text{воды}}=1,33$. $R=?$

$$\frac{1}{F'}=D'=\frac{2}{R}\left(\frac{n}{n_{\text{воды}}}-1\right); R=\frac{2}{D'}\left(\frac{n}{n_{\text{воды}}}-1\right); R=\frac{2}{1,6}\left(\frac{1,61}{1,33}-1\right)=0,26 \text{ (м)}.$$

п. 61. Оптические приборы. Глаз.

1509. а) Да; б) Нет.

1510 На снимке получился белый осел.

1511. У фотоаппарата с коротким фокусом выдержка должна быть меньше.

1512. Близорук.

1513. Близорукий.

1514. $h=12$ см; $h'=80$ см; $d=20,5$ см. $D=?$

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=D; \frac{f}{d}=\frac{h'}{h}; f=\frac{h'}{h}d;$$

$$D=\frac{1}{d}+\frac{h}{h'd}=\frac{1}{d}\left(1+\frac{h}{h'}\right). D=\frac{1}{20,5 \cdot 10^{-2}}\left(1+\frac{2 \cdot 10^{-2}}{80 \cdot 10^{-2}}\right)=5 \text{ (дптр)}.$$

1515. $F=15$ см; $d=15,6$ см.

$$\frac{h'}{h}=?$$

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}; \frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}; f=\frac{1}{\frac{1}{F}-\frac{1}{d}}; \frac{h'}{h}=\frac{f}{d}; \frac{h'}{h}=\frac{1}{d\left(\frac{1}{F}-\frac{1}{d}\right)};$$

$$\frac{h'}{h}=\frac{1}{15,6\left(\frac{1}{15}-\frac{1}{15,6}\right)}=25.$$

1516.

$$\frac{h'}{h}=25; d=20,8 \text{ см.}$$

$D=?$

$$D=\frac{1}{f}+\frac{1}{d}; \frac{f}{d}=\frac{h'}{h}; f=\frac{h'}{h}d; D=\frac{1}{\frac{h'}{h}d}+\frac{1}{d};$$

$$D=\left(\frac{1}{25 \cdot 20,8}+\frac{1}{20,8}\right) \cdot 10^2=5 \text{ (дптр)}.$$

1517. $D=5,4$ дптр; $f=4$ см; $S=6 \times 9$ (см²). $S_1=ab - ?$

$$\frac{1}{d} = D - \frac{1}{f}; d = \frac{1}{D - \frac{1}{f}}; d = \frac{1}{5,4 - \frac{1}{4}} = 0,194 \text{ (м)}.$$

$$\frac{h'}{h} = \frac{f}{d}; \frac{h'}{h} = \frac{4}{0,194} = 20,6.$$

$$\frac{a}{b \cdot 10^{-2}} = \frac{h'}{h}; \frac{b}{9 \cdot 10^{-2}} = \frac{h'}{h}; a = 0,06 \frac{h'}{h}; b = 0,09 \frac{h'}{h}.$$

$a = 0,06 \cdot 20,6 = 1,24$ (м); $b = 0,09 \cdot 20,6 = 1,85$ (м).

1518. $d_0=15$ м; $h_0=30$ мм; $d_1=9$ м; $h_1=51$ мм. $F - ?$

$$\begin{cases} \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F} \\ \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \end{cases}$$

$$\frac{f_0}{d_0} = \frac{h_0}{h}, \frac{f_1}{d_1} = \frac{h'}{h}, h - \text{истинное изображение предмета.}$$

$$\frac{f_0}{f_1} = \frac{d_0 h_0}{d_1 h_1} \cdot \begin{cases} \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_0} \\ \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_1} \end{cases}; \frac{f_0}{f_1} = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d_1} \right) \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d_0}} = \frac{d_0 h_0}{d_1 h_1}.$$

$$\frac{d_1 h_1}{F} - h_1 = \frac{d_0 h_0}{F} - h_0; \frac{d_1 h_1 - d_0 h_0}{F} = h_1 - h_0.$$

$$F = \frac{d_1 h_1 - d_0 h_0}{h_1 - h_0}; F = \frac{9 \cdot 51 \cdot 10^{-3} - 15 \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{(51 - 30) \cdot 10^{-3}} = 0,43 \text{ (м)}.$$

1519. $d_0=8,5$ м; $h_0=13,5$ мм; $d_1=2$ м; $h_1=60$ мм. $F - ?$

$$F = \frac{d_1 h_1 - d_0 h_0}{h_1 - h_0} \text{ (см. 1518).}$$

$$F = \frac{2 \cdot 60 \cdot 10^{-3} - 8,5 \cdot 13,5 \cdot 10^{-3}}{(60 - 13,5) \cdot 10^{-3}} = 0,114 \text{ (м)}.$$

1520. $d=100$ км; $F=40$ см; $h_{\min}=10^{-2}$ мм. а) $h'_{\min} - ?$; б) $t - ?$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \frac{f}{d} = \frac{h_{\min}}{h'_{\min}}; f = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d}};$$

$$h'_{\min} = h_{\min} d \frac{1}{f} = d h_{\min} \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d} \right) = h_{\min} \left(\frac{d}{F} - 1 \right); \quad h'_{\min} = 10^{-2} \cdot 10^{-3} \left(\frac{100 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{-2}} - 1 \right) = 10$$

(м);

б) за время экспозиции t изображение смещается на снимке на расстояние r_c , а на орбите – на расстояние $r = vt$, где $v = 8$ км/с, $r_c = h_{\min} = 10^{-2}$ мм.

$$\frac{r}{r_c} = \frac{d}{f} = d \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d} \right) = \frac{d}{F} - 1; \quad \frac{vt}{r_c} = \frac{d}{F} - 1; \quad t = \frac{r_c}{v} \left(\frac{1}{F} - 1 \right) = \frac{h_{\min}}{v} \left(\frac{d}{F} - 1 \right);$$

$$t = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^3} \left(\frac{10^5}{10^{-1}} - 1 \right) = 0,00125 \text{ с} = 1,25 \text{ (мс)}.$$

1521. $v = 10$ м/с; $r = 0,2$ мм; $F = 10$ см; $d = 5$ м.

$$t = \frac{r}{v} \left(\frac{d}{F} - 1 \right) \text{ (см. задачу 1520, б)}; \quad t = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{10} \left(\frac{5}{10^{-1}} - 1 \right) = 0,001 \text{ (с)}.$$

1522. $h = 5$ м; $d = 10$ м; $F = 10$ см; $t = 0,5$ мм.

$$h = \frac{v^2}{2g}; \quad v - \text{скорость, с которой прыгун входит в воду.}$$

$$v = \sqrt{2gh}; \quad t = \frac{r}{v} \left(\frac{d}{F} - 1 \right) = \frac{r}{\sqrt{2gh}} \left(\frac{d}{F} - 1 \right) \text{ (см. задачу 1520, б)}.$$

$$t = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5}} \left(\frac{10}{10^{-1}} - 1 \right) = 0,005 \text{ (с)}.$$

1523. $F = 8$ см; расстояние наилучшего зрения $f = 25$ см. $d = ?$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \quad d = \frac{1}{\frac{1}{f} + \frac{1}{F}}; \quad d = \frac{1}{\frac{1}{25} + \frac{1}{8}} = 6,06 \text{ (см)}.$$

1524. $d = 16$ см; $f = 25$ см. $D = ?$

Так как линзы у очков рассеивающие, то

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -D; \quad D = \frac{1}{f} - \frac{1}{d}; \quad D = \frac{1}{25 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{16 \cdot 10^{-2}} = -2,25 \text{ (дптр)}.$$

1525. $d = 15$ см; $f = 25$ см. $D = ?$

$$D = \frac{1}{f} - \frac{1}{d} \text{ (см. задачу 1524)};$$

$$D = \frac{1}{25 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{15 \cdot 10^{-2}} = -2,67 \text{ (дптр)}.$$

$$\textbf{1526. } D = -4 \text{ дптр; } F = 25 \text{ см. } d_{\max} = ?; \quad \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -D; \quad d = \frac{1}{\frac{1}{f} - D}.$$

Но $F = \frac{1}{|D|} = \frac{1}{4} = 25$ (см) – это расстояние наилучшего зрения, т. е. $d_{\max} = 25$ см.

1527. $f = 50$; $d = 25$ см. $F = ?$ $D = ?$

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

$$F = \frac{1}{\frac{1}{25 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{50 \cdot 10^{-2}}} = 0,5 \text{ (м)}; D = \frac{1}{25 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{50 \cdot 10^{-2}} = 2 \text{ (дптр)}.$$

1528. $D = 2,5$ дптр; $d = 0,2$ м. $f = ?$

$$D = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}; f = \frac{1}{\frac{1}{d} - D}; f = \frac{1}{\frac{1}{0,2} - 2,5} = 0,4 \text{ (м)}.$$

1529. $f_1 = 10$ см; $f_2 = 25$ см; $D = -4$ дптр. $d_1 = ?$ $d_2 = ?$

$$d_1 = \frac{1}{\frac{1}{f_1} - |D|}; d_1 = \frac{1}{\frac{1}{10 \cdot 10^{-2}} - 4} = \frac{1}{6} = 0,167 \text{ (м)}.$$

Когда $f_2 = 25$ см – расстояние наилучшего зрения, то очки не нужны.

1530. $h_{\max} = 30$ см; $n = 1,3$. $D = ?$

В воде предмет кажется погруженным на глубину в n раз меньше, чем на самом деле, из-за преломления света на границе воздух-вода, т. е. на глубину $h = \frac{h_{\max}}{n}$; $d = 25$ см; расстояние наилучшего зрения –

$$|D| = \frac{1}{d} - \frac{n}{R_{\max}}; |D| = \frac{n}{R_{\max}} - \frac{1}{d}; |D| = \frac{1,3}{30 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{25 \cdot 10^{-2}} = 0,4 \text{ (дптр)},$$

но линза рассеивающая, поэтому

1531. $r = 3,84 \cdot 10^5$ км; $t = 1,28$ с.

$$v = \frac{r}{t}; v = \frac{3,84 \cdot 10^5 \cdot 10^3}{1,28} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

1532. Частота не меняется, длина волны меняется.

1533. $4 \cdot 10^{14}$ Гц $< \nu < 7,5 \cdot 10^{14}$ Гц; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{14}} \text{ (нм)} > \lambda > \frac{3 \cdot 10^8}{7,5 \cdot 10^{14}} \text{ (нм)}. 400 \text{ нм} < \lambda < 750 \text{ нм}.$$

1534. $\nu = 9,5 \cdot 10^{14}$ Гц. $\lambda = ?$

$$\lambda = \frac{c}{\nu};$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{9,5 \cdot 10^4} = 316 \text{ нм} < 400 \text{ нм} - \text{такое излучение глазом не воспринимается.}$$

$$1535. \lambda = 0,589 \text{ мкм.}$$

$$v = \frac{c}{\lambda}; v = \frac{3 \cdot 10^8}{0,589 \cdot 10^{-6}} = 5,09 \cdot 10^{14} \text{ (Гц).}$$

$$1536. n_k = 1,329; n_\phi = 1,344. v_k - ? v_\phi - ? v_k - v_\phi - ?$$

$$v = \frac{c}{n}; v_k = \frac{c}{n_k}; v_\phi = \frac{c}{n_\phi}.$$

$$v_k = \frac{3 \cdot 10^8}{1,329} = 2,26 \cdot 10^8 \text{ (м/с). } v_\phi = \frac{3 \cdot 10^8}{1,344} = 2,23 \cdot 10^8 \text{ (м/с).}$$

$$v_k - v_\phi = 0,03 \cdot 10^8 \text{ (м/с)} = 3 \cdot 10^6 \text{ (м/с).}$$

$$1537. v = 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц; } v = 2,23 \cdot 10^3 \text{ (км/с). } \Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 - ?$$

$$\lambda_1 = \frac{c}{v}; \lambda_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{7,5 \cdot 10^{14}} = 400 \text{ (нм); } \lambda_2 = \frac{v}{v}; \lambda_2 = \frac{2,23 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{7,5 \cdot 10^{14}} = 297 \text{ (нм);}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2; \Delta\lambda = 103 \text{ (нм).}$$

$$1538. \lambda_1 = 0,6 \text{ мкм; } \lambda_2 = 0,4 \text{ мкм.}$$

$$\text{Не может, так как } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{0,6}{0,4} = 1,5 - \text{ где } n_1 \text{ и } n_2 - \text{ показатели}$$

преломления среды для света с длинами волн λ_1 и λ_2 . Не существует среды, у которой показатель преломления меняется в таких широких пределах (от n_1 до $n_2 = 1,5n_1$) для данных волн.

1539. Дисперсия стекла для красных и синих лучей разная. Показатель преломления меняется быстрее там, где короче длина волны. В спектре, полученной с помощью стеклянной призмы, красная линия уже синей.

1540. Не совпадают; а) фокус для красных лучей больше; б) фокус для красных лучей меньше.

1541. Зеленым.

1542. Через стекло красного цвета.

1543. Зелеными кажутся тела, отражающие зеленый цвет, а черными – не отражающие зеленый цвет.

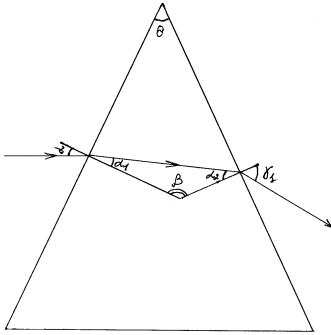
1544. Так как синяя и фиолетовая части спектра рассеиваются сильнее остальных, то небо, стекло, бумага приобретают синий цвет.

1545. Так как красные лучи рассеиваются меньше лучей других цветов, проходя через матовую поверхность, то раскаленная часть имеет красноватый оттенок.

1546. Потому что красный цвет рассеивается меньше всего, поэтому видны с наибольшего расстояния.

1547. Фокус оптической системы глаза для красных лучей больше.

$$1548. \alpha = 30^\circ; \Theta = 45^\circ; n_1 = 1,52; n_2 = 1,67. \gamma - ?$$



$$\beta + \Theta = 180^\circ; \beta = 180^\circ - \Theta; \alpha_1 + \alpha_2 = 180^\circ - \beta; \alpha_1 + \alpha_2 = \Theta;$$

$$\frac{\sin \gamma_1}{\sin \gamma_2} = n_k - \text{для красного луча.}$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha} = \frac{l}{n_k}; \gamma_1 = \arcsin(n_k \sin \alpha_2) > (n_k \sin(\Theta - \alpha_1))$$

$$\alpha_1 = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n_k}\right); \gamma_1 = \arcsin[n_k \sin(\Theta - \arcsin(\frac{\sin \alpha}{n_k}))];$$

$$\gamma_1 = \arcsin[1,52 \cdot \sin(45 - \arcsin(\frac{\sin 30^\circ}{1,52}))] \approx 44^\circ.$$

Аналогично для фиолетового луча $\gamma_2 = 50^\circ$. $\gamma = \gamma_2 - \gamma_1 = 6^\circ$.

1549. Нельзя.

1550. В тонких пленках их нижние и верхние поверхности, отражающие свет, дают когерентные волны.

1551. Толщина пленки в разных местах неодинаковая.

1552. В тонком слое масляного пятна происходит интерференция света.

1553. Толщина пленки различна.

1554. Цвет пленки в зависимости от ее поворота будет либо голубым, либо синим, либо фиолетовым.

1555. Под действием силы тяжести раствор масла будет стекать вниз, изменяя толщину пленки, тем самым меняя условия максимумов и минимумов интерференционных полос. Поэтому ширина полос уменьшается. Когда разность хода лучей в пленке станет меньше, чем $\frac{\lambda}{\phi}$ (λ

– длина волны света), то образуется темное пятно.

1556. Нельзя.

1557. Нельзя.

1558. Форма пленки – клинообразная.

1559. На экране будут видны чередующиеся темные и светлые полосы. Яркость будет уменьшаться при удалении от центра экрана.

1560. Ширина полос уменьшится в n раз, где n – показатель преломления воды.

1561. Для того, чтобы свет, дифрагируя на отверстии экрана А, попадал в отверстия экрана В.

1562. На экране С интерференционной картины не будет.

1563. Потому что лучи 2 и 3, пройдя через линзу, при выходе из нее приобретают разность хода, а луч 4 – нет.

1564. а) темное пятно; б) светлое пятно.

1565. Чтобы разность лучей была равна $\frac{\lambda}{\alpha}$, так как в этом случае в результате интерференции лучи, отраженные от внешней и внутренней поверхностей пленки, полностью гасят друг друга.

1566. Линза пропускает среднюю часть спектра и отражает крайние его части. Поэтому линза кажется фиолетовой.

1567. $d=0,5$ мкм; $\lambda=590$ нм; $n=1,48$

$2dn=m\frac{\lambda}{\alpha}$, m – целое число полуволен.

$m=\frac{4dn}{\lambda}$; $m=\frac{4 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,48}{590 \cdot 10^{-9}}=5$ – нечетное число полуволен. Значит, в

проходящем свете пленка будет черной. Если пленку наклонять, то она будет приобретать то желтый, то снова черный цвета.

1568. $n=1,54$; $\lambda=750$ нм; а) красная; б) черная. $d_{\min}=?$

а) $2nd_{\min}=m\frac{\lambda}{2}$; $m=1$ – для отраженного света.

$d_{\min}=\frac{\lambda}{4n}=122$ (нм);

б) $m=2$; $d_{\min}=\frac{\lambda}{2n}=244$ (нм).

1569. $\Delta d=2$ мкм. а) $\lambda=760$ нм; б) $\lambda=600$ нм; в) $\lambda=400$ нм.

а) $\Delta d=m\frac{\lambda}{2}$; $m=\frac{2\Delta d}{\lambda}$. $m=\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0,76 \cdot 10^{-6}} \cong 5$ – ослабление;

б) $m=\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0,6 \cdot 10^{-6}} \cong 7$ – ослабление;

в) $m=\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}}=10$ – усиление.

1570. $\Delta d=1,2$ мкм; $\lambda=600$ мкм. а) $n=1$; б) $n=1,33$; в) $n=1,5$;

$$a) n\Delta d = m \frac{\lambda}{2}; m = \frac{2\Delta d \cdot n}{\lambda}; m = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{0,6 \cdot 10^{-6}} = 4 - \text{свет усилится};$$

$$б) m = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 1,33}{0,6 \cdot 10^{-6}} \approx 5 - \text{свет ослабится};$$

$$в) m = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 1,5}{0,6 \cdot 10^{-6}} = 6 - \text{свет усилится}.$$

$$1571. \lambda_0 = 480 \text{ нм}; \Delta d = 120 \text{ мкм}; S = 3,6 \text{ м}; \lambda_1 = 650 \text{ нм}. d_0 - ? d_1 - ?$$

$$d = \frac{\lambda \cdot S}{\Delta d}; d_0 = \frac{\lambda_0 S}{\Delta d}; d_1 = \frac{\lambda_1 S}{\Delta d}.$$

$$d_0 = \frac{480 \cdot 10^{-9} \cdot 3,6}{120 \cdot 10^{-6}} = 14,4 \text{ (мм)}; d_1 = \frac{650 \cdot 10^{-9} \cdot 3,6}{120 \cdot 10^{-6}} = 19,5 \text{ (мм)}.$$

$$1572. \Delta d = 0,32 \text{ мм}; S = 3,2 \text{ м}; \lambda_k = 760 \text{ нм}; \lambda_\phi = 400 \text{ нм}.$$

$$\Delta x - ? m = 2.$$

$$\Delta x = x_1 - x_2, \text{ где } x_1 = \frac{m\lambda_k S}{\Delta d}; x_2 = \frac{m\lambda_\phi S}{\Delta d}; \Delta x = \frac{mS}{\Delta d} (\lambda_k - \lambda_\phi);$$

$$\Delta x = \frac{2 \cdot 3,2}{0,32 \cdot 10^{-3}} (760 - 400) \cdot 10^{-9} = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}.$$

$$1573. \lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}; S = 4 \text{ м}; \Delta x = 2 \text{ см}; \Delta d - ?$$

$$\Delta d = \frac{\lambda S}{\Delta x}; \Delta d = \frac{5 \cdot 10^{-7} \cdot 4}{2 \cdot 10^{-2}} = 10^{-4} \text{ (м)}.$$

$$1574. \lambda = 520 \text{ нм}; l = 4 \text{ см}; N = 8,5; S = 2,75. \Delta d - ?$$

$$\text{Ширина одной полосы } \Delta x = \frac{l}{N}.$$

$$\Delta d = \frac{\lambda S}{\Delta x} = \frac{N\lambda S}{l}. \Delta d = \frac{8,5 \cdot 520 \cdot 10^{-9} \cdot 2,75}{4 \cdot 10^{-2}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ (м)}.$$

$$1575. \Delta d = 0,02 \text{ мм}; \lambda_r = 400 \text{ нм}; \lambda_{\text{ж}} = 600 \text{ нм}. S = 2 \text{ м}; k_r.$$

$$k_{\text{ж}} - ? \Delta x - ?$$

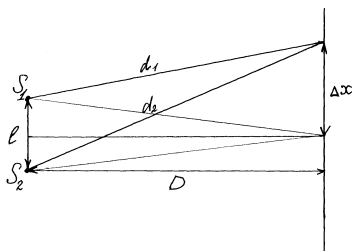
$$x_r = \frac{k_r \lambda_r S}{\Delta d} = k_r \cdot \frac{400 \cdot 10^{-9} \cdot 2}{0,02 \cdot 10^{-3}} = 0,04 k_r \text{ (м)}.$$

$$x_{\text{ж}} = \frac{k_{\text{ж}} \lambda_{\text{ж}} S}{\Delta d} = k_{\text{ж}} \cdot \frac{0,6 \cdot 10^{-6} \cdot 2}{0,02 \cdot 10^{-3}} = 0,06 k_{\text{ж}} \text{ (м)}.$$

$$x_r = x_{\text{ж}}: 0,04k = 0,06k,$$

значит $k_r = 3m$, $k_{\text{ж}} = 2m$, m — целое число. Линии будут совмещаться на расстояниях 12 см, 24 см, 36 см и т. д.

$$1576. l, D \gg l, \lambda. \Delta x - ?$$



Условие максимума: $d_2 - d_1 = k\lambda$.

$$d_1^2 = \left(\Delta x - \frac{l}{2}\right)^2 + D^2$$

$$d_2^2 = \left(\Delta x + \frac{l}{2}\right)^2 + D^2;$$

$$d_1^2 - d_2^2 = (d_1 - d_2)(d_1 + d_2) \approx -k\lambda \cdot 2D.$$

Т. к. $D \gg l$, $(d_1 + d_2 \approx 2D)$.

$$d_1^2 - d_2^2 \approx -1.2\Delta x;$$

$$2k\lambda D \approx 2l\Delta x;$$

для соседних полос $k=1$, поэтому

$$\Delta x = \frac{\lambda D}{l}.$$

1577. $\alpha = 180^\circ$; $d_1 = d_2 = d$; $AO = a$; λ . Δx — ?

Расстояние от источника S до зеркала обозначим через b , угол $S'SS^4$ через β , причем β — мал, т. к. между зеркалами угол близок к 180° . Расстояние между мнимыми изображениями S и S^4 $\frac{\Delta d}{2} = 2b \sin \frac{\beta}{2} \approx 2b \frac{\beta}{2} = b\beta$, $\Delta d = 2b\beta$,

тогда $\Delta x = \frac{\lambda D}{\Delta d}$ (см. 1576), где $D = a + b$ — расстояние мнимых изображений S_1 и S_2 до экрана MN .

Таким образом, $\Delta x = \frac{\lambda(a+b)}{2b \cdot \beta}$.

1578. Изображение будет сдвинуто на ширину одной интерференционной полосы.

1579. $a = 1$ м; $b = 4$ м; $\alpha = 0,002$ рад; $n = 1,5$; $\lambda = 600$ нм; Δx — ?

$\Delta x = \frac{\lambda(a+b)}{\Delta d}$; где Δd — расстояние между мнимыми источниками S_1 и S_2 .

$$S_1 S_2 = \Delta d; SS_1 = SS_2 = \frac{\Delta d}{2}.$$

$$S_1 S_2 = \frac{\Delta d}{2} + a \operatorname{tg} \alpha = a(n \operatorname{tg} \alpha), \text{ откуда } \Delta d = 2a(n-1) \operatorname{tg} \alpha \approx 2a(n-1)\alpha.$$

(Здесь учтено, что угол α мал и углы падения и преломления при переходе через призму также малы).

$$\Delta x = \frac{\lambda(a+b)}{1a(n-1)\alpha}; \Delta x = \frac{600 \cdot 10^{-9}(1+4)}{2 \cdot 1 \cdot (1,5-1) \cdot 0,002} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}.$$

1580. $\lambda = 600$ нм; $\Delta d = 1$ мм; $S = 3$ м; $m = 1, 2, 3$. x_1 — ? x_2 — ? x_3 — ?

$$x = \frac{\lambda S}{\Delta d}; x_1 = \frac{\lambda S}{\Delta d}; x_2 = \frac{2\lambda S}{\Delta d} = 2x_1; x_3 = \frac{3\lambda S}{\Delta d} = 3x_1; x_1 = \frac{600 \cdot 10^{-9} \cdot 3}{10^{-3}} = 1,8 \text{ (мм)};$$

$$x_2 = 3,6 \text{ (мм)};$$

$$x_3=5,4 \text{ (мм)}.$$

$$\mathbf{1581.} \ R=8,6 \text{ м; } m=4; \ r_4=4,5 \text{ мм. } \lambda - ?$$

Для темных колец в отраженном свете:

$$r_m = \sqrt{m\lambda R}; \lambda = \frac{r_m^2}{mR}; \lambda = \frac{(4,5 \cdot 10^{-3})^2}{4 \cdot 8,6} = 589 \text{ (нм)}.$$

$$\mathbf{1582.} \ \lambda=600 \text{ нм; } m=4; \ d - ?$$

Условие минимума освещенности в отраженном свете: $2d=m\lambda$;

$$d = \frac{m\lambda}{2}; d = \frac{4}{2} \cdot 600 \cdot 10^{-9} = 1,2 \text{ (мкм)}.$$

$$\mathbf{1583.} \ r=5,3 \text{ мм; } R=18 \text{ м; } \lambda=450 \text{ нм; } n=1,36. \ m - ? \ r_n - ?$$

Радиус светлого кольца в отраженном свете.

$$r_m = \sqrt{(2m-1)R \frac{\lambda}{2}}; (2m-1) = \frac{2r_m^2}{r\lambda} \quad (2m-1) = \frac{2 \cdot (5,3 \cdot 10^{-3})^2}{18 \cdot 450 \cdot 10^{-9}} = 6,94;$$

$$\lambda_m = 7,94.$$

$m=3,96 \approx 4$ – кольцо на самом деле светлое, так $m \approx 4$ – целое число. При помещении в зазор этилового спирта

$$r_n = \frac{5,3}{\sqrt{1,36}} = 4,5 \text{ (мм)}.$$

$$\mathbf{1584.} \ \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{1,25}. \ n - ?$$

Для темных колец в отраженном свете

$$r_1 = \sqrt{m\lambda R}.$$

При заполнении жидкостью

$$r_2 = \sqrt{m \frac{\lambda}{n} R}; \frac{r_1^2}{r_2^2} = 1,25^2 = 1,5625; \frac{r_1^2}{r_2^2} = n, n = 1,5625.$$

$$\mathbf{1585.} \ R=15 \text{ м; } m_1=5; \ m_2=25; \ \Delta d=9 \text{ мм. } \lambda - ?$$

Для световых колец в отраженном свете

$$r_m = \sqrt{(2m-1) \frac{\lambda R}{2}};$$

$$\Delta d = r_{m_2} - r_{m_1} = \sqrt{(2m_2-1) \frac{\lambda}{2} R} - \sqrt{(2m_1-1) \frac{\lambda}{2} R} = 7 \sqrt{\frac{\lambda}{2} R} - 3 \sqrt{\frac{\lambda}{2} R} = 4 \sqrt{\frac{\lambda}{2} R};$$

$$\lambda = \frac{(\Delta d)^2}{8R}. \lambda = \frac{(9 \cdot 10^{-3})^2}{8 \cdot 15} = 675 \text{ (нм)}.$$

$$\mathbf{1586.} \ r_m=4,0 \text{ мм; } r_{m+1}=4,38 \text{ мм; } R=6,4 \text{ м. } m - ? \ x - ?$$

$$r_m = \sqrt{m\lambda R};$$

$$\left(\frac{r_{m+1}}{r_m}\right)^2 = \frac{m+1}{m} = 1 + \frac{1}{m}; m = \frac{1}{\left(\frac{r_{m+1}}{r_m}\right)^2 - 1}; m = \frac{1}{\left(\frac{4,38}{4,0}\right)^2 - 1} \cong 5.$$

$$\lambda = \frac{r_m^2}{mR}; \lambda = \frac{(4 \cdot 10^{-3})^2}{5 \cdot 6,4} = 500 \text{ (нм)}.$$

Кольца имеют 5 и 6 порядковые номера.

1587. $R=5 \text{ м}$; $m_c=4$; $\lambda=400 \text{ нм}$; $m_k=3$; $\lambda=630 \text{ нм}$. $r_c - ?$ $r_k - ?$

$$r_m = \sqrt{m\lambda R}.$$

Радиус среднего кольца

$$r_c = \sqrt{4 \cdot 400 \cdot 10^{-9} \cdot 5} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ (м)};$$

$$\text{красного} - r_k = \sqrt{3 \cdot 630 \cdot 10^{-9} \cdot 5} = 3,07 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}.$$

1588. Ошибка в условии: следует писать: $20''$ вместо 20° .

$\lambda=582 \text{ нм}$; $\alpha=20''$; $n=1,5$. $N - ?$

Для клина условие минимума (т.е. темной полосы) $2dn=N\lambda$, где d – толщина клина, $d=a \cdot \operatorname{tg} \alpha$, $a=1 \text{ см}$ – единица длины.

$$N = \frac{2 \operatorname{arctg} \alpha}{\lambda};$$

$$N = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot \operatorname{tg} 20''}{582 \cdot 10^{-9}} \approx 5 \text{ (полос)}.$$

1589. $S=20 \text{ см}$; $\lambda=750 \text{ нм}$; $N=8 \text{ полос/см}$.

Здесь используется модель «воздушного» клина, т. е. $n=1$.

Если d – толщина полосы, то:

$2dn=N'\lambda$, где $N'=N \cdot S$

$$d = \frac{N'\lambda}{2n} = \frac{NS\lambda}{2}; d = \frac{8 \cdot 20 \cdot 750 \cdot 10^{-9}}{2} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ (м)}.$$

1590. $\lambda_1=631 \text{ нм}$; $\Delta d_1=3 \text{ мм}$; $\lambda_2=400 \text{ нм}$. $\Delta d_2 - ?$; Для клина $2n\Delta d=m\lambda$;

$$2\Delta d_1 = \frac{m\lambda_1}{n}; 2\Delta d_2 = \frac{m\lambda_2}{n}; \Delta d_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Delta d; \Delta d_2 = \frac{400}{631} \cdot 3 = 1,9 \text{ (мм)}.$$

1591. $\lambda=546 \text{ нм}$; $\Delta d=2 \text{ см}$; $m=5$; $n=1,33$. $\alpha - ?$

$2n\Delta d \operatorname{tg} \alpha = m\lambda$;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{m\lambda}{2n\Delta d}; \alpha = \operatorname{arctg} \frac{m\lambda}{2n\Delta d}; \alpha = \operatorname{arctg} \frac{5 \cdot 546 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 1,33 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 11'.$$

1592. Потому что длины радиоволн сравнимы с размерами зданий (в диапазоне 10^{-4} – 10^{-4} м), а длина световых волн (400–750 нм) существенно меньше размеров зданий.

1593. Так как у красного цвета длина волны в видимом спектре наибольшая, то красный цвет частично огибает капельки тумана, испытывая меньшее рассеяние на них.

1594. Потому что в центральной части спектра присутствуют все цвета.

1595. Вторая.

1596. Расстояние между дифракционными максимумами увеличивается.

1597. Из-за дифракции.

1598. Пластика играет роль дифракционной решетки, и свет, отражаясь от нее, интерферирует.

1599. Пуговица играет роль дифракционной решетки, отражаясь от нее, свет интерферирует, давая эффект радужной окраски.

1600. Поляризующий материал пропускает только свет со строго фиксированным колебанием вектора напряженности электрического поля, а не весь свет, как обычные материалы. Поэтому в очках из поляризующего материала не слепит глаза.

1601. Смотреть на воду через поляроид, поворачивая его, пока изображение не исчезнет.

1602. Посмотреть на воду через поляроид.

1603. Свет, идущий от неба, частично поляризован. Свет, рассеянный облаком, не является поляризованным.

1604. Будет.

1605. $d=0,02$ мм; $\Delta x=3,6$ см; $S=1,8$ м; $\lambda - ?$

$$d \sin \varphi = m \lambda; \sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{\Delta x}{S}. m=1; \lambda = d \frac{\Delta x}{S}. \lambda = 0,02 \cdot 10^{-3} \frac{3,6 \cdot 10^{-2}}{1,8} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ (м)}.$$

1606. $N=125$ (штрихов/мм); $S=2,5$ м; $\lambda=420$ нм; $m=1$. $\Delta x - ?$

$$\Delta x = \frac{m \lambda S}{d} = m \lambda S \cdot N; \Delta x = 420 \cdot 10^{-9} \cdot 2,5 \cdot 125 \cdot 10^3 = 0,13 \text{ (м)}.$$

1607. $d=0,004$ мм; $\lambda=687$ нм. $m=2$; $\varphi - ?$

$$d \sin \varphi = m \lambda; \sin \varphi = \frac{m \lambda}{d}; \varphi = \arcsin \frac{m \lambda}{d}; \varphi = \arcsin \frac{2 \cdot 687 \cdot 10^{-9}}{0,004 \cdot 10^{-3}} \approx 20^\circ.$$

1608. $\lambda=656$ нм; $m=2$; $\alpha=15^\circ$. $d - ?$

$$d = \frac{m \lambda}{\sin \varphi}; d = \frac{2 \cdot 656 \cdot 10^{-9}}{\sin 15^\circ} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ (м)}.$$

1609. $\lambda=627$ нм; $\Delta x=39,6$ см; $S=120$ см. $d - ?$

$$d \sin \varphi = m \lambda; m=1; d = \frac{m \lambda}{\sin \varphi}; \tan \varphi = \frac{\Delta x}{S}; \sin \varphi = \frac{\tan \varphi}{\sqrt{1 + \tan^2 \varphi}};$$

$$d = \frac{m \lambda}{\frac{\tan \varphi}{\sqrt{1 + \tan^2 \varphi}}} \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta x}{S}\right)^2} = \frac{m \lambda S}{\Delta x} \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta x}{S}\right)^2};$$

$$d = \frac{1 \cdot 627 \cdot 10^{-9} \cdot 120 \cdot 10^{-2}}{39,6 \cdot 10^{-2}} \sqrt{1 + \left(\frac{39,6}{120}\right)^2} = 0,002 \text{ (мкм)}.$$

1610. $\lambda=546,1$ нм; $m=1$; $\varphi=19^\circ 8'$. $N - ?$

$$d \sin \varphi = m \lambda; d = \frac{\lambda}{\sin \varphi}; d = \frac{546,1 \cdot 10^{-9}}{\sin 19^\circ 8'} = 0,0017 \text{ (мм)}.$$

$$N = \frac{1}{d} = \frac{1}{0,0017} = 600 \text{ (штрихов/мм)}.$$

1611. $\lambda = 700 \text{ нм}$; $m = 2$; $\varphi = 30^\circ$. $d - ?$ $N - ?$

$$d = \frac{m \lambda}{\sin \varphi}; d = \frac{2 \cdot 700 \cdot 10^{-9}}{\sin 30^\circ} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ (м)} = 0,0028 \text{ (мм)}.$$

$$N = \frac{1}{d}; N = \frac{1}{0,0028} = 357 \text{ (мм}^{-1}\text{)}.$$

1612. $\lambda = 589 \text{ нм}$; $d = 2 \text{ мкм}$. $m_{\max} - ?$

$$d \sin \varphi = m \lambda; d = m_{\max} \lambda;$$

$$m_{\max} = \frac{d}{\lambda}; m_{\max} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{589 \cdot 10^{-9}} \approx 3.$$

1613. $N = 500 \text{ мм}^{-1}$; $x = 500 \text{ нм}$; $\varphi = 90^\circ$. $m_{\max} - ?$

$$d \sin \varphi = m_{\max} \lambda; m_{\max} = \frac{d}{\lambda}; m_{\max} = \frac{1}{x N}; m_{\max} = \frac{1}{500 \cdot 10^{-9} \cdot 500 \cdot 10^3} = 4.$$

1614. $N = 500 \text{ мм}^{-1}$; $\lambda = 720 \text{ нм}$. $m_{\max} - ?$

$$\sin \varphi = \frac{m \lambda}{d} \leq 1.$$

$$m_{\max} \leq \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{x N}; m_{\max} \leq \frac{1}{500 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^{-9}} = 2,77.$$

$$m_{\max} = 2.$$

1615. $\lambda_1 = 0,38 \text{ мкм}$; $\lambda_2 = 0,76 \text{ мкм}$; $S = 3 \text{ м}$; $d = 0,01 \text{ мм}$. $\Delta d - ?$

$$\Delta d = d_2 - d_1$$

$$\begin{cases} d \sin \varphi_1 = m \lambda_1 \\ d \sin \varphi_2 = m \lambda_2 \end{cases}, m = 1; \sin \varphi_1 \approx \operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{d_1}{S}, \sin \varphi_2 = \frac{d_2}{S}.$$

$$\begin{cases} d \frac{d_1}{S} = \lambda_1 \\ d \frac{d_2}{S} = \lambda_2 \end{cases}$$

$$\Delta d = d_2 - d_1 = \frac{S}{d} (\lambda_2 - \lambda_1); \Delta d = \frac{3}{0,01 \cdot 10^{-3}} (0,76 - 0,38) \cdot 10^{-6} = 0,144 \text{ (м)}.$$

1616. $\lambda_1 = 500 \text{ нм}$; $m_1 = 3$; $\varphi_1 = 10^\circ 12'$; $m_2 = 2$; $\varphi_2 = 6^\circ 18'$.

$$d \sin \varphi_1 = m_1 \lambda_1; d \sin \varphi_2 = m_2 \lambda_2;$$

$$\lambda_2 = \frac{d \sin \varphi_2}{m_2}.$$

$$d = \frac{m_1 \lambda_1}{\sin \varphi_1}; \lambda_2 = \frac{m_1 \lambda_1 \sin \varphi_2}{m_2 \sin \varphi_1}; \lambda_2 = \frac{3}{2} \frac{590 \cdot 10^{-9} \cdot \sin 6^\circ 18'}{\sin 10^\circ 12'} = 550 \text{ (нм)}.$$

$$\mathbf{1617.} \lambda_1 = 589 \text{ нм}; m_1 = 1; \varphi_1 = 17^\circ 8'; m_2 = 2; \varphi_2 = 24^\circ 12'. x_2 = ? \text{ N} - ?$$

$$d \sin \varphi_1 = m_1 \lambda_1; d = \frac{m_1 \lambda_1}{\sin \varphi_1}; d = \frac{589 \cdot 10^{-9}}{\sin 17^\circ 82} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ (м)}.$$

$$N = \frac{1}{d} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 500 \text{ (штрихов/мм)}.$$

$$\frac{d \sin \varphi_2}{m_2} = \lambda_2; \lambda_2 = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 24^\circ 128}{2} = 410 \text{ (нм)}.$$

$$\mathbf{1618.} m_1 = 2; m_2 = 3; \lambda_1 = 700 \text{ нм}; \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi. \lambda_2 = ?$$

$$d \sin \varphi = m_1 \lambda_1; d \sin \varphi = m_2 \lambda_2; m_1 \lambda_1 = m_2 \lambda_2; \lambda_2 = \frac{m_1}{m_2} \lambda_1$$

$$\lambda_2 = \frac{2}{3} 700 \cdot 10^{-9} = 467 \text{ (нм)}.$$

$$\mathbf{1619.} d = 2 \text{ мкм}; \lambda_1 = 500 \text{ нм}; \lambda_2 = 600 \text{ нм}.$$

Условие перекрытия: $m_1 \lambda_1 = m_2 \lambda_2$;

$$1) m_1 = 2; m_2 = 1;$$

$$2 \cdot 500 \neq 1 \cdot 600 \text{ (нм)}.$$

Спектры 1-го и 2-го порядков не перекрываются.

$$2) m_1 = 3; m_2 = 2;$$

$$3 \cdot 500 \neq 2 \cdot 600 \text{ (нм)}.$$

Также не перекрываются.

$$5) m_1 = 6; m_2 = 5;$$

$$6 \cdot 500 = 5 \cdot 600 \text{ (нм)}.$$

Границы спектров 6-го и 5-го порядка совпадают.

При более высоких порядках спектры начинают перекрываться.

$$6) m_1 = 7; m_2 = 6;$$

$$7 \cdot 500 < 6 \cdot 600 \text{ (нм)}.$$

1620. Чем выше частота, тем короче длина волны, и, следовательно, меньше размер системы, генерирующей излучение.

1621. Кипяток.

1622. Черный остынет быстрее, так как черное тело излучает больше тепла, нежели другое за то же время.

1623. Первый.

1624. Минимальная площадь поверхности с заданными размерами у тела есть сфера, следовательно, животные стараются принять форму клубка, чтобы терять как можно меньше тепла.

1625. Прозрачное тело не излучает.

1626. Угли излучают тепло гораздо интенсивнее, нежели мел.

1627. Так как рисунок черный, то он излучает сильнее, чем светлое керамическое изделие.

1628. а), в) – тепловое излучение; б), г) – люминесцентное излучение.

1629. а) Бомбардировка экрана электронами – катода люминесценция.

б) Ионизация газа.

в) Фотолюминесценция.

г) Хемилюминесценция (за счет химических реакций).

1630. $T_1 > T_2$.

1631. Чтобы тело человека не перегревалось.

1632. Стекло не выпускает из парника тепло, излучаемое нагретой землей.

1633. Нет.

1634. При уменьшении напряжения согласно закону Джоуля–Ленца нить лампы накаливания нагревается меньше, излучение ослабевает и его максимум смещается в сторону длинных волн.

1635. При облучении ультрафиолетом такого изделия оно излучает в видимом диапазоне в зависимости от количества раствора люминесцентного вещества на нем, давая на экране картину с разной освещенностью.

1636. Ультрафиолетовое излучение, возникающее при сварке, вредно для глаз. Темное стекло не пропускает ультрафиолет и поглощает часть излучения, делая его для глаза менее ярким.

1637. Потому что в горах больше ультрафиолетового излучения.

1638. Кварцевое стекло пропускает ультрафиолетовое излучение.

1639. Чтобы получить линейчатый спектр (при нагреве отдельные атомы возбуждаются, излучая линейчатый спектр).

1640. Пламя свечи, нить электрической лампы, спираль электроплитки дают сплошной спектр. Остальные – линейчатый.

1641. Концентрацию элементов, входящих в состав сплава.

1642. Чтобы происходило поглощение света, имеющего более высокую температуру.

1643. Призматический спектр растянут в коротковолновой части спектра, а дифракционный спектр равномерен в случае длинноволнового излучения.

1644. Возникающее рентгеновское излучение поглощается стеклом. Нет, не опасно.