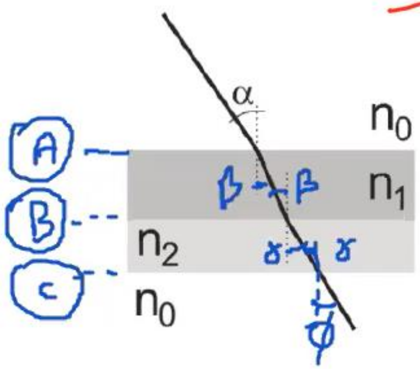
1. Obliczyć kąt załamania dla przypadku dwóch płytek płasko-równoległych o współczynniku załamania n_1, n_2, o różnej grubości. Współczynnik załamania powietrza $n_0=1$.
Dane: n_0, n_1, n_2, α.



$$\alpha = \phi$$

A $n_0 \sin\alpha = n_1 \sin\beta$

B $n_1 \sin\beta = n_2 \sin\gamma$

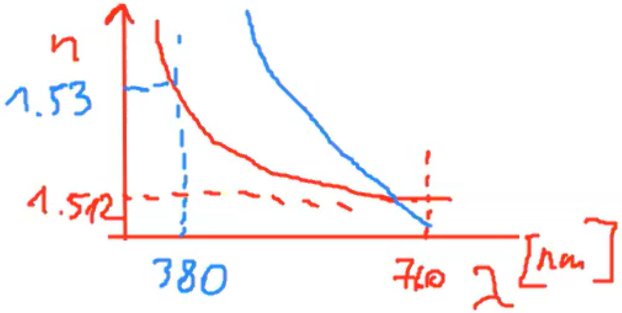
C $n_2 \sin\gamma = n_0 \sin\phi$

A $\sin\beta = \frac{n_0}{n_1}\sin\alpha$

B $\sin\gamma = \frac{n_1}{n_2}\cdot\sin\beta = \frac{\cancel{n_1}}{n_2}\frac{n_0}{\cancel{n_1}}\sin\alpha$

C $\sin\phi = \frac{n_2}{n_0}\sin\gamma = \frac{\cancel{n_2}}{\cancel{n_0}}\frac{\cancel{n_0}}{\cancel{n_2}}\sin\alpha$

2. Wiązka światła, składająca się z fal o długości $\lambda_1 = 380$ nm i $\lambda_2 = 760$ nm pada na płytkę płasko-równoległą o grubości d = 5 mm, wykonaną ze szkła (Schott BK 7), pod kątem 30^0. Obliczyć, o ile zostaną rozsunięte promienie dla obu tych długości fal, jeśli współczynniki załamania są równe n1 = 1,530 i n2 = 1,512.



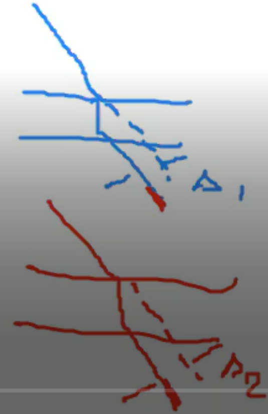
$$\Delta = d \sin\alpha \left(1 - \frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}\right)$$

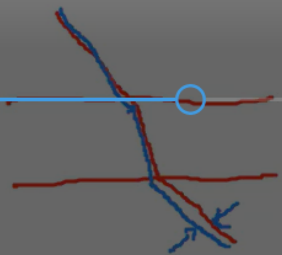
$=$

$\alpha = 30^0$

$n_1 = 1.53$ $\quad$ $\Delta_1 = 1.0027$ mm

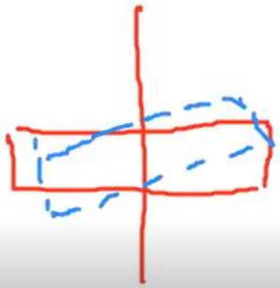
$n_2 = 1.512$ $\quad$ $\Delta_2 = 0.9827$ mm

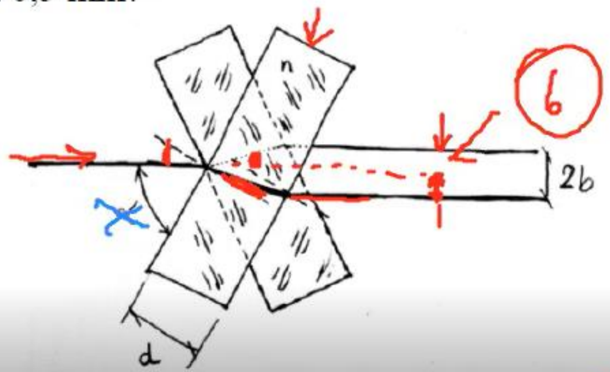


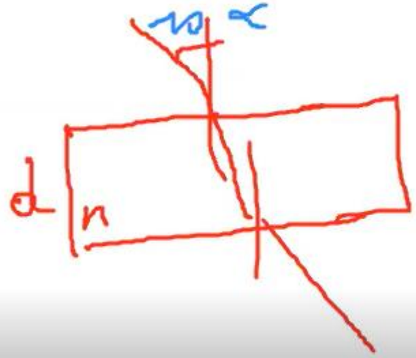


$\Delta = \Delta_1 - \Delta_2$

3. Układ dwojący w keratometrze zbudowany jest z dwóch płytek płasko-równoległych o grubości d = 3 cm, wykonanych ze szkła o współczynniku załamania n = 1,5, które można obracać wokoło osi prostopadłej do nich i do padającego promienia. Czy obrót o kąt 10° wystarczy, by uzyskać rozsunięcie obrazów wielkości 0,5 mm?





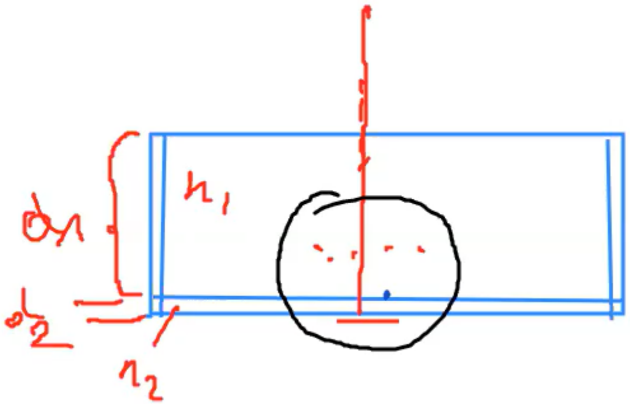


$$\underbrace{b = \Delta}_{} = \underbrace{d \sin\alpha\left(1 - \frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}\right)}_{}$$

$$2b \geq 0.5\ mm$$

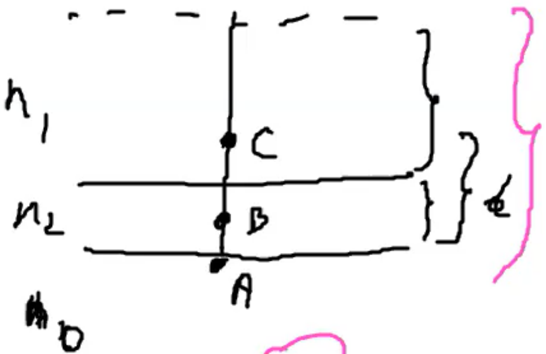
4. Pod dnem akwarium o głębokości d1 = 15cm leży znaczek pocztowy. O ile podniesie się obraz znaczka przy patrzeniu prosto w dół, gdy grubość dna wynosi d2 = 5 cm, współczynnik załamania światła dla wody n1 = 1,33 i dla szkła n2 = 1,55.

10pkt.



1 pkt

$$\Delta_1 = d\left(1 - \frac{1}{n}\right)$$



5pkt

2

$$\overline{AB} = d_2\left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$\overline{BC} = d_1\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)$$

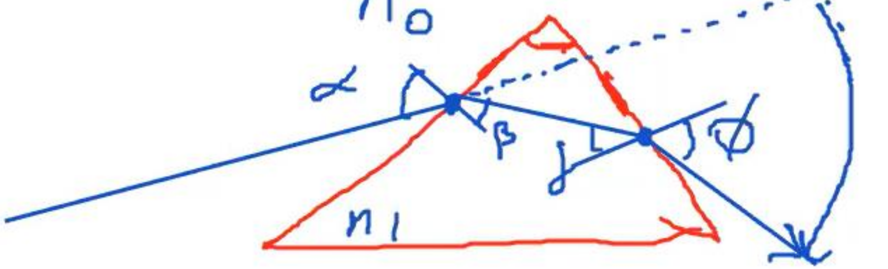
$$\overline{AC} = \overline{AB} + \overline{BC}$$

$$\overline{AC} = d = \underbrace{d_2\left(1 - \frac{1}{n_2}\right) + d_1\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)} = \quad 2$$

$$5\left(1 - \frac{1}{1.55}\right) + 15\left(1 - \frac{1}{1.33}\right)$$

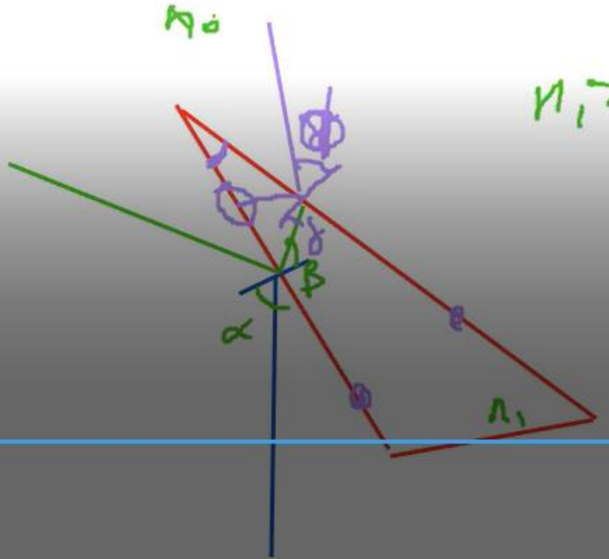
$$= 5.496 \text{ cm}$$

5. Pryzmat: zasada działania, dyspersja.



$$n_0 \sin\alpha = n_1 \sin\beta$$

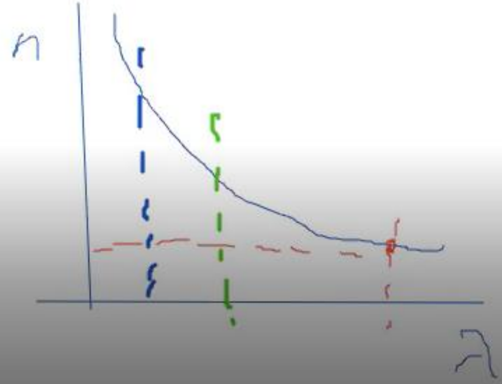
$$n_1 \sin\gamma = n_0 \sin\phi$$

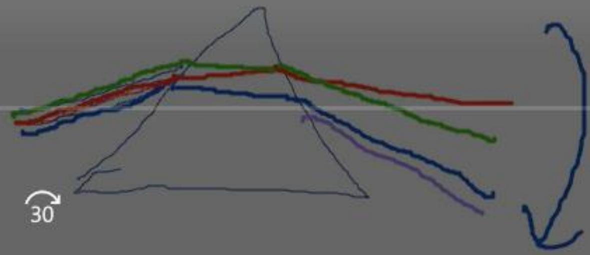


$n_1 > n_0$

$\beta < \alpha$

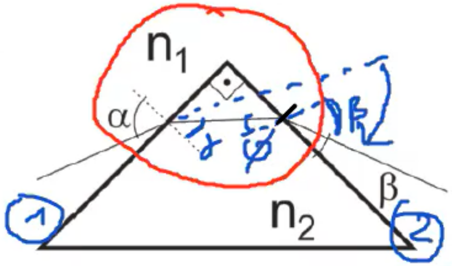
$\phi > \gamma$





6. 2. Obliczyć kąt pomiędzy promieniem załamanym a padającym w przypadku pryzmatu o kącie łamiącym $\gamma=90^0$. Kąt padania α, współczynnik załamania szkła n_2 (powietrza n_1). Jaki jest warunek (jeśli istnieje), aby promień nie wyszedł poza pryzmat?

Dane: α, n_1, n_2.

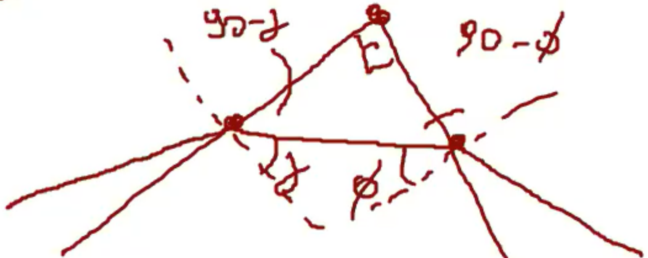


$$\sin\gamma = \frac{n_1}{n_2}\sin\alpha$$

$$\begin{cases} n_1\sin\alpha = n_2\sin\gamma & (1)\\ n_2\sin\phi = n_1\sin\beta & (2)\end{cases}$$

$$\boxed{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1}\sin\phi = \frac{n_2}{n_1}\cos\gamma = \frac{n_2}{n_1}\sqrt{1-\sin^2\gamma} = \frac{n_2}{n_1}\sqrt{1-\left(\frac{n_1}{n_2}\sin\alpha\right)^2}$$

$$\frac{n_2}{n_1}\sqrt{\frac{n_2^2-n_1^2\sin^2\alpha}{n_2^2}} = \frac{1}{n_1}\sqrt{n_2^2-n_1^2\sin^2\alpha}$$



$$90+90-\gamma+90-\phi = 180$$

$$\phi+\gamma = 90 \qquad \phi = 90-\gamma$$

$$\sin\phi = \sin(90-\gamma) = \sin 90\cos\gamma - \underbrace{\sin\gamma\cos 90}_{0} = \cos\gamma$$

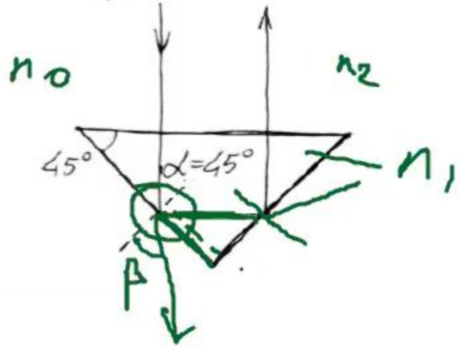
$$n_2^2 - n_1^2\sin^2\alpha < 1$$

$$\max(\sin)=1 \Rightarrow n_2 < \sqrt{2}$$

7. Czy w pryzmacie prostokątnym dwuodbiciowym wykonanym ze szkła o współczynniku załamania n1 = 1,5 nastąpi zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia? Co się zmieni, jeśli pryzmat zanurzymy w wodzie o współczynniku załamania n2 = 1,333?

$n_1 \sin 45^\circ = n_0 \sin\beta$

$\frac{3}{2}\frac{\sqrt{2}}{2} = 1 \sin\beta$



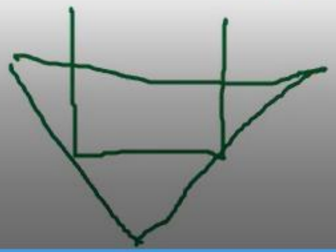
$n_1 \sin 45 = n_2 \sin\beta$

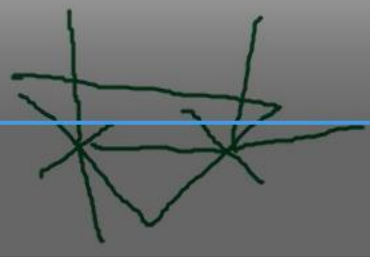
$\frac{3}{2}\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{4}{3} \sin\beta$

$\sin\beta = \frac{3\sqrt{2}}{4} \approx 1.06 > 1$

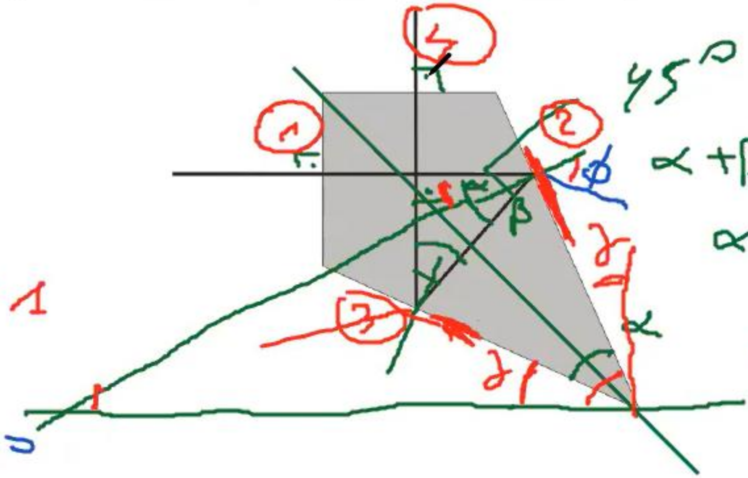
$\sin\beta = \frac{3\sqrt{2}}{4}\frac{3}{4} = \frac{9\sqrt{2}}{16} \approx$

$\approx 0.7975 < 1$





8. Przeanalizuj działanie pryzmatu pentagonalnego. Wypisz wszystkie ważne kąty. Czy dla szkła optycznego o n = 1,5 odbicia następują na zasadzie całkowitego wewnętrznego odbicia? Jaki powinien być minimalny współczynnik załamania szkła, tak by nie trzeba było srebrzyć ścianek pryzmatu?



45°

$\alpha + \beta = 45^\circ$

$\alpha = \beta = 22{,}5^\circ$

$\alpha = 90 - 2\gamma$

$\gamma = 22.5^\circ$

$\alpha = 90 - 45 = 45^\circ$

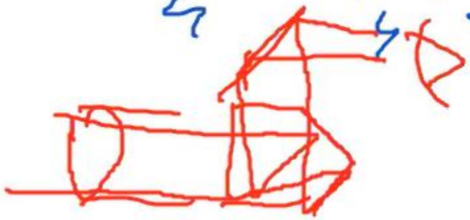
2

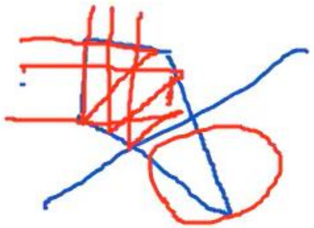
$$\underbrace{n \sin \alpha = 1 \sin \phi}$$

$$n \sin 22{,}5^\circ = \sin \phi < 1$$

$$\frac{\sqrt{2-\sqrt{2}}}{2} = \sin 22{,}5^\circ$$

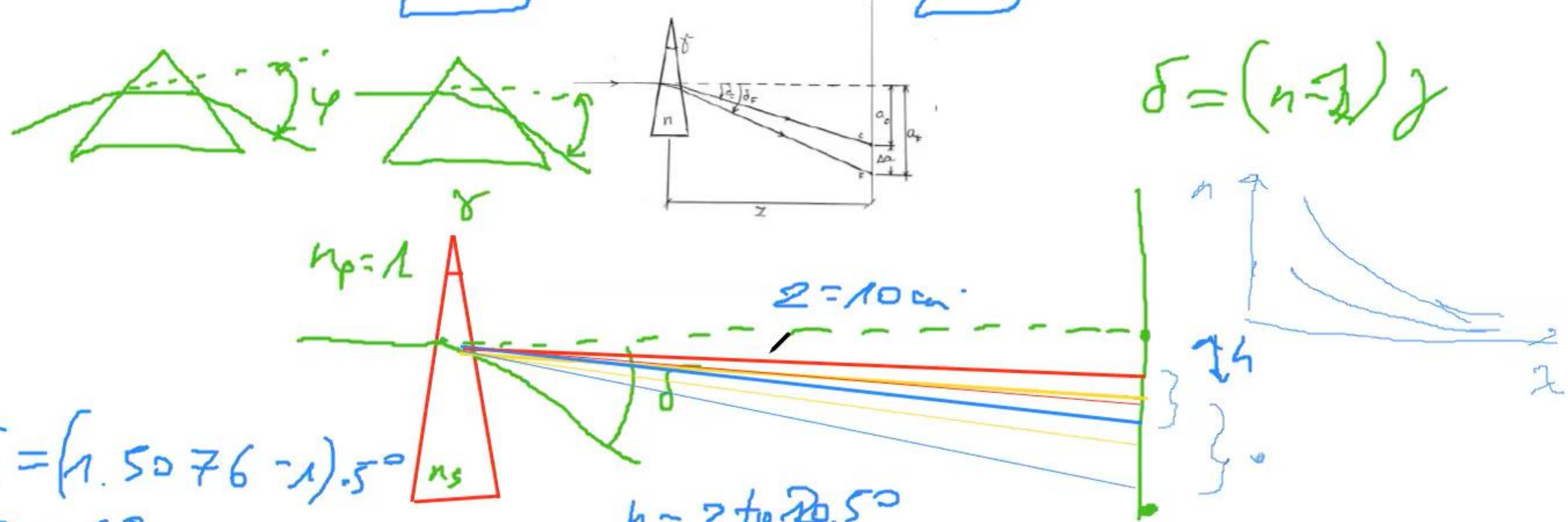
$$\sin \phi = \frac{3\sqrt{2-\sqrt{2}}}{2\cdot 2} \approx \frac{3\cdot 0.6}{4} = \frac{1.8}{4} < 1$$





9. Porównać wielkość poprzecznego rozszczepienia barwnego Δa w dwóch cienkich klinach o jednakowym kącie wierzchołkowym δ = 5°, z których jeden wykonano ze szkła kronowego typu BK7 a drugi z ciężkiego flintu (szkło SF4). Odległość środka klina od ekranu z = 10 cm. Dane szkieł:

Materiał	n_C **(0,6563 μm)**	n_d **(0,5893 μm)**	n_F **(0,4861)**	**Liczba Abbego ν**
Szkło BK7	1,5076	1,5100	1,5157	62,96
Szkło SF4	1,7473	1,7550	1,7747	27,86



$\delta = (n-1)\gamma$

$\delta = (1.5076 - 1) \cdot 5^\circ \simeq 2.5^\circ$

$h = z \, tg \, 2{,}5^\circ$

10. Wyznaczyć wszystkie odbicia (o ile to możliwe) przedmiotu A w trzech zwierciadłach płaskich tworzących ostrosłup o podstawie trójkąta równobocznego (kalejdoskop).