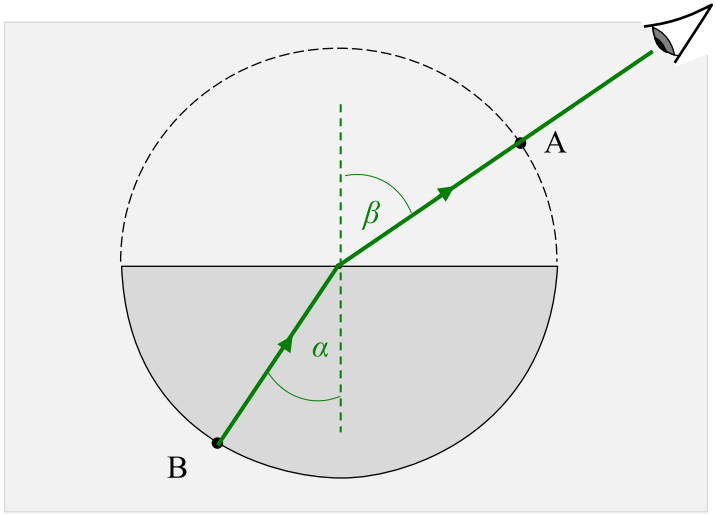
## Zadanie 4.1. (0–1)

**Schemat punktowania**

1 p. – prawidłowe narysowanie biegu promienia świetlnego oraz prawidłowe oznaczenia kątów.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawne rozwiązanie**




## Zadanie 4.2. (0–2)

**Schemat punktowania**

2 p. – prawidłowe nazwanie zjawiska oraz prawidłowe zapisanie warunku zajścia zjawiska.

1 p. – prawidłowe nazwanie zjawiska

*lub*

– prawidłowe zapisanie warunku zajścia zjawiska.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawne rozwiązanie**

Nazwa zjawiska: całkowite wewnętrzne odbicie.

Warunek zajścia zjawiska:

$$\alpha > \alpha_g \quad \text{gdzie} \quad \sin\alpha_g = \frac{1}{n} \qquad (\text{lub } \alpha > \alpha_g \quad \text{gdzie} \quad \sin\alpha_g = \frac{n_p}{n_s})$$

Równoważny powyższemu zapis warunku:

$$\sin\alpha > \frac{1}{n} \qquad (\text{lub} \quad \sin\alpha > \frac{n_p}{n_s})$$

## Zadanie 4.3. (0–4)

**a) (0–2)**

**Schemat punktowania**

2 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia współczynnika załamania światła szkła względem powietrza i prawidłowy wynik podany z dokładnością do trzech cyfr znaczących.
1 p. – prawidłowo zapisane równanie Snelliusa z poprawną identyfikacją kątów.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Określamy kąty padania i załamania: $\alpha_{szklo} = 30°$ $\beta_{pow} = 30° + 20° = 50°$. Zapisujemy prawo Snelliusa, z uwzględnieniem zwrotu biegu promienia światła. Niech $n = \frac{n_{szklo}}{n_{pow}}$, wtedy:

$$\frac{\sin\alpha_{szklo}}{\sin\beta_{pow}} = \frac{n_{pow}}{n_{szklo}} = \frac{1}{n} \quad \rightarrow \quad n = \frac{\sin\beta_{pow}}{\sin\alpha_{szklo}} \quad \rightarrow \quad n = \frac{\sin 50°}{\sin 30°} \approx \frac{0{,}766}{0{,}500} \approx 1{,}53$$

**b) (0–2)**

**Schemat punktowania**

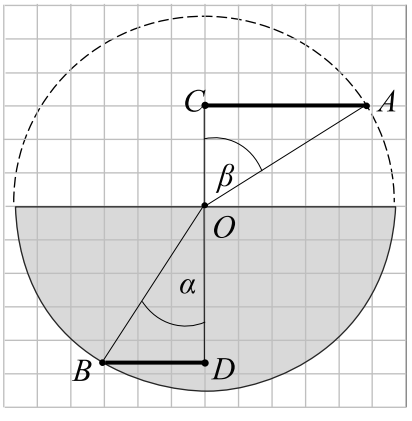
2 p. – prawidłowa metoda obliczenia prędkości światła w szkle i prawidłowy wynik podany z dokładnością do trzech cyfr znaczących.
1 p. – prawidłowe zapianie związków między prędkościami światła w ośrodkach i bezwzględnymi współczynnikami załamania światła w ośrodkach (lub względnym współczynnikiem załamania).
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Zapisujemy związek pomiędzy prędkościami światła w powietrzu i szkle a współczynnikami załamania światła w ośrodkach: Niech $n = \frac{n_{szklo}}{n_{pow}}$, wtedy:

$$\frac{c}{v_p} = \frac{n_{szklo}}{n_{pow}} = n \quad \rightarrow \quad v_p = \frac{c}{n} \quad \rightarrow \quad v_p = \frac{299\,700\ \frac{\text{km}}{\text{s}}}{1{,}53} \approx 196\,000\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

## Zadanie 4.4. (0–2)




**Schemat punktowania**

2 p. – prawidłowe wyprowadzenie wzoru $n = \frac{|CA|}{|BD|}$.
1 p. – prawidłowe zapisane równania Snelliusa z zapisem sinusów jako stosunków długości odpowiednich odcinków.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Zapiszemy prawo Snelliusa: $n = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$

Sinusy kątów $\alpha$ i $\beta$ wyrazimy stosunkami odpowiednich odcinków:

$$n = \frac{\frac{|CA|}{|OA|}}{\frac{|BD|}{|OB|}}$$

Uwzględniamy fakt, że $|OB| = |OA| = r$:

$$n = \frac{\frac{|CA|}{r}}{\frac{|BD|}{r}} \quad \rightarrow \quad n = \frac{|CA|}{|BD|}$$