

XLVI MIĘDZYSZKOLNY TURNIEJ FIZYCZNY
dla uczniów szkół ponadpodstawowych
w roku szkolnym 2003/04

WZORCOWE ROZWIĄZANIE ZADANIA NR 2

Dla dowolnego pryzmatu spełnione są następujące związki pomiędzy kątami padania α i załamania β na pierwszej ścianie pryzmatu oraz między kątem padania γ i załamania δ na drugiej ścianie pryzmatu wynikające z prawa załamania światła

$$n_0 \sin \alpha = n \sin \beta, \quad (1)$$

$$n \sin \gamma = n_0 \sin \delta. \quad (2)$$

Ponieważ kąt γ jest kątem granicznym dla szkła pryzmatu, to kąt $\delta = 90^\circ$ i wobec tego możemy z relacji (2) wyliczyć jego wartość tzn.

$$\sin \gamma = \frac{1}{n} = 0,71, \quad (3)$$

co daje $\gamma = 45,24^\circ$. W dowolnym pryzmacie z własności odpowiednich trójkątów można wyprowadzić związek między kątem łamiącym a kątami wewnętrznymi w postaci

$$\theta = \beta + \gamma. \quad (4)$$

Z równania (1) znajdujemy sinus kąta β , tzn.

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = 0,36, \quad (5)$$

czyli $\beta = 21,10^\circ$. Z równań (3)-(5) otrzymamy kąt łamiący $\theta = 66,34^\circ$.

Dla pryzmatu umieszczonego w wodzie do wzorów (1) i (2) należy podstawić $n_w = 1,33$ zamiast $n_0 = 1$. Pozwala to na obliczenie nowego kąta załamania β' z relacji (1) tzn.

$$\sin \beta' = \frac{n_w}{n} \sin \alpha = 0,475, \quad (6)$$

skąd $\beta' = 28,36^\circ$. Ponieważ wyliczyliśmy już kąt łamiący, to z relacji (4) znajdujemy, że $\gamma' = \theta - \beta' = 37,98^\circ$. Korzystając z relacji (2) otrzymamy, że

$$\sin \delta' = \frac{n}{n_w} \sin \gamma' = 0,65, \quad (7)$$

skąd $\delta' = 40,54^\circ$. Jest to zatem kąt wyjścia promienia z pryzmatu. Wynika stąd, że kąt γ' jest teraz mniejszy od kąta granicznego, który wynosi

$$\gamma'_{gr} = \arcsin\left(\frac{n_w}{n}\right) = 71,8^\circ. \quad (8)$$

Proponowana punktacja:

1. Znalezienie kąta łamiącego θ - max. 4 pkt.
2. Obliczenie kątów γ', δ' - max. 4 pkt.
3. Obliczenie nowego kąta granicznego γ'_{gr} - max. 2 pkt.