Zadanie 11.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 6.9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków.

Schemat punktowania
2 p. – prawidłowe podkreślenia w obu zdaniach.
1 p. – prawidłowe podkreślenie w jednym zdaniu.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Częstotliwość światła, które przeszło do szkła, jest (*większa niż / mniejsza niż / taka sama, jak*) częstotliwość tego światła w próżni.

Długość fali światła, które przeszło do szkła, jest (*większa niż / mniejsza niż / taka sama jak*) długość fali tego światła w próżni.

Zadanie 11.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 6.8) stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością, 6.9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – zapisanie w jakiejkolwiek formie prawa Snelliusa łącznie z uwzględnieniem (w osobnych zapisach, lub w zapisie prawa Snelliusa) związków 2) – 4) wymienionych poniżej.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Korzystamy z: 1) prawa Snelliusa, 2) wzoru z prędkościami na współczynnik załamania światła w szkle, 3) związku pomiędzy parametrami fali, 4) własności zachowania częstotliwości fali przechodzącej przez dwa ośrodki.

$$1)\ \frac{\sin\alpha_{pr}}{\sin\alpha_{szk}} = n_{szk}, \qquad 2)\ n_{szk} = \frac{c}{v_{szk}}, \qquad 3)\ v = f\lambda, \qquad 4)\ f_{szk} = f_{pr}$$

Z powyższych zależności wyznaczamy długość fali światła w szkle:

$$\frac{\sin\alpha_{pr}}{\sin\alpha_{szk}} = \frac{c}{v_{szk}} = \frac{f_{pr}\lambda_{pr}}{f_{szk}\lambda_{szk}} = \frac{\lambda_{pr}}{\lambda_{szk}}$$

$$\frac{\sin\alpha_{pr}}{\sin\alpha_{szk}} = \frac{\lambda_{pr}}{\lambda_{szk}} \quad \rightarrow \quad \lambda_{szk} = \frac{\sin 25^\circ}{\sin 45^\circ}\cdot 628\ \text{nm} = 375\ \text{nm} \approx 380\ \text{nm}$$

Zadanie 11.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	Zdający: 6.8) stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością, 6.9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków. Zdający przeprowadza analizę wyników doświadczeń dotyczących: 13.8) załamania światła (np. wyznaczenie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego).

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe obliczenie kąta granicznego oraz prawidłowe narysowanie promienia odbitego pod kątem 40 stopni
lub
– wykazanie, że promień musi się odbić od granicy ośrodków, ponieważ nie istnieje kąt, którego sinus wynosi $\frac{\sin 45^\circ}{\sin 25^\circ}\cdot\sin 40^\circ > 1$ oraz prawidłowe narysowanie promienia odbitego pod kątem 40 stopni.

1 p. – zapisanie wzorów umożliwiających wyznaczenie (korzystając z danych) kąta granicznego w szkle: wzoru na sinus kąta granicznego i wzoru (z sinusami) na współczynnik załamania światła w szkle
lub
– narysowanie promienia odbitego (tylko!) pod katem 40 stopni.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1.

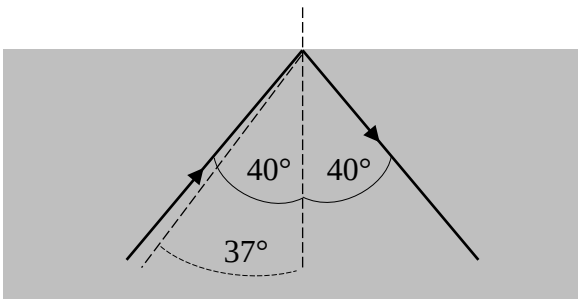
Załóżmy, że promień wychodzący załamie się pod kątem β. Zastosujemy prawo Snelliusa dla sytuacji zilustrowanej na rysunku we wstępie do zadania oraz dla sytuacji zilustrowanej na rysunku w zadaniu 11.3:

$$\frac{\sin 45°}{\sin 25°} = n_{sz} = \frac{\sin \beta}{\sin 40°}$$

Z powyższego równania otrzymujemy:

$$\sin \beta = \frac{\sin 45°}{\sin 25°} \cdot \sin 40° > 1$$

Nie istnieje taki kąt, którego sinus byłby większy od 1. Zatem promień nie może wyjść z ośrodka – zatem musi się odbić od granicy ośrodków z powrotem do szkła.



Sposób 2.

Żeby dorysować promień musimy ustalić, czy ten promień wyjdzie ze szkła do powietrza, czy też może nastąpi całkowite wewnętrzne odbicie. W tym celu obliczamy kąt graniczny dla szkła – tzn. taki kąt padania, dla którego promień wychodzący ze szkła do próżni byłby załamany pod maksymalnym kątem, czyli 90°:

$$\frac{\sin 90°}{\sin \alpha_g{}^{\circ}} = \frac{n_{sz}}{n_p} \quad \rightarrow \quad \sin \alpha_g = \frac{1}{n_{szk}}$$

$$\sin \alpha_g = \frac{\sin 25°}{\sin 45°} = 0{,}60 \quad \rightarrow \quad \alpha_g \approx 37°$$

Ponieważ kąt padania na granicę ośrodków od strony szkła jest większy od kąta granicznego, to promień nie może wyjść z ośrodka, więc w całości odbije się od granicy ośrodków.

