Zadanie 3.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: VIII.4) (SP) posługuje się pojęciami […] częstotliwości, długości fali i prędkości rozchodzenia się fali do opisu fal oraz stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami wraz z ich jednostkami. X.6) stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków; posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka […].

Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna lub niepełna albo brak odpowiedzi.

Pełne rozwiązanie

A3

Zadanie 3.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i źródeł internetowych, oraz ocenianie wiarygodności źródeł.	Zdający: I.4) przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem; I.7) wyodrębnia z tekstów, […] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. X.6) stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków; posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka; oblicza kąt graniczny.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda ustalenia biegu wiązki ultradźwięków od granicy powietrze – woda **oraz** zaznaczenie rysunku C.

*Uwaga! Jeżeli zdający stosuje poprawną metodę ustalenia biegu wiązki ultradźwięków od granicy powietrze – woda **oraz** zapisze w sposób jednoznaczny, który rysunek przedstawia opisaną sytuację, albo zapisze jednoznacznie, że zachodzi całkowite odbicie od granicy ośrodków **i nie zaznaczy** rysunku, to otrzymuje 3 pkt.*

2 pkt – poprawna metoda obliczenia kąta granicznego dla przejścia dźwięku przez granicę powietrze – woda **oraz** podanie prawidłowej wartości tego kąta, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{\sin\alpha_g}{\sin 90^\circ} = \frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} \quad \text{oraz} \quad \alpha_g \approx 13{,}6^\circ$$

LUB

– poprawna metoda obliczenia sinusa kąta granicznego dla przejścia dźwięku przez granicę powietrze – woda **oraz** podanie prawidłowej wartości sinusa tego kąta, **oraz** stwierdzenie/zapisanie, że kąt padania (lub sinus tego kąta) jest większy od kąta granicznego, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{\sin\alpha_g}{\sin 90^\circ} = \frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} \quad \text{oraz} \quad \left(\sin\alpha_g \approx 0{,}2345 \quad \text{zatem} \quad \alpha_g < 45^\circ\right)$$

albo

$$\frac{\sin\alpha_g}{\sin 90^\circ} = \frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} \quad \text{oraz} \quad (\sin\alpha_g \approx 0{,}2345) < (\sin 45^\circ \approx 0{,}7071)$$

LUB

– poprawna metoda obliczenia kąta załamania dla przejścia dźwięku przez granicę powietrze – woda **oraz** podanie wartości sinusa kąta załamania większej od jedności, **oraz** stwierdzenie, że nie istnieje taki kąt, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin\alpha_w} = \frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} \quad \text{oraz} \quad (\sin\alpha_w > 1 \quad \text{nie istnieje taki kąt } \alpha_w)$$

1 pkt – poprawne zapisanie warunku (z uwzględnieniem wartości prędkości dźwięku), z którego można obliczyć kąt graniczny dla przejścia dźwięku przez granicę powietrze – woda, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{\sin\alpha_g}{\sin 90^\circ} = \frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

LUB

– zapisanie warunku (z uwzględnieniem wartości prędkości dźwięku i miary kąta padania) wynikającego z prawa załamania fali, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin\alpha_w} = \frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

Przykładowe pełne rozwiązania

Sposób 1.

Prędkość dźwięku w powietrzu jest mniejsza od prędkości dźwięku w wodzie. Z tego wynika, że istnieje kąt graniczny α_g padania dla wiązki ultradźwięków biegnącej od strony powietrza, powyżej którego nastąpi całkowite odbicie od granicy ośrodków powietrze – woda.

Wyznaczymy kąt graniczny dla przejścia dźwięku przez granicę powietrze – woda. Zapiszemy warunek (wynikający z prawa załamania fali) dla kąta granicznego w tym przypadku:

$$\frac{\sin\alpha_g}{\sin 90^\circ}=\frac{v_p}{v_w} \quad \rightarrow \quad \frac{\sin\alpha_g}{1}=\frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} \quad \rightarrow \quad \sin\alpha_g \approx 0{,}2345$$

Obliczymy kąt graniczny przy użyciu kalkulatora naukowego:

$$\sin\alpha_g \approx 0{,}2345 \quad \text{dla} \quad \alpha_g \approx 13{,}6^\circ$$

Porównamy kąt padania $\alpha_p = 45^\circ$ z kątem granicznym:

$$\alpha_p > \alpha_g \quad (45^\circ > 13{,}6^\circ)$$

Z powyższego wynika, że nastąpi całkowite odbicie od granicy powietrze – woda.

Prawidłowe zaznaczenie

C

Sposób 2.

Prędkość dźwięku w powietrzu jest mniejsza od prędkości dźwięku w wodzie. Z tego wynika, że istnieje kąt graniczny α_g padania dla wiązki ultradźwięków biegnącej od strony powietrza, powyżej którego nastąpi całkowite odbicie od granicy ośrodków powietrze – woda.

Wyznaczymy sinus kąta granicznego dla przejścia dźwięku przez granicę powietrze – woda. Zapiszemy warunek (wynikający z prawa załamania fali) dla sinusa kąta granicznego w tym przypadku:

$$\frac{\sin\alpha_g}{\sin 90^\circ}=\frac{v_p}{v_w} \quad \rightarrow \quad \frac{\sin\alpha_g}{1}=\frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} \quad \rightarrow \quad \sin\alpha_g \approx 0{,}2345$$

Porównamy sinus kąta padania $\alpha_p = 45^\circ$ z sinusem kąta granicznego:

$$(\sin 45^\circ \approx 0{,}7071 \quad \text{oraz} \quad \sin\alpha_g \approx 0{,}2345) \quad \text{zatem} \quad \sin 45^\circ > \sin\alpha_g$$

Ponieważ w przedziale od 0° do 90° sinus jest funkcją rosnącą, to:

$$\sin 45^\circ > \sin\alpha_g \quad \rightarrow \quad (\alpha_p = 45^\circ) > \alpha_g$$

To oznacza, że nastąpi całkowite odbicie od granicy powietrze – woda.

Prawidłowe zaznaczenie

C

Sposób 3.

Zapiszemy warunek wynikający z prawa załamania fali na granicy ośrodków powietrze – woda. Z tego warunku wyznaczymy sinus kąta załamania.

Kąt padania wiązki od strony powietrza oznaczymy jako α_p, a kąt załamania wiązki w wodzie oznaczymy jako α_w.

$$\frac{\sin\alpha_p}{\sin\alpha_w}=\frac{v_p}{v_w} \quad \rightarrow \quad \frac{\sin 45^\circ}{\sin\alpha_w}=\frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} \quad \rightarrow \quad \frac{0{,}707}{\sin\alpha_w}\approx\frac{340\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1450\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

Zatem:

$$\sin\alpha_w \approx 3{,}02 \qquad \sin\alpha_w > 1 \qquad \text{NIEMOŻLIWE}$$

Ponieważ nie istnieje kąt, dla którego sinus jest większy od jedynki, to nie istnieje w tym przypadku kąt α_w załamania w wodzie. Z tego wynika, że wiązka ultradźwięków nie wniknie do wody, tylko całkowicie odbije się od granicy powietrze – woda.

Prawidłowe zaznaczenie

C