Zadanie 4.1. (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: I.7) wyodrębnia z tekstów […] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska […]. X.2) posługuje się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką ($\mathrm{W/m^2}$) oraz proporcjonalnością do kwadratu amplitudy.

Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

D

Zadanie 4.2. (0–4)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, […] rysunków schematycznych […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska […]; przedstawia te informacje w różnych postaciach. X.9) stosuje zasadę superpozycji fal; wyjaśnia zjawisko interferencji fal; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal.

Zasady oceniania

4 pkt – poprawna metoda obliczenia współrzędnych czterech punktów, w których zachodzi minimum interferencyjne, **oraz** podanie prawidłowych współrzędnych z jednostkami:
$x_{11} = 2{,}5\ \text{m} \quad x_{12} = 3{,}5\ \text{m} \quad x_{21} = 1{,}5\ \text{m} \quad x_{22} = 0{,}5\ \text{m}$
oraz poprawne zaznaczenie punktów na osi.

3 pkt – poprawne zastosowanie warunku na minimum interferencyjne dla dwóch przypadków (dodatniej i ujemnej różnicy odległości) **oraz** prawidłowe obliczenie z tego warunku współrzędnych trzech punktów, np. zapisy równoważne poniższym:
$|x - (4\ \text{m} - x)| = (2n-1) \cdot 1\ \text{m} \quad \rightarrow \quad x_{11} = 2{,}5\ \text{m} \quad x_{12} = 3{,}5\ \text{m} \quad x_{21} = 1{,}5\ \text{m}$

2 pkt – zapisanie warunku na minimum interferencyjne z uwzględnieniem długości fali i odległości punktu minimum interferencyjnego od obu głośników **oraz** uwzględnienie dwóch przypadków (dodatniej i ujemnej różnicy odległości), **oraz** wyrażenie obu odległości punktu od głośników za pomocą współrzędnej x, np. zapisy równoważne poniższym:

$$|x - (4\ \text{m} - x)| = (2n-1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

albo

$$x - (4\ \text{m} - x) = +(2n-1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \text{oraz} \quad x - (4\ \text{m} - x) = -(2n-1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

LUB

– poprawne zastosowanie warunku na minimum interferencyjne dla jednego przypadku (dodatniej albo ujemnej różnicy odległości) **oraz** prawidłowe obliczenie z tego warunku współrzędnych dwóch punktów, np. zapisy równoważne poniższym:

$$x - (4\ \text{m} - x) = +(2n-1) \cdot 1\ \text{m} \quad \rightarrow \quad x_1 = 2{,}5\ \text{m} \quad x_2 = 3{,}5\ \text{m}$$

albo

$$x - (4\ \text{m} - x) = -(2n-1) \cdot 1\ \text{m} \quad \rightarrow \quad x_1 = 1{,}5\ \text{m} \quad x_2 = 0{,}5\ \text{m}$$

1 pkt – zapisanie warunku na minimum interferencyjne z uwzględnieniem długości fali i odległości punktu minimum interferencyjnego od obu głośników, np. zapisy równoważne poniższym:

$$|\text{G1}X| - |X\text{G2}| = (2n-1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

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

Przykładowe pełne rozwiązania

Załóżmy, że X jest punktem na osi x, leżącym między głośnikami $\mathrm{G1}$ i $\mathrm{G2}$, w którym wystąpi minimum interferencyjne. Zapiszemy warunek na minimum interferencyjne w punkcie X:

$$1)\quad \big||\mathrm{G1}X| - |X\mathrm{G2}|\big| = (2n-1)\cdot\frac{\lambda}{2} \qquad \text{dla} \quad n \in \mathbb{Z}_+ \quad \text{oraz} \quad X \in \mathrm{G1G2}$$

Zwracamy uwagę, że w tym wzorze pojawia się wartość bezwzględna różnicy – ponieważ warunek jest niezmienniczy ze względu na zamianę miejscami odległości, jakie pokonuje fala od źródeł do punktu X.

Współrzędną punktu X oznaczymy jako x. Wtedy:

$$2\mathrm{a})\quad |\mathrm{G1}X| = x \qquad 2\mathrm{b})\quad |X\mathrm{G2}| = 4\ \mathrm{m} - x$$

Przepiszemy równanie 1) z uwzględnieniem 2a) i 2b):

$$3\mathrm{a})\quad |x - (4\ \mathrm{m} - x)| = (2n-1)\cdot\frac{\lambda}{2}$$

$$3\mathrm{b})\quad |2x - 4\ \mathrm{m}| = (2n-1)\cdot\frac{2\ \mathrm{m}}{2}$$

$$3\mathrm{c})\quad |2x - 4\ \mathrm{m}| = (2n-1)\cdot 1\ \mathrm{m}$$

Rozwiążemy równanie 3c). Rozważymy dwa przypadki.

1. Przypadek, gdy $2 < x_1 < 4$:

$$4\mathrm{a})\quad 2x_1 - 4\ \mathrm{m} = (2n-1)\cdot 1\ \mathrm{m}$$

$$4\mathrm{b})\quad x_1 = \frac{(2n-1)}{2}\cdot 1\ \mathrm{m} + 2\ \mathrm{m}$$

$$4\mathrm{c})\quad x_{11} = \frac{(2\cdot 1-1)}{2}\cdot 1\ \mathrm{m} + 2\ \mathrm{m} = 2{,}5\ \mathrm{m} \qquad \text{dla} \quad n = 1$$

$$x_{12} = \frac{(2\cdot 2-1)}{2}\cdot 1\ \mathrm{m} + 2\ \mathrm{m} = 3{,}5\ \mathrm{m} \qquad \text{dla} \quad n = 2$$

Dla $n = 3 \ \rightarrow \ x_{13} = 4{,}5\ \mathrm{m}$ co oznacza, że X leży poza odcinkiem $\mathrm{G1G2}$.

2. Przypadek, gdy $0 < x_2 < 2$:

$$5\mathrm{a})\quad -(2x_2 - 4\ \mathrm{m}) = (2n-1)\cdot 1\ \mathrm{m}$$

$$5\mathrm{b})\quad x_2 = -\frac{(2n-1)}{2}\cdot 1\ \mathrm{m} + 2\ \mathrm{m}$$

$$5\mathrm{c})\quad x_{21} = -\frac{(2\cdot 1-1)}{2}\cdot 1\ \mathrm{m} + 2\ \mathrm{m} = 1{,}5\ \mathrm{m} \qquad \text{dla} \quad n = 1$$

$$x_{22} = -\frac{(2\cdot 2-1)}{2}\cdot 1\ \mathrm{m} + 2\ \mathrm{m} = 0{,}5\ \mathrm{m} \qquad \text{dla} \quad n = 2$$

Dla $n = 3 \ \rightarrow \ x_{23} = -0{,}5\ \mathrm{m}$ co oznacza, że X leży poza odcinkiem $\mathrm{G1G2}$.

Zaznaczymy na osi x punkty między głośnikami, w których zawsze wystąpi minimum interferencyjne:

