Zadanie 10.1. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2022	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 6.8) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego; 6.10) opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwbieżnie.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne narysowanie trzech obrazów fal stojących na rysunkach 1.–3.

1 pkt – poprawne narysowanie obrazu fali stojącej na rysunku 1. (o największej długości)

LUB

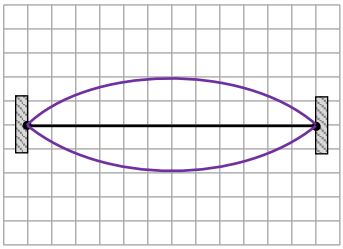
– poprawne narysowanie obrazu fali stojącej (o dowolnej poprawnej długości) na jednym z rysunków 2.–3. (nie może być to rysunek obrazu fali o największej długości).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

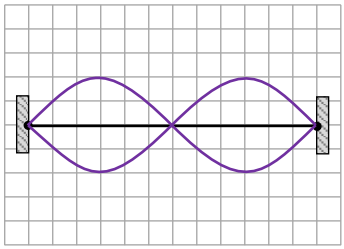
Poprawne rozwiązania

Sposób 1.

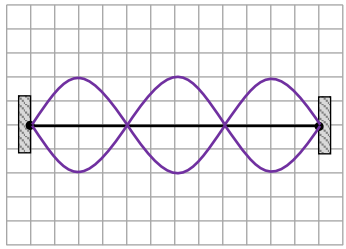
Rysunek 1.



Rysunek 2.

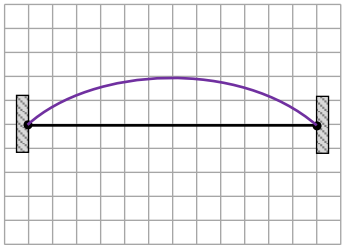


Rysunek 3.

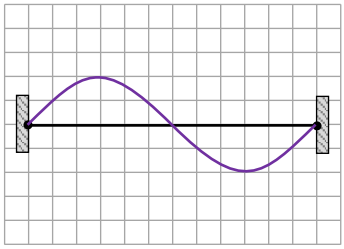


Sposób 2. (widok struny w chwili jej maksymalnego wychylenia)

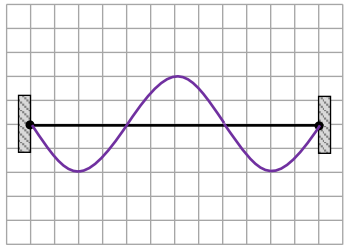
Rysunek 1.



Rysunek 2.



Rysunek 3.



Zadanie 10.2. (0–4)

Wymagania egzaminacyjne 2022	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu […].	Zdający: 6.6) stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością; 6.8) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego; 6.10) opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwbieżnie.

Zasady oceniania

4 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu częstotliwości najdłuższych fal stojących, które mogą powstać odpowiednio na strunach o długościach L_2 i L_1 i podanie prawidłowego wyniku (podana wartość liczbowa powinna być taka, aby po zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących była równa 1,7).

3 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu częstotliwości, tzn.: wykorzystanie związków dla obu strun między częstotliwością fali stojącej (o największej długości) a długością rozciągniętej struny i wartością prędkości fali poprzecznej na strunie **oraz** wykorzystanie informacji o prędkości fali poprzecznej na strunie **oraz** wykorzystanie informacji o proporcjonalności siły rozciągającej strunę do jej wydłużenia i doprowadzenie ilorazu częstotliwości do postaci równoważnej poniższym:

$$\frac{f_2}{f_1} = \dots = \sqrt{\frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} \cdot \frac{L_1}{L_2}}$$ (np. jak w sposobie 1.)

LUB

$$\frac{f_2}{f_1} = \dots = \frac{L_1}{L_2} \cdot \sqrt{\frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} \cdot \frac{L_2}{L_1}}$$ (np. jak w sposobie 1.)

LUB

$$\frac{f_2}{f_1} = \dots = \frac{L_1}{L_2} \cdot \sqrt{\frac{\Delta L_2}{\Delta L_1}}$$ (np. jak w sposobie 2.)

2 pkt – zapisanie/wykorzystanie dla obu strun związków między częstotliwością fali stojącej (o największej długości) a długością rozciągniętej struny i wartością prędkości fali poprzecznej na strunie **oraz** wykorzystanie informacji o prędkości fali poprzecznej na strunie i doprowadzenie ilorazu częstotliwości do postaci równoważnej poniższym (np. jak w sposobie 1.):

$$\frac{f_2}{f_1} = \dots = \frac{L_1}{L_2} \cdot \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \cdot \frac{L_2}{L_1}}$$ albo $$\frac{f_2}{f_1} = \dots = \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \cdot \frac{L_1}{L_2}}$$

LUB

– zapisanie/wykorzystanie dla obu strun związków między częstotliwością fali stojącej (o największej długości) a długością rozciągniętej struny i wartością prędkości fali poprzecznej na strunie **oraz** wykorzystanie informacji o prędkości fali poprzecznej na strunie i doprowadzenie ilorazu częstotliwości do postaci równoważnej poniższym (np. jak w sposobie 2.):

$$\frac{f_2}{f_1} = \dots = \frac{L_1}{L_2} \cdot \sqrt{\frac{F_2}{F_1}}$$

LUB

– zapisanie/wykorzystanie dla obu strun związków między częstotliwością fali stojącej (o największej długości) a długością rozciągniętej struny i wartością prędkości fali poprzecznej na strunie **oraz** wykorzystanie informacji o proporcjonalności siły rozciągającej strunę do jej wydłużenia, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{v_2}{v_1} \text{ oraz } \left((F_1 = k\Delta L_1 \text{ oraz } F_2 = k\Delta L_2) \text{ albo } \frac{F_2}{F_1} = \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} \right)$$

1 pkt – zapisanie/wykorzystanie dla obu strun związków między częstotliwością fali stojącej (o największej długości) a długością rozciągniętej struny i wartością prędkości fali poprzecznej na strunie, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$\left(f_1 = \frac{v_1}{2L_1} \text{ oraz } f_2 = \frac{v_2}{2L_2} \right) \text{ albo } \frac{f_2}{f_1} = \frac{\frac{v_2}{2L_2}}{\frac{v_1}{2L_1}} \text{ albo } \frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{v_2}{v_1}$$

– wykorzystanie informacji o proporcjonalności siły rozciągającej strunę do jej wydłużenia, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$(F_1 = k\Delta L_1 \text{ oraz } F_2 = k\Delta L_2) \text{ albo } \frac{F_2}{F_1} = \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1}$$

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwaga dodatkowa

1. Jeżeli zdający przyjmie długość struny swobodnej (a nie naprężonej) dla związku $f = \frac{v}{2L}$ i konsekwentnie doprowadzi rozwiązanie do końca (poprawnie wykorzysta pozostałe związki bez błędów rachunkowych), to otrzyma co najwyżej 2 pkt.
2. Jeżeli zdający do obliczenia stosunku częstotliwości najdłuższych fal stojących wykorzysta stosunek częstotliwości wyższych (o tych samych numerach) składowych harmonicznych (który jest równy stosunkowi częstotliwości pierwszych składowych harmonicznych), to taką metodę rozwiązania należy uznać za równoważną.

Przykładowe rozwiązania

Sposób 1.

Wyprowadzimy i zapiszemy związek między częstotliwością fali stojącej (o największej długości) a długością struny L i wartością v prędkości fali poprzecznej na strunie:

$$v = \lambda f \quad \text{oraz} \quad L = \frac{\lambda}{2} \quad \rightarrow \quad f = \frac{v}{2L}$$

Zapiszemy iloraz $\frac{f_2}{f_1}$ – częstotliwości najdłuższych fal stojących, które mogą powstać odpowiednio na strunach o długościach L_2 i L_1:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{\frac{v_2}{2L_2}}{\frac{v_1}{2L_1}} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{v_2}{v_1}$$

Wykorzystamy wzór na prędkość fali poprzecznej na strunie:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{F_2}{\left(\frac{m}{L_2}\right)}}}{\sqrt{\frac{F_1}{\left(\frac{m}{L_1}\right)}}} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \cdot \frac{L_2}{L_1}} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \cdot \frac{L_1}{L_2}}$$

Skorzystamy z faktu, że siły napinające struny są wprost proporcjonalne do wydłużeń tych strun:

$$F_1 = k\Delta L_1 \qquad \text{oraz} \qquad F_2 = k\Delta L_2 \qquad \rightarrow \qquad \frac{F_2}{F_1} = \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1}$$

Ostatecznie otrzymujemy:

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} \cdot \frac{L_1}{L_2}}$$

Wykorzystamy informacje o długościach i wydłużeniach strun:

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{0{,}03L_0}{0{,}01L_0} \cdot \frac{1{,}01L_0}{1{,}03L_0}} = \sqrt{3 \cdot \frac{1{,}01}{1{,}03}} \approx 1{,}7151 \ldots \approx 1{,}72$$

Sposób 2.

Poniżej akceptowalne pełne rozwiązanie, w którym zdający używa długości struny swobodnej do określenia gęstości liniowej.

Zapiszemy związek między częstotliwością fali stojącej (o największej długości) a długością struny L i wartością v prędkości fali poprzecznej na strunie:

$$f = \frac{v}{2L}$$

Zapiszemy iloraz $\frac{f_2}{f_1}$:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{v_2}{v_1}$$

Wykorzystamy wzór na prędkość fali poprzecznej na strunie:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{F_2}{\left(\frac{m}{L_0}\right)}}}{\sqrt{\frac{F_1}{\left(\frac{m}{L_0}\right)}}} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \sqrt{\frac{F_2}{F_1}}$$

Skorzystamy z faktu, że siły napinające struny są wprost proporcjonalne do wydłużeń tych identycznych strun:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1}$$

Ostatecznie otrzymujemy:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \sqrt{\frac{\Delta L_2}{\Delta L_1}}$$

Wykorzystamy informacje o długościach i wydłużeniach strun:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{1{,}01L_0}{1{,}03L_0} \cdot \sqrt{\frac{0{,}03L_0}{0{,}01L_0}} = \frac{1{,}01}{1{,}03}\sqrt{3} = 1{,}6984 \ldots \approx 1{,}70$$