

## MODUŁ 8

# RUCH HARMONICZNY I FALE MECHANICZNE

→ FIZYKA – ZAKRES ROZSZERZONY

OPRACOWANE W RAMACH PROJEKTU:

**WIRTUALNE LABORATORIA FIZYCZNE NOWOCZESNĄ METODĄ NAUCZANIA.**

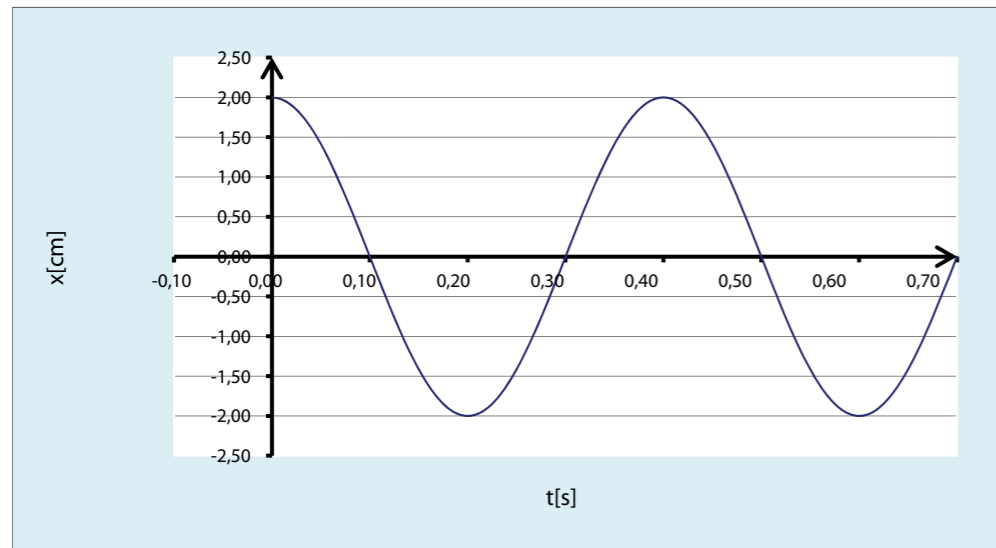
**PROGRAM NAUCZANIA FIZYKI**

**Z ELEMENTAMI TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH**

## → Zadania

### Zadanie 1

Wykres przedstawia zależność wychylenia od czasu dla oscylatora harmonicznego (rys. 1). Odczytaj, ile wynosi wartość amplitudy i okres drgań. Oblicz częstotliwość drgań i maksymalną wartość prędkości.



Rys.1. Oscylator harmoniczny – wykres zależności wychylenia od czasu.

### Rozwiązanie

Dane odczytane z wykresu: amplituda  $A = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ , okres drgań  $T = 0,4 \text{ s}$ .

Częstotliwość drgań wynosi:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,4 \text{ s}} = 2,5 \text{ Hz}$$

Maksymalna wartość prędkości:

$$v_{\max} = 2\pi f A = 2\pi \cdot 2,5 \text{ Hz} \cdot 0,02 \text{ m} = 0,1\pi \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0,31 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### Zadanie 2

Okres drgań wahadła matematycznego wynosi  $T = 2 \text{ s}$ . Jaka jest długość wahadła? Jak należy zmienić długość nici, aby okres drgań zmniejszył się dwukrotnie?

### Rozwiązanie

Okres drgań wahadła matematycznego (dla małych kątów) wynosi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Zatem

$$gT^2 = 4\pi^2 l$$

$$l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4 \text{ s}^2}{4 \cdot \pi^2} \approx 1 \text{ m}$$

Aby okres drgań zmniejszył się dwukrotnie, należy zmniejszyć 4-krotnie długość nici wahadła.

### Zadanie 3

Całkowita energia ciała drgającego wynosi  $E = 5 \text{ J}$ . Ile wynosi energia kinetyczna w chwili, gdy wychylenie  $x = 1/5 A$ ? ( $A$  – amplituda drgań).

### Rozwiązanie

Całkowita energia drgającego ciała

$$E = \frac{kA^2}{2}$$

jest sumą energii kinetycznej i energii potencjalnej sprężystości.

$$E = E_k + \frac{kx^2}{2}$$

Po wstawieniu wartości  $x = 1/5 A$  otrzymujemy:

$$E = E_k + \frac{kA^2}{2 \cdot 25}$$

$$E = E_k + \frac{E}{25}$$

$$E_k = \frac{24}{25} E = 4,8 \text{ J}$$

### Zadanie 4

Jak zmieni się amplituda drgań ciała poruszającego się ruchem harmonicznym, jeśli maksymalna wartość energii kinetycznej tego ciała czterokrotnie zmaleje?

### Rozwiązanie

Maksymalna wartość energii kinetycznej jest równa całkowitej energii mechanicznej ciała, która jest proporcjonalna do kwadratu amplitudy:

$$E = \frac{kA^2}{2}$$

Czterokrotne zmniejszenie maksymalnej energii kinetycznej odpowiada dwukrotnemu zmniejszeniu amplitudy.

### Zadanie 5

Ile wynosi odległość między sąsiednimi węzłami fali stojącej wytworzonej w helu przez drgający kamerton o częstotliwości  $f = 435 \text{ Hz}$ ? Prędkość dźwięku w helu wynosi  $1000 \text{ m/s}$ .

#### Rozwiązanie

Długość fali

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1000 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{435 \text{ Hz}} \approx 2,3 \text{ m}$$

Odległość między sąsiednimi węzłami fali stojącej jest równa połowie długości fal, czyli około  $1,15 \text{ m}$ .

### Zadanie 6

Chłopiec stojący na peronie słyszy gwizd przejeżdżającego pociągu. Częstotliwość sygnału wysyłanego przez poruszający się pociąg wynosi  $1000 \text{ Hz}$ . Jak zmienia się częstotliwość dźwięku słyszanego przez chłopca, jeśli pociąg jedzie z prędkością  $72 \text{ km/h}$ ? Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi  $340 \text{ m/s}$ .

#### Rozwiązanie

$$v_z = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

$$f = 1000 \text{ Hz}$$

Zadanie dotyczy zjawiska Dopplera. Gdy pociąg zbliża się do chłopca, słyszy on dźwięk wyższy niż wysłany przez źródło dźwięku:

$$f_1 = \frac{v}{v - v_z} f = \frac{340}{320} \cdot 1000 \text{ Hz} = 1062,5 \text{ Hz}$$

Gdy pociąg się oddala, chłopiec słyszy dźwięk o częstotliwości:

$$f_2 = \frac{v}{v + v_z} f = \frac{340}{360} \cdot 1000 \text{ Hz} = 944,4 \text{ Hz}$$

Różnica częstotliwości wynosi:

$$1062,5 \text{ Hz} - 944,4 \text{ Hz} = 118,1 \text{ Hz}$$

Odp. Gdy pociąg przejeżdża obok chłopca usłyszy on obniżenie wysokości dźwięku, odpowiadające zmniejszeniu częstotliwości o  $118,1 \text{ Hz}$ .