

## Zagadnienia „Drgań i fal” w roku akademickim 2024-2025

### Oscylator harmoniczny

- Poziomy układ masy na sprężynie, różniczkowe równanie ruchu, rozwiązanie, wzór na okres drgań, prędkość i przyspieszenie w ruchu harmonicznym, energia w ruchu harmonicznym
- Wahadło matematyczne (różniczkowe równanie ruchu, rozwiązanie)
- Wahadło fizyczne (różniczkowe równanie ruchu, rozwiązanie)
- Masa rozpięta poziomo na dwóch strunach o długości  $L$
- Spławik na wodzie
- Drgania w obwodzie LC, i analogie w relacji do masy na sprężynie.
- Drgania akustyczne w rezonatorze Helmholtza  
Różniczkowe równanie ruchu i częstotliwość drgań harmonicznych  
Uzyskanie rozwiązania dla pustej butelki po winie, i porównanie z eksperymentem
- Pionowy ruch harmoniczny (pionowy układ masy na sprężynie)
- Warunki początkowe
- Alternatywne opisy matematyczne drgań

### Ruch harmoniczny tłumiony

- Różniczkowe równanie ruchu, ogólne rozwiązanie i podział na rodzaje tłumienia
- Tłumienie podkrytyczne (rozwiązanie, warunki początkowe, logarytmiczny dekrement tłumienia, współczynnik dobroci  $Q$ , zanik energii średniej, czas relaksacji  $\tau$ )
- Tłumienie krytyczne (rozwiązanie)
- Tłumienie nadkrytyczne (rozwiązanie, przykład)
- Rysunek porównawczy dla 3 rodzajów drgań (podkrytyczne, krytyczne i nadkrytyczne), wnioski.

### Drgania wymuszone (stan ustalony)

- Różniczkowe równanie ruchu
- Przesunięcie fazowe  $\Phi$
- Amplituda drgań  $r$
- Przykłady drgań wymuszonych

### Drgania normalne

- Dla poziomego układu  
mocowanie/sprężyna  $k$ /masa  $m$ /sprężyna  $K$ /masa  $m$ /sprężyna  $k$ /mocowanie
- Wahadeł sprzężonych
- Dwuatomowej cząsteczki
- Spektroskopia w podczerwieni

### Składanie drgań

- Superpozycja dwóch prostopadłych drgań o wspólnej częstotliwości  $\omega$   
(równanie elipsy, polaryzacja kołowa, liniowa, zastosowanie w optyce)
- Figury Lissajous - superpozycja dwóch prostopadłych drgań o różnych częstotliwościach

- Składanie drgań równoległych –dudnienia w akustyce, strojenie instrumentów muzycznych za pomocą kamertonu

### **Fale mechaniczne**

- Definicja fali, rodzaje fal, fale poprzeczne i podłużne, czoło fali, równanie fali harmonicznego płaskiej, prędkość fazowa
- Prędkość fali w ośrodku sprężystym w napiętej linie, równanie falowe i rozwiązanie
- Energia i moc związana z biegnącą falą w napiętej linie
- Odbicie i transmisja fal na strunie: analiza amplitudowa. Odbicie i transmisja energii. Dopasowanie impedancji dla połączonych trzech strun. Powłoki antyodbiciowe w optyce.
- Fale stojące jako efekt interferencji fal sinusoidalnych biegnących w przeciwnych kierunkach (o tych samych amplitudach, długościach fali). Fala stojąca i rezonans dla struny umocowanej z obu stron.  
Widmo częstotliwościowe drgającej struny. Metody badania, obrazowania fali stojącej dla skrzypiec, gitary, butelki. Wyjaśnienie węzłów i strzałek akustycznej fali stojącej w piszczalce, rura Rubensa.

### **Interferencja światła**

- dla siatki dyfrakcyjnej, cienkiej warstwy i w interferometrze Michelsona

### **Analiza fourierowska**

- Konstrukcja funkcji  $F(t)$  periodycznej w czasie, szereg Fouriera i wyznaczenie współczynników szeregu Fouriera.
- Fala prostokątna na strunie, dodawanie składowych – efekt Gibbsa
- Algorytm numeryczny FFT

### **Prędkość fazowa i grupowa. Ośrodki dyspersyjne**

- Propagacja impulsu światła w ośrodku dyspersyjnym
- Fale na powierzchni wody: dyspersja normalna i anomalna, prędkość fazowa i grupowa, wykresy  $\omega(k)$ ,  $V_f(\lambda)$
- Fale giętne w pręcie aluminiowym
- Fale świetlne w dyspersyjnym ośrodku, prędkość fazowa i grupowa. Dyspersja współczynnika załamania  $n(\lambda)$ : powstawanie tęczy, działanie pryzmatu, dyspersja normalna i anomalna. Wpływ dyspersji prędkości grupowej na wyniki femtosekundowej absorpcji przejściowej

### **Fale dźwiękowe**

- Wyprowadzenie równań falowych dla fali akustycznej (przemieszczenie  $y$ , ciśnienie  $\delta p$ ), i podanie rozwiązań