

TEORIA DRGAŃ

Program wykładu 2025

I. KINEMATYKA RUCHU POSTĘPOWEGO

1. Ruch jednowymiarowy

1.1. Prędkość

(a) Prędkość średnia

(b) Prędkość chwilowa

1.2. Przyspieszenie

(a) Przyspieszenie średnie

(b) Przyspieszenie chwilowe

1.3. Ruch jednostajnie zmienny ze stałym przyspieszeniem

2. Ruch w dwóch i trzech wymiarach

2.1. Prędkość

(a) Wektor prędkości średniej

(b) Prędkość chwilowa

(c) Wartość bezwzględna prędkości

2.2. Przyspieszenie

(a) Przyspieszenie średnie

(b) Przyspieszenie chwilowe

2.3. Ruch jednostajny po okręgu

2.4. Przyspieszenie normalne i styczne

2.5. Zasada niezależności ruchów

II. DYNAMIKA RUCHU POSTĘPOWEGO

1. Siła i oddziaływanie

2. Pierwsza zasada dynamiki Newtona

3. Druga zasada dynamiki Newtona

4. Masa a ciężar

5. Trzecia zasada dynamiki Newtona

6. Siła sprężystości

7. Siły oporu ośrodka

7.1. Tarcie zewnętrzne

(a) Tarcie statyczne

(b) Tarcie kinetyczne

7.2. Tarcie wewnętrzne

(a) Siła oporu ośrodka

III. PRACA I ENERGIA

1. Praca

1.1. Praca wykonana przez siłę stałą

1.2. Praca wykonana przez siłę zmienną

(a) Przypadek jednowymiarowy

(b) Przykład: siła sprężystości

2. Energia kinetyczna. Twierdzenie o pracy i energii

3. Moc

4. Energia potencjalna. Zasada zachowania energii

4.1. Energia potencjalna grawitacji (przy powierzchni Ziemi)

4.2. Zasada zachowania energii mechanicznej przy działaniu tylko siły grawitacji

4.3. Energia potencjalna sprężystości

4.4. Zasada zachowania energii mechanicznej przy działaniu tylko siły sprężystości

4.5 Siły zachowawcze

4.6 Zależność pomiędzy siłą zachowawczą a energią potencjalną

4.7. Rodzaje równowagi

4.8. Zasada zachowania energii przy działaniu siły zachowawczej i siły tarcia

4.9. Zasada zachowania energii

IV. DRGANIA NIETŁUMIONE

- 1. Oscylator harmoniczny. Różniczkowe równanie ruchu**
- 2. Ruch harmoniczny: równanie ruchu $x(t)$**
- 3. Warunki początkowe**
- 4. Zależność między przemieszczeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu harmonicznym**
- 5. Energia w ruchu harmonicznym**
- 6. Pionowy ruch harmoniczny**
- 7. Związek między ruchem harmonicznym a ruchem jednostajnym po okręgu**
- 8. Alternatywne opisy matematyczne drgań harmonicznych**
 - (a) Postać A**
 - (b) Postać B**
 - (c) Postać C**
 - (d) Postać D**
- 9. Przykłady drgań harmonicznych**
 - 9.1 Drgania kątowe**
 - (a) Wahadło matematyczne**
 - (b) Wahadło fizyczne**
 - 9.2 Drgania wzdłuż prostej**
 - (a) masa rozpięta na dwóch strunach**
 - (b) flakonik zanurzony częściowo w wodzie**
 - (c) ciężarek pomiędzy dwiema sprężynami**
 - 9.3. Drgania akustyczne**
 - (a) Rezonator Helmholtza**
 - 9.4. Drgania w obwodzie LC**
- 10. Drgania o dwóch stopniach swobody**
 - 10.1 Drgania dwóch mas połączonych sprężyną (dwuatomowa cząsteczka)**
 - 10.2. Drgania normalne**
(mocowanie, sprężyna k , masa m , sprężyna K , masa m , sprężyna k , mocowanie)
- 11. Drgania mechaniczne a proste modele drgań akustycznych**
(masa na sprężynie vs. dźwiękówód jednostronnie zamknięty
dwie masy połączone sprężyną vs. dźwiękówód dwustronnie otwarty
masa pomiędzy dwiema sprężynami vs. dźwiękówód dwustronnie zamknięty)

12. Liniowość i zasada superpozycji

13. Składanie drgań harmoniczných odbywających się wzdłuż jednej prostej

13.1. Drgania o tej samej częstotliwości

13.2. Drgania o różnych częstościach kołowych. Dudnienia

14. Rozkład Fouriera

(szereg Fouriera dla funkcji periodycznej, wyznaczenie współczynników, przykładowa analiza funkcji prostokątnej, efekt Gibbsa)

15. Szybka transformacja Fouriera*

V. DRGANIA TŁUMIONE

1. Różniczkowe równanie ruchu i jego rozwiązanie

2. Tłumienie słabe - podkrytyczne ($\gamma < 2\omega_0$)

2.1. Równanie ruchu $x(t)$

2.2. Warunki początkowe

2.3. Logarytmiczny dekrement tłumienia

2.4. Współczynnik dobroci Q

2.5. Zanik energii średniej przy tłumieniu bardzo słabym ($\gamma \ll \omega_0$), charakterystyczny czas relaksacji τ .

3. Tłumienie silne – nadkrytyczne ($\gamma > 2\omega_0$)

3.1. Równanie ruchu $x(t)$

3.2. Przykład ruchu z ustalonymi warunkami początkowymi ($x(0)=A_1$, $v(0)=0$)

4. Tłumienie bardzo silne ($\gamma \gg \omega_0$)

5. Tłumienie krytyczne ($\gamma = 2\omega_0$)

6. Porównanie drgań tłumionych dla:

(a) masa na sprężynie z łopatką w cieczy

(b) drgań elektrycznych w obwodzie RLC

7. Straty energii drgań tłumionych (tłumienie dowolne)

VI. DRGANIA WYMUSZONE

1. Różniczkowe równanie ruchu

2. Wyznaczenie fazy Φ i amplitudy A w stanie ustalonym