

# **TEORIA DRGAŃ**

## *Program wykładu 2016*

### **I. KINEMATYKA RUCHU POSTĘPOWEGO**

#### **1. Ruch jednowymiarowy**

##### **1.1. Prędkość**

**(a) Prędkość średnia**

**(b) Prędkość chwilowa (prędkość)**

##### **1.2. Przyspieszenie**

**(a) Przyspieszenie średnie**

**(b) Przyspieszenie chwilowe (przyspieszenie)**

##### **1.3. Ruch jednostajnie zmienny**

##### **1.4. Ruch jednostajny**

#### **2. Ruch w dwóch i trzech wymiarach**

##### **2.1. Prędkość**

**(a) Wektor prędkości średniej**

**(b) Prędkość chwilowa (prędkość)**

**(c) Wartość bezwzględna prędkości**

##### **2.2. Przyspieszenie**

**(a) Przyspieszenie średnie**

**(b) Przyspieszenie chwilowe (przyspieszenie)**

##### **2.3. Przyspieszenie normalne i styczne**

##### **2.4. Ruch jednostajny po okręgu**

##### **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. Energia mechaniczna przy działaniu sił zachowawczych i niezachowawczych**

**4.9. Praca wykonana przez siły tarcia**

**(a) Siła tarcia zewnętrznego**

**(b) Siły oporu ośrodka**

**4.10. Zasada zachowania energii przy działaniu siły zachowawczej i siły tarcia**

**4.11. 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 częstotliwościach 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 $\tau$ .

### 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. Stan ustalony drgań

#### 2.1. Równanie ruchu $x(t)$ . Wykres wektorowy

#### 2.2. Obliczenie fazy $\Phi$ oraz amplitudy przemieszczenia $A$ i amplitudy prędkości

- $V_0$ . Wpływ częstości  $\omega$  na te parametry. Rezonans
- 2.3. Zależność amplitudy przemieszczenia  $A$  od częstości  $\omega$  w warunkach tłumienia podkrytycznego ( $\gamma < 2\omega_0$ ).

## VII. DRGANIA W TECHNICIE I PRZYRODZIE\*

1. Przenoszenie drgań (z wibratora do kości czaszki)
2. Biosensory drgań

\* Materiał dodatkowy, nie będzie objęty egzaminem