

# Prednášky z Fyziky dynamických procesov

Peter Bokes, zima 2008.

Aktualizácia: 4. novembra 2008

Zápočet:  $2 \times$  test po max 25 bodov

Skúška: max 50 bodov

Vypracovanie extra úlohy: max +10 bodov.

## 1 Sylaby

(počet hodín na tému je len orientačný)

### 1. Dynamické procesy - úvod (3 hod)

- Stupne voľnosti, diferenciálne rovnice a jednoznačnosť (a existencia) riešenia.
- Príklady analytické riešenie jednoduchých diferenciálnych rovníc - malé kmity a harmonický oscilátor, tlmenie, budenie, Laplaceova transformácia
- Predstava o numerickom riešení dynamických rovníc.

### 2. Pohybové rovnice diskretných sústav I. (3 hod)

- Definícia a vlastnosti tuhého telesa, redukcia síl.
- Odvodenie pohybových rovníc tuhého telesa v inerciálnej sústave
- Tenzor zotrvačnosti

### 3. Pohybové rovnice diskretných sústav II. (3 hod)

- Rotácia vektora, rotácia súradnicového systému.
- Uhly charakterizujúce orientáciu tuhého telesa.
- Eulerove pohybové rovnice gyroskopu.

### 4. Energia a práca vykonaná na sústave ideálne tuhých telies (3 hod)

- Práca celkovej sily a práca momentu síl.
- Potenciálové a nepotenciálové sily
- Kinetická energia translačného a rotačného pohybu.

### 5. Lagrangeove pohybové rovnice (LPR) I. (3 hod)

- Geometrické väzby: Holonómne a neholonómne.
- Princíp virtuálnej práce a LPR pre hmotné body.
- Lagrangeove pohybové rovnice pre systém ideálne tuhých telies.

### 6. Lagrangeove pohybové rovnice (LPR) II. (3 hod)

- LPR dvojramenného manipulátora
- LPR manipulátora s plecom

- LPR pre gyroskop

### 7. Lagrangeove pohybové rovnice (LPR) III. (3 hod)

- Priame a inverzné použitie Lagrangeových rovníc.
- Variačný princíp, Lagrangeove multiplikátory.
- Variačný počet - funkcionálne derivovanie.

### 8. Dynamika kontinua I. (3 hod)

- Dynamika  $N$  prepojených hmotných bodov: pojem parciálnych diferenciálnych rovníc
- Základné pojmy teórie parciálnych diferenciálnych rovníc: počiatočná podmienka, okrajové podmienky, predstava numerického riešenia.

### 9. Dynamika kontinua II. (3 hod)

- Pojem hustoty, rýchlostného poľa a hustoty toku.
- Rovnica kontinuity
- Fourierov zákon vedenia tepla a pohybová rovnica vedenia tepla.

### 10. Dynamika kontinua III. (3 hod)

- Tenzor napätia
- Pohybová rovnica kontinua - Navier-Stokesova rovnica

### 11. Hydrodynamika I. (3 hod)

- Prúdenie ideálnej kvapaliny - Bernoulliho rovnica
- Prúdenie stlačiteľnej kvapaliny a plynov
- Vztlaková sila

### 12. Hydrodynamika II. (3 hod)

- Dynamická viskozita
- Prúdenie viskózne kvapaliny.
- Stokesov vzorec pre brzdenie.
- Teória podobnosti a turbulencia.
- Dynamika pri nízkych Reynoldsových číslach.

Literatúra:

- Š. Barta, Fyzika dynamických procesov, skriptá FEI STU (2002).
- A. Ghosal, Robotics: Fundamental Concepts and Analysis, Oxford Univ. Press(2006).
- S. Cetinkunt, Mechatronics, John Wiley & Sons, (2007).
- <http://www-ee.ccny.cuny.edu/www/web/jxiao/G5501-web.htm>
- <http://www.stanford.edu/class/cs223a/>
- <http://arri.uta.edu/popa/robotics/>