

# Prednášky z Fyziky procesov

Peter Bokes, zima 2009.

Aktualizácia: 27. septembra 2009

Zápočet:  $2 \times$  test po max 20 bodov

Skúška: max 50 bodov

Aktivita na cvičení: max 10 bodov (0-5 bodov za jeden dobrovoľný výpočet pri tabuli)

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, tmenie, 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
- Tensor 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 počet - funkcionálne derivovanie, variačný princíp, Lagrangeove multiplikátory.

#### 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.

## Referencie

- [1] Š. Bárta, "Fyzika dynamických procesov" skriptá STU, 2002.
- [2] D. Ilkovič, "Fyzika I." Alfa-SNTL (1958).
- [3] A. Ghosal, Robotics: Fundamental Concepts and Analysis, Oxford Univ. Press(2006).
- [4] S. Cetinkunt, Mechatronics, John Wiley & Sons, (2007).
- [5] <http://www.stanford.edu/class/cs223a/>
- [6] <http://arri.uta.edu/popa/robotics/>
- [7] <http://www-ee.ccny.cuny.edu/www/web/jxiao/G5501-web.htm>

- [8] J. R. Welty, CH. E. Wicks, and R. E. Wilson, "Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer", John Wiley & Sons, Inc., New York 1969.
- [9] A. Sommerfeld, "Mechanik der deformierbaren medien" Leipzig, 1949. (aj v ruštine a určite aj angličtine)