

Okruhy a otázky na skúšku z Fyziky procesov

Peter Bokes, zima 2013.

Okruhy sú rozdelené do skupín približne podľa toho ako boli odprednášané.

Skúška sa bude skladať z:

1. 7 krátkych otázok po 4 body vytvorené z *okruhov*, na overenie znalosti a chápania pojmov (definícia veličín, popis veličín, použitie na príklade, ilustratívny obrázok podľa potreby).
2. 2 dlhšie otázky zo zoznamu nižšie, každá za 7 bodov.
3. Jeden príklad, za 8 bodov.

Okruhy:

1. Dynamické procesy - úvod

- Geometrické a všeobecné stupne voľnosti, diferenciálne rovnice a ich riešenie.
- Linearizácia nelineárnych pohybových rovníc a určovanie frekvencie malých kmitov v okolí rovnovážnych riešení.
- Predstava o numerickom riešení dynamických rovníc.

2. Pohybové rovnice diskretných sústav I.

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

3. Pohybové rovnice diskretných sústav II.

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

4. Energia a práca vykonaná na sústave ideálne tuhých telies

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

5. Lagrangeove pohybové rovnice (LPR) I.

- 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.

- LPR dvojramenného manipulátora
- LPR manipulátora s plecom

- LPR pre gyroskop

7. Lagrangeove pohybové rovnice (LPR) III.

- Nepotenciálové zovšeobecnené sily a ich použitie v LPR, práca vykonaná zovšeobecnenými nepotenciálovými silami.
- Popis pohonu jednosmerného elektromotora a jeho previazanie na mechanický systém.
- Inverzné použitie Lagrangeových rovníc
- Variačný počet - funkcionálne derivovanie, variačný princíp, Lagrangeova funkcia pre prepojený mechanický a elektrický obvod.

Dlhšie otázky:

1. Vysvetlite základné myšlienky numerického riešenia pohybových rovníc, vysvetlite Eulerovu metódu na príklade pohybovej rovnice pre jeden stupeň voľnosti, nakreslite obrázok ako bude kvalitatívne vyzerat' postup pri hľadani' riešenia.
2. Odvod'te 1. pohybovú rovnicu pre ideálne tuhé teleso jeho rozkladom na nekonečne malé hmotné elementy.
3. Odvod'te 2. pohybovú rovnicu pre ideálne tuhé teleso jeho rozkladom na nekonečne malé hmotné elementy.
4. Odvod'te tvar rotačnej matice pre otáčanie okolo osi z riešením diferenciálnej rovnice

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \omega \vec{k} \times \vec{r}, \vec{r}(0) = x_0 \vec{i} + y_0 \vec{j},$$

kde $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ sú kolmé jednotkové vektory a ω je konštantná uhlová rýchlosť otáčania.

5. Odvod'te vzťah pre uhlovú rýchlosť gyroskopu vyjadrenú pomocou troch Eulerových uhlov ζ .
6. Z 1. a 2. pohybovej rovnice itt ukážte, že celková práca vykonaná nepotenciálovými silami na ideálne tuhom telese sa rovná zmene jeho celkovej energie.
7. Začínajúc s D'Alembertovým princípom odvod'te Lagrangeove pohybové rovnice pre systém N hmotných bodov ktoré sú zviazané s $3N - M$ geometrickými väzbami. Použite pritom fakt, že dynamiku týchto bodov možno popísať pomocou M zovšeobecnených súradníc $q_i, i = 1, \dots, M$.
8. Odvod'te Lagrangeovu funkciu pre dvoj-ramenný manipulátor s paralelnými osami otáčania. Ramená majú hmotnosť m_1 a m_2 , momenty zotrvačnosti okolo osí otáčania J_1 a J_2 . Vzdialenosť medzi osami otáčania nech je l a polohu ťažiska oboch ramien si zvolte.
9. Odvod'te Lagrangeovu funkciu pre dvoj-ramenný manipulátor s plecom s kolmými osami otáčania. Ramená majú hmotnosť m_1 a m_2 , momenty zotrvačnosti prvého ramena okolo osí otáčania je J_1 a tenzor zotrvačnosti druhého manipulátora je $\vec{J} = J \vec{f}_1 \vec{f}_1 + I(\vec{f}_2 \vec{f}_2 + \vec{f}_3 \vec{f}_3)$ pričom smer \vec{e}_1 je pozdĺž druhého ramena. Ťažiská oboch ramien si zvol'te.
10. Odvod'te Lagrangeovu funkciu pre gyroskop s tenzorom zotrvačnosti $\vec{J} = J \vec{f}_1 \vec{f}_1 + I(\vec{f}_2 \vec{f}_2 + \vec{f}_3 \vec{f}_3)$ točiaci sa okolo bodu ležiacim na osi symetrie, no mimo jeho ťažiska.
11. Odvod'te pohybové rovnice pre jednosmerný elektromotor a jeho riadiaci obvod s konštantným zdrojom napätia.