

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
STROJNÍCKA FAKULTA – ÚSTAV APLIKOVANEJ MECHANIKY
A MECHATRONIKY

SYLABY PRE BAKALÁRSKE ŠTÚDIUM
TECHNICKÁ MECHANIKA I – STATIKA

Číslo predmetu: 2-5510

Študijný odbor: všetky študijné programy

Prednášky: 26 hod (2 hod/týž.) (13 týž. sem.)

Garant predmetu: doc. Ing. Stanislav Žiaran, CSc

Prednášatelia: doc. Ing. Stanislav Žiaran, CSc

Ing. Jana Harakalová, CSc

Ročník: prvý/let.

Cvičenia: 26 hod. (2 hod/týž.)

2008

Anotácia: Analýza podmienok rovnováhy hmotných objektov, na ktoré pôsobí centrálna rovinná a priestorová silová sústava, všeobecná rovinná a priestorová silová sústava. Strediská geometrických útvarov, stredy hmotnosti a ťažiská hmotných objektov. Vnútorne sily v nosníkoch a lanách, statika prostredia. Trenie, pasívne odpory. Analytická statika – princíp virtuálnych prác. Stabilita rovnovážnej polohy. Kinematické veličiny pohybu bodu a telesa. Pohyby telies.

Kľúčové slová: vektor, sila, rovnováha, tuhé teleso, väzba, ťažisko, trenie, vzpriečenie, čap, valenie, virtuálny, stabilita, pohyb.

Časový a obsahový plán prednášok

1. Technická mechanika. Predmet a metódy skúmania mechaniky. História a zaradenie mechaniky. Význam mechaniky pre štúdium strojárstva. Základné termíny, axiómy, zákony, princípy, jednotky a rozmery. Presnosť, obmedzenia a aproximácie. Metódy a postupy riešenia úloh v technickej mechanike. Aplikácia vektorového počtu. Sila a jej posuvné účinky (priemet, zložky). Otáčavé účinky sily pôsobiacej na teleso: moment sily k bodu telesa, k osi telesa, silová dvojica, súvislosť momentov, Varignonova veta.

2. Silové sústavy pôsobiace na hmotné objekty. Nahradenie silovej sústavy v danom bode, účinky. Invarianty silovej sústavy. Centrálna os silovej sústavy, silová skrutka, aplikácie. Rovnice ekvivalencie a rovnováhy priestorových a rovinných silových sústav: všeobecných, rovnobežných a centrálnych silových sústav. Výslednica. Spojito rozložená silová sústava. Maticové vyjadrenie nahradenia a rovnováhy silových sústav. Statická určitosť.

3. Analýza statickej rovnováhy bodu telesa. Stupne voľnosti a väzbová závislosť, väzby a väzbové reakcie bodu telesa. Podmienky statickej rovnováhy bodu telesa. Postup riešenia statickej rovnováhy bodu telesa. Vytváranie mechanického modelu z reálnych konštrukcií. Statická rovnováha bodu telesa v rovine a v priestore. Metodické príklady (na rovinu a priestor).

4. Analýza statickej rovnováhy tuhého telesa. Stupne voľnosti a väzbová závislosť telesa, väzby a väzbové reakcie tuhého telesa. Vytváranie mechanického modelu z reálnych konštrukcií. Podmienky statickej rovnováhy tuhého telesa v rovine a priestore. Kategórie rovnovážnych stavov. Metodické príklady.

5. Ťažisko, stred hmotnosti, stredisko. Spojité zaťaženie. Stredisko viazanej rovnobežnej silovej sústavy a geometrických útvarov. Stred hmotnosti troj-, dvoj- a jednorozmerných telies. Ťažisko troj-, dvoj- a jednorozmerných telies. Statické momenty objemov, plôch a kriviek. Výber elementu pre integráciu. Ťažisko zložených telies. Pappusove-Guldinove vety. Numerické a experimentálne určovanie ťažiska.

6. Statická analýza mechanických sústav. *Statická analýza prútových sústav:* Analýza prútových sústav v rovine styčnickovou metódou (všeobecná, postupná), styčníky špeciálne zaťažené, analýza prútových sústav v rovine priesečnou metódou, prútové sústavy vytvorené s viacerých jednoduchých prútových sústav, analýza prútových sústav v priestore. Metodické príklady. *Statická analýza rámových konštrukcií a mechanizmov:* Analýza rámových konštrukcií (nepohyblivé sústavy telies), analýza mechanizmov (pohyblivé sústavy telies). Metodické príklady. Metodika vektorového riešenia pohyblivých sústav, určovanie smerov reakcií z charakteru väzieb a vektorových rovníc.

7. Vnútorne sily v nosníkoch a lanách. Vnútorne sily v tuhých telesách. Vnútorne silové účinky v nosníkoch. Porovnanie vnútorných silových účinkov so silovými pomermi pri votknutí. Osovú zaťaženie – diagram priebehu osových síl. Prične zaťaženie – diagram priebehu šmykových síl a ohybových momentov. Súvislosť medzi spojitým zaťažením, šmykovou silou a ohybovým momentom – Schwedlerova veta. Vnútorne sily v pružných lanách, parabolické a klasické pružné laná. Statika prostredia (tekutiny).

8. Trenie, pasívne odpory. Mechanizmus a zákony suchého trenia, trecie uhly, faktor šmykového trenia, faktor adhézie. Šmykové trenie telies na jednej podpere. Vzpriečenie, samovzpriečenie telies – uloženie telies na dvoch podperách. Trenie v skrutkovom spojení.

9. Trenie, pasívne odpory. Šmykové trenie rotujúcich telies. Trecí moment axiálnych čapov. Trecí moment radiálnych čapov. Trenie vlákien (pásov). Odpor valenia. Trakčný odpor. Pasívny odpor ohybom vlákna. Sústavy telies s uvažovaním pasívnych odporov. Statická analýza samohybnej dvojnápravovej sústavy.

10. Základy analytickej statiky; kinematika. Mechanická práca sily, silovej dvojice, ťažovej sily a pružiny. Mechanický výkon a účinnosť. Metodika riešenia úloh. Zovšeobecnené súradnice. Virtuálne posunutia a rýchlosti. Princíp virtuálnych prác – Lagrangeov princíp. Aplikácia princípu virtuálnych prác. Potenciálna energia a rovnovážna poloha. Stabilita rovnovážnej polohy. Úvod do kinematiky

11. Kinematika bodov. Priamočiary pohyb, poloha rýchlosť zrýchlenie určenie pohybu bodu, pohyb viacerých bodov, grafická interpretácia priamočiareho pohybu. Krivočiary pohyb bodov, polohový vektor, rýchlosť a zrýchlenie, derivácie vektorových funkcií, zložky rýchlosti a zrýchlenia, relatívny pohyb bodu, tangenciálne a normálové zložky.

12. Kinematika tuhých telies v rovine. Translačný pohyb. Rotačný pohyb okolo pevnej osi, rovnice definujúce rotáciu tuhého telesa okolo pevnej osi. Všeobecný rovinný pohyb, absolútna a relatívna rýchlosť, okamžitý stred otáčania, absolútne a relatívne zrýchlenie. Analýza rovinného pohybu pomocou parametra.

13. Kinematika tuhých telies v rovine a priestore. Derivácia vektora vzhľadom k rotujúcej súradnicovej sústave. Rovinný pohyb bodu k rotujúcej vzťažnej sústave, Coriolisovo zrýchlenie. Pohyb okolo pevného bodu. Priestorový pohyb bodu k rotujúcej vzťažnej sústave, Coriolisovo zrýchlenie. Všeobecný pohyb v priestore.

Literatúra

- Žiaran, S.: Technická mechanika – Statika Vyd. STU Bratislava 2003
Bušová, B.-Caban, S.- Žiaran, S.: Statika. Vydavateľstvo STU 1996, Bratislava. (učebnica)
Bušová, B.- Caban, S.- Žiaran, S.: Statika. ES STU 1990, Bratislava. (skriptó)
Jančina, J.-Pekárek, F.-Stareček, F.: Kinematika Alfa 1988 Bratislava
Beer, F.P.-Johnston, E.R.: Vector mechanics for engineers STATICS, New York 1988
Meriam, J.L.-Kraige, L.G.: Engineering mechanics STATICS, New York 1992

Časový a obsahový plán cvičení a laboratorných cvičení

1. Sila – výpočet výslednice, zložiek a priemety sily. Zobrazenie výslednej sily. Výpočet momentu sily k bodu, k osi a momentu dvojice síl. Vektor momentu. Aplikácia vektorového počtu v statike.

Uvedenie cvičení. Podmienky pre zápočet (aktívna účasť na cvičení, z písomky získať minimálne 7 bodov z 15, odovzdanie referátov z laboratorných cvičení, zadaných úloh a príkladov).

2. Príklady na ekvivalentné nahradenie priestorových a rovinných silových sústav pôsobiacich na hmotný objekt. Podmienky rovnováhy silových sústav pôsobiacich na hmotný objekt. Aplikácia invariant a výpočet centrálnej osi vhodných silových sústav. Aplikácia silových sústav v strojárскеj praxi.

3. Vytváranie mechanických modelov vo významných bodoch telesa z reálnych modelov a konštrukcií. Riešenie praktických problémov na statickú rovnováhu bodu telesa v rovine a priestore. Zobrazenie výsledných reakcií.

4. Vytváranie mechanických modelov pre teleso z reálnych modelov a konštrukcií. Riešenie praktických problémov na statickú rovnováhu telesa v rovine a priestore. Určenie výsledných reakcií.

Zadanie úlohy č. 1: Statická rovnováha telesa v rovine.

5. Laboratorné cvičenie: Experimentálne určovanie ťažiska, stredy hmotnosti a strediska (1 hod). Analytický výpočet ťažiska. Aplikácia Pappusových - Guldinových viet.

Z lab. cv. spracovať referát podľa daných pokynov. Pri časovo zdvojených krúžkoch začína krúžok skôr uvedený, ak nedošlo k inej dohode. Platí to pre všetky lab. cv.

6. Statická analýza prútových sústav, metóda styčných bodov (všeobecná), priesečná metóda. Statická analýza rámových konštrukcií a mechanizmov s využitím maticového počtu a MATLABu na určenie priebehu reakcií. Uvedenie metodiky vektorového riešenia mechanizmov – napísanie vektorových rovníc s vyznačením smerov reakcií. Priestorové sústavy telies.

Zadanie úlohy č. 2: Sústavy telies – spracovanie riešenia na počítači (za pomoci MATLABu). Upozornenie študentov na priebežnú skúšku. (Obsah látky z prvých šiestich týždňov.)

Odovzdanie referátu a úlohy č.1.

7. Vnútorne silové účinky v nosníkoch. Prične zaťaženie – diagram priebehu šmykových síl a ohybových momentov. Aplikácia Schwedlerovej vety. Riešenie problémov od statického tlaku prostredia.

Zadanie úlohy č. 3: Prútová sústava – spracovanie riešenia na počítači. PRIEBEŽNÁ SKÚŠKA! (35 min) – teleso v priestore + dve teoretické otázky. Uvedenie lab. cvičenia.

8. Laboratorné cvičenie: Experimentálne určovanie faktora (súčiniteľa) šmykového trenia, adhézie a faktora čapového trenia. Overenie zákonov trenia. Ukážka mechanických sústav.

Z lab. cv. spracovať referát podľa daných pokynov.

9. Riešenie problémov šmykového trenie pri posuvnom pohybe. Určenie faktora (súčiniteľa) adhézie a šmykového trenia výpočtovou metódou. Riešenie problémov šmykového trenie rotujúcich telies. Problémy obsahujúce pásové trenie a odpor valením.

10. Riešenie sústav telies s uvažovaním pasívnych účinkov. Pásové a čelust'ové brzdy. Analytická statika. Mechanická práca, výkon, účinnosť – využitie pri riešení statických problémov.

11. Aplikácia princípu virtuálnych prác na riešenie úloh statiky. Výpočet kinematických veličín bodu pri priamočiarom a krivočiarom pohybe, relatívny (translačný) pohyb bodu, tangenciálne a normálové zložky. Určenie zrýchlenia ako funkcie dráhy a rýchlosti.

Odvzdanie referátu. (Upozornenie študentov, ktorí nemajú splnené podmienky k zápočtu).

Odvzdanie úloh č.2 a 3.

12. Výpočet kinematických veličín pri translačnom a rotačnom pohybe telesa, absolútny a relatívny pohyb telesa (rýchlosť, zrýchlenie), určenie okamžitého stredu otáčania. Analýza rovinného pohybu pomocou parametra.

13. Riešenie problémov rovinného a priestorového pohybu bodu k rotujúcej vz'ťažnej sústave. Coriolisovo zrýchlenie. Všeobecný pohyb v priestore

Vyhodnotenie cvičení, zhodnotenie každého študenta na základe priebežnej skúšky a aktivity na cvičení. Udelenie zápočtu.

Literatúra

Žiaran, S.: Technická mechanika – Statika, Učebnica Vyd. STU Bratislava 2003

Bušová, B.–Žiaran, S.: Statika - Riešené príklady. Vyd. STU, Bratislava 1997.

Beer, F.P.-Johnston, E.R.: Vector mechanics for engineers STATICS, New York 1988

Meriam, J.L.-Kraige, L.G.: Engineering mechanics STATICS, New York 1992

Spôsob hodnotenia:

Podmienky udelenia zápočtu: Aktívna účasť na cvičení, odovzdanie 3 referátov, odovzdanie 2 protokolov z laboratórnych cvičení, získanie minimálne 8 bodov z priebežnej písomnej skúšky. Ak nie sú splnené tieto podmienky cvičiaci stanoví náhradný termín na ich splnenie. Maximálny počet bodov ku skúške, ktoré môže študent počas semestra získať je 20, z toho 15 z priebežnej písomnej skúšky a 5 bodov za aktivitu na cvičení, ktoré udeľuje cvičiaci.

Podmienka absolvovania skúšky: Podmienkou prihlásenia sa na skúšku je udelenie zápočtu. Nevyhnutnou, no nie postačujúcou podmienkou úspešného vykonania skúšky je zvládnutie metodiky riešenia rovnováhy reálnej sústavy telies, pasívne odpory, stanovenie súradníc ťažiska a riešenie prútovej sústavy. Nevyhnutnou podmienkou absolvovania skúšky je aj viac ako 50 % spracovanie otázok z kinematiky. Skúška sa skladá z písomnej časti, ktorú prednášajúci doplní ústnym vyhodnotením. Písomná skúška pozostáva z troch teoretických otázok a z troch príkladov. Otázka z kinematiky obsahuje teóriu aj príklad. Otázky sú podľa náročnosti bodovo ohodnotené 10 a 15 bodmi tak, aby ich súčet bol 80 bodov. Písomná odpoveď sa hodnotí od 0 bodov do maximálnej hranice, čiže 10 alebo 15 bodov. Logická chyba sa hodnotí 0 bodmi. Na úspešné absolvovanie skúšky je dolná hranica 55 bodov (E). Konečný počet bodov je súčtom bodov získaných počas semestra a bodov získaných zo skúšky. Klasifikačné hodnotenie študenta: A (výborne) 87-100 bodov, B (veľmi dobre) 81-86 bodov, C (dobre) 71-80 bodov, D (uspokojivo) 64-70 bodov, E (dostatočne) 55-63 bodov.