

## TME-1300 LUJUUSOPIN PERUSTEET

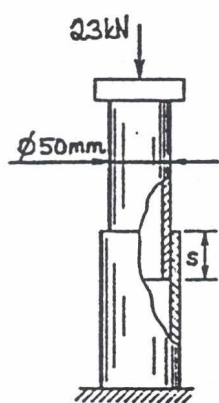
Tentti 24.5.2006 Jussi Jalkanen

Kirjoita jokaiseen palauttamaasi paperiin nimesi ja opiskelijanumerosi selvästi näkyviin.

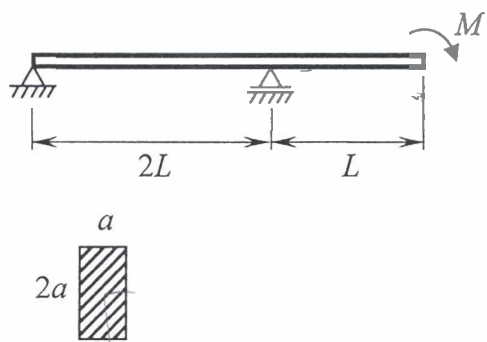
Merkitse vastauspaperiin, milloin olet suorittanut kurssin harjoitukset ja harjoitustyöt.

Mukana saa olla itse tehty yhdelle A4-paperille mahtuva kaavakokoelma. Lisäksi saa olla MAOLin taulukkokirja, muttei muunlaista taulukkokirjaa.

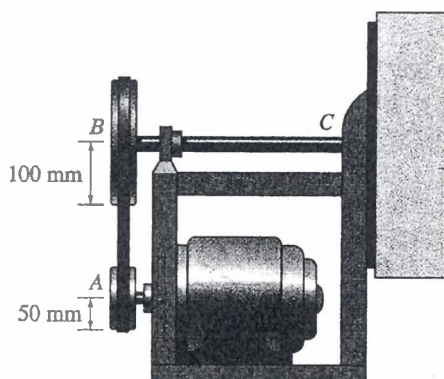
Taskulaskimen muistissa ei saa olla talletettuna kaavoja tai muuta muistin tueksi tarkoitettua.



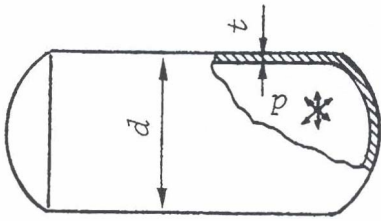
1. Kuvan pilari ( $E = 120 \text{ GPa}$ ) on valmistettu kahdesta 50 cm pitkästä seinämältään yhtä paksusta sisäkkäin menevästä putkesta liimaamalla ne matkalta  $s$  yhteen. Liimaliitoksen suurin sallittu leikkausjännitys on 7 MPa ja putkien materiaalin suurin sallittu normaalijännitys on 35 MPa.
  - a) Määritä pienin mahdollinen putkien seinämän paksuus  $t$ .
  - b) Laske minimissään tarvittava liimaliitoksen pituus.
  - c) Paljonko pilari lyhenee voiman 23 kN vaikutuksesta, jos liitoksen pituus on edellä laskettu?



2. Kuvan poikkileikkaukseltaan suorakaidetta palkkia rasittaa voimaparin momentti  $M = 60 \text{ Nm}$ .  $L = 1 \text{ m}$ ,  $E = 210 \text{ GPa}$  ja  $R_e = 235 \text{ MPa}$ .
  - a) Piirrä palkin taivutusmomenttikuvio.
  - b) Mitä mitan  $a$  tulisi olla, jos halutaan varmuudeksi myödon suhteen 1,5?
  - c) Paljonko ulokkeen pää taipuu b)-kohdassa lasketulla mitalla  $a$ ?



3. Moottorin tuottama teho on 37,5 kW ja pyörimisnopeus vakio 1350 kierrosta minuutissa. Moottori pyörittää umpinaista akselia BC pyörien A ja B ympäri kulkevan hinnan välityksellä. Laske pienin mahdollinen akselin BC halkaisija täysinä millimetreinä, kun sen suurin sallittu leikkausjännitys on  $\tau_{\max} = 85 \text{ MPa}$ .



4. Kuvan lieriön muotoisen paineastian vaipan keskihalkaisija on  $d = 0,5$  m ja seinämän paksuus  $t$ . Säiliö on tehty teräksestä S355 ja sen sisällä on ylipainetta 10 bar ( $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ).

- Piirrä säiliön seinämän jonkin pisteen (ei päädyssä) jännityselementti ja määritä sen jännityskomponenttien lausekkeet. Oletetaan, että seinämässä on tasojännitystila.
- Miten vahvasta levystä säiliö tulisi tehdä, jos vakiovääritymisenergiyahypoteesin mukainen vertailujännitys ei saa ylittää myötörajaa varmuudella 2. Säiliön päätyjen aiheuttamia häiriöitä jännitystilakentässä ei huomioida.

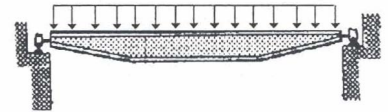
5. Mikä oheisten väittämien kohta on lähimpänä oikeata? Kustakin oikeasta vastauksesta saa 1/2 pistettä ja väärästä menettää 1/4 pisteen. Jos jättää vastaamatta, ei saa tai menetä pisteitä.

1) Pallomaisessa jännitystilassa

- normaalijännitykset ovat nolliä.
- leikkausjännitykset ovat nollasta poikkeavia.
- pääjännitykset ovat yhtä suuria.

2) Oheisen kaksitukisen palkin poikkileikkaus voi olla pienempi palkin päissä kuin keskellä sitä, koska

- taivutusmomentin maksimi on keskellä palkkia.
- leikkausvoiman maksimi on palkin päissä.
- taipuman maksimi on keskellä palkkia.



3) Jos hoikkuusluku  $\lambda_n$  on pienempi kuin rajahoikkuusluku  $\lambda_{nr}$

- nurjahdusvoimaa ei voida laskea *Eulerin* teoriolla.
- pilari ei nurjahda, vaan tyssääntyy.
- nurjahdusvoima voidaan laskea *Eulerin* teoriolla.

4) *Haighin* väsymislujuuspiirrosta käytettäessä varmuusluku väsymisen suhteen

- ei riipu ylikuormituksen tyypistä.
- riippuu ylikuormituksen tyypistä.
- määritetään nimellisen jännitysamplitudin ja keskijännityksen avulla.