

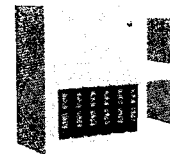
Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

Huom! Kirjoittakaa kaikki välimuodot näkyviin. Osa tehtävistä on teille tuttuja. Emme hyväksy ulkomuistista kirjoitettuja vastauksia.

1. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin.

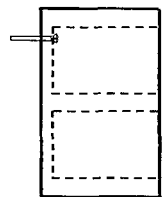
- Tässä kurssissa oletetaan, että kiertymät ovat pieniä. Mitä etua tästä oletuksesta on, kun yhtälöissä on trigonometrisiä funktioita?
- Mitä arvoa pienemmät venymät ovat pieniä?
- Piirrä jännitys-venymäkuvaaja materiaalille, jolla on selkeä myötöraja. Määritä kuvaajasta 5 eri arvoa.
- Mikä on materiaalin nolla-kaksirajan $R_{p0,2}$ merkitys?
- Mihin käytetään tiedemiehen von Mises mukaan nimettyä jännitysfunktiota σ^{VM} ?
- Mihin käytetään ns. reikäsääntöä? ($11 \times 0,25 \text{ p} = 2,25 \text{ p.}$)

2. Kuvassa (a) on kirjahylly, joka on kiinnitetty seinään kahdella ruuvilla, kuten kuvassa (b) olevassa luonnoksessa on esitetty. Ruuvien halkaisija on $d = 3 \text{ mm}$ ja ne on valmistettu teräksestä. Kyseistä teräslaatua saa kuormittaa siten, että leikkausjännitys τ^{kesk} on korkeintaan 150 MPa . Kirjahyllyn massa $M = 30 \text{ kg}$. Kuinka monta Encyclopedia Britannica -kirja-sarjan kirjaa voi laittaa hyllyyn, jos ne painavat $m = 1,5 \text{ kg}$ kappale? (1,5 p.)



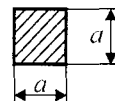
(a)

(a)

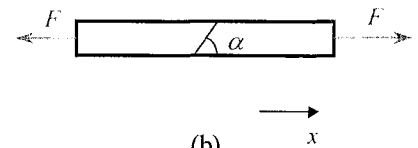


(b)

3. Kuvassa (b) esitettyä poikkileikkaukseltaan neliönmuotoista $a \times a$ sauvaa [katso kuva (a)] vedetään voimalla F . Tarkastellaan kuviteltua tasoa, joka muodostaa sauvan pituusakselin kanssa kulman α . Määritä normaali-jännitys σ_α ja keskimääräinen leikkausjännitys $\tau_\alpha^{\text{kesk}}$ em. tasossa normaali-jännityksen σ_x funktioina. (2,25 p.)



(a)



(b)

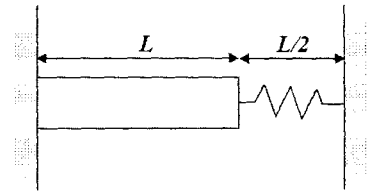
4. Johda tilavuudenlaajenemiskertoimen e lauseke venymäkomponenttien avulla lausuttuna. Laske e yhtälöstä

$$e = \frac{dV - dV_0}{dV_0}, \quad (1)$$

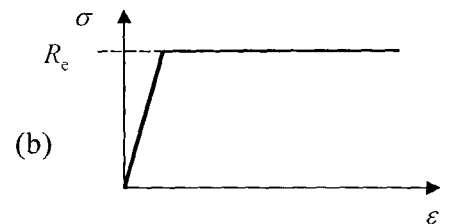
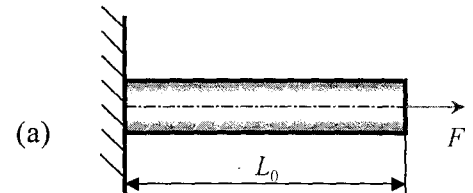
jossa dV_0 on alkutilan tilavuus ja dV on nykytilan tilavuus. Muodonmuutos on pieni. (2,5 p.)

Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

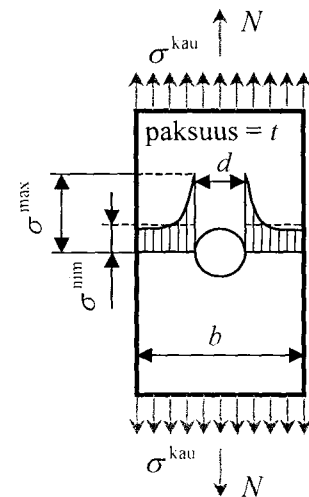
5. Alumiinitanko ja jousi ovat kiinnitetyt yhteen viereisen kuvan osoittamalla tavalla. Alkutilassa jousi on levossa. Kuinka suureksi tangon keskimääräinen normaalijännitys kasvaa, kun tangon lämpötila nousee 5°C ? Jousen lämpölaajenemista ei tarvitse huomioida. Jousen jäykkyys $k = 40\text{ MN/m}$, pituus $L = 0,5\text{ m}$, tangon poikkipinta-ala $A = 300\text{ mm}^2$ ja alumiinin materiaaliominaisuudet ovat $\alpha_{\text{al}} = 23 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ja $E_{\text{al}} = 68\text{ GPa}$. (3,25 p.)



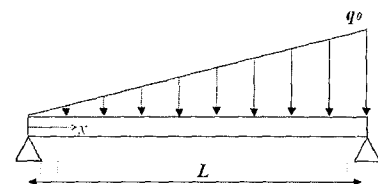
6. Kuvassa (a) esitetyn pyöreän sauvan materiaali on terästä, jonka myötöraja $R_e = 225\text{ MPa}$ ja kimmokerroin $E = 210\text{ GPa}$. Materiaali on kuvan (b) mukaisesti ideaalikkimoplastista. Sauvaa vedetään voimalla F siten, että sen aine myötää. Kuorman poiston jälkeen havaitaan, että sauvaan jää $0,5\%$:n pysyvä venymä ε^p . Kuinka suuri venymä sauvassa suurimmillaan vallitsi ja mikä oli tätä venymää ε^{max} vastaava sauvan pituuden muutos ΔL ? Sauvan pituus lepotilassa ennen koetta oli $L_0 = 500\text{ mm}$. (2 p.)



7. Määritä viereisen kuvan mukaisen levyn suurin jännitys σ^{max} kaukana reiästä vallitsevan jännityksen σ^{kau} funktiona. Pyöreän reiän loven muotoluku $\alpha = 3$. (1,25 p.)



8. Määritä viereisen kuvan mukaisen palkin resultantti-leikkausvoiman $Q_y(x)$ ja resultanttitaivutusmomentin $M_z(x)$ matemaattiset lausekkeet. Kuvaajia ei tarvitse piirtää. (4,25 p.)



Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

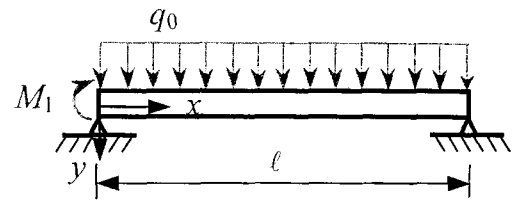
9. Tarkastele viereisen kuvan mukaista palkkia, jonka poikkileikkaus ei muutu. Oletetaan, että $M_1 = 2 q_0 \ell^2$. Kuormituksen perusteella lasketut $M_z(x)$ - ja $N_x(x)$ -jakaumat ovat

$$M_z(x) = 2 q_0 \ell^2 - \frac{3}{2} q_0 \ell x - \frac{1}{2} q_0 x^2 \quad (1)$$

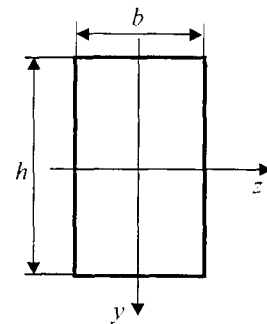
ja

$$N_x(x) \equiv 0. \quad (2)$$

Määritä palkin normaalijännitys jakauma $\sigma_x(x, y)$ ja itseisarvoltaan suurin palkkia rasittava normaalijännitys $\sigma_x(x, y)$. Palkin korkeus on h . (2,5 p.)



10. Laske viereisessä kuvassa esitetyn suorakaiteen muotoisen poikkileikkauksen leikkausjännitys jakauma $\tau_{xy}(x, y)$, kun poikkileikkauksessa vaikuttavan resultanttileikkausvoiman suuruus on $Q_y(x)$. Määritä myös poikkipinnassa vaikuttava suurin leikkausjännitys $\tau_{xy}^{\max}$ ja sen paikka. Muodosta poikkipintasuureet integroimalla. (2,25 p.)



PS. Kotilaskuilla hankittu oikeus osallistua välikokeisiin ja tentteihin on voimassa vain siihen asti, kun kurssi luennoidaan seuraavan kerran. Kyseessä on Aalto-yliopiston yleinen päätös.