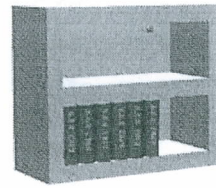


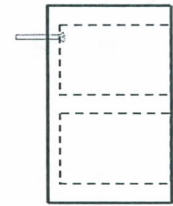
Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

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

1. Viereisessä 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 teräslaatuun saa kuormittaa siten, että leikkausjännitys  $\tau^{\text{kesk}}$  on korkeintaan  $150 \text{ MPa}$ . 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.)

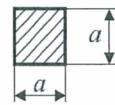


(a)

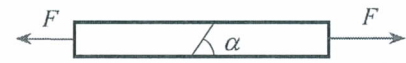


(b)

2. Kuvassa (b) esitettyä poikkileikkaukseltaan neliönmuotoista  $a \times a$  sauvaa [katso kuva (a)] vedetään voimalla  $F$ . Tarkastellaan kuviteltua tasoa, joka muodostaa sauvan pituusakselin kanssa kulman  $\alpha$ . Määritä normaalijännitys  $\sigma_\alpha$  ja keskimääräinen leikkausjännitys  $\tau_\alpha^{\text{kesk}}$  em. tasossa normaalijännityksen  $\sigma_x$  funktiona. (1,75 p.)



(a)



$$\sigma_x = \frac{F}{a^2}$$

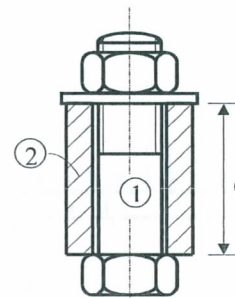
(b)

3. Johda tilavuudenlaajenemiskertoimen  $e$  lauseke venymäkomponenttien avulla lausuttuna. Laske  $e$  yhtälöstä

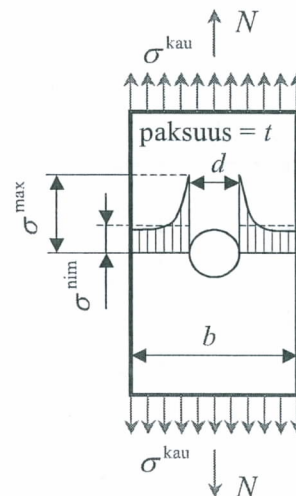
$$e = \frac{dV - dV_0}{dV_0}, \quad (1)$$

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

4. Kuvassa (a) on holkki ②, jonka sisälle on asennettu pultti ① ja pultin päähän aluslevy ja mutteri. Pultti on valmistettu teräksestä ja holkin materiaalina on kupari. Kun mutteria kiristetään, syntyy holkkiin puristusjännitys ja pulttiin vetojännitys. Tarkastele tilannetta, jossa rakenteen lämpötila muuttuu  $\Delta T$  °C. Laske, mikä lisärasitus pulttiin ja holkkiin syntyy lämpötilamuutoksen  $\Delta T$  johdosta. Käytä laskuissa alaindeksejä "te" ja "ku". (2,75 p.)

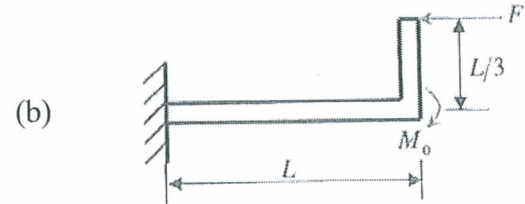
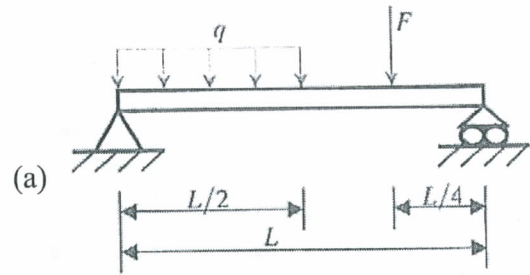


(a)



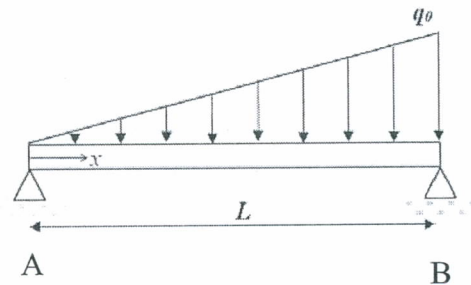
5. Määritä kuvan 3 mukaisen levyn suurin jännitys  $\sigma^{\text{max}}$  kaukana reiästä vallitsevan jännityksen  $\sigma^{\text{kau}}$  funktiona. Pyöreän reiän loven muotoluku  $\alpha = 3$ . (1,5 p.)

Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.



6. Määritä tukireaktiot kuvien (a) ja (b) rakenteille. (1,75 + 1,75 = 3,5 p.)

7. Määritä viereisen kuvan mukaisen palkin resultanttileikkauvoimajakauma  $Q_y(x)$  ja resultanttitaivutusmomenttijakauma  $M_z(x)$  matemaattisina lausekkeina. Huom! Jakaumia ei tarvitse piirtää.  $A_y = q_0 L/6$  ja  $B_y = q_0 L/3$ . (3,25 p.)

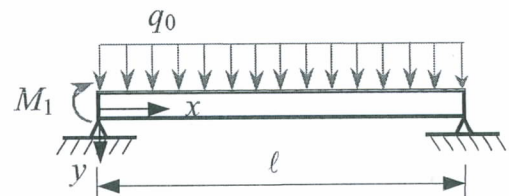


8. Tarkastele oheisen kuvan mukaista palkkia, jonka poikkileikkaus ei muutu. Oletetaan, että  $M_1 = 2 q_0 l^2$ . Kuormituksen perusteella lasketut  $M_z(x)$ - ja  $N_x(x)$ -jakaumat ovat

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

ja

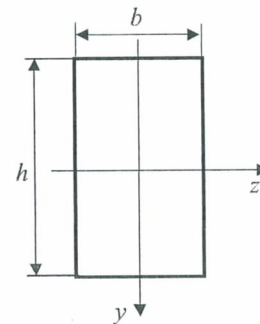
$$N_x(x) \equiv 0. \quad (3)$$



22

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.)

9. Laske oheisessa kuvassa esitetyn suorakaiteen muotoisen poikkileikkauksen leikkaujännitys jakauma  $\tau_{xy}(x,y)$ , kun poikkileikkauksessa vaikuttavan resultanttileikkauvoiman suuruus on  $Q_y(x)$ . Määritä myös poikkipinnassa vaikuttava suurin leikkaujännitys  $\tau_{xy}^{\max}$  ja sen paikka. Muodosta tarvittavat suureet integroimalla. ( 2,5 p.)

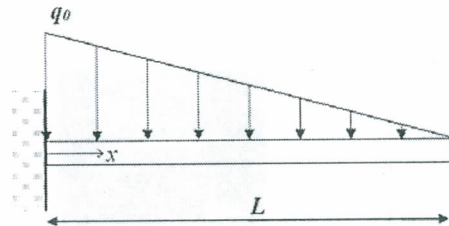


$$S = \int_{-h/2}^{h/2} y \, d y$$

$$I_z = \int_{-h/2}^{h/2} y^2 \, d y$$

Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

10. Määritä oheisen kuvan mukaisen palkin kimmoviivan  $v(x)$  lauseke ja palkin pään taipuma  $\delta$  matemaattisina lausekkeina. Palkin materiaali on homogeenista ja sen poikkileikkaus ei muutu. Käytä palkin kimmoviivan sitä muotoa, jossa esiintyy 4. derivaatta. (2,75 p.)



PS. Kotilaskuilla hankittu tenttioikeus on voimassa vain siihen asti, kun kurssi luennoidaan seuraavan kerran. Kyseessä on Aalto-yliopiston yleinen päätös.