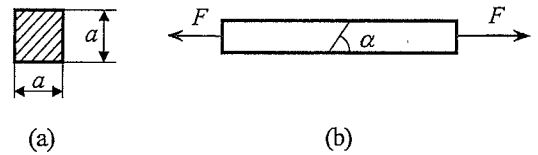
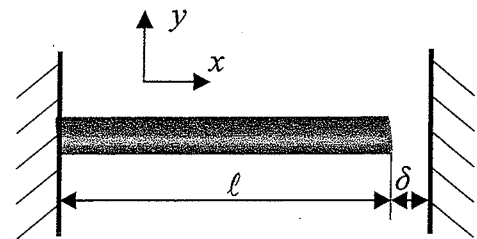


Merkitse kaikkiin vastauspappeihin nimi, opintokirjan numero ja vuosikurssi

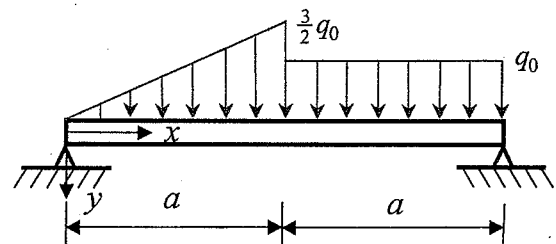
- 1(a). Kuvassa (b) esitettyä poikkileikkaukseltaan neliömuotoista  $a \times a$  sauvaa [katso Kuva (a)] vedetään voimalla  $F$ . Tarkastellaan kuviteltua tasoa, joka muodostaa sauvan pituusakselin kanssa kulman  $\alpha$ . Määritä normaalijännitys  $\sigma_\alpha$  ja keskimääräinen leikkausjännitys  $\tau_\alpha^{\text{kesk}}$  em. tasossa. (3 p.)



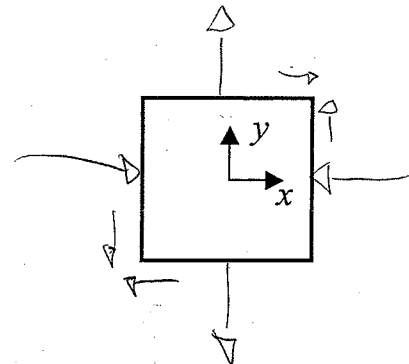
- 1(b). Pyöreän teräksestä valmistetun sauvan halkaisija on  $d = 100$  mm. Sauva on kiinnitetty vasemmasta päästään jäykästi äärettömän jäykkään seinään. Sauvan oikea päädyn ja äärettömän jäykän seinän välillä on rako, jonka suuruus on  $\delta = 0,5$  mm. Sauvan lämpötila nousee  $80$  °C. Laske normaalijännitys  $\sigma$  sauvassa ja sauvan halkaisijan muutos  $\Delta d$ . Sauvan pituus ennen lämpötilan nousua on  $l = 2$  m. Teräksen materiaalivakiot ovat:  $E = 210$  GPa,  $\nu = 0,3$  ja  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$  1/°C. Vihje: Sauvan halkaisija muuttuu samalla tapaa kuin suorakaidepoikkileikkauksen korkeus. (3 p.)



- 2(a). Määritä oheiselle palkille resultanttileikkausvoimajakauma  $Q_y(x)$  ja resultanttitaivutusmomenttijakauma  $M_z(x)$  matemaattisina lausekkeina. (5 p.)



- 2(b). Tiedetään, että kappaleen eräässä pisteessä vaikuttaa tasojännitystila  $\sigma_x = -20$  MPa,  $\sigma_y = 50$  MPa ja  $\tau_{xy} = 20$  MPa. Piirrä kuvio, josta ilmenee jännityskomponenttien absoluuttisarvot ja niiden vaikutussuunnat. (1 p.)



Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi, opintokirjan numero ja vuosikurssi

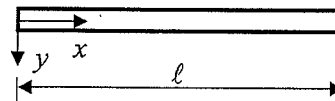
- 3(a). Tarkastellaan viereisen kuvan mukaista palkkia, jolle on määritelty resultanttitaivutusmomentin  $M_z(x)$  ja resultanttinormaalivoiman  $N_x(x)$  lausekkeet. Lausekkeet ovat

$$M_z(x) = \frac{q_0 \ell^2}{60} \left( -2 + 9 \frac{x}{\ell} - 10 \frac{x^3}{\ell^3} \right) \quad (1)$$

ja

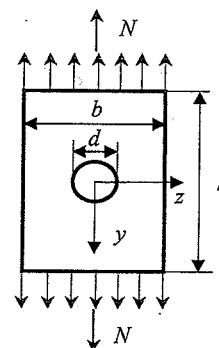
$$N_x(x) = -2 q_0 \ell. \quad (2)$$

Määritä palkin normaalijännitys jakauma  $\sigma_x(x,y)$  ja itseisarvoltaan suurin palkkia rasittava normaalijännitys  $\sigma_x(x,y)$ . Palkin poikkileikkauksen mitat ovat  $b \times b$  eivätkä ne muutu. Palkin pituuden suhde korkeuteen on 20. Viereiseen kuvaan ei ole tarkoituksella piirretty kuormitusta eikä tuentoja. Ne ovat sellaiset, että Yhteyksien (1) ja (2) mukaiset lausekkeet toteutuvat. Ilmoita tulos  $q_0$ :n ja  $b$ :n funktioina. (5 p.)



- 3(b). Mikä on "nolla-kaksiraja" ( $R_{p,0,2}$ )? (1 p.)

- 4(a). Kuvan mukaiseen levyyn vaikuttaa kuormitus  $N$  siten, että jännitys jakauma levyn päissä on tasainen. Reiän loven muotoluku  $\alpha = 3$ . Määritä levyssä vallitseva suurin normaalijännitys  $\sigma^{\max}$  ilmaistuna voiman  $N$  ja levyn mittojen avulla. Levyn paksuus on  $t$ . (1 p.)



- 4(b). Piirrä kuva ja osoita nuolella kohta, jossa tehtävän 4(a) mukainen suurin normaalijännitys  $\sigma^{\max}$  vallitsee. (1 p.)

- 4(c). Luentomonisteessa johdettiin yhteys

$$= \frac{\partial u}{\partial x}. \quad (3)$$

Mikä on Yhteyden (3) vasemmalta puolelta puuttuva muuttuja? (1 p.)

- 4(d). Laske Kuvassa (b) esitetyn suorakaiteen muotoisen poikkileikkauksen leikkausjännitys jakauma  $\tau_{xy}(x,y)$ , kun poikkileikkauksessa vaikuttavan resultanttileikkausvoiman suuruus on  $Q_y(x)$ . **Huom!** Jäyhyysmomentti tulee laskea integroimalla. (3 p.)

