

Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

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

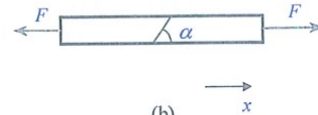
1. Insinööri Ilkka Niemi on ostanut kaupasta oheisen kuvan mukaisen jalopenopurkin. Ilkka vääntää purkin kantta  $5 \text{ Nm}$ :n momentilla. Mikä on suurin leikkausjännitys kannen ja purkin välillä, joka syntyy hänen vääntäessään purkkia auki? Ympyränmuotoisen kannen halkaisija  $d = 5 \text{ Nm}$  ja kannen korkeus  $h = 20 \text{ mm}$ . (1 p.)



2. 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 normaalijännityksen  $\sigma_x$  funktiona. (2,25 p.)



(a)



(b)

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

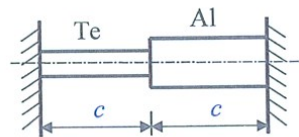
$$e = \frac{dV - dV_0}{dV_0}, \quad (1)$$

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

4. Oheisen kuvan mukaista teräksestä valmistettua lyhyttä sauvaa puristaa voima  $P$ . Kun sauva on kuormittamattomassa tilassa, sen halkaisija  $d = 10 \text{ mm}$ . Mikä on suurin sallittu puristava voima  $P$ , kun sauvan halkaisija ei saa ylittää arvoa  $d_{\text{cr}} = 10.01 \text{ mm}$ ? Teräksen kimmokerroin  $E = 210 \text{ GPa}$  ja sen Poissonin luku  $\nu = 0,3$ . (1,5 p.)

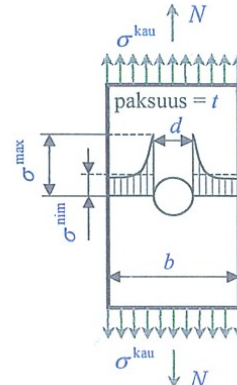


5. Viereisessä kuvassa oleva tanko on valmistettu kahdesta eri materiaalista, jotka ovat teräs Te ja alumiini Al. Alkutilassa tangossa ei ole jännityksiä, eli tanko on oikean mittainen kahden äärettömän jäykän seinän väliin. Määritä materiaalien pinta-alojen suhde  $A_{\text{te}}/A_{\text{al}}$  siten, että materiaalien yhdistymiskohta liikkuu  $0.1 \text{ mm}$  kasvattaen terässauvan pituutta.  $\Delta T = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $c = 1 \text{ m}$ ,  $E_{\text{te}} = 210 \text{ GPa}$  ja  $\alpha_{\text{te}} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ .  $E_{\text{al}} = 70 \text{ GPa}$  ja  $\alpha_{\text{al}} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ . (2,75 p.)



kerkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

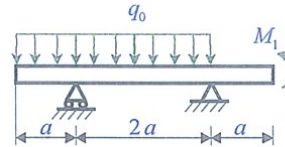
6. Määritä viereisen kuvan mukaisen levyn suurin jännitys  $\sigma^{\max}$  kaukana reiästä vallitsevan jännityksen  $\sigma^{\text{kau}}$  funktiona. Pyöreän reiän loven muotoluku  $\alpha = 3$ . (1,5 p.)



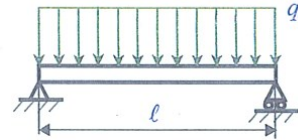
7. Määritä viereisen kuvan mukaisen palkin tukireaktioiden suuruudet. Palkkia kuormittaa jakautunut kuorma  $q_0$  ja pistemomentti  $M_1$ . Olkoon voimassa

$$M_1 = 4 q_0 a^2. \quad (2)$$

(1,25 p.)



8. Tarkastele nivelellisesti tuettua palkkia, jota kuormittaa tasainen kuorma  $q_0$ , kuten kuvassa on esitetty. Määritä funktioiden  $M_z(x)$  ja  $Q_y(x)$  arvot pitkin palkkia matemaattisina lausekkeina ja piirrä vastaavat kuvaajat. (4 p.)



9. Tarkastele palkkia, jonka pituus on  $L$  ja jonka poikkileikkaus on suorakaide eikä se muutu. Palkin korkeus on  $h$  ja sen leveys on  $b$ . Kuormituksen perusteella lasketut  $M_z(x)$ - ja  $N_x(x)$ -jakaumat ovat

$$M_z(x) = \frac{q_0 L x}{2} \left( \frac{3}{4} - \frac{x}{L} \right) \quad (2)$$

ja

$$N_x(x) \equiv 10 q_0 L. \quad (3)$$

Määritä palkin normaalijännitys jakauma  $\sigma_x(x,y)$  ja itseisarvoltaan suurin palkkia rasittava normaalijännitys  $\sigma_x(x,y)$ . (3,25 p.)

kerkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

10. Palkin poikkileikkaus on ympyrä, jonka säde on  $a$ . Palkkia kuormitetaan siten, että siinä vaikuttavan resultanttileikkausvoiman suuruus on  $Q_y(x)$ . Laske leikkausjännitysjakauma  $\tau_{xy}(x,y)$  poikkileikkauksessa. Määritä myös poikkipinnassa vaikuttava suurin leikkausjännitys  $\tau_{xy}^{\max}$  ja sen paikka. (3,5 p.)
11. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin.
- (a) Miten hitsausjännityksiä voi poistaa hitsauksen jälkeen?
  - (b) Mikä on tasavenymä? Piirrä asiasta kuva.
  - (c) Mitä tarkoittaa jatkuvan aineen mekaniikka?
  - (d) Partikkeli liikkuu tasaisella nopeudella. Onko se tasapainossa? Perustele väitteesi
- (4 x 0,25 p = 1 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.