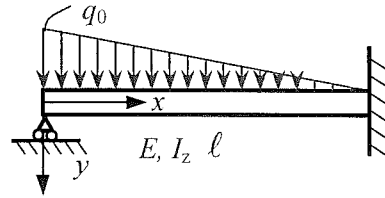


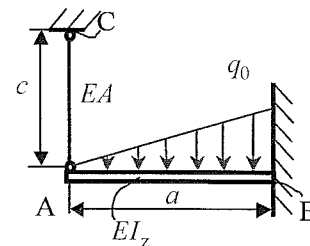
Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

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

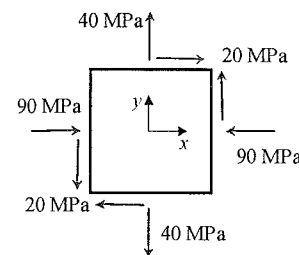
1. Määritä viereisessä kuvassa esitetyn palkin resultantti-leikkausvoiman  $Q_y(x)$  ja kimmoviivan  $v(x)$  lausekkeet käyttäen hyväksi palkin kimmoviivan differentiaaliyhtälön muotoa, jossa on 4. kertaluvun derivaatta. (3,25 p.)



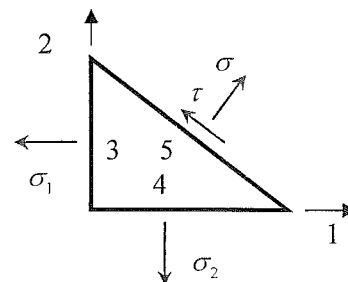
2. Ulokepalkin AB pää on tuettu nivelsauvalla AC viereisen kuvan mukaisesti. Laske palkin pään pystysuora siirtymä ja kallistumiskulma (myös suunta on ilmoitettava) taulukoita ja superpositioperiaatetta hyväksi käyttäen. (3,75 p.)



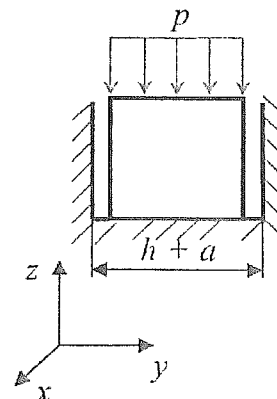
3. Eräessä materiaalipisteessä vallitsee oheisen kuvan mukainen tasojäännitystila. Materiaalina on teräs, jonka kimmokerroin  $E = 210 \text{ GPa}$  ja Poissonin luku  $\nu = 0.3$ . Laske materiaalipisteen: a) Pääjäännitykset ja niiden suunnat sekä b) päävenymät. (2 p.)



4. Määritä pääjäännitykset  $\sigma_1$  ja  $\sigma_2$  rakenteen eräessä pisteessä, jossa vallitsee viereisen kuvan mukainen tasojäännitystila. Normaalijännitys  $\sigma = 120 \text{ MPa}$  ja leikkausjännitys  $\tau = 70 \text{ MPa}$ . Jännitysten  $\sigma$  ja  $\tau$  suunnat on määritelty käyttämällä kolmiota, jonka sivujen pituudet ovat 3, 4 ja 5. (2 p.)

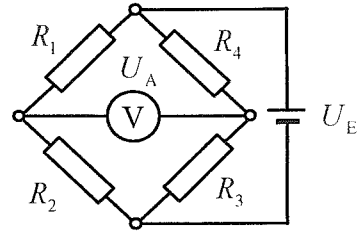


5. Kuvan mukaista kuutiota (sivujen pituus on  $h$ ) kuormitetaan paineella  $p$ . Kuution  $x$ -suuntainen laajeneminen on estetty äärettömän jäykällä seinillä. Sen sijaan  $y$ -suunnassa kuution ympärillä on alkutilanteessa välys  $a/2$ . Laske kuutiossa vaikuttava jännitys  $\sigma_y$  paineen  $p$  funktiona. Kuinka suuri paineen  $p$  tulee olla, jotta kuution kyljet koskettavat  $(x,z)$ -tason seinä? Jos paine  $p$  on tätä arvoa pienempi, niin mikä on kuutiossa vallitseva jännitys  $\sigma_y$ ? (2,75 p.)

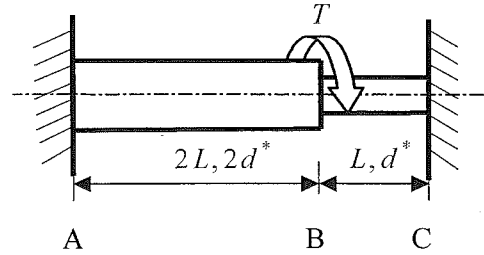


Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

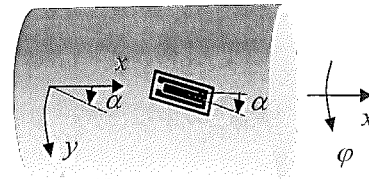
6. Tarkastele Wheatstonen puolisiltaan yhdistettyjä venymäliuskoja. Tarkastele yksiakiaalista venymäliuskan  $R_1$  suuntaista jännitystilaa. Johda yhtälö, jonka avulla saadaan laskettua mekaaninen venymä  $\varepsilon_1^m$  syöttöjännitteen  $U_E$ , ulostulojännitteen  $U_A$  ja liuskojen ominaisuuksien avulla, kun käytetään (a) passiivista (dummy) liuskaa tai (b) toinen liuska on mitattavaan suuntaan nähden poikittain. (2 p.)



7. Kuvan akseli on kiinnitetty jäykästi pisteistä A ja C. Pisteeseen B kohdistetaan vääntävä momentti  $T$ . Merkitse välillä A-B vaikuttavaa vääntömomenttia  $M_{v1}$ :llä ja välillä B-C vaikuttavaa vääntömomenttia  $M_{v2}$ :lla. (a) Piirrä kuva, johon merkitset momenttien  $T$ ,  $M_{v1}$  ja  $M_{v2}$  suunnat kaksoisnuolilla ja ilmoita yhteys, joka vallitsee momenttien  $T$ ,  $M_{v1}$  ja  $M_{v2}$  välillä. (b) Määritä suhde  $M_{v1}/M_{v2}$ . (3 p.)



8. Viereisen kuvan mukaisen ohutseinämäisen sylinterin muotoisen paineastian ulkopinnalle on liimattu venymäliuska, jonka mittaussuunta on vaakatasoon nähden vinossa asennossa. Venymäliuskaa käytetään paineastian ylipaineen  $p$  määrittämiseen. Merkitään vaakataason ja venymäliuskan välistä kulmaa muuttujalla  $\alpha$ . Johda paineastian ylipaineen  $p$  arvo venymäliuskan kulman  $\alpha$  ja sen mittaaman venymän  $\varepsilon_\alpha$  funktiona. Olkoon sylinterin halkaisija  $D$  ja sen seinämän paksuus  $t$ . (1,75 p.)



9. Tarkastele viereisen kuvan mukaista rakennetta, jossa teräksestä valmistettua palkkia kuormittaa aksiaalisesti puristava voima  $F_x$ . Laske se voiman  $F_x$  arvo, jolla rakenne nurjahtaa. Teräksen kimmokerroin  $E = 210$  GPa ja sen myötöraja  $R_e = 240$  MPa. Palkin pituus  $\ell = 3$  m ja sen poikkileikkauksen mitat ovat  $0,1 \times 0,2$  m. (1,5 p.)



Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

10. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin.

(a) Mitä tarkoittavat käsitteet low-cycle fatigue (vähäsyklinen väsyminen) ja high-cycle fatigue (korkeasyklinen väsyminen)? (0,25 p.)

(b) Mihin käytetään jatkuvuusehtoja, kun palkin rasiustilaa tarkastellaan palkin kimmoviivan differentiaaliyhtälön avulla? (0,25 p.)

(c) Mikä on myötöpinta? (0,25 p.)

(e) Palkin nurjahdusta käsiteltäessä on päädytty yhtälöön

$$\begin{bmatrix} \ell & \sin k\ell \\ 0 & -k^2 \sin k\ell \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} C_2 \\ C_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

Miten yllä olevasta yhtälöstä saadaan jokin muu kuin triviaali ratkaisu? (0,25 p.)

(f) Mikä on yhtälön (1) triviaaliratkaisu? (0,25 p.)

(g) Mitä ehtoa käytetään hauraan materiaalin murtumisen ennustamiseen? (0,25 p.)

(h) Miksi käytetään kolmihaaraisia venymäliuskoja? (0,25 p.)

(i) Mitkä ehdot tulee täyttyä, jotta superpositioperiaate on voimassa? (0,25 p.)

Yhteensä (2 p.)

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