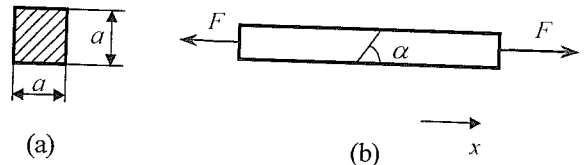


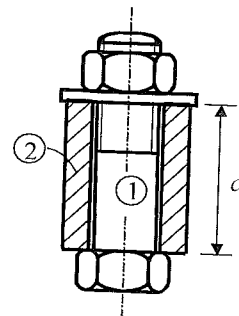
Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

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

1. 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 normaalijännitys σ_a ja keskimääräinen leikkausjännitys τ_a^{kesk} em. tasossa normaalijännityksen σ_x funktiona. (2,25 p.)



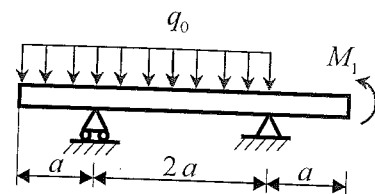
2. Kuvassa on holkki ②, jonka sisälle on asennettu pultti ① ja pultin päähän aluslevy ja mutteri. Pultti on valmistettu teräksestä ja holkin materiaalina on kupari. Kun mutteria kiristetään, syntyy holkkiin puristus-jännitys ja pulttiin vetojännitys. Tarkastele tilannetta, jossa rakenteen lämpötila muuttuu ΔT °C. Laske, mikä lisärasitus pulttiin ja holkkiin syntyy lämpötila-muutoksen ΔT johdosta. (2,75 p.)



3. Määritä viereisen palkin tukireaktioiden suuruudet. Palkkia kuormittaa jakautunut kuorma q_0 ja pistemomentti M_1 . Olkoon voimassa

$$M_1 = 4 q_0 a^2. \quad (1)$$

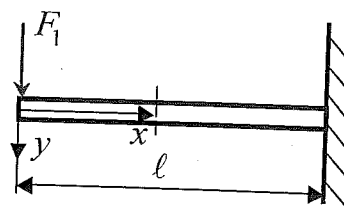
(1,5 p.)



4. Määritä kuvassa olevan pistevon F_1 kuormittaman ulokepalkin resultanttitaivutusmomentin $M_z(x)$ ja resultanttileikkausvoiman $Q_y(x)$ matemaattiset lausekkeet. Käytä yhtälöitä

$$\frac{dQ_y(\eta)}{d\eta} = -q_y(\eta) \quad \text{ja} \quad \frac{dM_z(\eta)}{d\eta} = Q_y(\eta). \quad (2)$$

(2,25 p.)



Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

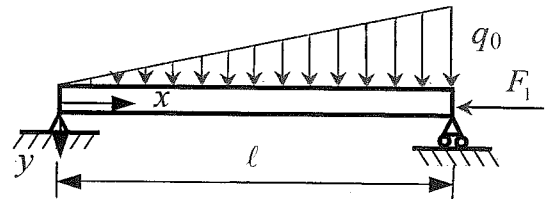
5. Tarkastele kuvan mukaista palkkia, jonka poikkileikkaus ei muutu. Kuormituksen perusteella lasketut $M_z(x)$ - ja $N_x(x)$ -jakaumat ovat

$$M_z(x) = \frac{1}{6} q_0 \ell x - \frac{1}{6} q_0 \frac{x^3}{\ell} = \frac{q_0 \ell^2}{6} \left[\frac{x}{\ell} - \left(\frac{x}{\ell} \right)^3 \right] \quad (3)$$

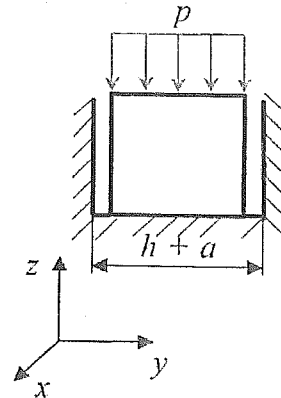
ja

$$N_x(x) \equiv -3 q_0 \ell. \quad (4)$$

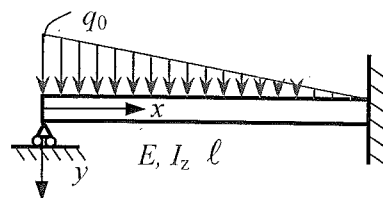
Määritä palkin normaalijännitysjaakauma $\sigma_x(x,y)$ ja itseisarvoltaan suurin palkkia rasittava normaalijännitys $\sigma_x(x,y)$ ja sen paikka. Palkin poikkileikkauksen mitat ovat $a \times a$ ja sen pituus $\ell = 10 a$. (2,5 p.)



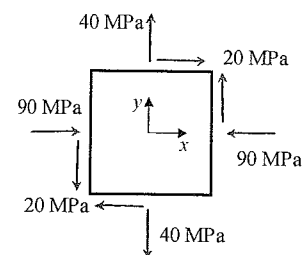
6. Kuvan mukaista kuutiota (sivujen pituus on h) kuormitetaan paineella p . Kuution x -suuntainen laajeneminen on estetty äärettömän jäykillä seinillä. Sen sijaan y -suunnassa kuution ympärillä on alkutilanteessa välys $a/2$. Laske kuutiossa vaikuttava jännitys σ_y paineen p funktiona. Kuinka suuri paineen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



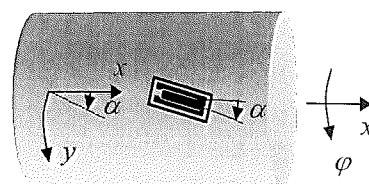
7. Määritä viereisessä kuvassa esitetyn palkin resultantti-leikkausvoiman $Q_y(x)$ ja kimmoviivan $v(x)$ lausekkeet käyttäen hyväksi palkin kimmoviivan differentiaaliyhtälön muotoa, jossa on 4. kertaluvun derivaatta. (3,25 p.)



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



9. 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 vaaka-tason ja venymäliuskan välistä kulmaa muuttujalla α . Johda paineastian ylipaineen p arvo venymäliuskan kulman α ja sen mittaaman venymän ϵ_a funktiona. Olkoon sylinterin halkaisija D ja sen seinämän paksuus t . (1,75 p.)



Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

10. 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 $l = 3$ m ja sen poikkileikkauksen mitat ovat $0,1 \times 0,2$ m. (1,5 p.)



11. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin.

- (a) Mitä tarkoittavat käsitteet low-cycle fatigue (vähäsyklinen väsyminen) ja high-cycle fatigue (korkeasyklinen väsyminen)? (0,25 p.)
- (b) Mikä on myötöpinta? (0,25 p.)
- (c) Miten hauras ja sitkeä aine eroavat toisistaan? (0,25 p.)
- (d) Mitä ehtoa käytetään hauraan materiaalin murtumisen ennustamiseen? (0,25 p.)
- (e) Miksi käytetään kolmihaaraisia venymäliuskoja? (0,25 p.)
- (f) Mitkä ehdot tulee täyttyä, jotta superpositioperiaate on voimassa? (0,25 p.)

Yhteensä (1,5 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.