

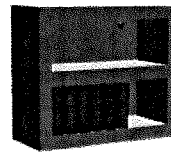
Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

Huom! Kirjoittakaa kaikki välimuodot näkyviin. Osa tehtävistä on teille tuttuja. Emme hyväksy ulkomuistista kirjoitettuja vastauksia. Katso, että vastaat kaikkiin kysymyksiin. Osassa kysymyksiä on kohdat (a), (b) jne.

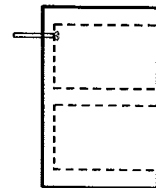
1. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin.

- (a) Miksi kissa on ketterämpi kuin norsu? (0,25 p.)
- (b) Mitä arvoa pienemmät venymät ovat pieniä? (0,25 p.)
- (c) Mikä ero on hauraalla ja sitkeällä materiaalilla? (0,25 p.)
- (d) Kun lukiossa tarkasteltiin jousen pituuden muutosta, kirjoitettiin $F = -kx$. Tässä kurssissa käytetään yhtälöä $F_j = k \Delta L$. Miksi yhtälöissä on eri etumerkki niiden oikealla puolella? Vastaukseksi riittää myös muuttujien F_j ja ΔL merkityksen kertominen (Esim. T on absoluuttinen lämpötila.) (0,25 p.)
- (e) Metallien jännitys-venymäkuvaajassa on piste, jota kutsutaan nimellä murtolujuus. Minkä on ko. pistettä vastaava kohta venymäakselilla? (0,25 p.)
- (f) Sitkeiden metallien moniaksaalista jännitystilaa voidaan kuvata yhdellä luvulla. Muunnon tehdään erään tiedemiehen mukaan nimetyllä funktiolla. Mikä on tämän tiedemiehen nimi? (0,25 p.)
- (g) Mitkä kaksi ehtoa tulee olla voimassa, jotta voidaan soveltaa superpositioperiaatetta? (0,25 p.)
- (h) Mitä tarkoittaa viskoelastinen muodonmuutos? (0,25 p.)
- (8 x 0,25 p = 2 p.)

2. 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 teräslaatua saa kuormittaa siten, että leikkausjännitys τ^{kesk} on korkeintaan 150 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? (1,25 p.)



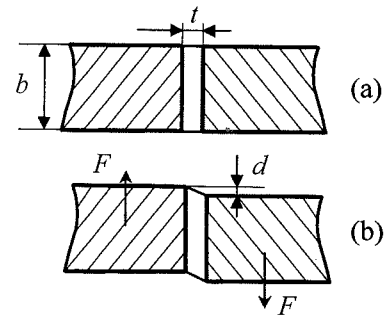
(a)



(b)

Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

3. Kahden betonilaatan välinen liitos on täytetty joustavalla epoksilla viereisen kuvan mukaisesti. Epoksi on kiinnitetty lujasti betonin pintaan. Liitoksen korkeus $b = 10$ cm, sen pituus kohtisuoraan kuvatasoa vastaan $\ell = 100$ cm ja sen paksuus $t = 15$ mm. Voiman F vaikutuksesta laattojen välille syntyy pystysuuntainen siirtymä $d = 0,05$ mm. Mikä on keskimääräinen liukuma γ epoksissa? Kuva (b) on skemaattinen, sillä voimat F aiheuttavat momentin, joka saattaa betonilaatat pyöriivään liikkeeseen. Laattojen katkaisukohdissa vaikuttavat jännitysresultantit, jotka tasapainottavat rakenteen. (1 p.)

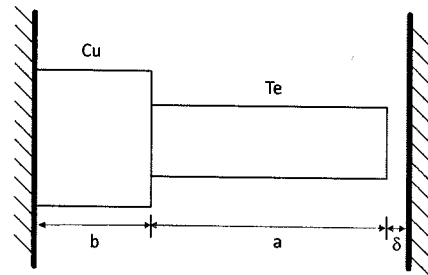


4. Johda tila-vuudenlaajenemiskertoimen e lauseke venymäkomponenttien avulla lausuttuna. Laske e yhtälöstä

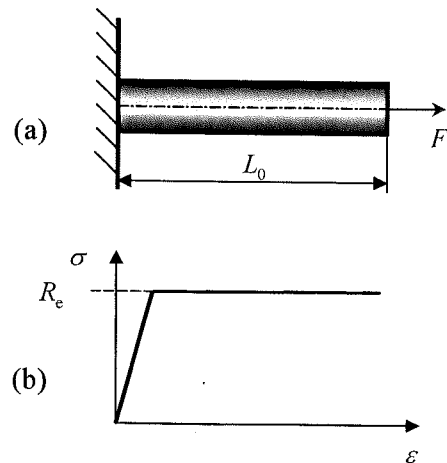
$$e = \frac{dV - dV_0}{dV_0}, \quad (1)$$

jossa dV_0 on alkutilan tilavuus ja dV on nykytilan tilavuus. Muodonmuutos on pieni. (2,5 p.)

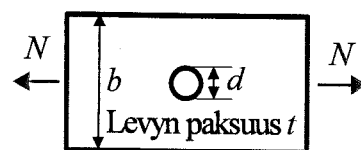
5. Viereisen kuvan mukainen rakenne koostuu kahdesta sauvasta, jotka on asetettu kahden äärettömän jäykän seinän väliin. Rakenteen pituus voi kasvaa vapaasti mitan $\delta = 0,6$ mm. Sauvojen materiaali on teräs (Te) ja kupari (Cu). Paljonko lämpötila ΔT saa kasvaa, jottei rakenteessa esiintyvä suurin puristusjännitys saavuta arvoa $\sigma = 55$ MPa? $A_{Te} = 6$ cm², $E_{Te} = 210$ GPa ja $\alpha_{Te} = 12 \cdot 10^{-6}$ 1/°C. $A_{Cu} = 12$ cm², $E_{Cu} = 120$ GPa ja $\alpha_{Cu} = 18 \cdot 10^{-6}$ 1/°C. $a = 0,4$ m ja $b = 0,2$ m. (2,75 p.)



6. Kuvassa (a) esitetyn pyöreän sauvan materiaali on terästä, jonka myötöraja $R_e = 225$ MPa ja kimmokerroin $E = 210$ GPa. Materiaali on kuvan (b) mukaisesti ideaalikkimoplastista. Sauvaa vedetään voimalla F siten, että sen aine myötää. Kuorman poiston jälkeen havaitaan, että sauvaan jää 0,5 %:n pysyvä venymä ϵ^p . (a) Kuinka suuri venymä sauvassa suurimmillaan vallitsi ja (b) mikä oli tätä venymää ϵ^{\max} vastaava sauvan pituuden muutos ΔL ? Sauvan pituus lepotilassa ennen koetta oli $L_0 = 500$ mm. (2,0 p.)

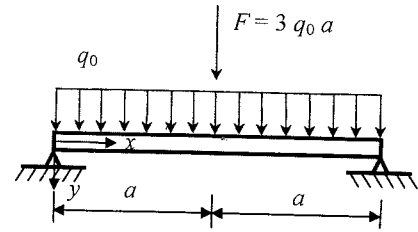


7. Määritä viereisen kuvan mukaisen levyn suurin jännitys σ^{\max} kuormittavan voiman N ja kaukana reiästä vallitsevan jännityksen σ^{kau} funktioina. Pyöreän reiän loven muotoluku $\alpha = 3$. (1,25 p.)



Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opiskelijanumero.

8. Tarkastele kuvan mukaista nivelellisesti tuettua palkkia, jota kuormittaa tasainen kuorma q_0 ja pistevoima F . Määritä funktioiden $M_z(x)$ ja $Q_y(x)$ arvot matemaattisina lausekkeina vain välillä, joka alkaa välittömästi voiman F vaikutuskohdan jälkeen, jatkuu palkin oikeaan päähän päättyen juuri enne oikean pään tukea. Laske vielä erikseen arvot $Q_y(x = a^-)$, $M_z(x = a^-)$, $Q_y(x = 2a^-)$ ja $M_z(x = 2a^-)$. Käytä kuvitellun osapalkin tasapainomenetelmää. (3,5 p.)



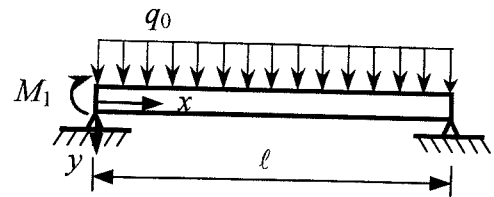
9. Tarkastele viereisen kuvan mukaista palkkia, jonka poikkileikkaus ei muutu. Oletetaan, että $M_1 = 2q_0\ell^2$. Kuormituksen perusteella lasketut $M_z(x)$ - ja $N_x(x)$ -jakaumat ovat

$$M_z(x) = 2q_0\ell^2 - \frac{3}{2}q_0\ell x - \frac{1}{2}q_0x^2 \quad (1)$$

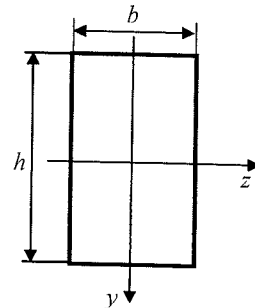
ja

$$N_x(x) = 0. \quad (2)$$

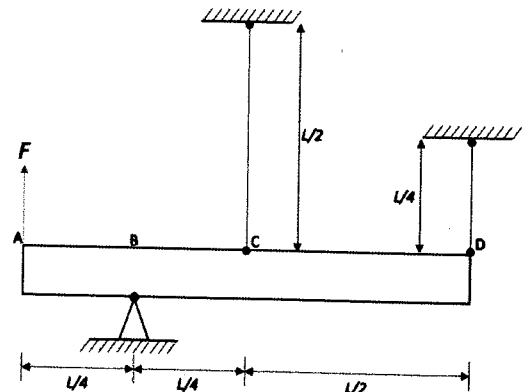
Määritä palkin normaalijännitysjaakauma $\sigma_x(x,y)$ ja itseisarvoltaan suurin palkkia rasittava normaalijännitys $\sigma_x(x,y)$. Palkin korkeus on h . (2,5 p.)



10. Laske viereisessä kuvassa esitetyn suorakaiteen muotoisen poikkileikkauksen leikkausjännitysjaakauma $\tau_{xy}(x,y)$, kun poikkileikkauksessa vaikuttavan resultanttileikkausvoiman suuruus on $Q_y(x)$. Määritä myös poikkipinnassa vaikuttava suurin leikkausjännitys τ_{xy}^{\max} ja sen paikka. Muodosta poikkipintasuureet integroimalla. (2,25 p.)



11. Täysin jäykkä palkki on tuettu viereisen kuvan mukaisesti ja siihen kohdistuu voima F , joka aiheuttaa vetojännityksen pisteissä C ja D oleviin tukivaijereihin. Määritä tukivaijereiden siirtymiä tarkastelemalla vaijereiden normaalivoimat ja pisteen B tukivoima. Molempien vaijereiden poikkipinta-ala on A ja kimmokerroin on E . (3 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.