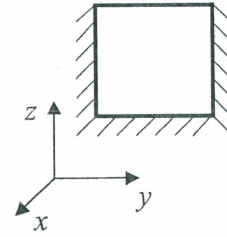


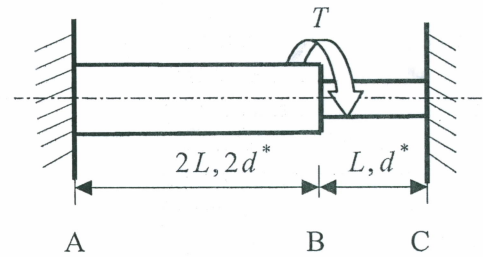
Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi ja opintokirjan numero.

6. Kuvan kuutiota kuormittaa lämpötilamuutos  $\Delta T$ . Kuution tahkot yläpintaa lukuun ottamatta koskettavat äärettömän jäykkää tukirakennetta. Tukirakenteen ja kuution välinen kosketus on kitkaton. Laske (a) kuution keskipisteen jännitystila, (b) kuution keskipisteen pääjännitykset, (c) pääjännitykset kuution eri kohdissa ja (d) kuution korkeuden  $h$  muutos lämpötilamuutoksen  $\Delta T$  vaikutuksesta? (2,25 p.)

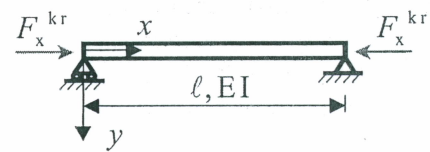


7. Tarkastele venymämittausta, joka suoritetaan venymäliuskoja hyväksi käyttäen. Tarkastele puolisisillan kahta eri tapausta, jossa tilanteessa (a) vastukset  $R_1$  ja  $R_2$  ovat venymäliuskoja ja (b) vastukset  $R_1$  ja  $R_3$  ovat venymäliuskoja. Muodosta yhtälöt, joista saadaan Wheatstonen sillan ulostulojännite venymäliuskojen mittaamien mekaanisten venymien, venymäliuskojen ominaisuuksia kuvaavien funktioiden ja syöttöjännitteen funktioina tilanteissa a) ja b). Oleta, että Wheatstonen sillan ja venymäliuskojen vastusten suuruudet ovat yhtä suuria, kun silta on tasapainossa. (1 p.)

8. Viereisen 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  $M_{v1}/M_{v2}$ . a. (2 p.)



9. Määritä kriittisen nurjahdusvoiman  $F_x^{kr}$  arvo kuvan mukaiselle molemmista päistään nivelellisesti tuetulle nurjahdussauvalle. Määritä myös palkin taipuman muoto nurjahduksen jälkeen. Käytä laskelmissa nurjahduksen differentiaaliyhtälöä. (4 p.)



10. Oheisen kuvan mukaisen katoksen päälle on kerääntynyt lunta. Lumikuorma voidaan ajatella tasanjakautuneena kuormana, jonka suuruus  $q_0 = 6000$  N/m. Katon ja tukipalkkien (pylväiden) liitokset ajatellaan nivelellisiksi. Tukipalkit on tehty alumiinista, jonka kimmokerroin  $E = 70$  GPa ja myötöraja  $R_e = 140$  MPa. Tukipalkkien poikkileikkaukset ovat ympyröitä, joiden halkaisija  $d = 3,5$  cm. Palkkien pituuksia on merkitty muuttujalla  $L$ , joka on 1,5 m. Laske nurjahtavatko tukipalkit vallitsevan kuormituksen johdosta? (2 p.)

