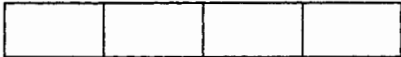
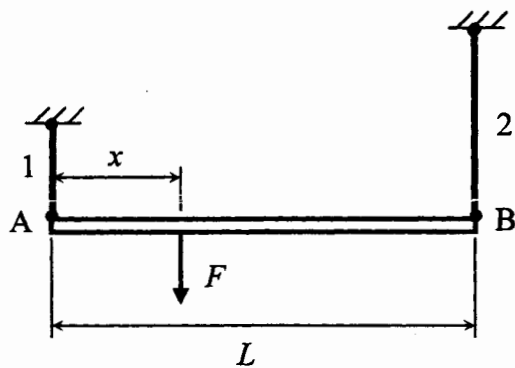


- Kirjoita jokaiseen palauttamaasi paperiin nimesi ja opiskelijanumerosi selvästi näkyviin.
- Piirrä päällimmäisen vastauspaperin yläreunaan nimesi ja opiskelijanumerosi viereen oheisen kaltainen ruudukko.

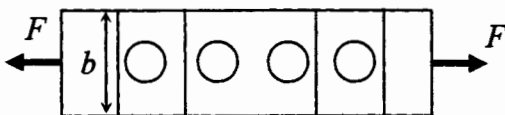
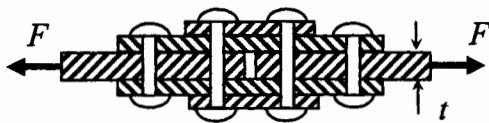


- Mukana saa olla itse tehty yhdelle A4-paperille mahtuva kaavakokoelma. Lisäksi saa olla MAOLin taulukkokirja, muttei muunlaista taulukkokirjaa.
- Taskulaskimen muistissa ei saa olla talletettuna kaavoja tai muuta muistin tueksi tarkoitettua.



1. Täysin jäykkä palkki AB ( $m = 100$  kg) on tuettu joustavilla teräsvaijereille 1 ja 2. Kuormittamattomina vaijereiden pituudet ovat  $L_1 = 1$  m ja  $L_2 = 2$  m sekä poikkipinta-alat  $A_1 = 8$  mm<sup>2</sup> ja  $A_2 = 15$  mm<sup>2</sup>. Teräksen kimmomoduli  $E = 210$  GPa ja pituuden lämpötilakerroin  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$  1/°C. Palkin AB pituus  $L = 5$  m.

- a) Mitä mitan  $x$  tulisi olla, jotta palkki olisi vaakasuorassa voiman  $F = 1$  kN vaikuttaessa etäisyydellä  $x$  vasemmasta päästä?
- b) Pysyykö palkki vaakasuorassa, jos lämpötila nousee vielä 50°C?

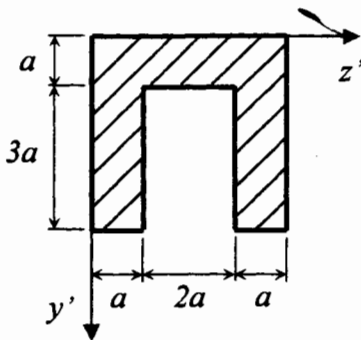


2. Poikkileikkaukseltaan suorakaide ( $b = 50$  mm ja  $t = 10$  mm) teräksinen (S235) vetosauva on jatkettu kuvan mukaisella neljän samanlaisen niitin ja neljän 3 mm paksun palstalevyn liitoksella.

- a) Miten suuren voiman  $F$  vetosauva kestää myötämättä, jos normaalijännitys on kaikissa poikkileikkauksissa tasan jakaantunut ja niitin reiän halkaisijaksi oletetaan 16 mm? Suurin sallittu reunapuristus on 280 MPa.

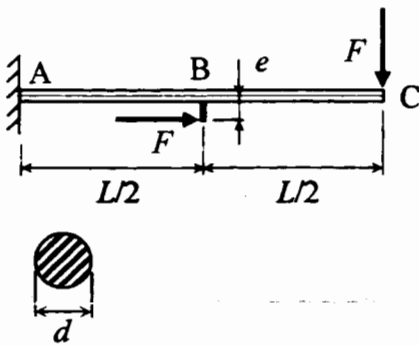
- b) Minkä kokoisia niittejä tulisi käyttää, kun niiden materiaalin suurin sallittu leikkausjännitys on  $\tau_{\text{sall}} = 150$  MPa ja käytettävissä olevat halkaisijat ovat 4, 6, 8, 10, 12, 14 ja 16 mm. Käytä a)-kohdan voiman arvoa.

**Käännä!**



3. Tarkastellaan oheisen kuvan mukaista poikkileikkausta, missä mitta  $a$  on 10 mm.

- Selvitä pintakeskiön paikka  $y'z'$ -koordinaatistossa.
- Laske neliömomentit pintakeskiön kautta kulkevien  $y'$ - ja  $z'$ -akselien suuntaisten koordinaattiakselien  $y$  ja  $z$  suhteen.



Tarkastellaan kuvan mukaista poikkileikkaukseltaan pyöreätä palkkia AC, joka on tehty teräksestä S355. Pituus  $L = 2$  m, voima  $F = 3$  kN ja mitta  $e = L/10$ .

- Piirrä rakenteen vapaakappalekuva ja laske tukireaktiot. Omaa painoa ei huomioida.
- Piirrä palkin AC taivutusmomenttikuvio.
- Määritä palkin AC poikkileikkauksen halkaisija  $d$  täysinä millimetreinä, kun varmuusluvaksi myöhdön suhteen halutaan vähintään 1,5. (Leikkausvoiman vaikutusta ei huomioida.)