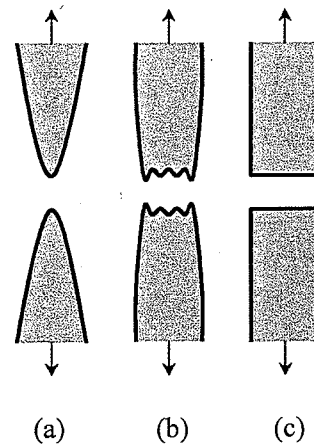


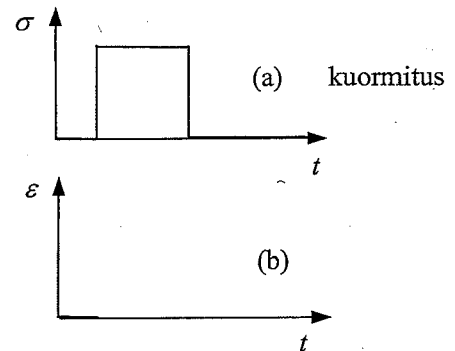
Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi, opintokirjan numero ja vuosikurssi

1. Millaista on isotrooppinen materiaali? (1 p.)

2. Viereisessä kuvassa on esitetty kolmesta eri materiaalista valmistettujen vetosauvojen vetokokeen jälkeiset katkeamiskohdat. Millaisia materiaaleja kuvien tapaukset kuvaavat? Vastaa tyyliin (a) punainen materiaali, (b) sininen materiaali ja (c) musta materiaali. (1 p.)



3. Viereisessä kuvassa (a) on esitetty materiaalipisteeseen kohdistuvan yksiakselialaisen jännityksen  $\sigma$  muuttuminen ajan  $t$  funktiona. Kopioi kuva (b) kahteen kertaan vastauspaperiin ja lisää näinsaatuihin kuviin (I) viskoelastisen materiaalin vaste ja (II) viskoplastisen materiaalin vaste. (1 p.)



4. Mitkä ehdot tulee täyttyä, jotta superpositioperiaate on voimassa? (1 p.)

5. Yhtälökokoelman mukaisesti tilavuudenlaajenemiskeroiin  $e$  määritellään seuraavasti:

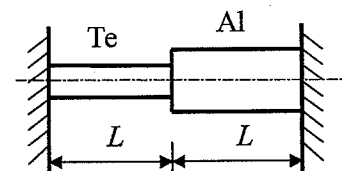
$$e := \frac{dV - dV_0}{dV_0} \quad (1)$$

Johda tilavuudenlaajenemiskertoimen  $e$  lauseke venymäkomponenttien  $\epsilon_x$ ,  $\epsilon_y$  ja  $\epsilon_z$  funktiona tarkastelemalla pientä suuntaissärmiön muotoista kappaletta alkutilassa ja nykytilassa. (3 p.)

6. Oheinen tanko on valmistettu kahdesta materiaalista. Materiaalit ovat teräs  $Te$  ja alumiini  $Al$ . Alkutilassa tanko on jännityksetön eli tanko sopii tarkasti kahden äärettömän jäykän seinän väliin. Mikä on materiaalien (tankojen) pinta-alojen suhde  $A_{Te}/A_{Al}$ , jotta materiaalien yhdyspinta ei liiku lämpötilan noustessa? Tehtävässä tarvittavat materiaali-parametrit:

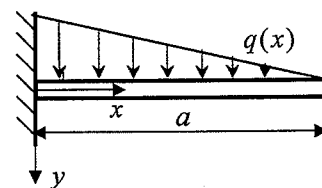
$$E_{Te} = 210 \text{ GN/m}^2 \text{ ja } \alpha_{Te} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

$$E_{Al} = 70 \text{ GN/m}^2 \text{ ja } \alpha_{Al} = 24 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}. \quad (3 \text{ p.})$$



7. Kuvan ulokepalkissa vaikuttaa jakautunut kuorma

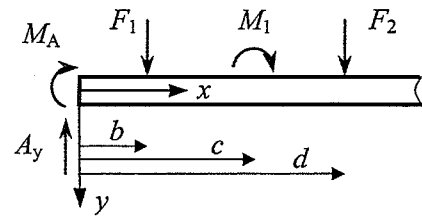
$$q_y(x) = q_0 \left(1 - \frac{x}{a}\right). \quad (2)$$



Määritä tukireaktiot. (3 p.)

Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimi, opintokirjan numero ja vuosikurssi

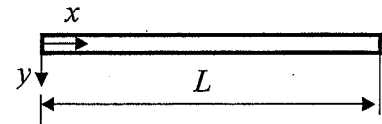
8. Kirjoita oheisen kuvan mukaiselle palkille resultanttileikkausvoiman  $Q_y(x)$  ja resultanttitaivutusmomentin  $M_z(x)$  lausekkeet matemaattisina lausekkeina avoimille väleille  $x \in (0, b)$ ,  $x \in (b, c)$  ja  $x \in (c, d)$ . (3 p.)



9. Palkille on määritelty resultanttitaivutusmomentin  $M_z(x)$  ja resultanttinormaalivoiman  $N_x(x)$  lausekkeet. Ne ovat

$$M_z(x) = \frac{q_0}{6} \left( -3x^2 + \frac{x^3}{L} \right) \quad \text{ja} \quad N_x(x) = 5q_0x. \quad (3)$$

Määritä palkin normaalijännitysjaakauma  $\sigma_x(x, y)$  ja itseisarvoltaan suurin palkkia rasittava normaalijännitys  $\sigma_x^{\max}$ . Palkin poikkileikkauksen mitat ovat  $b \times b$  koko palkissa. Palkin pituuden  $L$  suhde korkeuteen  $b$  on 10. Ilmoita tulos  $q_0$ :n ja  $b$ :n funktiona. Kuvan palkkiin ei ole piirretty kuormitusta eikä tuentoja. Ne ovat sellaiset, että annetut lausekkeet toteutuvat.



10. Laske oheisessa 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  $\tau_{xy}^{\max}$  ja sen paikka. (4 p.)

