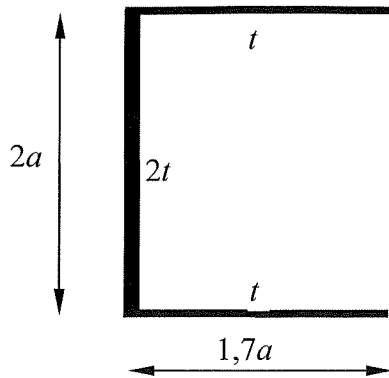


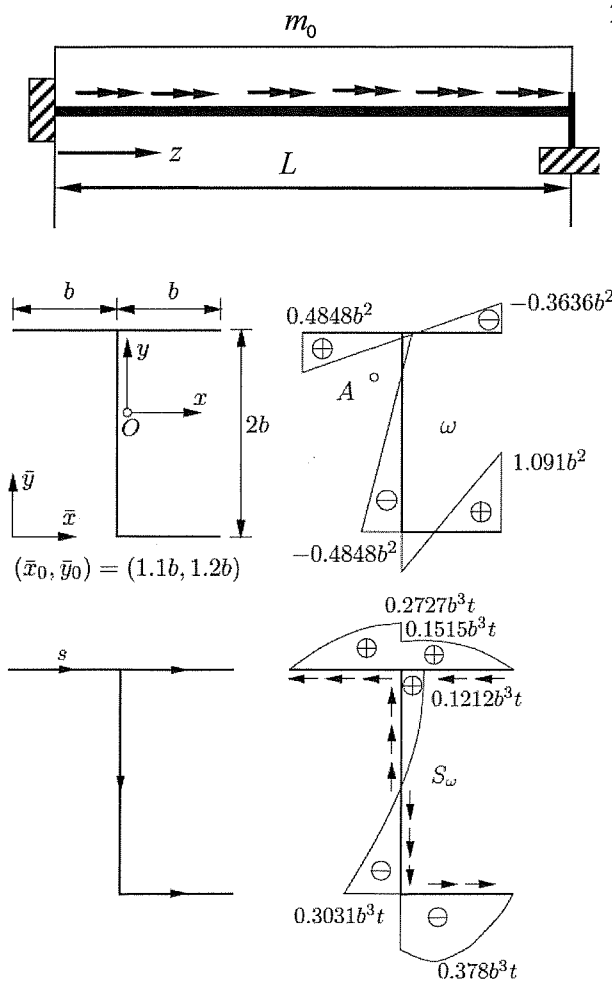
Ohjelmoitava laskin sallittu, kaavakokoelma jaetaan (palautetaan takaisin), matematiikan taulukkokirja sallittu (esim. MAOL, Tammertekniikka)

Tehtävät 1-3 liittyvät 2. välikokeeseen ja tehtävät 1-4 tenttiin



1. Määritä oheisen U-profiilin poikkileikkauksen pintakeskiö, vääntökeskiö, ω -kuvio, sektorineliömomentti (käyristymisjäyhyys) I_ω ja sektoriaalinen staattinen momentti S_ω sekä vääntöneliömomentti I_v , kun laippojen aineenvahvuus on t ja uuman $2t$.

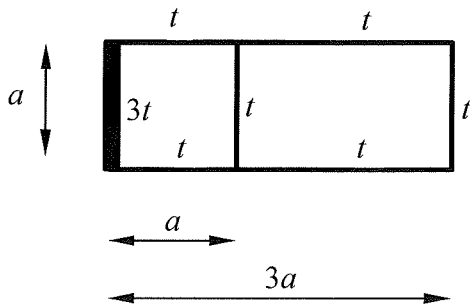
Mohrin taulukot lisäsivulla



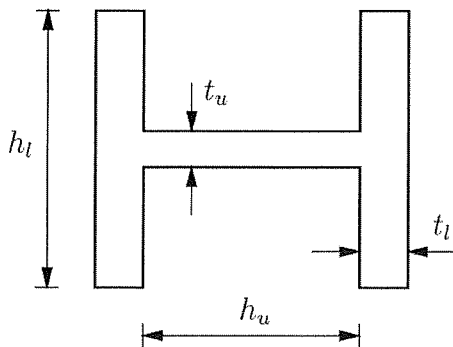
2. Oheinen vääntösauva on tuettu jäykästi vasemmasta päästään ja haarukkatuella oikeasta päästään. Määritä vääntösauvan vääntökulman $\varphi(z)$ lauseke, kun vääntösauvaa kuormittaa tasainen vääntömomenttikeruus m_0 . Laske jäykällä tuella estetystä väännöstä aiheutuvat normaalijännitykset, kun sauvan profiilin mitat, ω -kuvio, S_ω -kuvio ja vääntökeskiö on annettu oheisessa kuvassa. Vääntöneliömomentti $I_v = 5bt^3$. Lisäksi $E/G = 2,6$ ja $b = 20t = 0,05L$. Profiilin aineenvahvuus on t .

Vääntökeskiön A paikka painopisteen suhteen

$$(x_A, y_A) = (-0.3727b, 0.3757b)$$

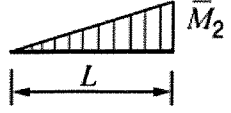
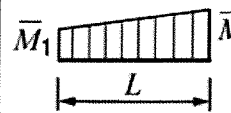



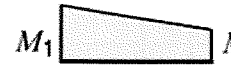
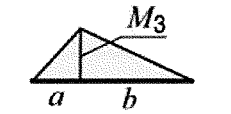

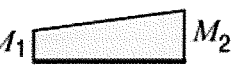

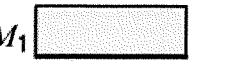


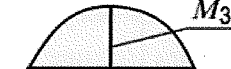







3. Määritä oheisen koteloprofiilin vääntökeskiön eli leikkauskeskiön paikka sekä pystysuoran leikkausvoiman aiheuttamat leikkausvuot. Kuvaan on merkitty seinämien vahvuudet.



4. Määritä oheisen symmetrisen I-profiilin vääntöneliömomentin eli vääntöjäyhyden I_v mahdollisimman hyvä likiarvo, kun $h_l = h_u = 9t_u = 6t_l$

Taulukko 1 MOHRin integraalitulokset

		$\int_0^L \bar{M} M dx$			$\int_0^L \bar{M} M dx$	
1		$\frac{1}{3} L \bar{M}_2 M_2$		1		$\frac{1}{2} L (\bar{M}_1 + \bar{M}_2) M_1$
2		$\frac{1}{6} L \bar{M}_2 M_1$		2		<i>B</i>
3		<i>A</i>		3		<i>C</i>
4		$\frac{1}{6} L \bar{M}_2 (M_1 + 2 M_2)$		4		<i>D</i>
5		$\frac{1}{2} L \bar{M}_2 M_1$		5		<i>E</i>
6		$\frac{5}{12} L \bar{M}_2 M_2$		6		$\frac{1}{3} L (\bar{M}_1 + \bar{M}_2) M_3$
7		$\frac{1}{4} L \bar{M}_2 M_1$		7		<i>F</i>
8		$\frac{1}{4} L \bar{M}_2 M_2$		$A = \frac{1}{6} L \bar{M}_2 M_3 (1 + a/L)$ $B = \frac{1}{6} L [\bar{M}_1 (2 M_1 + M_2) + \bar{M}_2 (M_1 + 2 M_2)]$ $C = \frac{1}{3} L (M_1^2 + M_1 M_2 + M_2^2), M = \bar{M}$ $D = \frac{1}{12} L (3 \bar{M}_1 + 5 \bar{M}_2) M_2$ $E = \frac{1}{12} L (\bar{M}_1 + 3 \bar{M}_2) M_2$ $F = \frac{1}{6} [\bar{M}_1 (a + 2b) + \bar{M}_2 (2a + b)] M_3$		
9		$\frac{1}{12} L \bar{M}_2 M_1$				
10		$\frac{1}{3} L \bar{M}_2 M_3$				

Taulukko 7.1

$$\int_0^s M \bar{M} ds$$

\bar{M} -pinta M-pinta	(a)	(b)	(c)	(d)
(1)	$s \cdot y \cdot \bar{y}$	$\frac{1}{2} s \cdot y \cdot \bar{y}_2$	$\frac{1}{2} \cdot s \cdot y \cdot \bar{y}_3$	$\frac{1}{2} s y (\bar{y}_1 + \bar{y}_2)$
(2)	$\frac{1}{2} \cdot s \cdot y_2 \cdot \bar{y}$	$\frac{1}{3} s \cdot y_2 \cdot \bar{y}_2$	$\frac{1}{6} (s+n) y_2 \bar{y}_3$	$\frac{1}{6} s y_2 \cdot (\bar{y}_1 + 2\bar{y}_2)$
(3)	$\frac{1}{2} \cdot s \cdot y_1 \cdot \bar{y}$	$\frac{1}{6} \cdot s \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2$	$\frac{1}{6} (s+m) y_1 \bar{y}_3$	$\frac{1}{6} \cdot s \cdot y_1 \cdot (2\bar{y}_1 + \bar{y}_2)$
(4)	$\frac{1}{2} \cdot s \cdot y_3 \cdot \bar{y}$	$\frac{1}{6} (s+n) y_3 \bar{y}_2$	$\frac{1}{3} \cdot s \cdot y_3 \cdot \bar{y}_3$	$\frac{1}{6} y_3 \cdot [(s+m) \bar{y}_1 + (s+n) \bar{y}_2]$
(5)	$\frac{s}{2} (y_1 + y_2) \bar{y}$	$\frac{s}{6} (y_1 + 2y_2) \bar{y}_2$	$\frac{\bar{y}_3}{6} [(s+m) y_1 + (s+n) y_2]$	$\frac{s}{6} [y_1 (2\bar{y}_1 + \bar{y}_2) + y_2 (\bar{y}_1 + 2\bar{y}_2)]$
(6)	$\frac{2}{3} \cdot s \cdot y_3 \cdot \bar{y}$	$\frac{1}{3} s y_3 \bar{y}_2$	$\frac{y_3 \bar{y}_3}{3s} (s^2 + nm)$	$\frac{s y_3}{3} (\bar{y}_1 + \bar{y}_2)$
(7)	$\frac{2}{3} \cdot s \cdot y_2 \cdot \bar{y}$	$\frac{5}{12} \cdot s \cdot y_2 \cdot \bar{y}_2$	$\frac{y_2 \bar{y}_3}{12 \cdot s} \cdot (5s^2 - ms - m^2)$	$\frac{s y_2}{12} (3\bar{y}_1 + 5\bar{y}_2)$
(8)	$\frac{2}{3} \cdot s \cdot y_1 \cdot \bar{y}$	$\frac{1}{4} \cdot s \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2$	$\frac{y_1 \bar{y}_3}{12 \cdot s} \cdot (5s^2 - ns - n^2)$	$\frac{s y_1}{12} (5\bar{y}_1 + 3\bar{y}_2)$
(9)	$\frac{1}{3} \cdot s \cdot y_2 \cdot \bar{y}$	$\frac{1}{4} \cdot s \cdot y_2 \cdot \bar{y}_2$	$\frac{y_2 \bar{y}_3}{12s} \cdot (s^2 + ns + n^2)$	$\frac{s y_2}{12} (\bar{y}_1 + 3\bar{y}_2)$
(10)	$\frac{1}{3} \cdot s \cdot y_1 \cdot \bar{y}$	$\frac{1}{12} \cdot s \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2$	$\frac{y_1 \bar{y}_3}{12 \cdot s} \cdot (s^2 + ms + m^2)$	$\frac{s y_1}{12} \cdot (3\bar{y}_1 + \bar{y}_2)$
(11) $\int \bar{M}^2 ds$	$s \cdot \bar{y}^2$	$\frac{1}{3} \cdot s \cdot \bar{y}_2^2$	$\frac{1}{3} \cdot s \cdot \bar{y}_3^2$	$\frac{1}{3} s (\bar{y}_1^2 + \bar{y}_1 \bar{y}_2 + \bar{y}_2^2)$