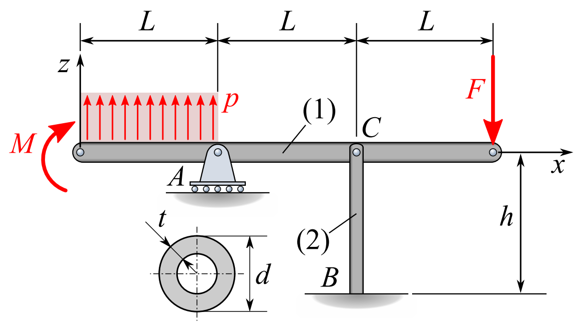
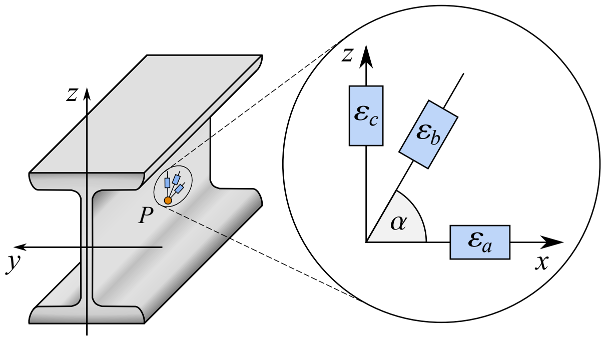
BME Gépészmérnöki Kar	SZILÁRDSÁGTAN	Név:
Műszaki Mechanikai Tanszék	2. HÁZI FELADAT	Neptun kód: AHU27Z
2024/25 II.	Határidő: lásd Moodle	Késedelmes beadás: ☐ Javítás: ☐
Nyilatkozat: Aláírásommal igazolom, hogy a házi feladatot saját magam készítettem el, az abban leírtak saját megértésemet tükrözik.		Aláírás:

Csak a formai követelményeknek megfelelő feladatokat értékeljük! `http://www.mm.bme.hu/targyak/bsc/sziltan`

Feladatkitűzés

Az ábrán vázolt szerkezet két rúdja csuklósan kapcsolódik, anyaguk homogén, izotrop, lineárisan rugalmas (rugalmassági modulusz: $E = 210$ GPa; Poisson-tényező: $\nu = 0{,}3$). Az (1)-es rúd keresztmetszete az ábrán látható I-szelvény (I-80-MSZ-325), míg a (2)-es rúdé d külső átmérőjű körgyűrű.





Adatok

L [m]	h [m]	d [mm]	F [kN]	M [kNm]	p [kN/m]	ε_a [10^{-4}]	ε_b [10^{-4}]	ε_c [10^{-4}]	α [°]
1.50	2.50	58	4	1.50	1.75	-5.20	2.50	6	30

(Rész)eredmények

A_z [kN]	$x_{\max}$ [m]	$w_{\max}$ [mm]	$t_{\min}$ [mm]	ε_y [10^{-4}]	γ_{xz} [10^{-4}]	σ_x [MPa]
σ_z [MPa]	τ_{xz} [MPa]	σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]	σ_3 [MPa]	$\Delta\sigma_e$ [MPa]	u_d [J/cm^3]

e_{1x} [-]	e_{1y} [-]	e_{1z} [-]	e_{2x} [-]	e_{2y} [-]	e_{2z} [-]	e_{3x} [-]	e_{3y} [-]	e_{3z} [-]

Pontozás

Minimumfeladat	Feladatok						Dokumentáció	**Összesen**
	2.	3.	4.	5.	6.	7.		
	/5	/3	/4	/4	/2	/2	/5	**/25**

Szilárdságtan 2. Házi feladat
Kindlik Dániel
AHU27Z

Kindlik Dániel

Adatok:

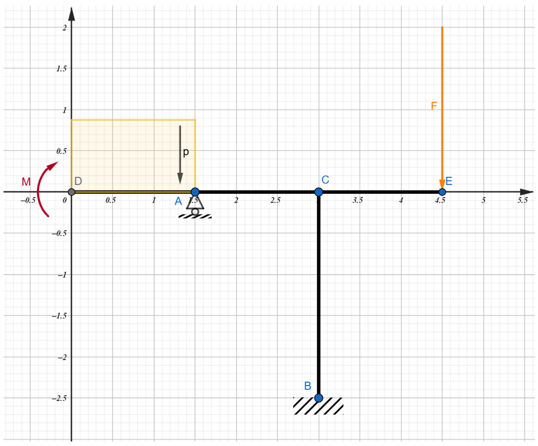
$L = 1.5$ [m] $h = 2.5$ [m] $d = 58$ [mm]

$F = 4$ [kN] $M = 1.5$ [kNm] $p = 1.75$ [kN/m]

$\epsilon_A = -5.2\ [10^{-4}]$ $\epsilon_B = 2.5\ [10^{-4}]$ $\epsilon_C = 6\ [10^{-4}]$ $\alpha = 30\ [°]$

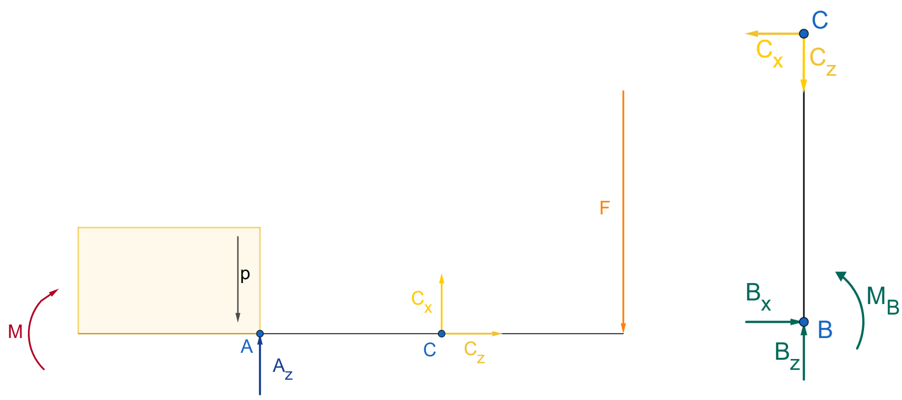
$E = 210$ [GPa] $\nu = 0.3$ [−]

1. Feladat:



Az ábrán egy egység megfelel 1 m-nek és 2 kN-nak

A szerkezetünket két részre tudjuk bontani, hogy ki tudjuk számolni a reakcióerőket. Ekkor C-pontban meg fog jelenni egy C vektor, és a két rúdra külön tudunk 3-3 egyensúlyi-egyenletet írni. A két rész (1. eset balra, 2. eset jobbra) szabadtest-ábrája:



1. esetben kijövő egyensúlyi egyenletek A pontra vonatkoztatva:

$$(1)\ \sum F_x = 0 = C_x$$

$$(2)\ \sum F_y = 0 = A_z + C_z + p \cdot L - F$$

$$(3)\ \sum M_{A'} = 0 = C_z \cdot L - M - F \cdot 2L - (p \cdot L) \cdot \frac{L}{2}$$

2. esetben kijövő egyensúlyi egyenletek B pontra vonatkoztatva:

$$(4)\ \sum F_x = 0 = -C_x + B_x$$

$$(5)\ \sum F_y = 0 = -C_z + B_z$$

$$(6)\ \sum M_B = 0 = M_B + B_x \cdot h$$

A két egyenletrendszer megoldása:

$$A_z = \underline{\underline{-8.9375\ [\mathrm{kN}]}}$$

$$B_x = \underline{\underline{0\ [\mathrm{kN}]}}$$

$$B_z = \underline{\underline{10.3125\ [\mathrm{kN}]}}$$

$$M_B = \underline{\underline{0\ [\mathrm{kN}]}}$$

$$C_x = \underline{\underline{0\ [\mathrm{kN}]}}$$

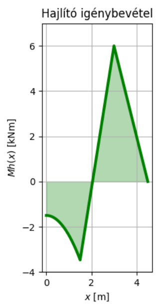
$$C_z = \underline{\underline{10.3125\ [\mathrm{kN}]}}$$

2. Feladat:

Ahhoz hogy meg tudjuk határozni w(x)-et először meg kell adnunk az (1)-es rúd hajlítónyomatéki igénybevételét: A szerkezetet három részre tudjuk bontani, így a függvény:

	I. $0 < x < 1.5$	II. $1.5 < x < 3$	III. $3 < x < 4.5$
M_h	$-M - p \cdot x \cdot \frac{x}{2} =$ $= -0.875x^2 - 1.5$ [kNm]	$-M - p \cdot L \cdot (x - \frac{L}{2}) - A_z \cdot (x - L) =$ $= 6.315x - 12.9375$ [kNm]	$-M - p \cdot L \cdot (x - \frac{L}{2}) - A_z \cdot (x - L) - C_z \cdot (x - 2L) =$ $= 18 - 4x$ [kNm]

Az egyenletekből adódó függvény:



Az (1)-es rúd lehajlásfüggvényének meghatározásához felhasználhatjuk az alábbi összefüggéseket:

$$-I \cdot E \cdot w''(x) = M_h(x) \rightarrow -I \cdot E \cdot w'(x) = \int M_h(x) \rightarrow -I \cdot E \cdot w(x) = \iint M_h(x)$$

Ezek az összefüggések a rúd egészén igazak, úgyhogy felírom a hajlítónyomaték-függvény három szakaszának szükséges alakjait:

	I.	II.	III.
M_h	$-0.875x^2 - 1.5$	$6.315x - 12.9375$	$18 - 4x$
$\int M_h$	$-0.2917x^3 - 1.5x + C_{11}$	$3.15625x^2 - 12.9375x + C_{21}$	$-2x^2 + 18x + C_{31}$
$\iint M_h$	$-0.072917x^4 - 0.75x^2 + C_{11}x + C_{12}$	$1.052083x^3 - 6.46875x^2 + C_{21}x + C_{22}$	$-0.667x^3 + 9x^2 + C_{31}x + C_{32}$

Az egyenletekben az integrálás miatt megjelenő ismeretleneket a peremfeltételekből kijövő egyenletrendszerrel tudjuk kiszámolni, itt elhagyhatjuk a $-I \cdot E$ szorzót.

A peremfeltételek:

$$w_1(L) = 0 \quad w_2(L) = 0 \quad w_2(2L) = 0 \quad w_3(2L) = 0 \quad w_1'(L) = w_2'(L) \quad w_2'(2L) = w_3'(2L)$$

Ezek alapján be tudunk helyettesíteni az x-ek helyére számokat, és 6db egyenletünk jön ki.

Az egyenletrendszer megoldása:

$C_{11} = 3.4688$ $C_{12} = -3.1465$ $C_{21} = 12.539$ $C_{22} = -7.8047$ $C_{31} = -33.8672$ $C_{32} = 38.6016$

Az így kijövő eredményeket fel tudjuk használni $w(x)$ és $\phi(x)$függvény meghatározásához:

$w(x) = -\dfrac{1}{I \cdot E} \cdot \iint M_h(x) \qquad \phi(x) = -\dfrac{1}{I \cdot E} \cdot \int M_h(x)$

	I.	II.	III.
	$0 < x < 1.5$	$1.5 < x < 3$	$3 < x < 4.5$
$w(x)$	$xyzsfdsfdsdsfdsfdfssssssssss$	xyz	xyz
$\phi(x)$	xyz	xyz	xyz

kurva jó diagramok lestestotsostogoooooooooooooooooo

Az ábráról láthatjuk, hogy a legnagyobb lehajlás $x = 4.5$-nél következik be:

$x_{max} = \underline{\underline{4.5[\mathrm{m}]}} \quad w_{max} = w(4.5) = \underline{\underline{-47.12[\mathrm{m}]}}$

3. Feladat: