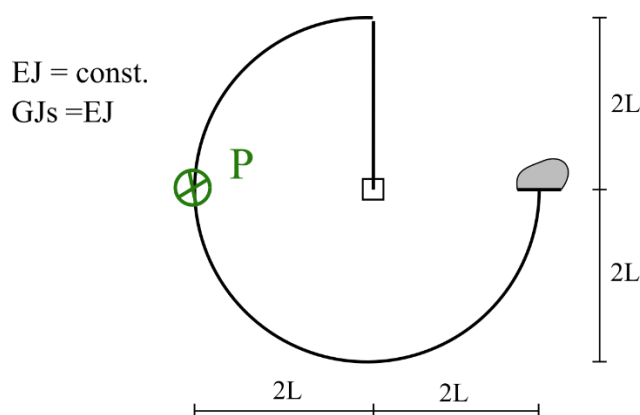


NAZWISKO Imię		
Nr albumu		Oceny z ćwiczeń :
ocena zadania 1	ocena zadania 2	Ocena z egzaminu po ustnym
		Ocena łączna, data, podpis

Zadanie 1.

Dany jest pręt zakrzywiony w planie. Znaleźć rozkład momentów zginających i skręcających.

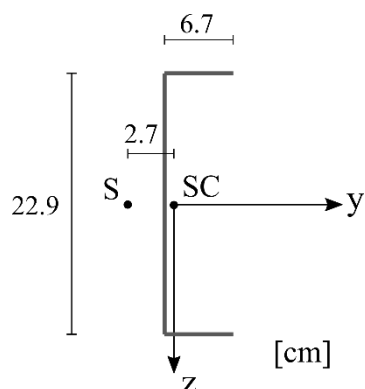


Zadanie 2.

Dany jest pręt o profilu ceowym C230x30, o długości $L = 1500$ cm oraz podparty widelkowo na obu końcach.

- Założyć, że do obu przekrojów brzegowych przyłożone są równomiernie rozłożone normalne naprężenia ściskające równe $\sigma_x = -P/A$. Obliczyć najmniejszą siłę krytyczną P_{kr} .
- Założyć, że pręt poddany jest czystemu zginaniu w płaszczyźnie xz. Obliczyć moment krytyczny M_{kr} .

Przyjąć następujące stałe materiałowe: $E = 21000$ kN/cm², $\nu = 0.3$ oraz charakterystyki geometryczne przekroju jak poniżej:



$$A = 37.9 \text{ cm}^2$$

$$J_y = 2544 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 103 \text{ cm}^4$$

$$J_\omega = 9520 \text{ cm}^6$$

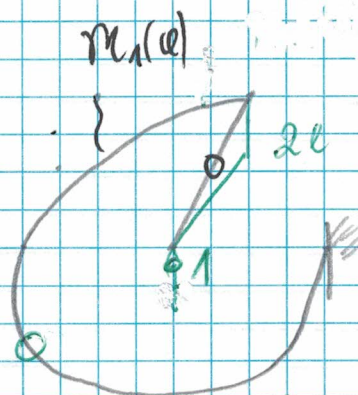
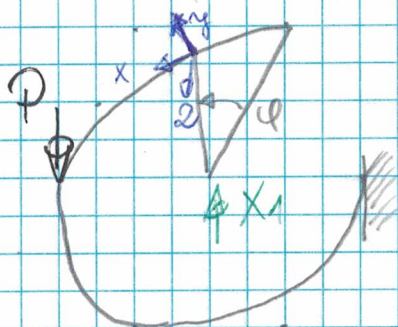
$$J_s = 19.9 \text{ cm}^4$$

ZADANIE 1.

USW

$$GJ_s = EI$$

Stam $X_1 = 1$



(M_1)

(m_1)

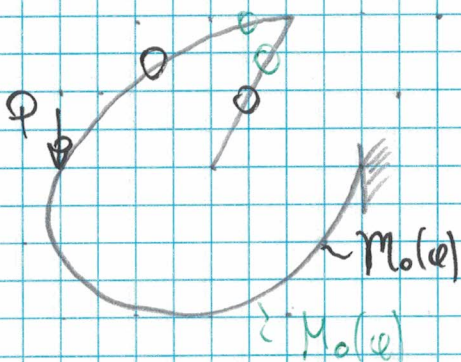
r - nie zgodzili

$$m_1(\varphi) = -2l$$

$$M_1(\varphi) = 0$$

$$\delta_{M1} X_1 + \delta_{10} = 0$$

Stam "0"



$$M_0(\varphi) = 2Pl \left(1 - \cos\left(\varphi - \frac{\pi}{2}\right)\right)$$

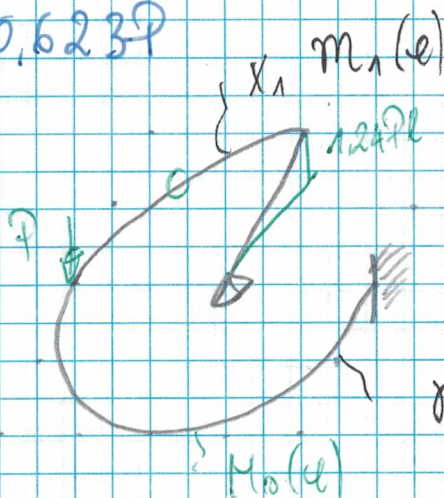
$$M_0(\varphi) = -2Pl \sin\left(\varphi - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\begin{aligned} \delta_{M1} &= \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} 2l \cdot 2l \cdot \frac{2}{3} 2l + 2l \cdot \frac{3}{4} 2\pi \cdot 2l \cdot 2l \right] \\ &= 40,366 \frac{l^3}{EI} \end{aligned}$$

$$\delta_{10} = \frac{1}{EI} \left[\int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} [2Pl(1 - \cos(\varphi - \frac{\pi}{2}))] \cdot (-2l) \cdot 2l d\varphi \right]$$

$$+ \int_{\frac{3\pi}{2}}^{\frac{5\pi}{2}} (-2l \sin(\varphi - \frac{\pi}{2})) \cdot 0 \cdot 2l d\varphi = -25,133 \frac{Pl^3}{EI}$$

$$X_1 = -\frac{\delta_{10}}{\delta_{M1}} = 0,623P$$



(M)

(m)

$$m_0(\varphi) + X_1 m_1(\varphi)$$

ZADANIE 2.

a) Uogólnione zadanie własne

$$\phi(P) \alpha = 0$$

$$\begin{bmatrix} P_{11}^{kr} - P & 0 & P_{12} y_2 \\ 0 & P_{22}^{kr} - P & -P_{23} \\ P_{12} y_2 & -P_{11} & (P_{11}^{kr} - P) r_0^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_0 \\ v_0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$E_1 = \frac{E}{1 - \nu^2} = 23077 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$g = \frac{E}{2(1 + \nu)} = 8044 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$y_2 = -2,7 \text{ cm} \quad z_2 = 0 \quad r_0^2 = \frac{J_y + J_z}{A} + y_2^2 + z_2^2 = 177,1 \text{ cm}^2$$

$$P_{11}^{kr} = \frac{\pi^2 E_1 J_y}{l^2} = 257,5 \text{ kN}$$

$$P_{22}^{kr} = \frac{\pi^2 E_1 J_z}{l^2} = 10,4 \text{ kN}$$

$$P_{12}^{kr} = \frac{1}{r_0^2} \left(\frac{\pi^2 E_1 J_{yz}}{l^2} + g y_2 \right) = 2096,3 \text{ kN}$$

$$\det \phi(P) = 0 \Rightarrow P_{\text{I}} = 10,4 \text{ kN} \quad P_{\text{II}} = 254,2 \text{ kN}$$

$$P_{\text{III}} = 2345,4 \text{ kN}$$

$$P_{\text{ur}} = P_{12}^{kr}$$

b) Moment krytyczny

$$M_{\text{ur}} = \frac{\pi}{l} \sqrt{E_1 J_z g y_2} \sqrt{1 + \frac{\pi^2 E_1 J_{yz}}{l^2 g y_2}} = 1298,4 \text{ kNcm}$$