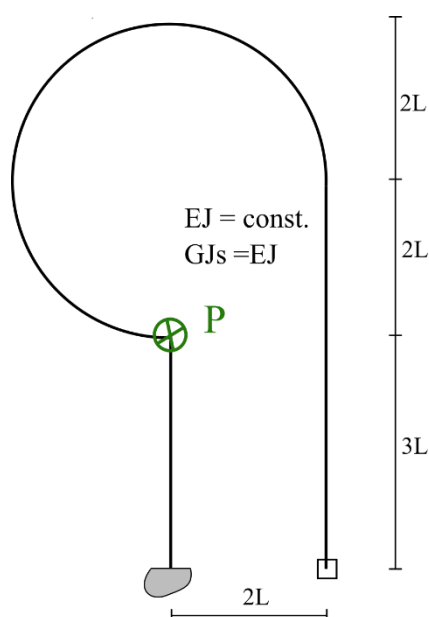


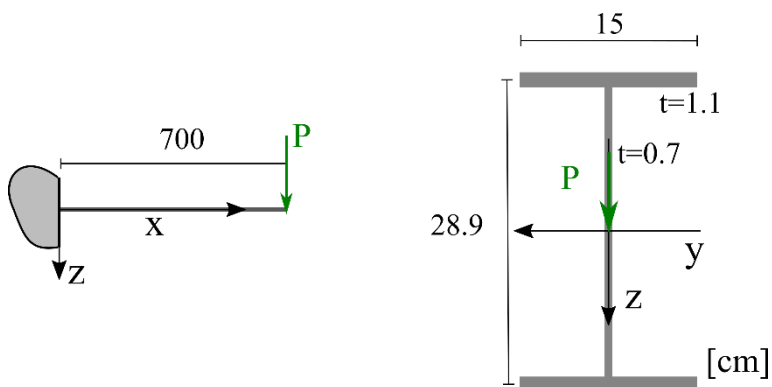
NAZWISKO Imię		
Nr albumu		Oceny z ćwiczeń :
ocena zadania 1	ocena zadania 2	Ocena z egzaminu po ustnym
		Ocena łączna, data, podpis

Zadanie 1.

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

**Zadanie 2.**

Dany jest dwuteownik IPE300 o długości $L = 450$ cm utwierdzony z jednej strony, a z drugiej strony obciążony pionową siłą skupioną przyłożoną w środku ciężkości, por. rysunek. Należy wyznaczyć siłę krytyczną powodującą zwichrzenie. Przyjąć następujące stałe materiałowe: $E = 21000$ kN/cm², $\nu = 0.3$.

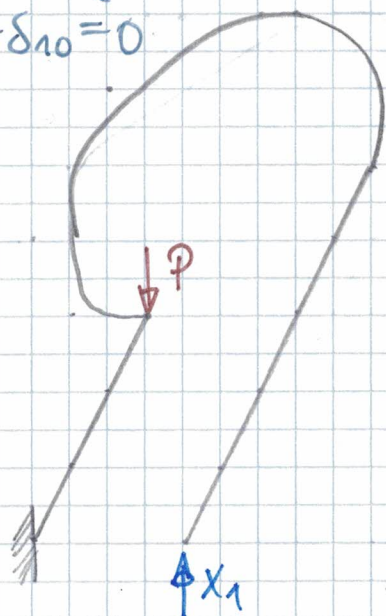


ZADANIE 1

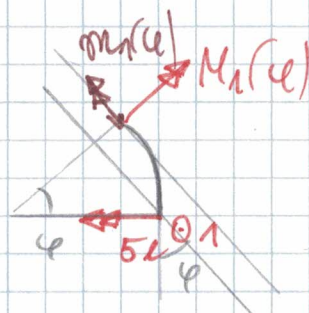
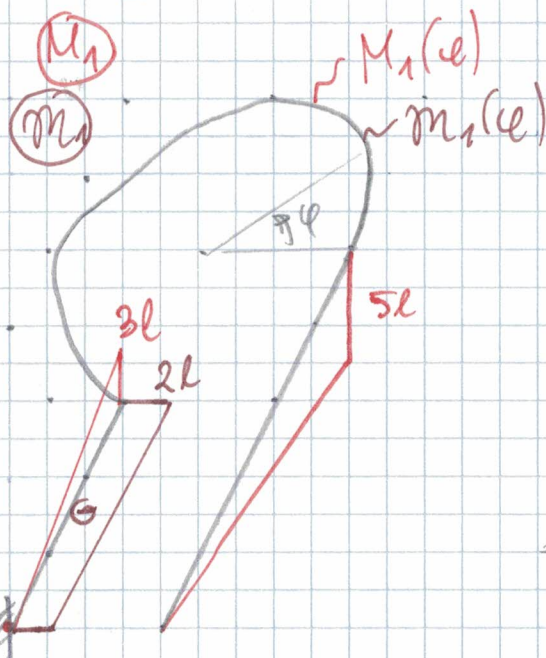
USW

r - nie zgodności

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{10} = 0$$



$$\delta \tan X_1 = 1$$



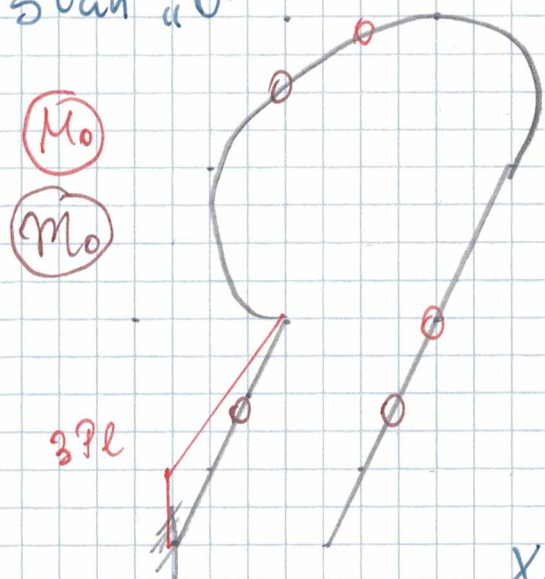
$$M_1(u) + 5l \sin \varphi + 1 \cdot 2l (1 - \cos \varphi) = 0$$

$$M_1(u) = -5l \sin \varphi - 2l (1 - \cos \varphi)$$

$$M_1(u) - 5l \cos \varphi - 2l \sin \varphi = 0$$

$$M_1(u) = 5l \cos \varphi + 2l \sin \varphi$$

$$\delta \tan "0"$$



$$\begin{aligned} \delta_{11} &= \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} 5l \cdot 5l \cdot \frac{2}{3} 5l + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} 3l \cdot 3l \cdot \frac{2}{3} 3l + 2l \cdot 3l \cdot 2l \right] + \\ &\quad + \frac{1}{EI} \int_0^{\frac{3\pi}{2}} (M_1(u) M_1(u) + m_1(u) m_1(u)) 2l d\varphi \\ &= 429.68 \frac{l^3}{EI} \end{aligned}$$

$$\delta_{10} = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} 3Pl \cdot 3l \cdot \frac{1}{3} 3l \right] = 4.5 \frac{Pl^3}{EI}$$

$$X_1 = -\frac{\delta_{10}}{\delta_{11}} = -0.0105 P$$

Odp.

$$M = M_0 + X_1 \cdot M_1$$

$$m = m_0 + X_1 m_1$$

ZADANIE 2

Wzór na siłę krytyczną

$$P_{kr} = \gamma_2 \frac{\sqrt{E_1 \gamma_2} \cdot g \gamma_2}{l^2}$$

$$\gamma_2 \text{ zależy od } \nu^2 = \frac{l^2 g \gamma_2}{E_1 \gamma_2}$$

Stale materiałowe $E_1 = \frac{E}{1-\nu^2} = 23076 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

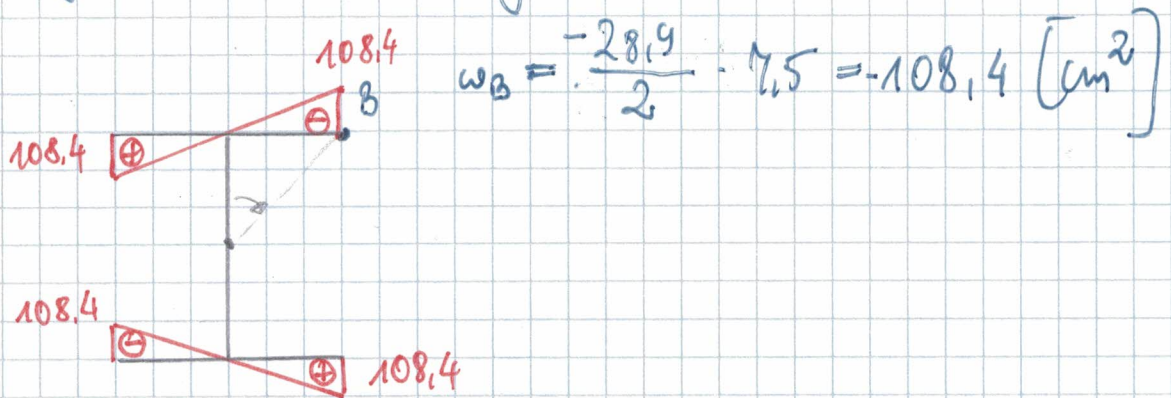
$$g = \frac{E}{2(1+\nu)} = 8076 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Charakterystyki geometryczne

$$\gamma_2 = 2 \cdot \frac{15^3 \cdot 1,1}{12} + \frac{(28,9 - 1,1) \cdot 0,7^3}{12} = 619,5 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$\gamma_3 = \frac{1}{3} (2 \cdot 1,1^3 \cdot 15 + 0,7^3 \cdot (28,9 - 1,1)) = 16,5 \text{ [cm}^4\text{]}$$

względ wsp. wyinkowej



$$w_B = -\frac{28,9}{2} \cdot 1,5 = -108,4 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$\gamma_w = 4 \cdot 1,1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 108,4 \cdot 1,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 108,4 = 129256 \text{ [cm}^6\text{]}$$

$$\nu^2 = 9,05 \rightarrow 2 \text{ tablicy z wyliczeń } \gamma_2 \approx 7,59$$

$$P_{kr} \approx 51,7 \text{ kN}$$