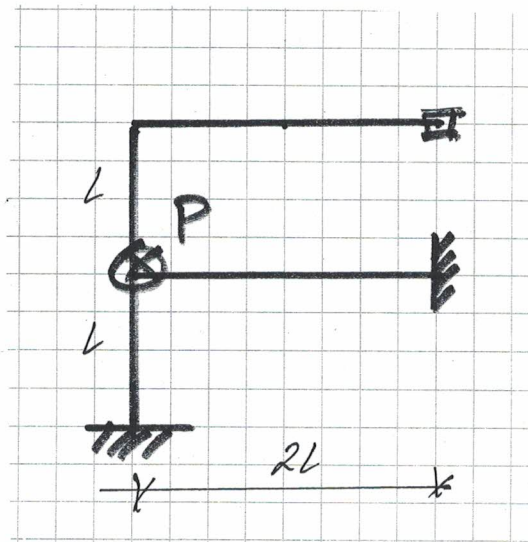
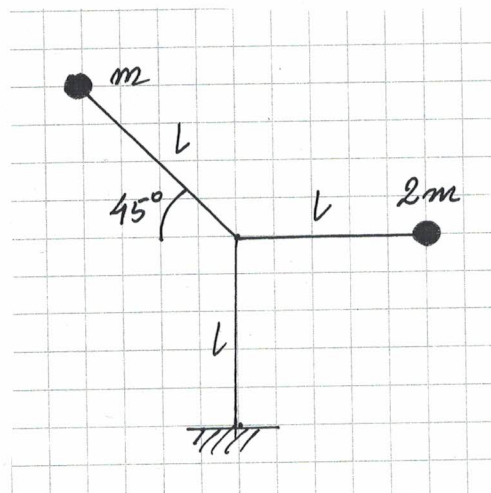


NAZWISKO Imię		
Nr albumu		Ocena z ćwiczeń projektowych
ocena zadania 1	ocena zadania 2	Ocena z egzaminu po ustnym
		Ocena łączna, data, podpis

Zadanie 1. Dany jest ruszt o węzłach sztywnych. Zapisać układ równań macierzowej metody przemieszczeń. Przyjąć $GC=EJ$.

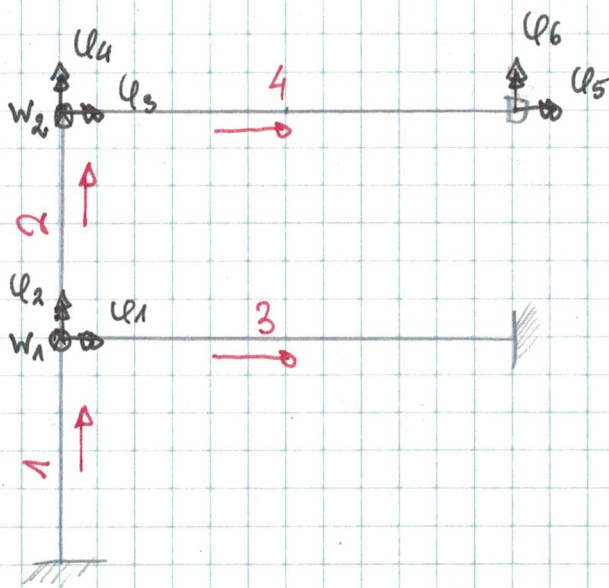


Zadanie 2. Dany jest nieważki ruszt o węzłach sztywnych. Przyjąć $GC=EJ$. Masa jest skupiona w węzłach jak na rysunku. Znaleźć postacie drgań własnych i częstości drgań własnych.



Zadanie 1

Wektor niewiadomych



$$q_f = [u_1 \ u_2 \ u_3 \ u_4 \ u_5 \ u_6 \ w_1 \ w_2]^T$$

Względne kąty skręcenia

$$\begin{aligned} \Theta_1 &= u_2 & \Theta_2 &= u_4 - u_2 \\ \Theta_3 &= -u_1 & \Theta_4 &= u_5 - u_3 \end{aligned}$$

$\beta =$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Kąty obrotu cięciw

$$\psi_1 = \frac{w_1}{l} \quad \psi_2 = \frac{w_2 - w_1}{l} \quad \psi_3 = \frac{-w_1}{2l} \quad \psi_4 = \frac{-w_2}{2l}$$

Lewe kąty obrotu przekroju

$$*\chi_1 = -\psi_1 \quad *\chi_2 = -u_1 - \psi_1 \quad *\chi_3 = u_2 - \psi_3 \quad *\chi_4 = u_4 - \psi_4$$

Prawe kąty obrotu przekroju

$$\chi_1^* = -u_1 \quad \chi_2^* = -u_3 - \psi_2 \quad \chi_3^* = -\psi_3 \quad \chi_4^* = u_6 - \psi_4$$

Macierze konstytutywne

$$D = \begin{bmatrix} \frac{2EY}{l} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2EY}{l} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{EY}{l} & 0 \\ \text{sym.} & 0 & 0 & \frac{EY}{l} \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} \frac{GC}{l} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{GC}{l} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{GC}{2l} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GC}{2l} \end{bmatrix}$$

Wektor obc. węzłowych

$$Q_f = P$$

$$Q_i = 0 \quad i=1 \dots 6, 8$$

Macierz sztywności

$$K = *(\beta(2D*\beta + D\beta^*) + \beta^{*T}(D*\beta + 2D\beta^*) + \beta^T H \beta)$$

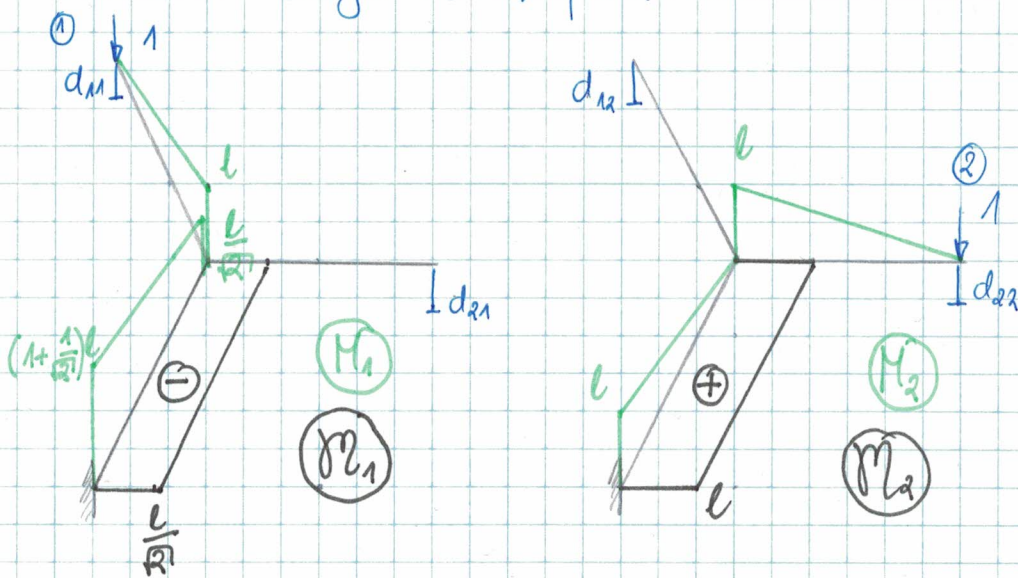
* β i β^* analogicznie jak β

Układ równań MMP $K a_p = Q$

Zadanie 2

Macierz sztywności / podatności

Macierz mas



$$M = \begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & 2m \end{bmatrix}$$

$$D = \frac{l^3}{EY} \begin{bmatrix} 2,373 & -0,020 \\ -0,020 & 1,667 \end{bmatrix}$$

$$K = D^{-1} = \frac{EY}{l^3} \begin{bmatrix} 0,421 & 0,005 \\ 0,005 & 0,600 \end{bmatrix}$$

$(K - \omega^2 M) a_i = 0$ - zagadnienie własne drgań

$$\det(K - \omega^2 M) = 0$$

$$\kappa = \frac{m l^3 \omega^2}{EY}$$

$$\kappa_1 = 0,300$$

$$\kappa_2 = 0,422$$

$$\omega_1 = 0,548 \sqrt{\frac{EY}{ml^3}}$$

$$\omega_2 = 0,649 \sqrt{\frac{EY}{ml^3}}$$

$$\hat{a}_1 = \begin{bmatrix} \hat{a} \\ -24,04 \hat{a} \end{bmatrix}$$

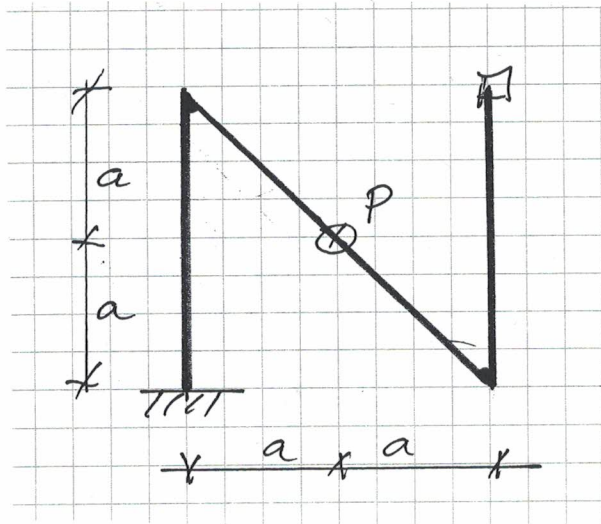
$$\hat{a}_2 = \begin{bmatrix} \hat{a} \\ 0,021 \hat{a} \end{bmatrix}$$

- częstotliwości drgań własnych i wektory własne

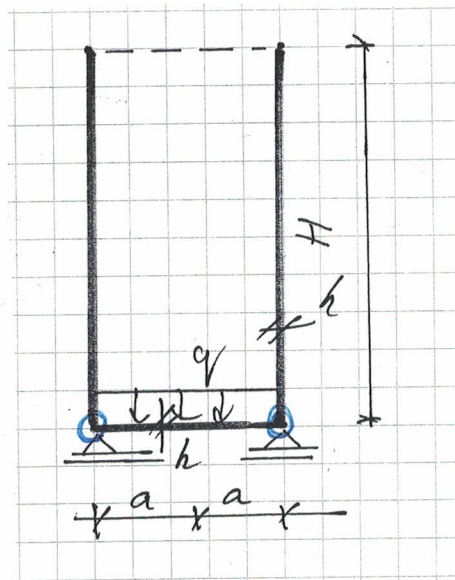
NAZWISKO Imię		
Nr albumu		Ocena z ćwiczeń projektowych
ocena zadania 1	ocena zadania 2	Ocena z egzaminu po ustnym
		Ocena łączna, data, podpis

Zadanie 1. Dany jest pręt zakrzywiony w planie obciążony jak na rysunku. Znaleźć wykresy momentów zginających i skręcających

$$GC = EJ$$

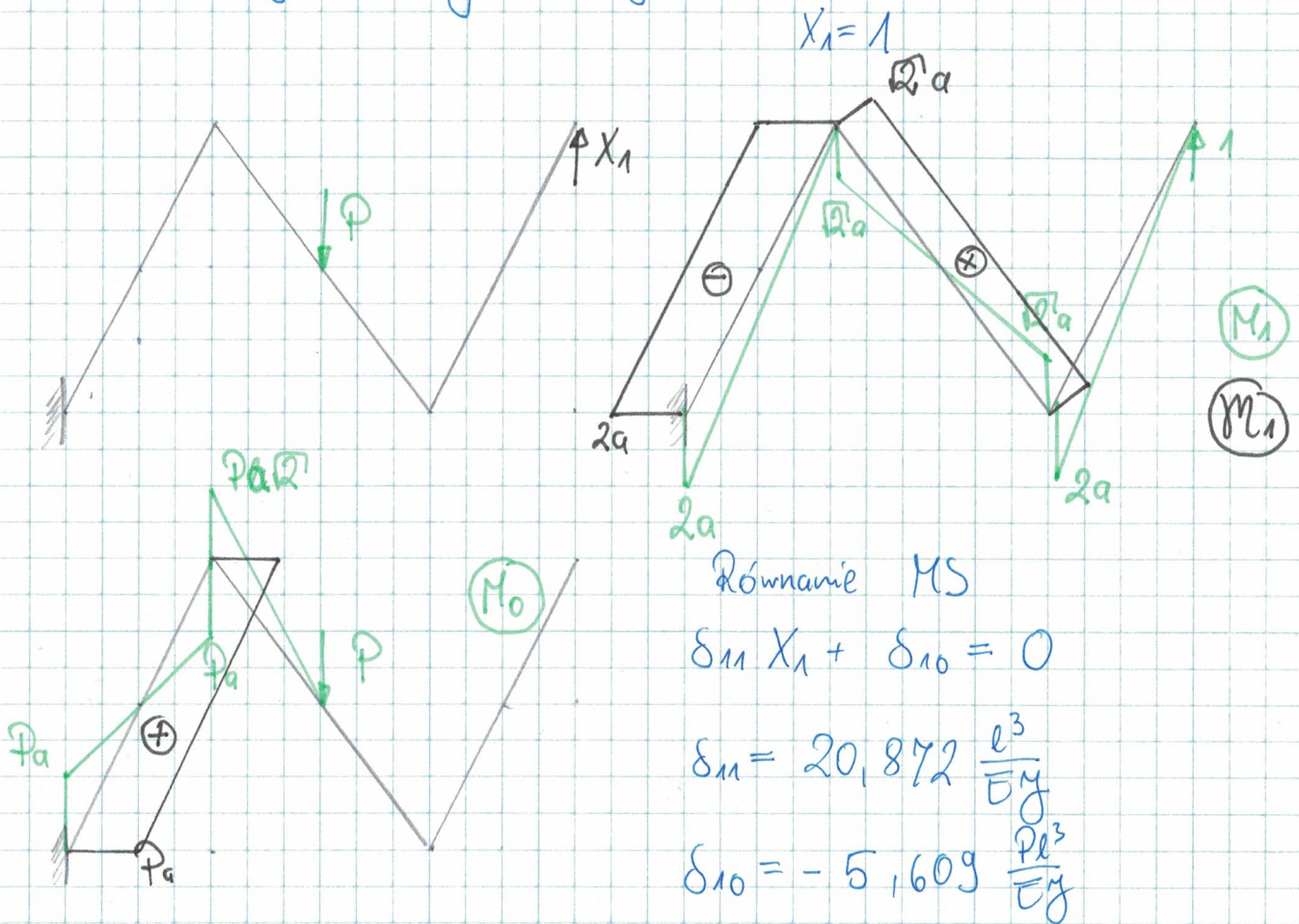


Zadanie 2. Dany jest zbiornik obciążony jak na rysunku. Omówić możliwie dokładnie kolejne kroki analizy statycznej. Dane jak na rys. oraz E, ν



Zadanie 1

Układ statycznie wyznaczalny



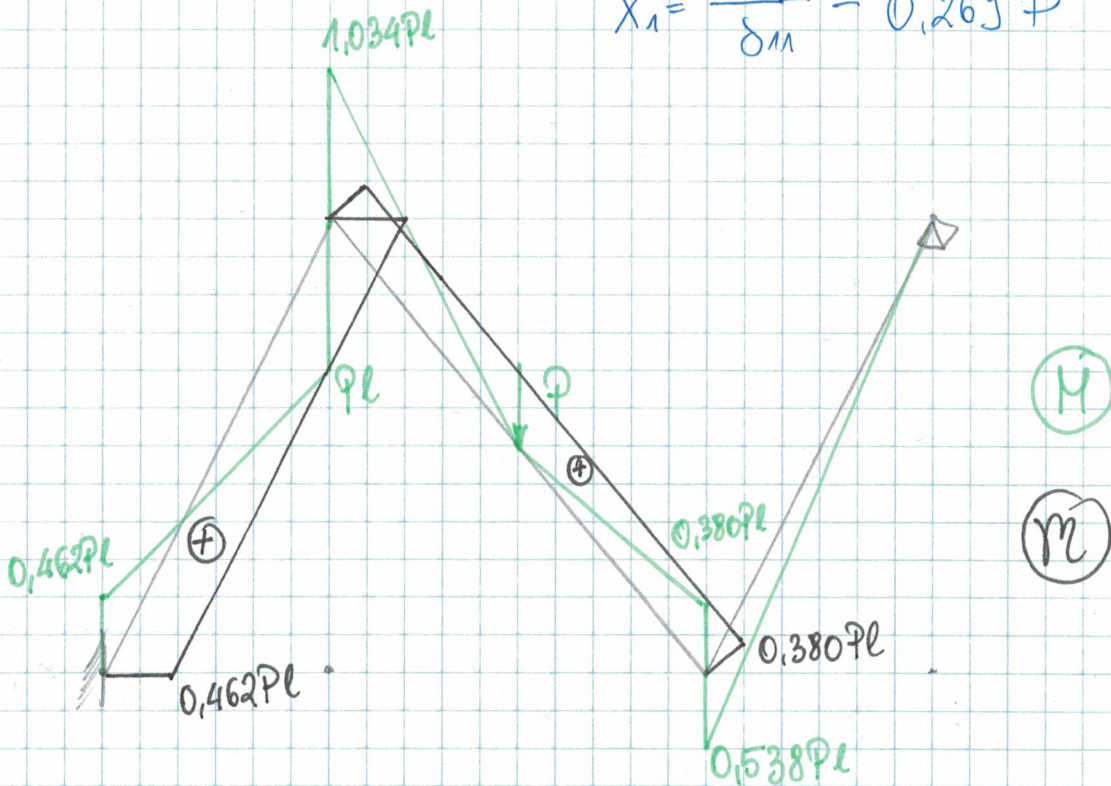
Równanie MS

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

$$\delta_{11} = 20,872 \frac{l^3}{EI_y}$$

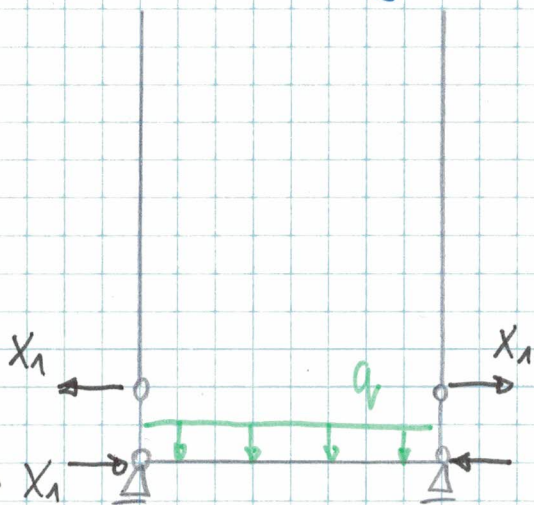
$$\delta_{10} = -5,609 \frac{Pl^3}{EI_y}$$

$$X_1 = \frac{-\delta_{10}}{\delta_{11}} = 0,269 P$$



Zadanie 2

Schemat zastępczy



Równanie nieważkości

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

$$\delta_{11} = \delta_{11}^w + \delta_{11}^p$$

$$\delta_{10} = \delta_{10}^p, \text{ bo walec nieobciążony}$$

Stan „0” Płyta

$$\xi = \frac{r}{a}$$



$$w(\xi) = \frac{q a^4}{64 D} (1 - \xi^2) \left(\frac{5 + \nu}{1 + \nu} - \xi^2 \right)$$

$\delta_{10}^p = 0$ - brak obc. w płaszczyźnie płyty

$\Rightarrow X_1 = 0 \Rightarrow$ Walec się nie deformuje, nie ma w nim sił wewnętrznych.