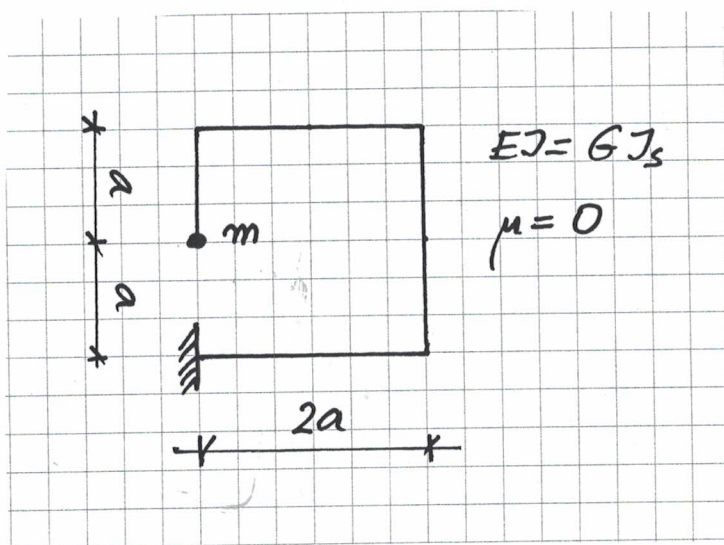


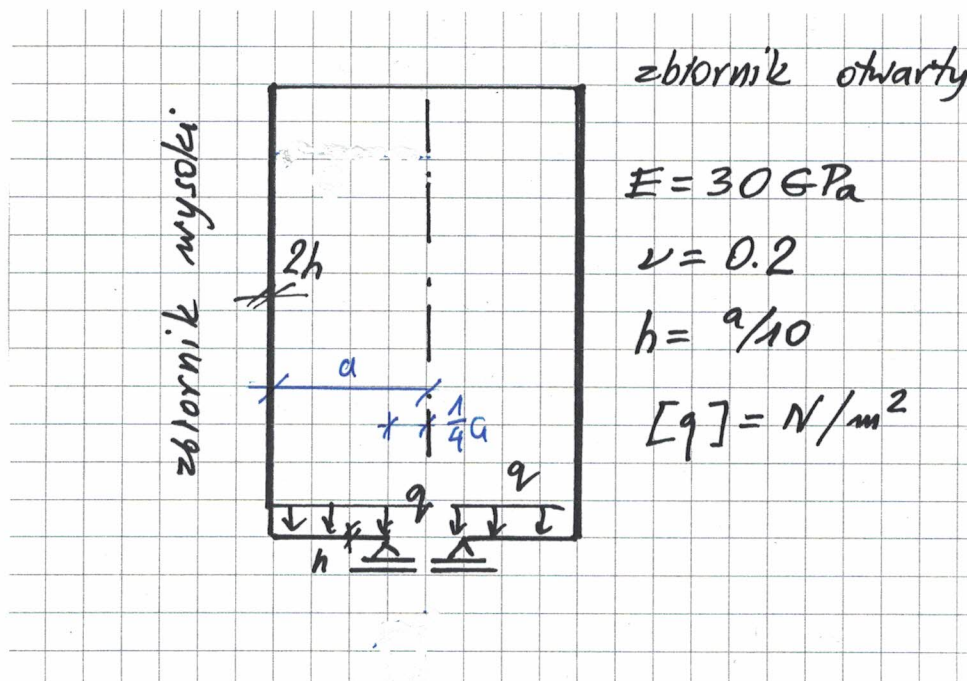
NAZWISKO Imię		
Nr albumu		Ocena z ćwiczeń projektowych
ocena zadania 1	ocena zadania 2	Ocena z egzaminu po ustnym
		Ocena łączna, data, podpis

**Zadanie 1.** Dany jest ruszt o węzłach sztywnych, por. rysunek. Znaleźć częstość/częstości drgań własnych.



**Zadanie 2.**

Dany jest zbiornik obciążony jak na rysunku. Omówić możliwie dokładnie kolejne kroki analizy statycznej; dany jest moduł Younga i współczynnik Poissona. Jednostka obciążenia  $q$  wynosi  $N/m^2$

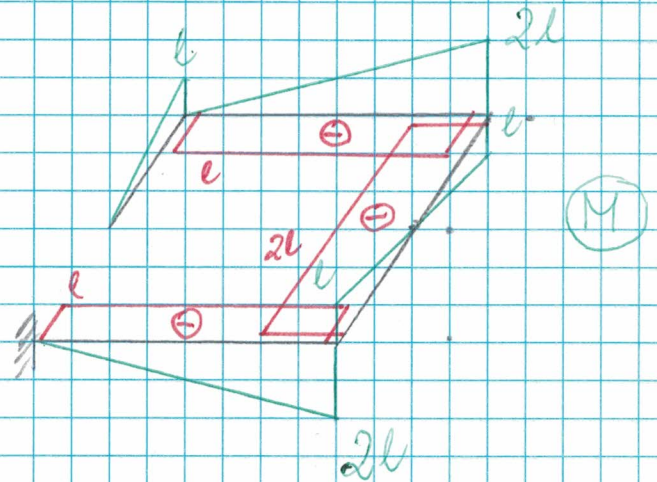
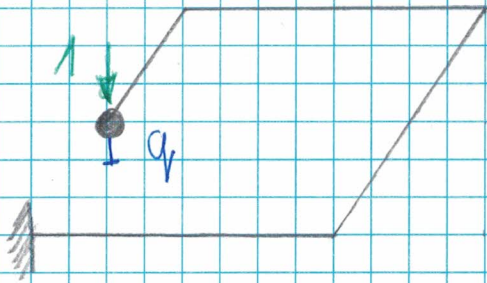


# ZADANIE 1

$$EI_y = G_y y_s$$

$$\mu = 0$$

1 stopień swobody dynamicznej



Podatności

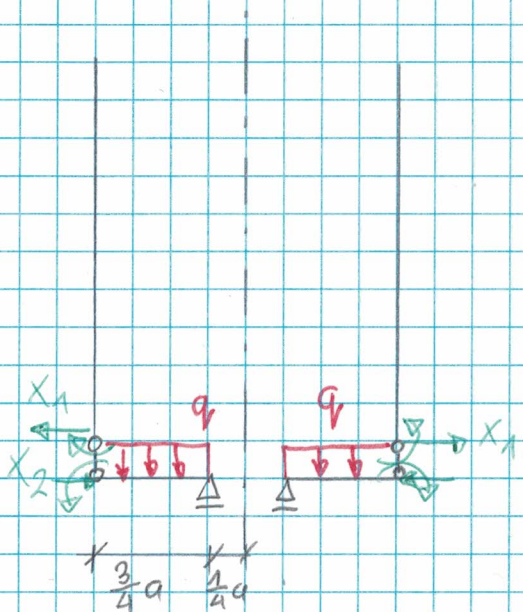
$$d = \frac{1}{EI_y} \left[ 3 \cdot \frac{1}{2} l \cdot l \left( \frac{2}{3} l \right) + 2 \cdot \frac{1}{2} 2l \cdot 2l \left( \frac{2}{3} 2l \right) + 2 \cdot l \cdot 2l \cdot l + 2l \cdot 2l \cdot 2l \right] = 18 \frac{1}{3} \frac{l^3}{EI_y}$$

Stywności  $k = \frac{1}{d}$

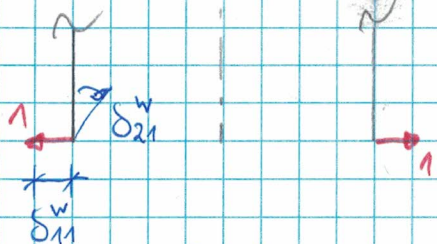
Częstota drgań własnych  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 0,23355 \sqrt{\frac{EI_y}{ml^3}}$

# ZADANIE 2

Schemat zastępczy



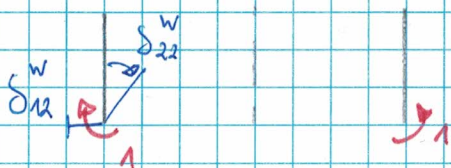
Stan  $X_1=1$   
powłoka



$$\delta_{11}^w = \frac{2a^2}{Eh}$$

$$\delta_{21}^w = \frac{2a^2}{Eh}$$

Stan  $X_2=1$   
powłoka



Sztywność tarczowa

$$C = \frac{Eh}{1-\nu^2} \quad (\text{płyta cienka})$$

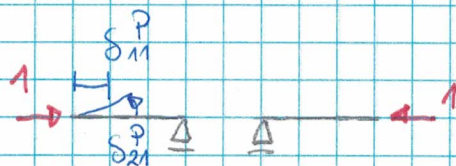
Sztywność płytowa

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (\text{płyta cienka})$$

Współczynniki dla powłoki

$$R^4 = \frac{3(1-\nu^2)R^2}{(2h)^2}$$

płyta - stan tarczowy



przemieszczenie radialne  $v$

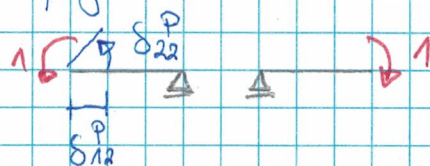
$$v = C_1 \xi + \frac{C_2}{\xi} \quad \xi = \frac{r}{a}$$

$$N_2\left(\frac{1}{4}\right) = 0 \quad N_2(1) = -1$$

$$\Rightarrow C_1, C_2$$

$$\delta_{11}^p = -v(1) \quad \delta_{21}^p = 0$$

płyta



powłoka

$$\delta_{12}^W = \frac{2a^2}{Eh}$$

$$\delta_{22}^W = \frac{4a^3}{Eah}$$

płyta

$$w\left(\frac{1}{4}\right) = 0$$

$$Q_2(1) = 0$$

$$M_2\left(\frac{1}{4}\right) = 0$$

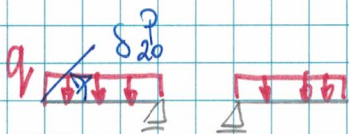
$$M_2(1) = -1$$

$$\Rightarrow w(s), \varphi(s)$$

$$\delta_{22}^P = \varphi(1)$$

$$\delta_{12}^P = 0$$

Stan "0" - tylko płyta



$$\delta_{10}^P$$

wb.  $w\left(\frac{1}{4}\right) = 0$

$$M_2(1) = 0$$

$$M_2\left(\frac{1}{4}\right) = 0$$

$$Q_2(1) = 0$$

$$\delta_{20}^P = \varphi(1)$$

$$\delta_{10}^P = 0$$

$$w(s) = C_1 s^2 \ln s + C_2 s^2 + C_3 \ln s + C_4 + \frac{q}{64E} s^4$$

Równania nierozdzielności

$$\begin{cases} \delta_{11} X_1 + \delta_{12} X_2 + \delta_{10} = 0 \\ \delta_{21} X_1 + \delta_{22} X_2 + \delta_{20} = 0 \end{cases} \Rightarrow X_1, X_2$$

$$\delta_{11} = \delta_{11}^P + \delta_{11}^W$$

$$\delta_{12} = \delta_{12}^W$$

$$\delta_{21} = \delta_{21}^W$$

$$\delta_{22} = \delta_{22}^P + \delta_{22}^W$$

$$\delta_{10} = 0 \quad \delta_{20} = \delta_{20}^P$$

Ostateczne rozkłady przemieszczeń, odkształceń i sił wewnętrznych otrzymujemy z superpozycji wszystkich stanów.

$$M_2 = X_1 M_2(X_1=1) + X_2 M_2(X_2=1) + M_2^0$$

- przykład moment radialny w płycie cienkiej.