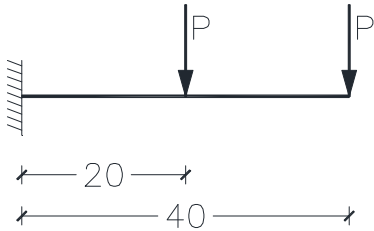


### Zadanie świąteczne

Gałązka jest wspornikiem obciążonym dwiema siłami skupionymi pochodzącymi od ciężaru bombek.



Wartości sił P:

$$P = mg = \rho Vg$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 4^3 - \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (4 - 0.2)^3 = 38.235 \text{ cm}^3 = 3.8235 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\rho = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$P = 2500 \cdot 3.8235 \cdot 10^{-5} \cdot 10 = 0.956 \text{ N}$$

Sztywność gałązki na zginanie EI:

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$EI = E \frac{\pi d^4}{64}$$

$$E = 15 \text{ GPa} = 1500 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$d = 0.5 \text{ cm}$$

$$EI = 1500 \cdot \frac{\pi \cdot 0.5^4}{64} = 4.602 \text{ kNcm}^2 = 4602 \text{ Ncm}^2$$

Ugięcie całkowite gałązki jest sumą ugięć od poszczególnych bombek (zgodnie z zasadą superpozycji).

$$v = v_1 + v_2$$

Wzór ogólny na ugięcie od siły skupionej na końcu wspornika:

$$v_i = \frac{Px_i^2(3L-x_i)}{6EI}$$

Ugięcie od bombki umieszczonej w środku rozpiętości gałązki:

$$v_1 = \frac{0.956 \cdot 20 \cdot (3 \cdot 40 - 20)}{6 \cdot 4602} = 1.385 \text{ cm}$$

Ugięcie od bombki umieszczonej na końcu gałązki:

$$v_2 = \frac{0.956 \cdot 40 \cdot (3 \cdot 40 - 40)}{6 \cdot 4602} = 4.432 \text{ cm}$$

Całkowite ugięcie

$$v = 1.385 + 4.432 = 5.817 \text{ cm}$$