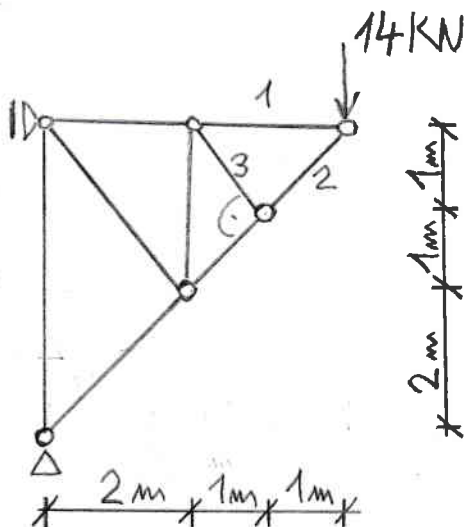
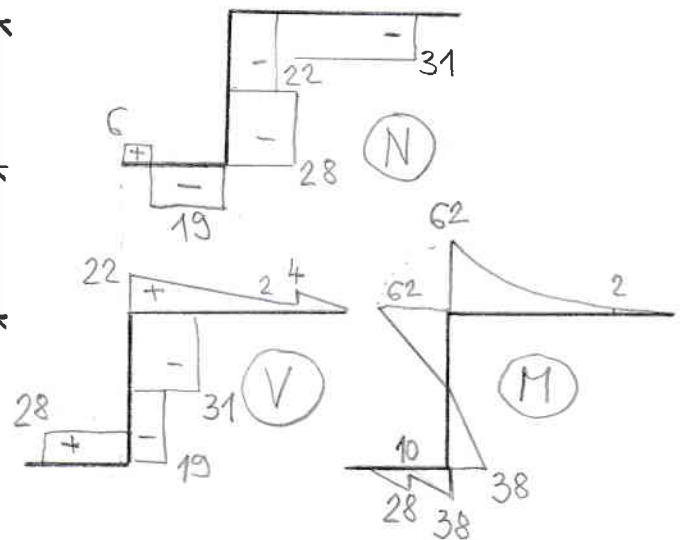
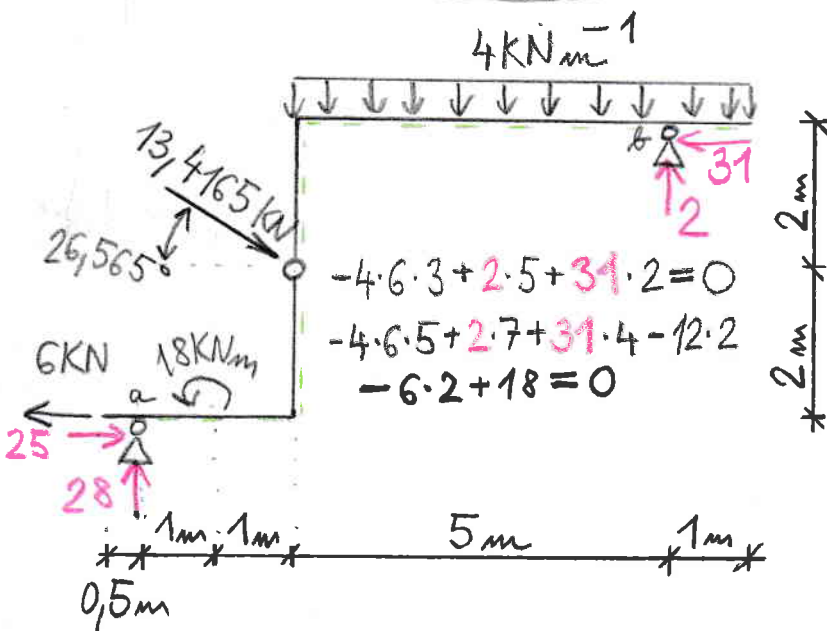
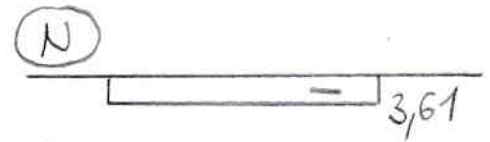
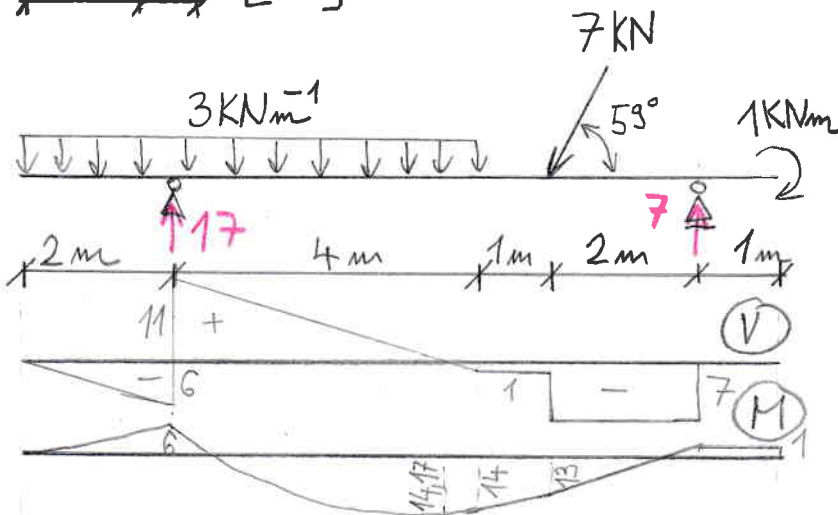


$$x_A = \frac{400^2 \cdot 200 - \frac{300^2}{2} \cdot 100}{400^2 - \frac{300^2}{2}} = 239,13 \text{ mm}$$

$$y_A = 200 \text{ mm}$$

$$I_{x_A} = \frac{1}{12} 400^4 - \frac{1}{36} \cdot 300^4 = 1908,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$



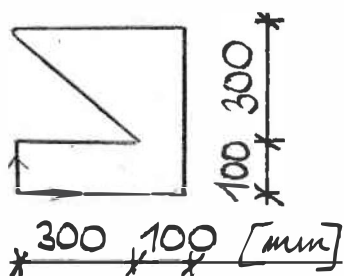
$$N_2 \cdot \sin 225^\circ + 14 \cdot \sin 270^\circ = 0$$

$$N_2 = -19,8 \text{ kN}$$

$$N_1 \cdot \cos 180^\circ + N_2 \cdot \sin 225^\circ = 0$$

$$N_1 = 14 \text{ kN}$$

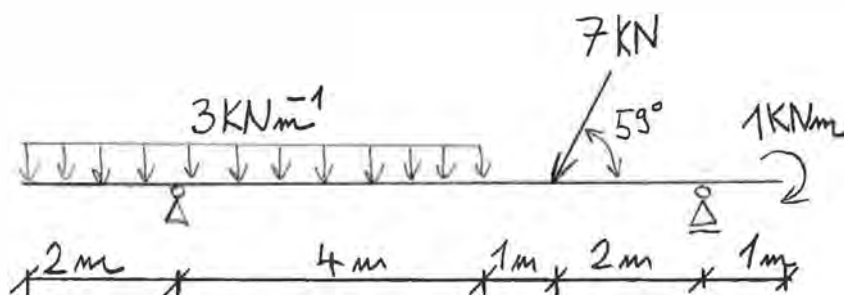
$$N_3 = 0 \text{ kN}$$



V souřadném systému x, y s počátkem v levém spodním rohu vypočítejte těžiště a k horizontální těžištní ose vypočítejte centrální moment setrvačnosti I_{yt} . Rozměry jsou v mm.

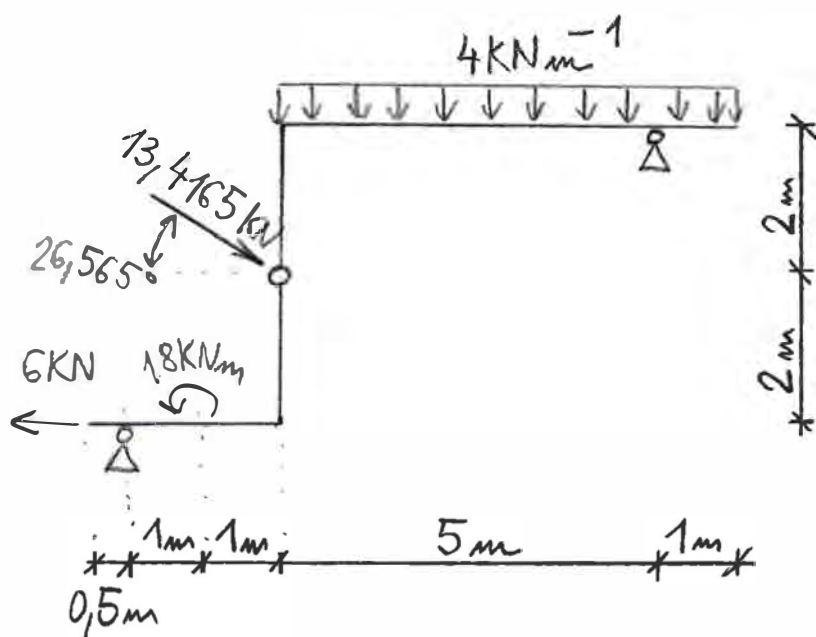
$x_t = \dots \text{mm}$; $y_t = \dots \text{mm}$; $I_{yt} = \dots \text{mm}^4$ **max 3 body**

(Ostatní kvadratické momenty nepočítejte)



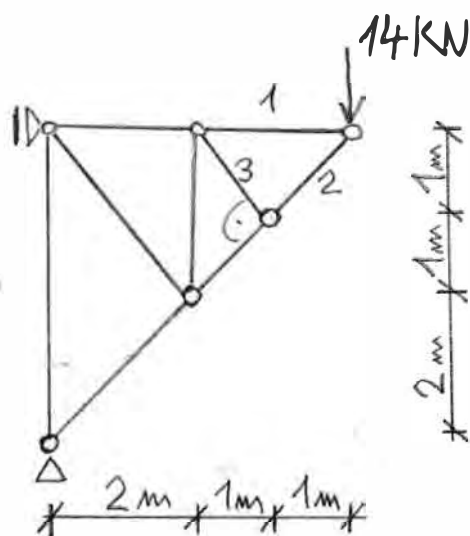
Vypočítejte reakce a vykreslete obrazce N, V, M . Popište všechny důležité extrémy.

max 3 body



Vypočítejte reakce a vykreslete obrazce N, V, M . Popište všechny důležité extrémy.

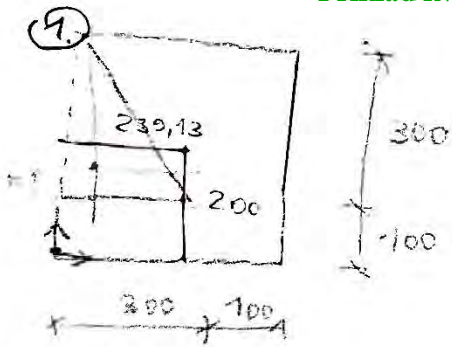
max 4 body



Libovolnou metodou vypočítejte osově síly N_1, N_2, N_3 v prutech 1, 2, 3, viz zadání. (Za správný výsledek lze uznat sílu se správnou velikostí, znaménkem a jednotkou)

max 3 body (za 1 sílu jeden bod)

Příklad kvalitní písemky, ale vše nemusí být správně na 100 % :



$$A = 400 \cdot 400 - \frac{300 \cdot 300}{2} = 115000$$

$$U_x = 400^2 \cdot 200 - \frac{300^2}{2} \cdot 200$$

$$U_y = 400^2 \cdot 200 - \frac{300^2}{2} \cdot 100$$

$$x_t = \frac{U_y}{A} = 239,13$$

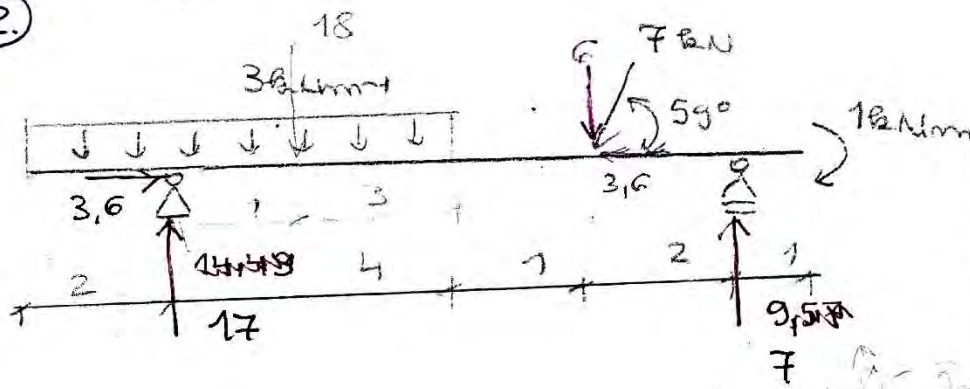
$$y_t = \frac{U_x}{A} = 200$$

$$\left. \begin{aligned} I_{xt} &= \frac{1}{12} \cdot 400 \cdot 400^3 - \left[\frac{1}{36} \cdot 300 \cdot 300^3 - \right. \\ &\quad \left. + \underbrace{400^2 \cdot (200-200)^2}_0 - \underbrace{\frac{300 \cdot 300}{2} \cdot (200-200)}_0 \right] \end{aligned} \right\}$$

$$= 190833333$$

$$190833,3333 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

②



$$F_x = 3,605$$

$$F_y = 6$$

$$\Sigma F_x = 0: R_{ax} = F_x + 3,6$$

$$\Sigma F_z = 0:$$

$$R_{az} + R_{bz} - 6 - 18 = 0$$

N

$$14,43 + 9,57 - 24 = 0 \checkmark$$

(N)

$$\Sigma M_a = 0:$$

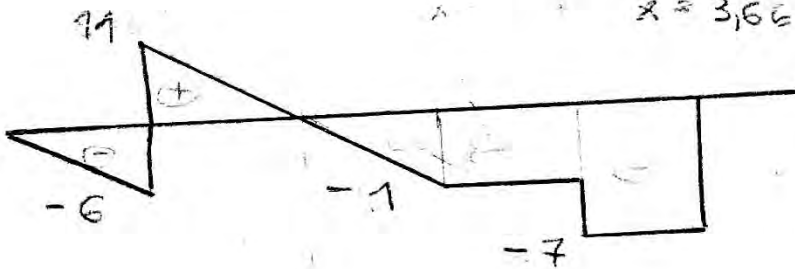
$$-6 \cdot 5 - 18 \cdot 4 +$$

$$+ R_{bz} \cdot 7 - 1 = 0$$

$$R_{bz} = 2,57 \text{ kN}$$

$$11 - 3\bar{x} = 0$$

$$\bar{x} = 3,66$$



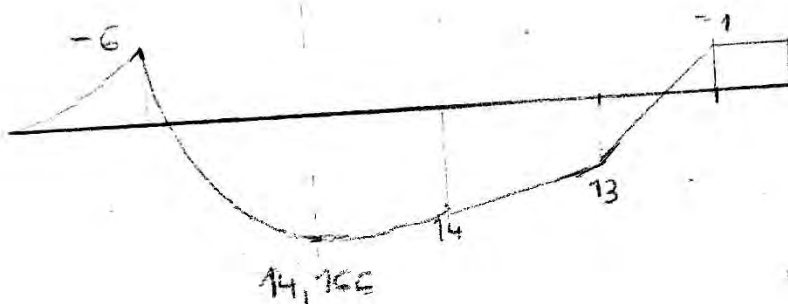
(V)

$$\Sigma M_b = 0:$$

$$+18 \cdot 6 - R_{az} \cdot 7 +$$

$$+ 6 \cdot 2 - 1 = 0$$

$$R_{az} = 14,166 \text{ kN}$$

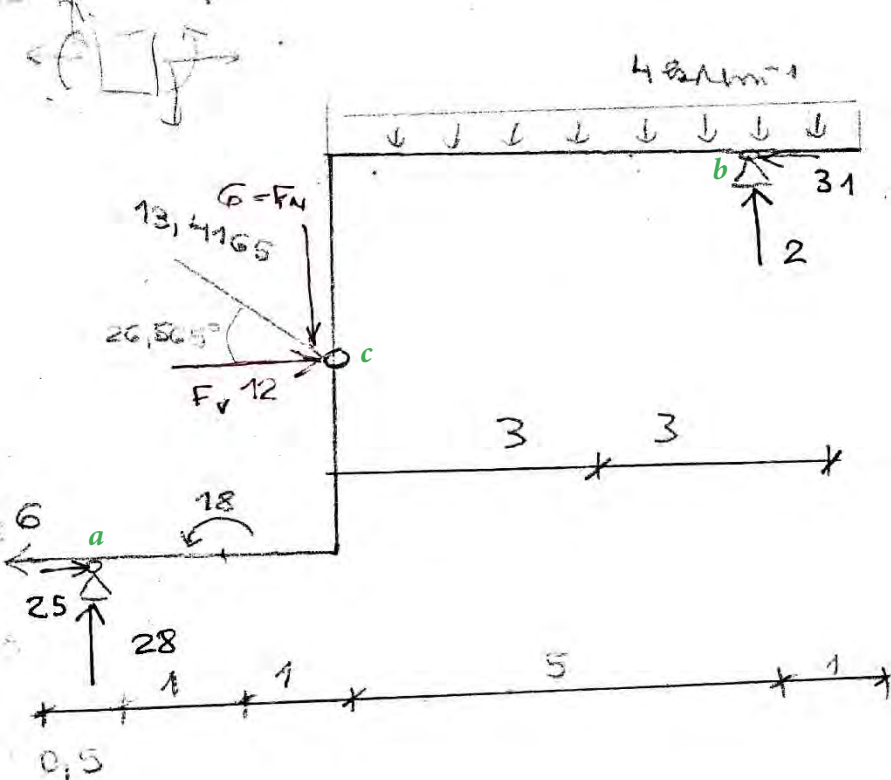


(M)

$$M_{max}$$

$$= 17 \cdot 3,66 - 3 \cdot \frac{5,66^2}{2} =$$

$$= 14,166$$



$$F_H = 6$$

$$F_V = 12$$

$$\sum F_x = 0:$$

$$-G + R_{ax} + F_v - R_{bx} = 0$$

$$R_{ax} = 25$$

$$\sum F_z = 0:$$

$$R_{az} + R_{bz} - F_H - 24 = 0$$

$$R_{az} = 28$$

$$\sum M_a = 0:$$

$$+18 - F_v \cdot 2 - F_H \cdot 2 -$$

$$-24 \cdot 5 + R_{bz} \cdot 7 +$$

$$+ R_{bx} \cdot 4 = 0$$

$$\sum M_b = 0$$

$$+24 \cdot 2 + F_H \cdot 5 +$$

$$+ F_v \cdot 2 + 18 - R_{az} \cdot 7 -$$

$$- G \cdot 4 + R_{bz} \cdot 4 = 0$$

$$\sum M_c = 0:$$

$$- R_{az} \cdot 2 + R_{ax} \cdot 2 + 18 -$$

$$- G \cdot 2 = 0 \quad \checkmark$$

$$\sum M_{cR} = 0:$$

$$-24 \cdot 3 + R_{bz} \cdot 5 +$$

$$+ R_{bx} \cdot 2 = 0$$

$$R_{bx} = \frac{24 \cdot 3 - R_{bz} \cdot 5}{2}$$

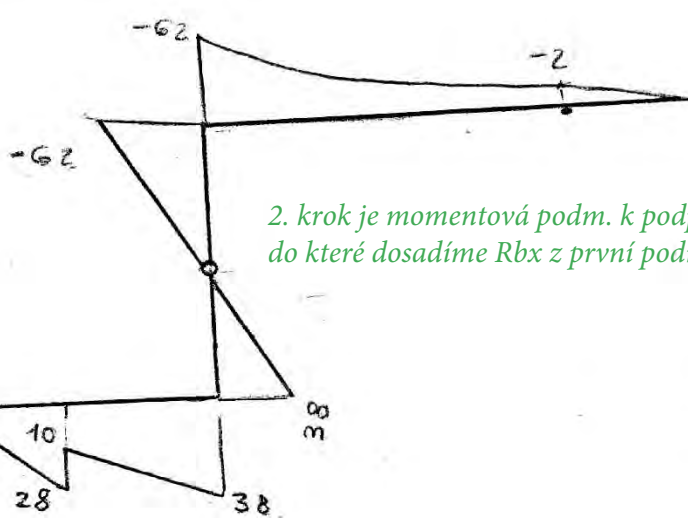
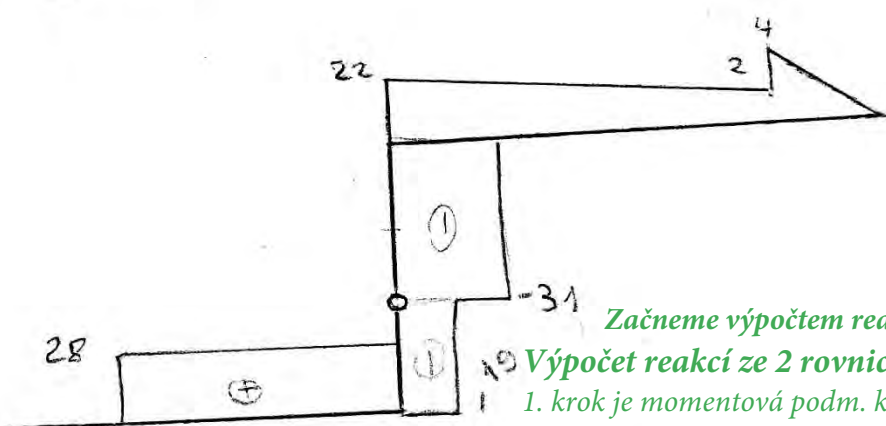
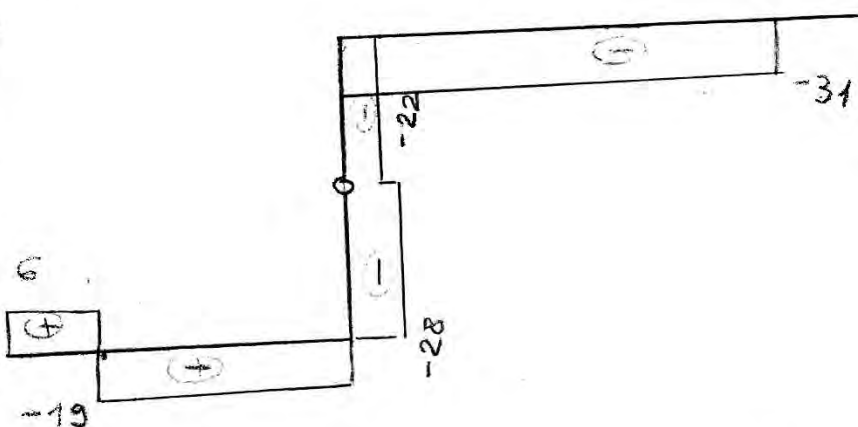
$$18 - F_v \cdot 2 - F_H \cdot 2 = 120 +$$

$$+ R_{bz} \cdot 7 + 4 \cdot \frac{24 \cdot 3 - R_{bz} \cdot 5}{2} = 0$$

$$7R_{bz} - 5(10R_{bz}) = -6$$

$$R_{bx} = 31 \quad -3R_{bz} = -6$$

$$R_{bz} = 2$$



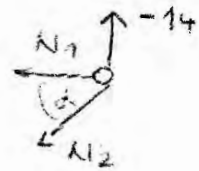
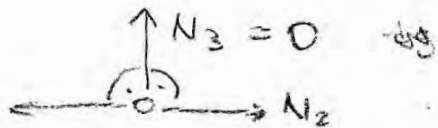
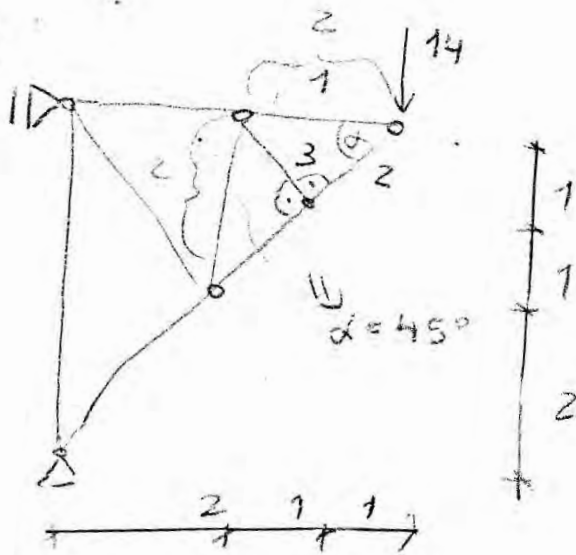
Začneme výpočtem reakcí R_{bx} , R_{bz}

Výpočet reakcí ze 2 rovnic o dvou neznámých:

1. krok je momentová podm. ke kloubu c zprava:

2. krok je momentová podm. k podpoře a, do které dosadíme R_{bx} z první podmínky:

5.



$$-N_2 \cdot \sin 45^\circ - 14 = 0$$

$$N_2 = -19,8$$

$$-N_1 - N_2 \cdot \cos 45^\circ = 0$$

$$N_1 = +19,8 \cdot \cos 45^\circ$$

$$N_1 = 14$$

$$N_3 = 0$$

Odpovědi pište do volného místa za otázkami.

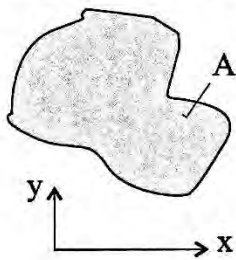
1) Zapište podmínky rovnováhy rovinné soustavy sil se společným působištem (rovinný svazek sil).

- ~~rozlišujeme~~ 2 podmínky: $\sum F_x = 0$
 $\sum F_y = 0$ (alebo $\sum F_y = 0$) $\rightarrow F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 0$
 rozdělí silu si
 rozložíme na
 x-ovou a y-ovou část
 $\sum M = 0$ Momentová podmínka u svazku sil je splněna automaticky.

2) Zapište jak vypočítat velikost a polohu výslednice rovnoběžných sil působících v rovině.

$\sum F = \sum_{i=1}^n F_i$
 $F \cdot x_s = \sum_{i=1}^n F_i \cdot x_i$; $F \cdot y_s = \sum_{i=1}^n F_i \cdot y_i$ $\rightarrow$
 $x_s = \frac{\sum_{i=1}^n F_i x_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$; $y_s = \frac{\sum_{i=1}^n F_i y_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$
 F

3) Vzorec pro výpočet hlavních momentů setrvačnosti I_1, I_2 a graf. vyjádření s pomocí Mohrovy kružnice.



$$I_{1,2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(I_x - I_y)^2 + 4D_{xy}^2}$$

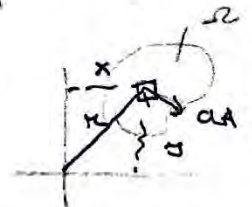
 STŘED KRUŽNICE POLMĚR KRUŽNICE

$$I_{1,2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2}\right)^2 + D_{xy}^2}$$



3) Uveďte vztah pro výpočet polárního momentu setrvačnosti.

$$I_0 = \int_A r^2 dA = \int_A x^2 + y^2 dA = \int_A x^2 dA + \int_A y^2 dA = I_{xx} + I_{yy}$$



5) Kolik stupňů volnosti má tuhá deska v rovině?



6) Doplňte do věty:

Schwedlerova věta udává vztah mezi ohybovým momentem a působícími silami

Zapište Schwedlerovu větu vzorcem:

$$\frac{dM}{dx} = V + m$$
 ; kde číslo $m < 0$
 derivace ohybového momentu podle
 vzdálenosti podél prutu x je rovna

7) Kolik stupňů volnosti odebrá dokonalé vetknutí prutu v prostoru u konzoly? velikosti
působících sil

6°

Celkový čas na vypracování písemné teorie je 14 minut.