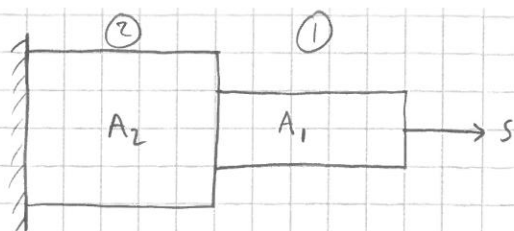


2.1.2.



Sölet:  $\sigma_1$  och  $\sigma_2$

Hur?: Vi vet att  $\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1}$ ,  $\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} \Rightarrow$  Behöver  $N_1$  och  $N_2 \Rightarrow$  Kan fås från snittning + jmv.  
 Givna

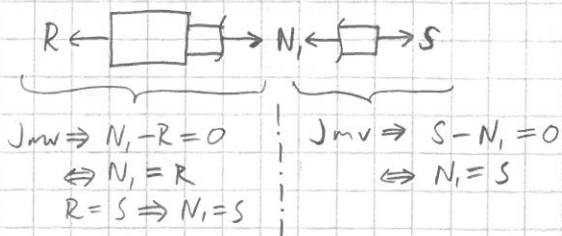
Lösning: Frlägg först!  $\leftarrow$  Alltid ett bra första steg, allt blir tydligare då.

Frlägg = Ersätt stöd med krafter (och moment)



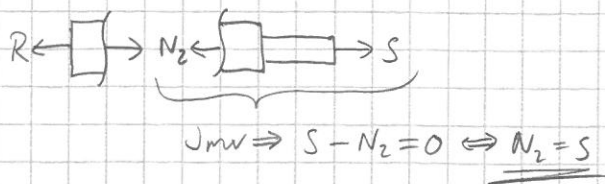
Nu! Dags för snittning, som ger  $N_1$  och  $N_2$

För  $N_1$ , snitta var som helst där  $N_1$  verkar, dvs. i del ①:



Efter snittning, välj en av halvorna och ställ upp jämvikt. Båda sidor ger självklart samma svar, att  $N_1 = S$ .

För  $N_2$ , snitta i del ②:

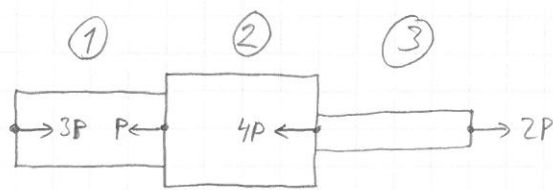


Med  $N_1$  och  $N_2$  kända så vet vi att:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{S}{A_1}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{S}{A_2}$$

2.1.3.



$$P = 2000 \text{ N}$$

$$A_1 = 75 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 100 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 50 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tips: } \text{N/mm}^2 = \text{MPa}$$

$$\text{Solut: } \sigma_i, i \in \{1, 2, 3\}$$

$$\text{Hint: } \sigma_i = \frac{N_i}{A_i} \leftarrow \begin{array}{l} \text{Snitta} \\ \text{Givet} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} 3P + N_1 = 0 & N_2 - N_1 - P = 0 & N_3 - N_2 - 4P = 0 & 2P - N_3 = 0 \\ \Leftrightarrow N_1 = -3P & \Leftrightarrow N_2 = N_1 + P & \Leftrightarrow N_3 = N_2 + 4P & \Leftrightarrow N_3 = 2P \end{array}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} N_1 = -3P = -6 \text{ kN} \\ N_2 = -2P = -4 \text{ kN} \\ N_3 = 2P = 4 \text{ kN} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \sigma_1 = \frac{-6000}{75} \text{ MPa} = -80 \text{ MPa (tryck)}$$

$$\sigma_2 = \frac{-4000}{100} \text{ MPa} = -40 \text{ MPa (tryck)}$$

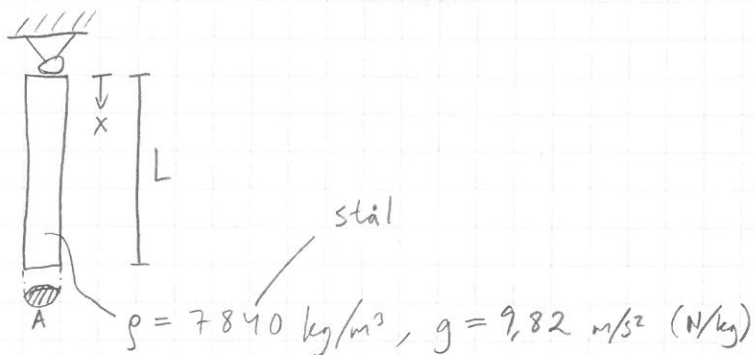
$$\sigma_3 = \frac{4000}{50} \text{ MPa} = 80 \text{ MPa (drag)}$$

$$\frac{-3P}{A_1}$$

$$\frac{-2P}{A_2}$$

$$\frac{2P}{A_3}$$

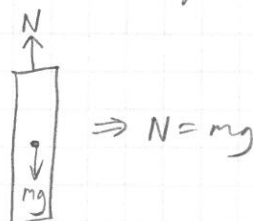
2.1.5.



Sökt:  $L_{\max}$  då  $\sigma_{\max} = 200 \text{ MPa}$

Hur?:  $\sigma = 200 \text{ MPa} = \frac{N}{A}$  ← materialet längst upp bär all last, ty:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Alt: } \sigma(x) = \frac{Q}{A} \left( 1 - \frac{x}{L} \right) \\ \text{från 2.1.1, } Q = mg \\ \sigma_{\max} \text{ vid } x = 0 \end{array} \right)$$



$$\Rightarrow \sigma = \frac{mg}{A} = 200 \text{ MPa}$$

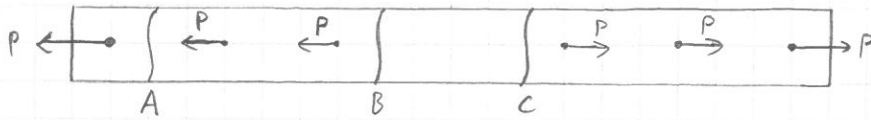
$$m = V\rho = AL\rho \Rightarrow \sigma = \frac{AL\rho g}{A} \Rightarrow \underline{\underline{L_{\max} = \frac{\sigma_{\max}}{\rho g}}}$$

$$\text{i siffror: } L_{\max} = \{ \text{MPa} = 10^6 \text{ N/m}^2 \} = \frac{200 \cdot 10^6}{7840 \cdot 9.82} \frac{\text{N}}{\text{m}^2 \cdot \text{kg}} \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \frac{\text{kg}}{\text{N}} \approx \underline{\underline{2.60 \text{ km}}}$$

alt. m/s²

Facit (boken) har  
räknat med 8.9  
(gäller den gamla lysblå,  
rättat i den vit-gröna)

2.1.6.



Smith A  $\Rightarrow N = P$

Smith B  $\Rightarrow N = 3P$

Smith C  $\Rightarrow N = 3P$

$$\left. \begin{array}{l} P = 300 \text{ N} \\ A = 1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P}{A} = 3 \text{ MPa} = \sigma_A, \quad \sigma_B = \sigma_C = \frac{3P}{A} = 9 \text{ MPa}$$

Tips:  $\frac{N}{\text{mm}^2} = \text{MPa}$

2.1.11.

$$\delta_i = \int_0^{L_i} \epsilon dx, \quad \epsilon \text{ konstant} \Rightarrow \delta_1 = \epsilon_1 L_1, \quad \delta_2 = \epsilon_2 L_2$$

$$\Delta = \delta_1 + \delta_2 = \epsilon_1 L_1 + \epsilon_2 L_2$$

$$\epsilon_i = \frac{N_i}{EA_i}, \quad \text{men } N_1 = N_2 = P \Rightarrow \epsilon_1 = \frac{P}{EA_1}, \quad \epsilon_2 = \frac{P}{EA_2}$$

↑ Hookes lag

$$\Rightarrow \Delta = P \left( \frac{L_1}{EA_1} + \frac{L_2}{EA_2} \right)$$

2.1.13.

$$\delta_i = \frac{N_i L_i}{EA}$$

Del 1:  $N = 8P, \quad L_i = 4L$

Del 2:  $N = 5P, \quad L_i = 5L$

Del 3:  $N = -2P, \quad L_i = 3L$

$$\Delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = \frac{PL}{EA} (8 \cdot 4 + 5 \cdot 5 - 2 \cdot 3) = 51 \frac{PL}{EA}$$

2.1.14. "F = kx",  $k = \frac{EA}{L}$  ← gäller när E är konstant i stängen.

$$P = \frac{EA}{L} \delta \Leftrightarrow \delta = \frac{PL}{EA} = \frac{mgL}{EA}$$

Antag  $g = 9,82 \text{ m/s}^2$

$$\delta = \frac{1200 \text{ kg} \cdot 9,82 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m}}{200 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2 \cdot \underbrace{10^{-4} \text{ m}^2}_{1 \text{ cm}^2}} \approx 6 \text{ mm}$$

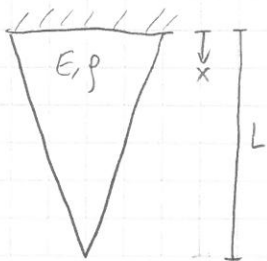
2.1.17.  $\delta = \int_0^L \epsilon dx$

$$\left. \begin{aligned} \epsilon &= \frac{\sigma}{E} = \frac{P}{EA(x)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \delta = \frac{P}{E} \int_0^L \frac{1}{A(x)} dx$$

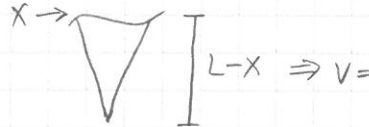
$$A(x) = b \cdot h(x), \quad h(x) = 2h + \frac{h-2h}{L} x = \frac{h}{L}(2L-x)$$

Sätt in, integrera  $\Rightarrow$  svar.

2.1.18  $\delta = \int_0^L \epsilon dx, \quad \epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{N(x)}{EA(x)}$



Snitta  $\Rightarrow$



$$A(x) = r - \frac{r}{L} x = r \left(1 - \frac{x}{L}\right)$$