

2-8) a)  $F_2 = 53 \text{ N}$        $r_1 = 0,80 \text{ m}$        $r_2 = 1,20 \text{ m}$

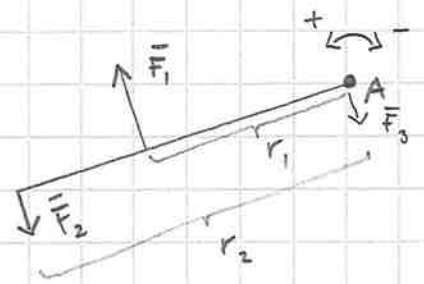
Tasapainotilanteessa momenttiehdon

mukaan  $\sum M_A = 0$       Voiman  $\vec{F}_3$  momentti  $M_3 = 0$

$$F_2 r_2 - F_1 r_1 = 0 \quad (r_3 = 0)$$

$$F_1 = \frac{F_2 r_2}{r_1} = \frac{53 \text{ N} \cdot 1,20 \text{ m}}{0,80 \text{ m}}$$

$$F_1 = 79,5 \text{ N} \approx \underline{\underline{80 \text{ N}}}$$



b)  $F_2 = 430 \text{ N}$        $r_1 = 1,20 \text{ m}$        $r_2 = 0,47 \text{ m}$

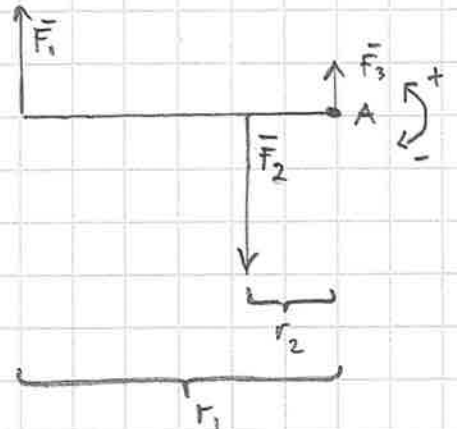
Tasapainotilanteessa  $\sum M_A = 0$  (momenttiehto)

Voiman  $F_3$  momentti  $M_3 = 0$ , koska  $r_3 = 0$

$$F_2 r_2 - F_1 r_1 = 0$$

$$F_1 = \frac{F_2 r_2}{r_1} = \frac{430 \text{ N} \cdot 0,47 \text{ m}}{1,20 \text{ m}}$$

$$F_1 = 168,41 \dots \text{ N} \approx \underline{\underline{170 \text{ N}}}$$



c)  $F_2 = 350 \text{ N}$        $r_1 = 1,80 \text{ m}$        $r_2 = 0,35 \text{ m}$

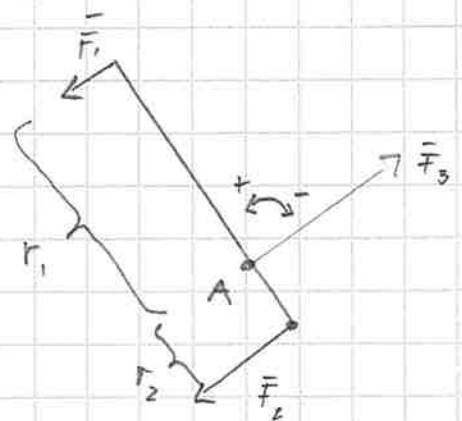
Tasapainotilanteessa  $\sum M_A = 0$  (momenttiehto)

Voiman  $F_3$  momentti  $M_3 = 0$

$$F_1 r_1 - F_2 r_2 = 0$$

$$F_1 = \frac{F_2 r_2}{r_1} = \frac{350 \text{ N} \cdot 0,35 \text{ m}}{1,80 \text{ m}}$$

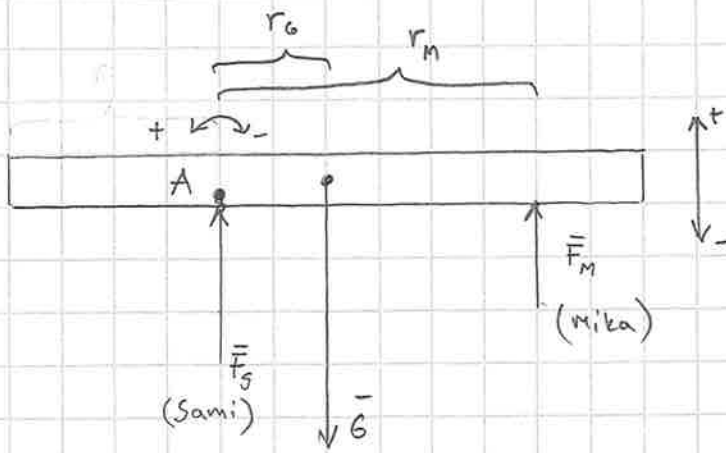
$$= 68,05 \dots \text{ N} \approx \underline{\underline{68 \text{ N}}}$$



d) Voiman momentti kasvaa, kun varren pituus kasvaa.

Tukipiste laitetaan lähelle kuormittavaa voimaa, jolloin kuorman momentti pienenee.

2-12)



$$\begin{aligned}
 m &= 140 \text{ kg} \\
 r_M &= 3,0 \text{ m} \\
 r_G &= \frac{6,0 \text{ m}}{2} - 2,0 \text{ m} = 1,0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Momenttien mukaan tasapainossa  $\Sigma M_A = 0$   
 Voiman  $F_s$  momentti on nolla.

$$F_M r_M - G r_G = 0$$

$$F_M = \frac{G r_G}{r_M} = \frac{m g r_G}{r_M}$$

$$F_M = \frac{140 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1,0 \text{ m}}{3,0 \text{ m}} = 457,8 \text{ N} \approx \underline{\underline{460 \text{ N}}}$$

Hirsi on etenemisen suhteen tasapainossa. Silloin dynamiikan perustlain mukaan  $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$  eli  $\vec{F}_s + \vec{F}_M + \vec{G} = \vec{0}$

$$F_s + F_M - G = 0$$

$$F_s = G - F_M$$

$$= m g - F_M$$

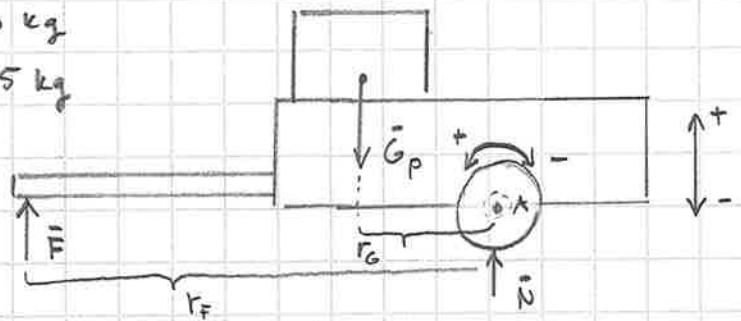
$$= 140 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 - 457,8 \text{ N}$$

$$= 915,6 \text{ N}$$

$$\approx 920 \text{ N}$$

V: Mika kannattelee hirttä n. 460 N:n voimalla  
 ja Sami n. 920 N:n voimalla.

- 2-15) Kärryn massa  $m_k = 570 \text{ kg}$   
 pesukoneen massa  $m_p = 65 \text{ kg}$   
 varsi  $r_G = 1,1 \text{ m}$   
 varsi  $r_F = 2,5 \text{ m}$



Kärryn oma paino ei aiheuta momenttia pisteen A suhteen, koska alussa  $\vec{r} = 0$ .

- a) Kärky on pyörimisen suhteen tasapainossa, jolloin momentti-ehdon mukaan  $\Sigma M_A = 0$  ( $M_N = 0$ )

$$G r_G - F r_F = 0$$

$$F = \frac{G r_G}{r_F} = \frac{m g r_G}{r_F} = \frac{65 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,1 \text{ m}}{2,5 \text{ m}}$$

$$F = 280,56 \dots \text{ N} \approx \underline{\underline{280 \text{ N}}} \text{ ylöspäin}$$

- b) Kärky on pystysuunnassa tasapainossa etenemisen suhteen (levossa), jolloin dynamiikan perustlain mukaan  $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{F} + \vec{N} + \vec{G}_p + \vec{G}_k = \vec{0}$$

$$F + N - G_p - G_k = 0$$

$$N = G_p + G_k - F$$

$$N = m_p g + m_k g - F$$

$$N = 65 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 570 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 280,56 \dots \text{ N}$$

$$N = 5948,78 \dots \text{ N}$$

$$N \approx 5,9 \text{ kN} \text{ ylöspäin}$$

- c) Peräkärryn aisa pyrkii silloin nousemaan ylöspäin ja se keventää auton perää. Auton ohjattavuus voi silloin muuttua.