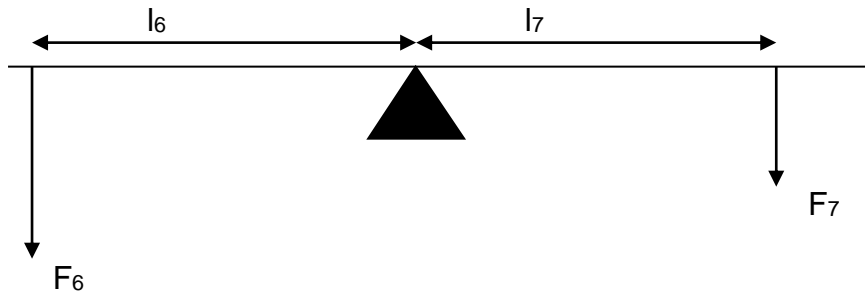


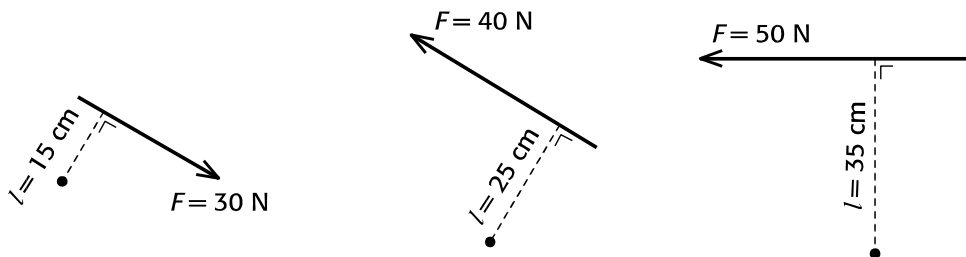
Opgaven over momenten met uitwerkingen

1. $F_6 = 50 \text{ N}$, $l_6 = 60 \text{ cm}$ (lengte van de arm tussen F_6 en het draaipunt is 60 cm),
 $F_7 = 30 \text{ N}$. Bereken l_7 (afstand van F_7 tot het draaipunt)



gegeven: $F_6 = 50 \text{ N}$, $l_6 = 60 \text{ cm}$, $F_7 = 30 \text{ N}$
gevraagd: l_7
formule: $F_6 * l_6 = F_7 * l_7$
berekening: $50 * 60 = 30 * l_7$
 $3000 = 30 * l_7$
 $l_7 = 3000 / 30$
antwoord: $l_7 = 100 \text{ cm}$

2. Bereken elk moment in de volgende drie tekeningen.
Geef ook aan of het moment linksdraaiend of rechtsdraaiend is.



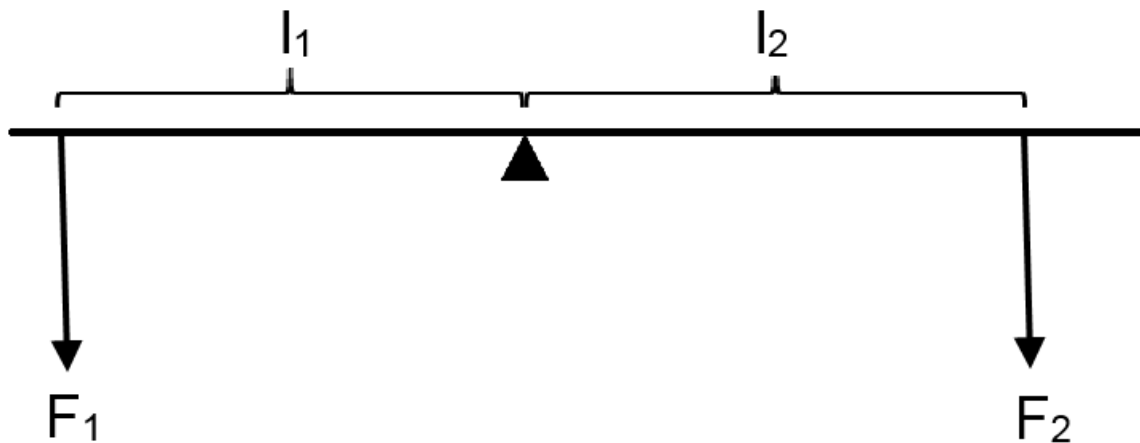
gegeven: $l = 15 \text{ cm}$ $F = 30 \text{ N}$
gevraagd: M
formule: $M = F * l$
berekening: $M = 30 * 15$
antwoord: $M = 450 \text{ Ncm}$ rechtsdraaiend

gegeven: $F = 40 \text{ N}$ $l = 25 \text{ cm}$
 gevraagd: M
 formule: $M = F * l$
 berekening: $M = 40 * 25$
 antwoord: $M = 1000 \text{ Ncm}$ linksdraaiend

gegeven: $F = 50 \text{ N}$ $l = 35 \text{ cm}$
 gevraagd: M
 formule: $M = F * l$
 berekening: $M = 50 * 35$
 antwoord: $m = 1750 \text{ Ncm}$ linksdraaiend

3. Dieuwke en Rob zitten op de wip. Dieuwke heeft een massa van 30 kg, Rob van 45 kg. Dieuwke zit op 3 m van het draaipunt van de wip. Reken uit hoe ver Rob van het draaipunt moet zitten om de wip in evenwicht te krijgen.

Maak eerst een schets van de situatie, bijvoorbeeld:



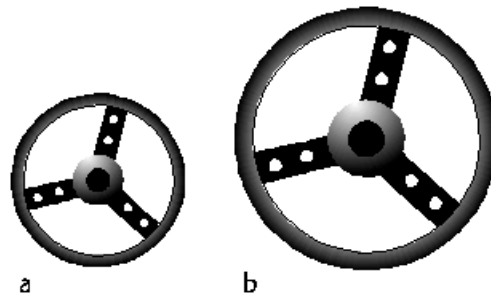
gegeven: $m_{\text{dieuwke}} = 30 \text{ kg}$ $m_{\text{rob}} = 45 \text{ kg}$ $l_{\text{dieuwke}} = 3 \text{ m}$
 gevraagd: l_{rob}
 formule: $F_{\text{dieuwke}} * l_{\text{dieuwke}} = F_{\text{rob}} * l_{\text{rob}}$
 berekening: eerst m omrekenen naar F
 $F_z = m * g$
 $F_z = 30 * 10$
 $F_z = 300 \text{ N}$

 $F_z = m * g$
 $F_z = 45 * 10$
 $F_z = 450 \text{ N}$

 $300 * 3 = 450 * l_{\text{rob}}$
 $900 = 450 * l_{\text{rob}}$
 $l_{\text{rob}} = 900 / 450$
 antwoord: $l_{\text{rob}} = 2 \text{ m}$

4. De twee stuurwielen kunnen in dezelfde auto gezet worden.

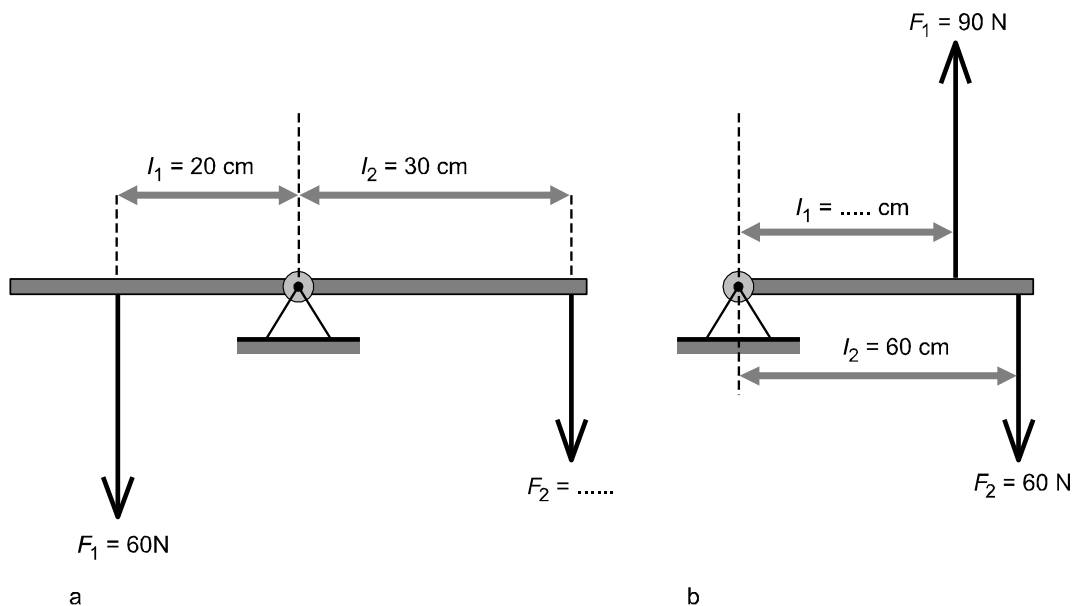
Leg uit met welk stuurwiel het draaien het lichtst gaat.



Het moment dat nodig is om een stuur te draaien is bij beide stuurwielen even groot. Het draaipunt zit in het midden van het stuur. De kracht grijpt aan de rand van het stuur aan.

Volgens $M = F \cdot l$ is een kleinere kracht F nodig als de lengte l groter is om het moment M even groot te houden.

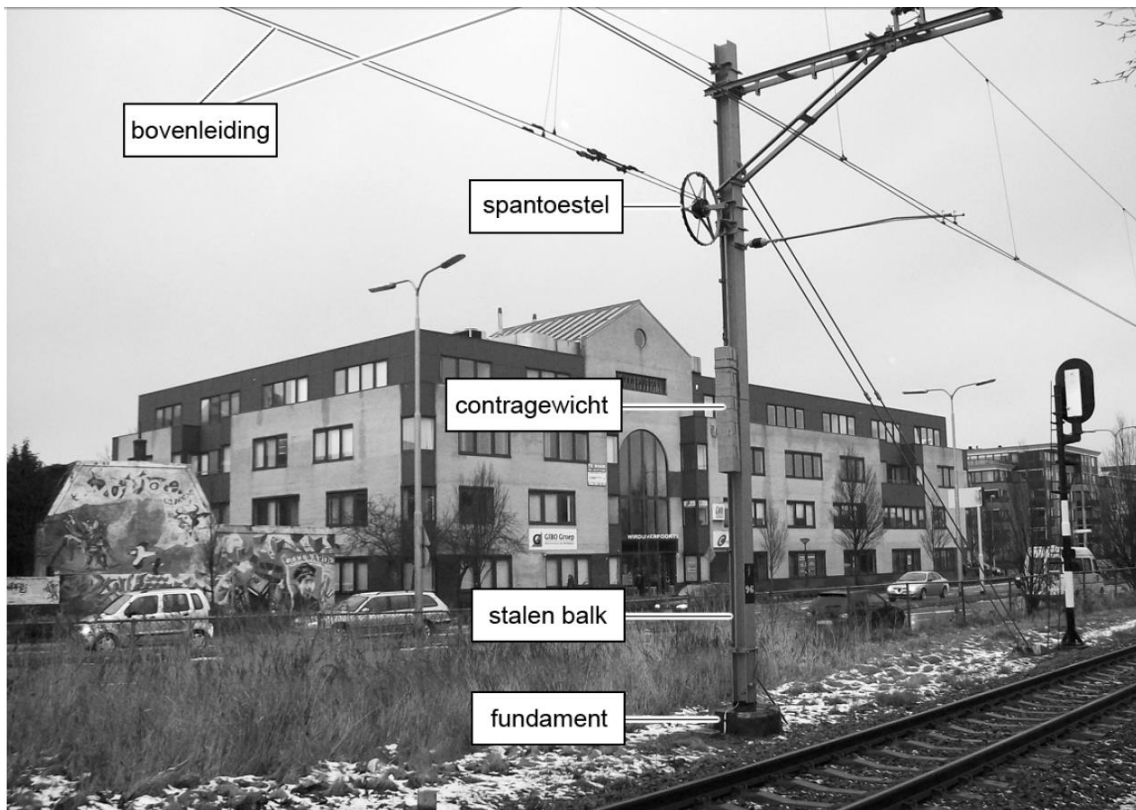
5. In de tekeningen zijn de hefboomen in evenwicht. Bereken het ontbrekende.



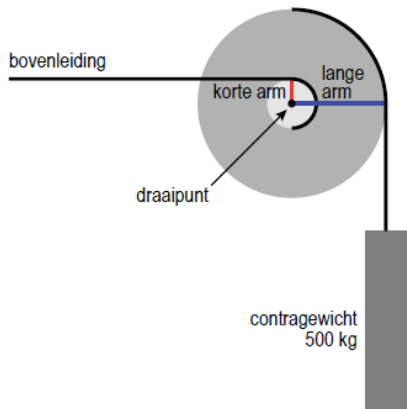
gegeven: $F_1 = 60 \text{ N}$ $l_1 = 20 \text{ cm}$ $l_2 = 30 \text{ cm}$
gevraagd: F_2
formule: $F_1 * l_1 = F_2 * l_2$
berekening: $60 * 20 = F_2 * 30$
 $1200 = F_2 * 30$
 $F_2 = 1200 / 30$
antwoord: $F_2 = 40 \text{ N}$

gegeven: $F_1 = 90 \text{ N}$ $F_2 = 60 \text{ N}$ $l_2 = 60 \text{ cm}$
gevraagd: l_1
formule: $F_1 * l_1 = F_2 * l_2$
berekening: $90 * l_1 = 60 * 60$
 $90 * l_1 = 3600$
 $l_1 = 3600 / 90$
antwoord: $l_1 = 40 \text{ cm}$

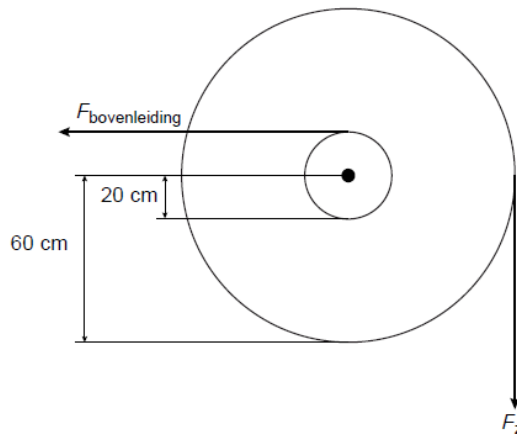
6. De bovenleiding van treinen en trams wordt met een contragewicht dat over een wiel hangt strak gehouden:



Langs de stalen balk hangt een contragewicht.
 Dit contragewicht wordt gebruikt om de bovenleiding strak te houden.
 Het contragewicht zit met een kabel vast aan het grote wiel van het spantoestel.
 De bovenleiding zit vast aan een kleiner wiel. De wielen vormen één geheel en kunnen draaien om een draaipunt. In figuur 1 zijn de wielen vereenvoudigd weergegeven als schijven.
 Figuur 2 geeft de richting van de krachten en de afmetingen weer.



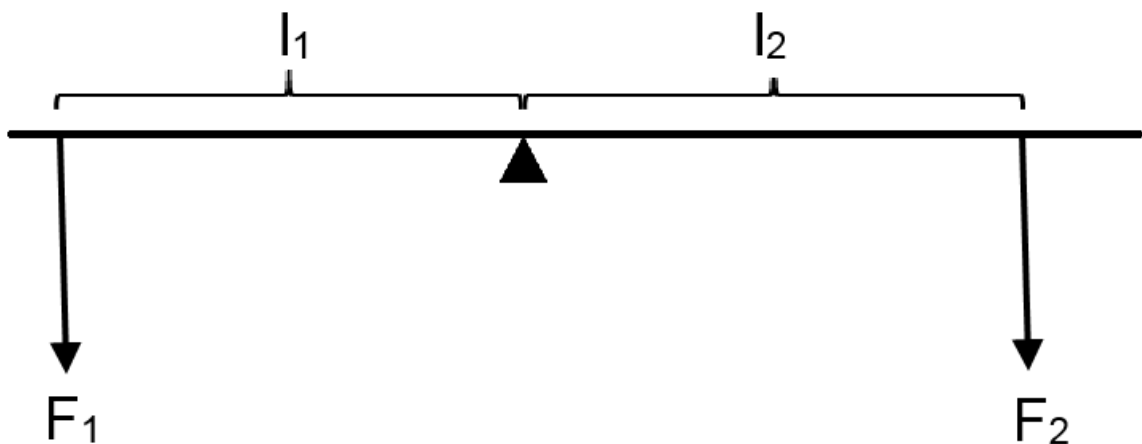
figuur 1



figuur 2

Bereken met behulp van de gegevens in figuur 2 de grootte van de spankracht in de bovenleiding als het contragewicht stil hangt.

Maak eerst een schets van de situatie, bijvoorbeeld:



gegeven: $m = 500 \text{ kg}$ $l_{\text{kleinewiel}} = 20 \text{ cm}$ $l_{\text{grotewiel}} = 60 \text{ cm}$

gevraagd: $F_{\text{bovenleiding}}$

formule: $F_{\text{bovenleiding}} \cdot l_{\text{kleinewiel}} = F_z \cdot l_{\text{grotewiel}}$

berekening: eerst m omrekenen naar F

$$F_z = m \cdot g$$

$$F_z = 500 \cdot 10$$

$$F_z = 5000 \text{ N}$$

$$F_{\text{bovenleiding}} \cdot l_{\text{kleinewiel}} = F_z \cdot l_{\text{grotewiel}}$$

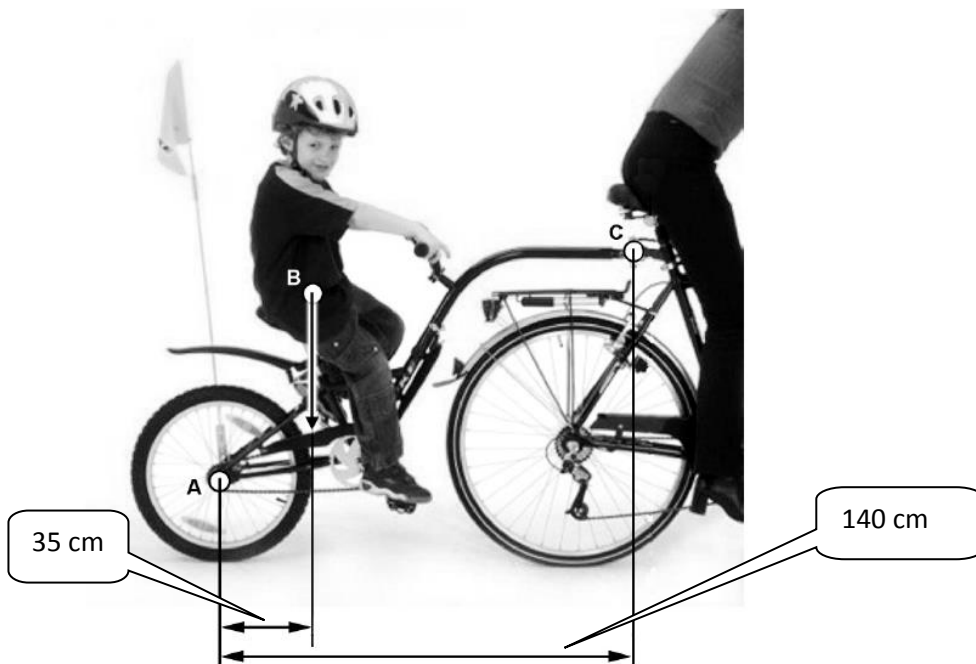
$$F_{\text{bovenleiding}} \cdot 20 = 5000 \cdot 60$$

$$F_{\text{bovenleiding}} \cdot 20 = 300\,000$$

$$F_{\text{bovenleiding}} = 300\,000 / 20$$

antwoord: $F_{\text{bovenleiding}} = 15\,000 \text{ N}$

- 7 Reina heeft een aanhangfiets gekocht om haar zoon Paul te leren fietsen.
 De fiets kan aan een gewone fiets worden gekoppeld.

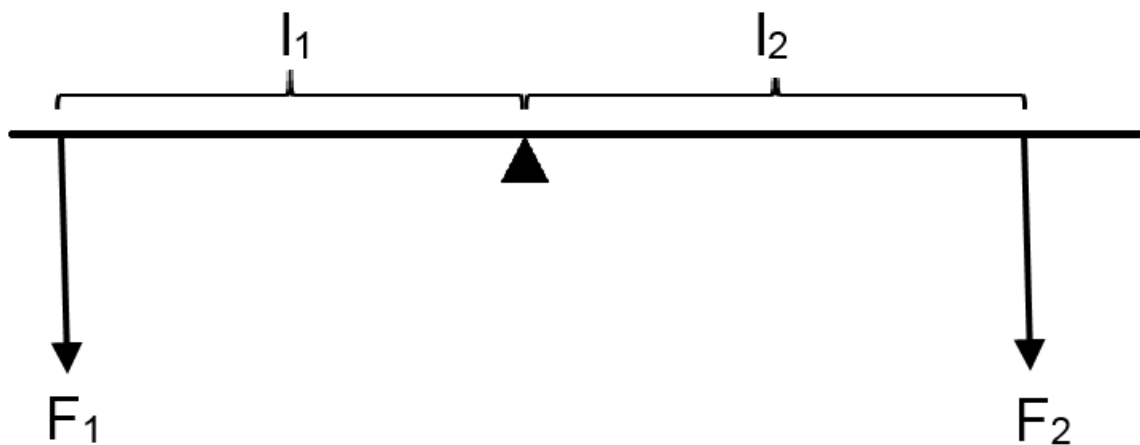


In de tekening is een aantal punten aangegeven.

Punt A is het draaipunt, in B werkt een zwaartekracht op Paul van 280 N en punt C is het bevestigingspunt.

Bepaal met behulp van de figuur hoe groot de kracht in het bevestigingspunt C is door de zwaartekracht op Paul. Gebruik hiervoor de afstanden in de foto.

Maak eerst een schets van de situatie, bijvoorbeeld:



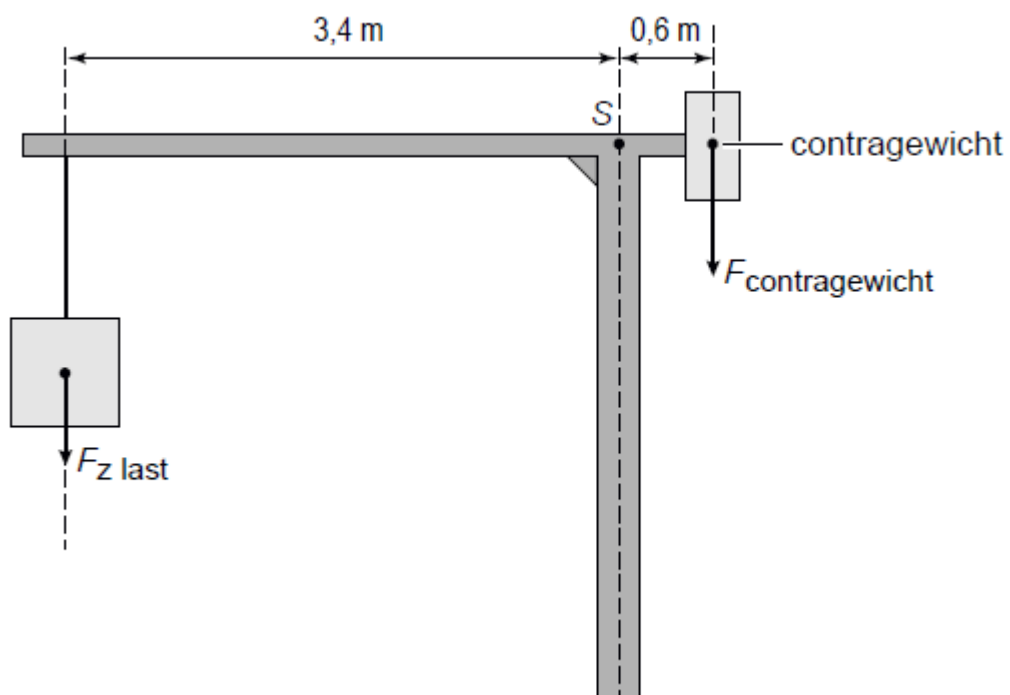
gegeven: $F_{\text{paul}} = 280 \text{ N}$ $l_{\text{paul}} = 35 \text{ cm}$ $l_{\text{c}} = 140 \text{ cm}$
 gevraagd: F_{c}
 formule: $F_{\text{paul}} \cdot l_{\text{paul}} = F_{\text{c}} \cdot l_{\text{c}}$
 berekening: $280 \cdot 35 = F_{\text{c}} \cdot 140$
 $9800 = F_{\text{c}} \cdot 140$
 $F_{\text{c}} = 9800 / 140$
 antwoord: $F_{\text{c}} = 70 \text{ N}$

8.



Om voorwerpen bij hoge gebouwen naar boven te brengen, worden dakkransen ingezet. Van zo'n kraan zie je hierboven een foto.

Hieronder is een deel van de foto vergroot weergegeven. De kraan is in gebruik en in evenwicht. De massa van het contragewicht bedraagt 1250 kg.



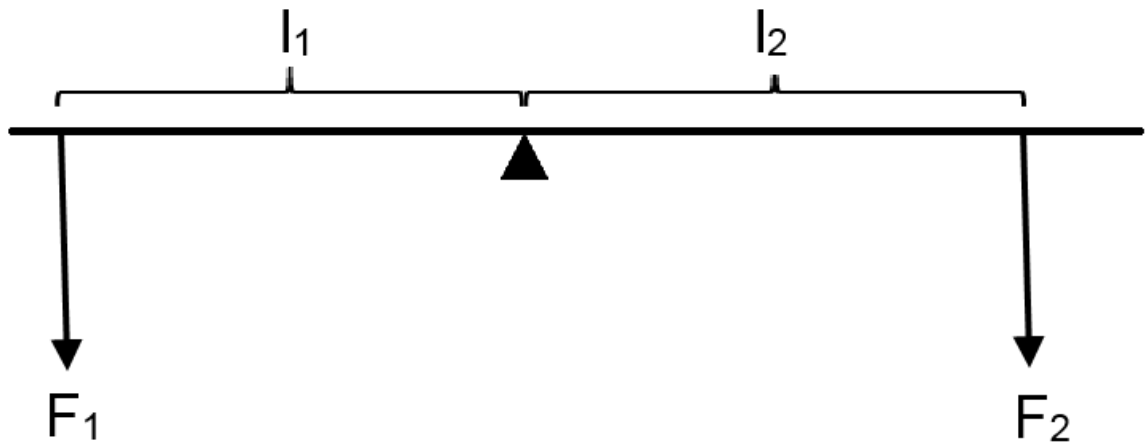
- a. Toon met een berekening aan dat het moment van het contragewicht ten opzichte van het punt S 7500 Nm is.
- b. Bereken de zwaartekracht op de last die ook een moment van 7500 Nm veroorzaakt.

De arm van de kraan is telescopisch en daardoor in lengte variabel.

Er moet een grotere last worden opgehesen met het contragewicht op dezelfde positie.

- c. → Leg uit of men daarvoor de telescopische arm langer of korter moet maken.

Maak eerst een schets van de situatie, bijvoorbeeld:



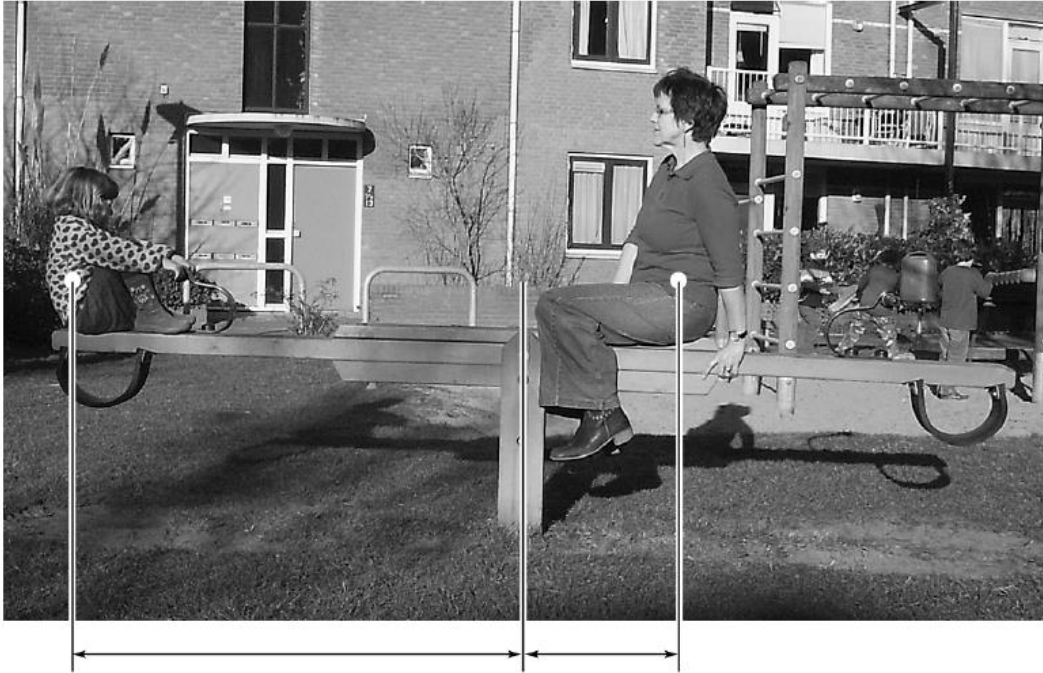
- a. gegeven: $m_{\text{contragewicht}} = 1250 \text{ kg}$ $l_{\text{contragewicht}} = 0,6 \text{ m}$
 gevraagd: $M_{\text{contragewicht}}$
 formule: $M_{\text{contragewicht}} = F_{\text{contragewicht}} * l_{\text{contragewicht}}$
 berekening: eerst m omrekenen naar F
 $F_z = m * g$
 $F_z = 1250 * 10$
 $F_z = 12500 \text{ N}$

antwoord: $M_{\text{contragewicht}} = 12500 * 0,6$
 $M_{\text{contragewicht}} = 7500 \text{ Nm}$

- b. gegeven: $M_{\text{last}} = 7500 \text{ Nm}$ $l_{\text{last}} = 3,4 \text{ m}$
 gevraagd: $F_{z \text{ last}}$
 formule: $M_{\text{last}} = F_{z \text{ last}} * l_{\text{last}}$
 $7500 = F_{z \text{ last}} * 3,4$
 $F_{z \text{ last}} = 7500 / 3,4$
 antwoord: $F_{z \text{ last}} = 2206 \text{ N}$

- c. De kraan moet in evenwicht zijn, dus het moment mag niet veranderen. Bij een grotere last wordt F groter. Volgens $M = F * l$ moet dus de lengte l kleiner zijn.

9. Annabel ($m = 23,4 \text{ kg}$) en haar moeder Fija zitten op een wip.



In de foto hierboven zie je de situatie waarbij de wip in evenwicht is.

Bepaal met behulp van de figuur hoe groot de massa van Fija is. Meet hiervoor de afstanden op in de foto.

De afstand van Fija tot het draaipunt is 60 cm.
De afstand van Annabel tot het draaipunt is 200 cm.

gegeven: $m_{\text{annabel}} = 23,4 \text{ kg}$ $l_{\text{annabel}} = 200 \text{ cm}$ $l_{\text{fija}} = 60 \text{ cm}$

gevraagd: m_{fija}

formule: $F_{\text{annabel}} * l_{\text{annabel}} = F_{\text{fija}} * l_{\text{fija}}$

berekening: eerst m omrekenen naar F

$$F_{\text{annabel}} = m_{\text{annabel}} * g$$

$$F_{\text{annabel}} = 23,4 * 10$$

$$F_{\text{annabel}} = 234 \text{ N}$$

$$234 * 200 = F_{\text{fija}} * 60$$

$$46800 = F_{\text{fija}} * 60$$

$$F_{\text{fija}} = 46800 / 60$$

$$F_{\text{fija}} = 780 \text{ N}$$

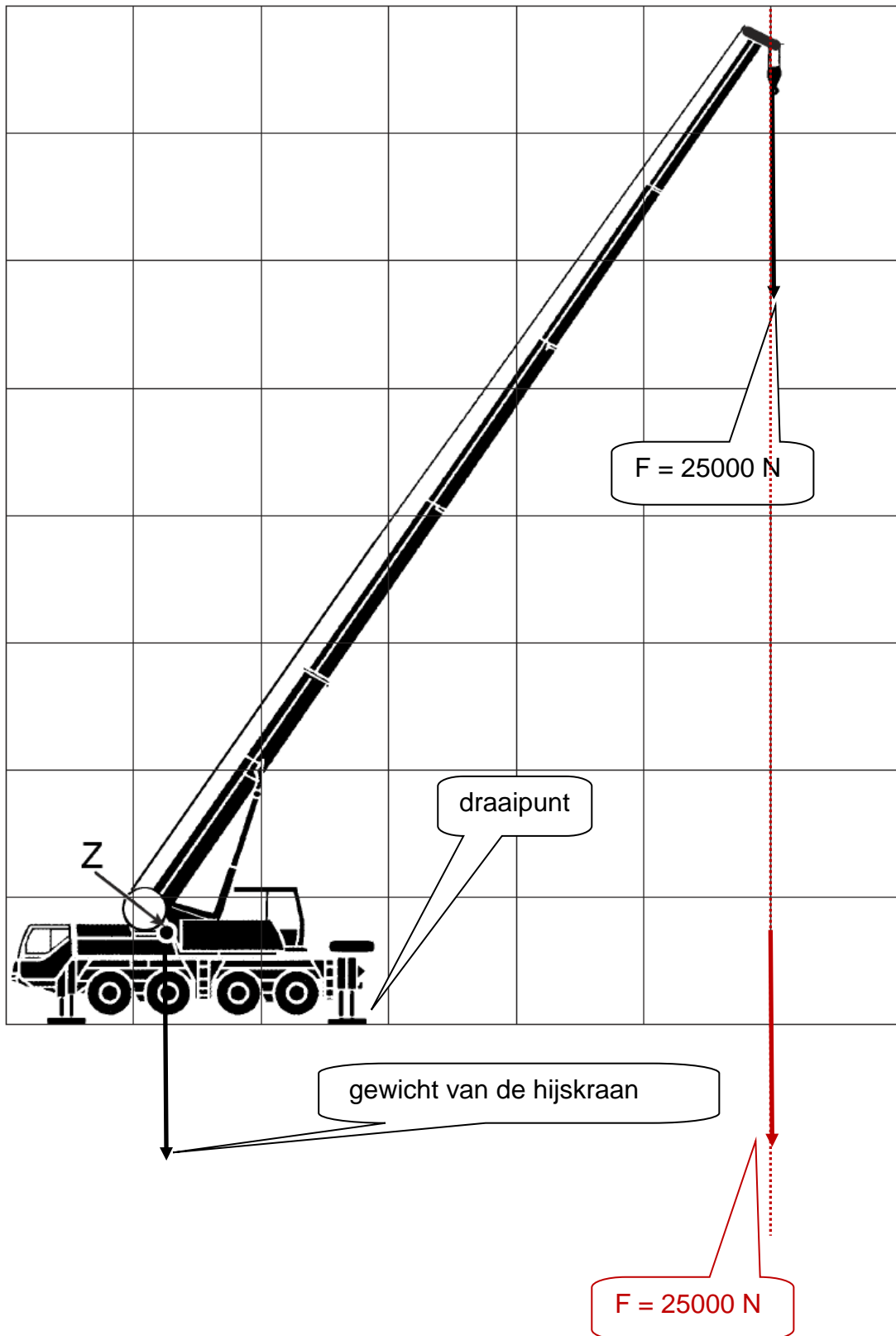
niet vergeten: de zwaartekracht op Fija omrekenen naar massa:

$$F_{\text{fija}} = m_{\text{fija}} * g$$

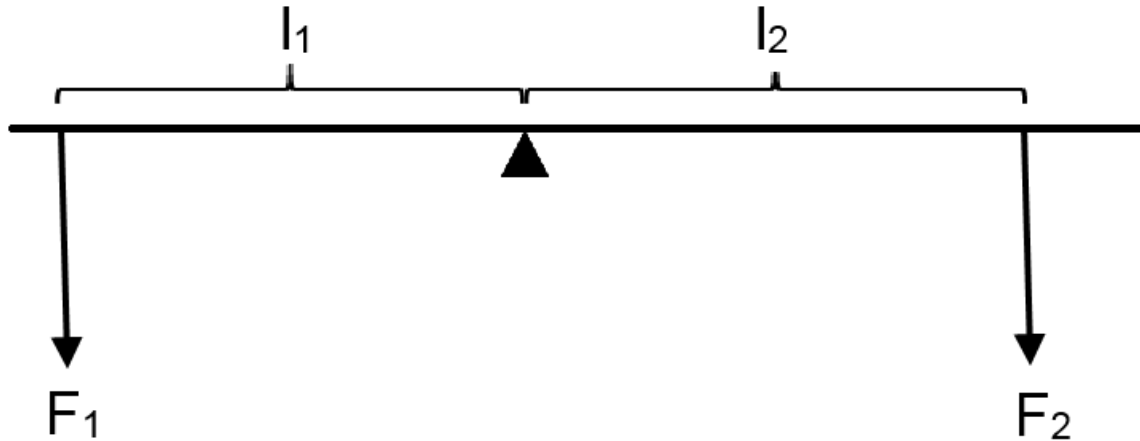
$$780 = m_{\text{fija}} * 10$$

antwoord: $m_{\text{fija}} = 78 \text{ kg}$

10. De hijskraan in de onderstaande tekening kan een kracht van 25000 N tillen. Het gewicht van de hijskraan houdt de kraan dan precies in evenwicht. Het gewicht werkt in het zwaartepunt. Dat is in de tekening met een Z aangegeven. Elk hokje in de tekening stelt 3 meter voor. Bereken het gewicht (in N) van de hijskraan.



Voor het bepalen van de afstand van de kracht tot het draaipunt, moet de kracht loodrecht op de hefboom staan. In de tekening hierboven heb ik een stippelijntje door de kracht getekend. Ik mag de kracht over het stippelijntje verschuiven, tot de kracht loodrecht op de hefboom staat. De afstand tot het draaipunt is zo duidelijker af te meten. Maak dan een schets van de situatie, bijvoorbeeld:



- a. gegeven: $F_2 = 25000 \text{ N}$ $l_1 = 4 \text{ m}$ $l_2 = 10 \text{ m}$
 gevraagd: F_1
 formule: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$
 $F_1 \cdot 4 = 25000 \cdot 10$
 $F_1 \cdot 4 = 250\,000$
 $F_1 = 250\,000 / 4$
 antwoord $F_1 = 62500 \text{ N}$