

3 Kracht

2 vwo

3.1 Wat doet een kracht?

- 1*** Als er een kracht werkt kan een voorwerp vervormen.
a Geef een voorbeeld uit de praktijk.
- Als er een kracht werkt kan een voorwerp versnellen.
b Geef een voorbeeld uit de praktijk.
- Als er een kracht werkt kan een voorwerp vertragen.
c Geef een voorbeeld uit de praktijk.
- Als er een kracht werkt kan de richting van de snelheid veranderen.
d Geef een voorbeeld uit de praktijk.
- 2*** **a** Leg uit op welke twee manieren een voorwerp kan vervormen.
b Geef van iedere manier een voorbeeld uit de praktijk.
- 3*** **a** Wat is de betekenis van de hoofdletter F?
b Wat is de betekenis van de hoofdletter N?
c Leg uit wat een vector is.
d Leg uit waarom kracht een vector is.
- 4*** Een kracht kun je aangeven met een pijl.
a Hoe heet de plaats waar de pijl begint?
b Wat geeft de plaats waar de pijl begint aan?
c Wat geeft de lengte van de pijl aan?
d Wat geeft de richting van de pijl aan?

5** De krachtschaal is 5 cm \leftrightarrow 40 N

a Teken een horizontale krachtpijl van 56 N

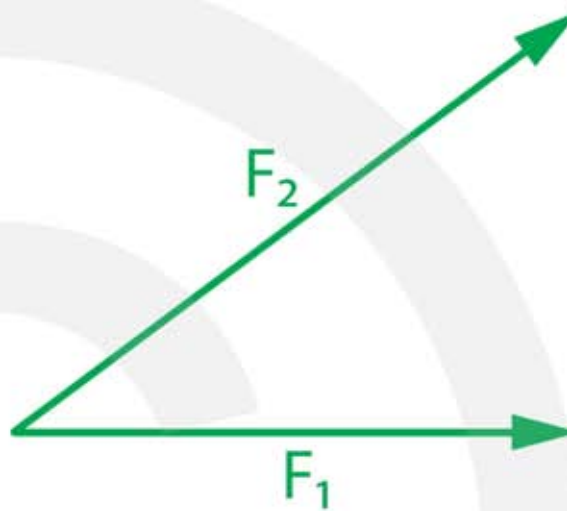
6** In de figuur zie je twee krachtpijlen F_1 en F_2 .

De krachtschaal is: 2 cm \leftrightarrow 5 N

a Bereken de grootte van F_1 .

b Bereken de grootte van F_2 .

c Meet de hoek tussen F_1 en F_2 .



7** In de figuur zie je twee krachtpijlen F_1 en F_2 . Kracht $F_2 = 15$ N

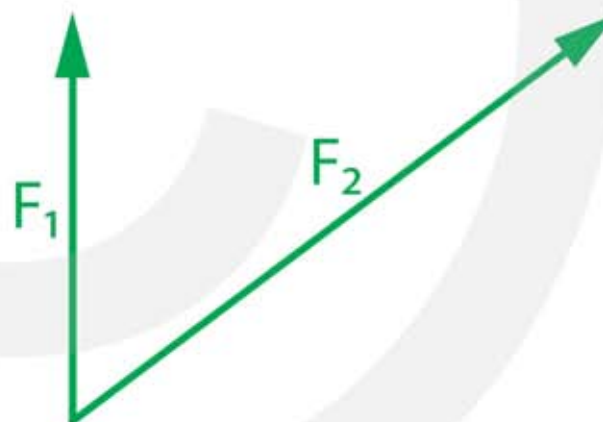
a Bereken de krachtschaal.

b Bereken F_1 .

Met de verhouding tussen l_1 en l_2 bedoel je de lengte l_1 gedeeld door lengte l_2 .

c Bepaal de verhouding tussen l_1 en l_2 .

d Beredeneer wat de verhouding is tussen F_1 en F_2 .



8** a Wat is de resulterende kracht?

b Wat is het symbool voor de resulterende kracht?

Bij twee krachten mag je niet altijd het aantal newton bij elkaar optellen om de resulterende kracht te vinden.

c Leg uit waarom dit niet altijd mag.

d Leg uit wanneer dit wel is toegestaan.

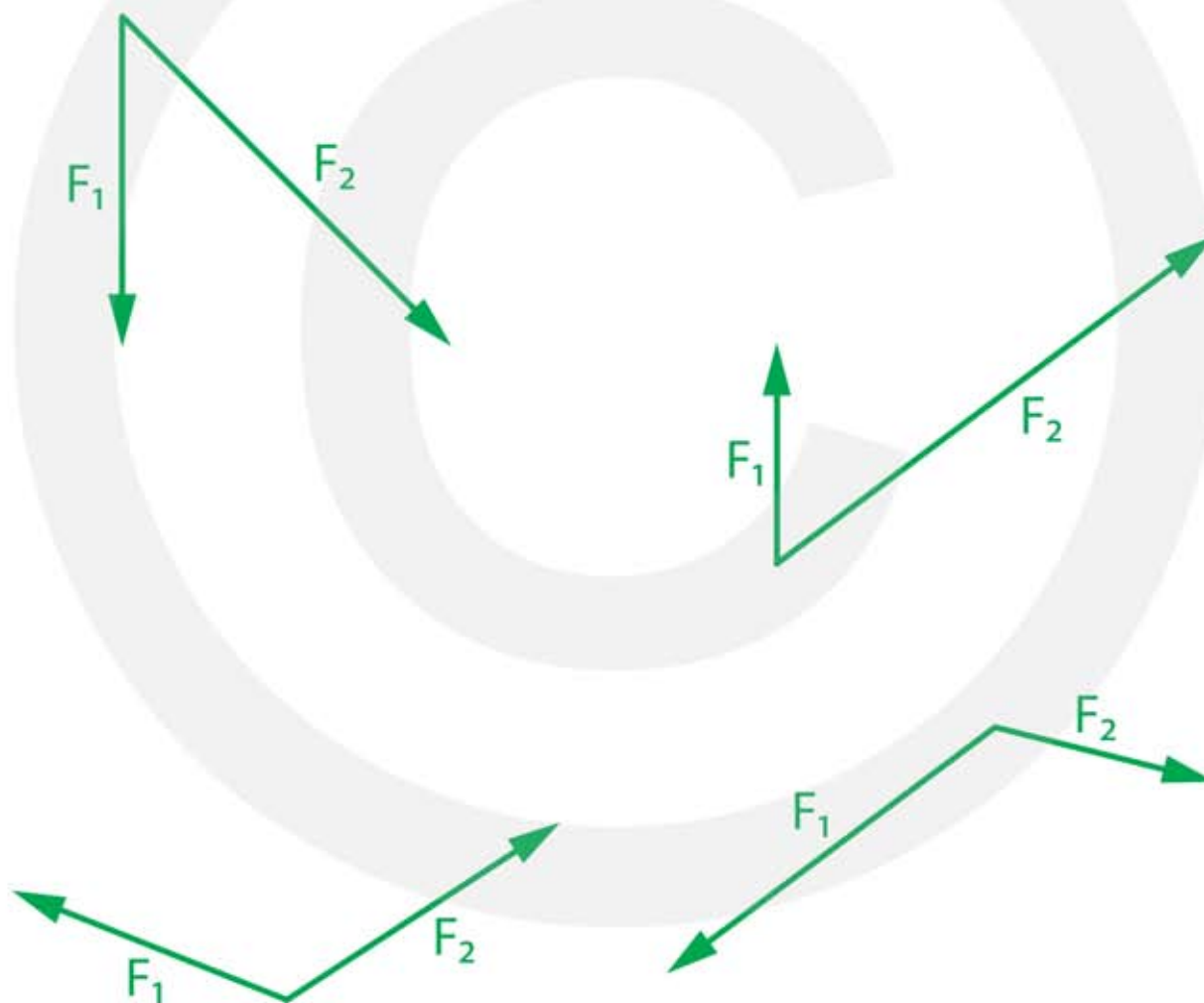
9** Twee krachten F_1 en F_2 werken in dezelfde richting. $F_1 = 15\text{ N}$ en $F_2 = 12\text{ N}$

a Bereken de grootte van de resulterende kracht.

Twee krachten F_1 en F_2 werken in tegenovergestelde richting. $F_1 = 15\text{ N}$ en $F_2 = 12\text{ N}$

b Bereken de grootte van de resulterende kracht.

10*** In de figuur zie je vier keer de krachten F_1 en F_2 met steeds een andere grootte en richting.



a Teken voor alle vier gevallen de resulterende kracht ΣF .

Iedere keer is F_1 gelijk aan 50 N .

b Bepaal voor alle vier gevallen F_2 .

c Bepaal voor alle vier gevallen ΣF .

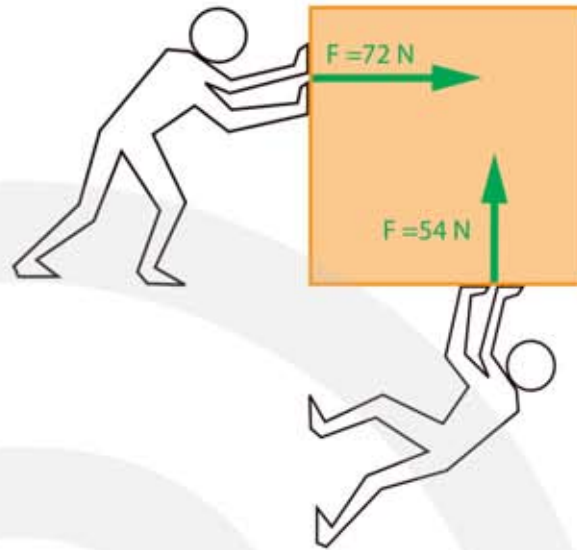
11*** Sterre en David duwen tegen een kist. David duwt met 72 N naar rechts en Sterre duwt met 54 N naar boven.

a Gebruik krachtschaal 1 cm \leftrightarrow 10 N en teken de twee krachten op schaal. Laat de krachten in hetzelfde aangrijpingspunt beginnen.

b Bepaal de resulterende kracht.

David gaat twee keer zo hard duwen.

c Bepaal opnieuw de resulterende kracht en leg uit of de resulterende kracht nu ook twee keer zo groot is geworden.



12** Een koets wordt door twee paarden voortbewogen. Op de koets werkt een kracht van 800 N.

Het bruine paard trekt met 500 N.

a Met hoeveel kracht trekt het grijze paard?

Het bruine paard wordt moe en trekt nog maar op halve kracht.

b Met hoeveel kracht moet het grijze paard trekken om dezelfde kracht op de koets te houden?



13** Vier jongens zijn aan het touwtrekken.
– Tim (gele shirt) trekt met 480 N
– Tom (roze shirt) trekt met 620 N
– Jim (oranje broek) trekt met 540 N

De jongens staan stil omdat $\Sigma F = 0$

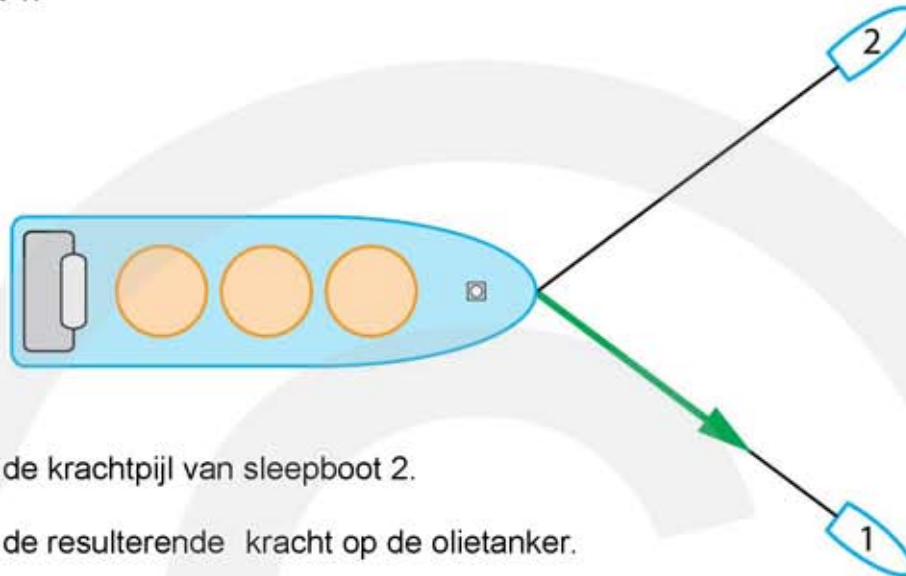
a Met hoeveel kracht trekt Jan (groene broek)?

b Wat gebeurt er als Jan het touw loslaat?



14*** Olietanker

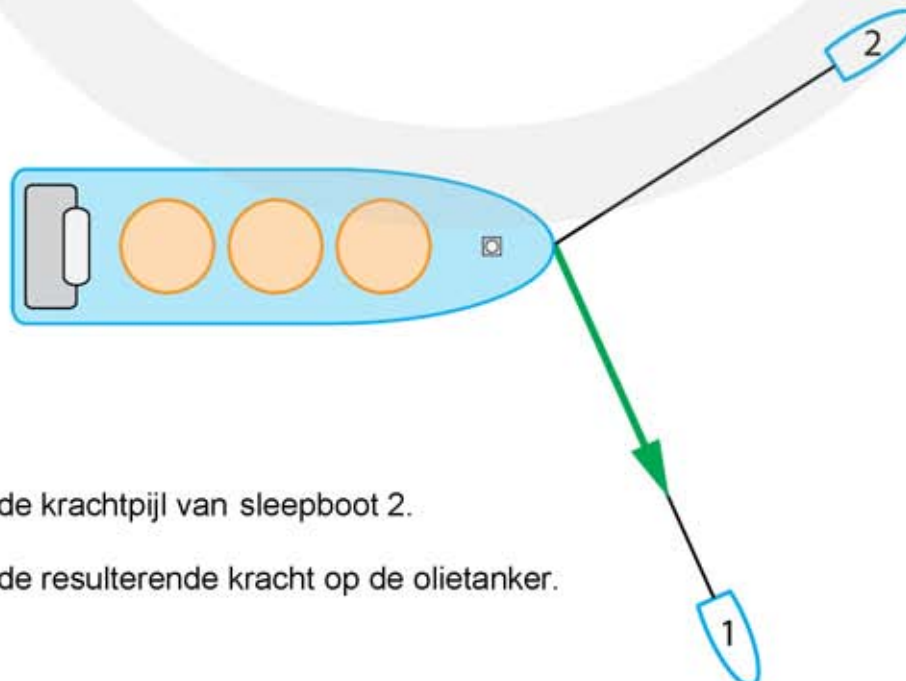
In de figuur zie je twee sleepboten 1 en 2 die een olietanker slepen. De trekkracht van sleepboot 1 is getekend. De trekkracht van sleepboot 2 is even groot als die van sleepboot 1.



- Teken de krachtpijl van sleepboot 2.
- Teken de resulterende kracht op de olietanker.
Sleepboot 1 trekt met 35000 N.
- Bepaal de grootte van de resulterende kracht.
- Leg uit in welke richting de olietanker gaat varen.

15*** Vervolg olietanker

Na een tijdje gaat sleepboot 1 onder een andere hoek trekken. Sleepboot 2 heeft nog steeds dezelfde trekkracht als sleepboot 1.

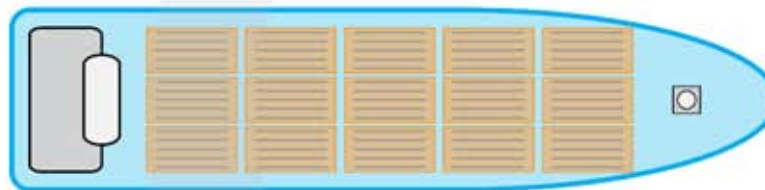


- Teken de krachtpijl van sleepboot 2.
- Teken de resulterende kracht op de olietanker.

Sleepboot 1 trekt met 35000 N.

- c Bepaal de grootte van de resulterende kracht.
- d Leg uit in welke richting de olietanker gaat varen.
- e Leg uit in welke richting de sleepboten gaan varen.

16**** Twee sleepboten trekken een containerschip vooruit.
De kracht in de kabels is 50000 N.



Volgens Daniel is de resulterende kracht op het containerschip twee keer 50000 is 100000 N

Volgens Femke is de resulterende kracht op het containerschip in ieder geval meer dan 50000 N

Volgens Jikke is de resulterende kracht op het containerschip minder dan 50000 N.

- a Wie heeft er volgens jou gelijk? Leg uit waarom je dat vindt.
- b Bepaal de resulterende kracht op het containerschip.

HERHALING

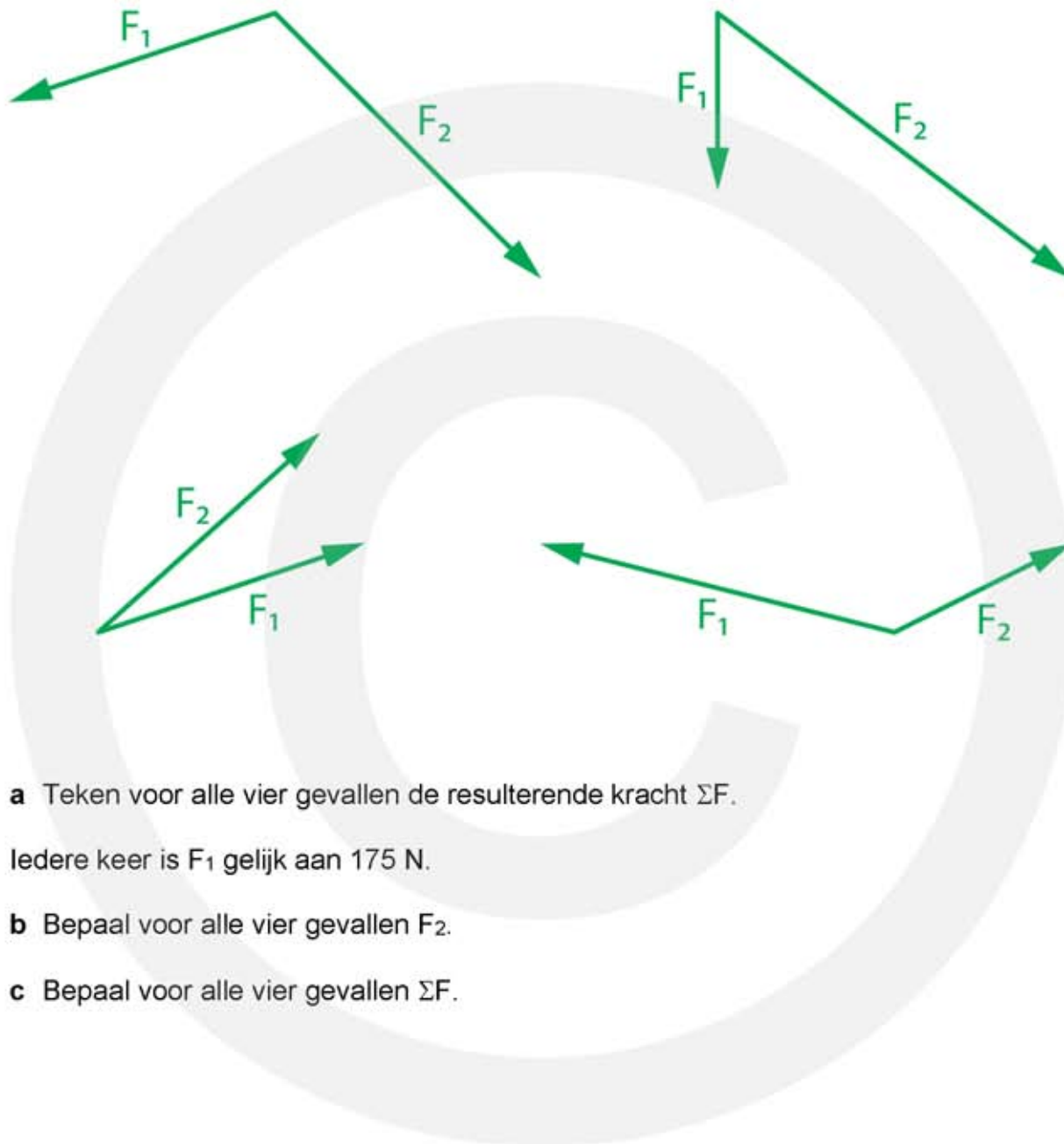
- 1** Van F_1 weet je de grootte en de lengte van de getekende krachtpijl l_1 . Gebruik een verhoudingstabel om de lengte van de krachtpijl l_2 te berekenen.

F_1 (N)	lengte pijl F_1 (cm)	F_2 (N)	lengte pijl F_2 (cm)
10	4	15	6
10	6	25	
120	3	50	
4500	9	3000	
850	10	312	

- 2** Van F_1 weet je de grootte en de lengte van de getekende krachtpijl l_1 . Gebruik een verhoudingstabel om de grootte van F_2 te berekenen.

F_1 (N)	lengte pijl F_1 (cm)	F_2 (N)	lengte pijl F_2 (cm)
10	4	15	6
25	5		8
60	12		5
76	15		24
1600	7,3		2,25
5500	8,7		21,8

3*** In de figuur zie je vier keer de krachten F_1 en F_2 met steeds een andere grootte en richting.



a Teken voor alle vier gevallen de resulterende kracht ΣF .

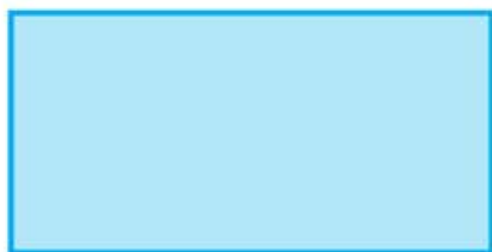
Iedere keer is F_1 gelijk aan 175 N.

b Bepaal voor alle vier gevallen F_2 .

c Bepaal voor alle vier gevallen ΣF .

3.2 De zwaartekracht

- 1***
- a Leg uit wat "massa" is.
 - b Geef de eenheid van massa.
 - c Leg uit wat zwaartekracht en massa met elkaar te maken hebben.
 - d Leg uit of je massa verandert als je in de ruimte bent.
- 2****
- a Wat bepaalt hoeveel zwaartekracht een voorwerp op aarde ondervindt.
 - b Bereken de zwaartekracht op een persoon van 54 kg.
 - c Leg uit of de zwaartekracht op een voorwerp op aarde groter of kleiner kan worden gemaakt.
- 3*****
- De valversnelling op de planeet Mars is $3,7 \text{ m/s}^2$. Dit is veel kleiner dan de valversnelling op aarde. Op te weten hoe zwaar je bent ga je op aarde op een weegschaal staan. De weegschaal geeft aan dat je 54 kg weegt.
- a Stel dat je naar Mars gaat en daar opnieuw op deze weegschaal gaat staan, wat geeft de weegschaal dan aan?
- De valversnelling op de planeet Jupiter is $24,9 \text{ m/s}^2$.
- b Stel dat je naar Jupiter gaat en daar opnieuw op deze weegschaal gaat staan, wat geeft de weegschaal dan aan?
- 4***
- In de figuur zie je een rechthoek en een gelijkzijdige driehoek.



- a Bepaal het zwaartepunt van de rechthoek en van de gelijkzijdige driehoek.

5** In de figuur zie je een parallellogram en een driehoek.



a Bepaal het zwaartepunt van het parallellogram en van de driehoek.

6* a Leg uit wanneer twee krachten met elkaar in evenwicht zijn.

b Leg uit wanneer vijf krachten met elkaar in evenwicht zijn.

c Leg uit hoe je kunt zien dat krachten in evenwicht zijn.

7* Op een voorwerp werken drie krachten. Deze krachten zijn niet met elkaar in evenwicht.

a Leg uit wat er met het voorwerp gaat gebeuren.

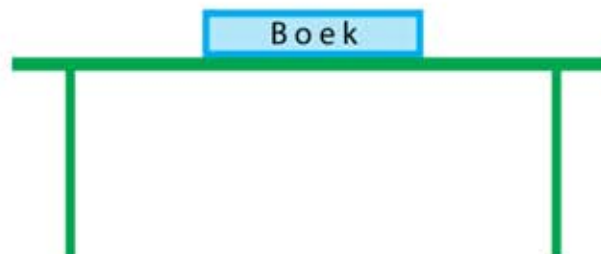
8* a Wat betekent "normaal" in het woord normaalkracht?

Op dit ogenblik werkt er een normaalkracht op je lichaam.

b Waaraan kun je dit merken?

c Wat gebeurt er als er geen normaalkracht op je lichaam werkt?

9** Een boek van 800 g ligt stil op een tafel.



a Hoe groot is de resulterende kracht op het boek?

b Hoe heet de kracht die het boek op de tafel uitoefent?

c Hoe heet de kracht die de tafel op het boek uitoefent?

d Hoe groot zijn de krachten die op het boek werken?

Gebruik een krachtschaal van $1\text{ cm} \leftrightarrow 2\text{ N}$

e Teken alle krachten op het boek en geef de naam van deze krachten.

f Welke krachten werken er op de tafel?

10*** Een astronaut neemt een maansteen van $5,0\text{ kg}$ mee naar de aarde. De valversnelling op de maan is $1,62\text{ m/s}^2$.

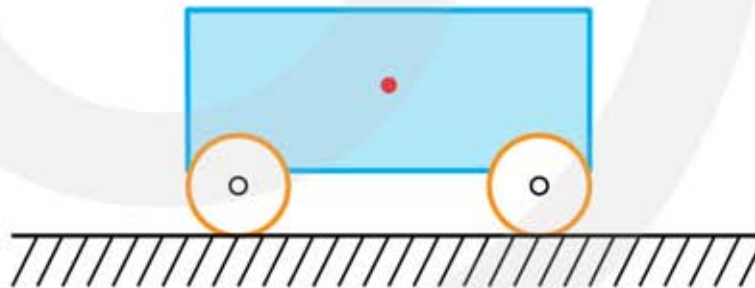
a Hoe groot is de massa van deze steen op aarde?

b Hoe groot is het gewicht van deze steen op de maan?

c Hoe groot is het gewicht van deze steen op aarde?

11** In de figuur zie je een kar.
De massa van de kar is $25,0\text{ kg}$. De stip is het zwaartepunt van de kar.

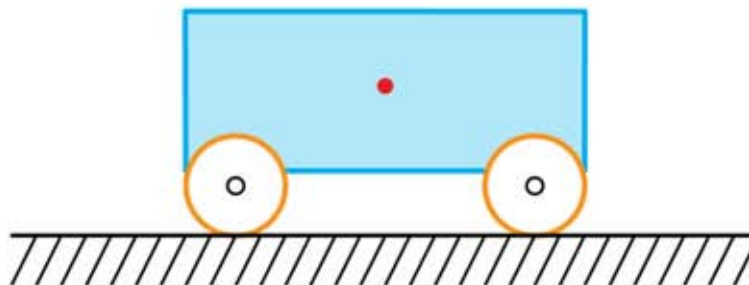
a Teken de zwaarte-
kracht op de kar.
Krachtschaal:
 $1\text{ cm} \leftrightarrow 50\text{ N}$.



b Teken de normaalkrachten op de wielen van de kar.

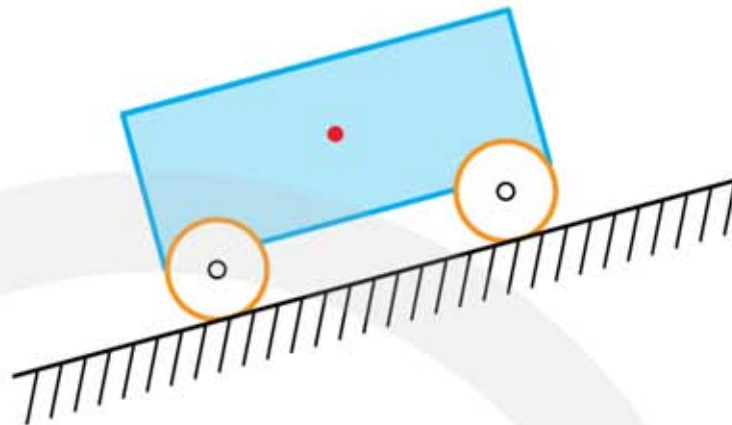
12* In de figuur zie je een kar.

a Teken het steunvlak van de kar.



Dezelfde kar staat op een schuine helling, zie figuur.

- b** Teken het steunvlak van de kar op de helling.



- 13**** In de figuur zie je een takelwagen die een auto optilt.

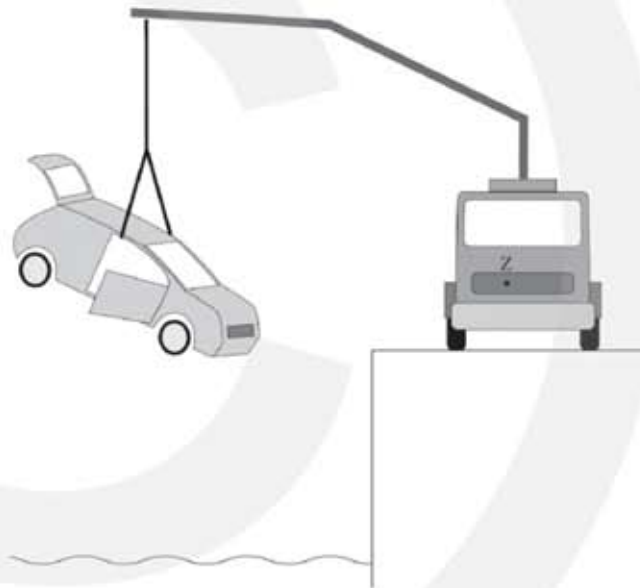
- a** Teken het steunvlak van de takelwagen.

Als de auto te zwaar is kantelt de takelwagen.

- b** Geef het punt aan waar de takelwagen gaat kantelen.

De chauffeur is bang dat de takelwagen omvalt.

- c** Leg uit wat hij kan doen om dat te voorkomen.

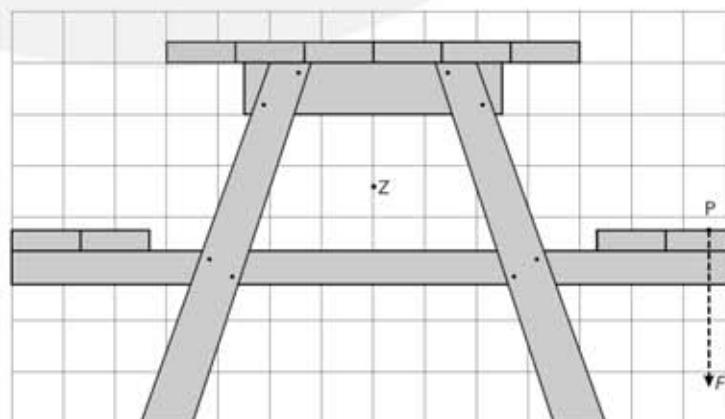


- 14**** In de figuur zie je een picknicktafel.

- a** Teken het steunvlak van de picknicktafel.

Als er te veel mensen bij punt P gaan zitten kantelt de picknicktafel.

- b** Geef het punt aan waar de picknicktafel gaat draaien.



Je bent bang dat de picknicktafel omvalt.

c Leg uit wat je kunt doen om dat te voorkomen.

15*** In de figuur zie je de scheve toren van Pisa.

a Teken het steunvlak.

De toren is een belangrijke toeristische attractie en mag niet omvallen.

b Geef het gebied aan waarin zich het zwaartepunt moet bevinden.

Vroeger mochten grote groepen toeristen de toren beklimmen. Dit kan gevaarlijk zijn.

c Leg uit wanneer dit gevaarlijk is.



16*** In de figuur zie je een boek op een tafel. Het boek is in evenwicht.



a Leg uit waaraan je kunt zien dat in beide situaties het boek in evenwicht is.

In de ene situatie is het boek labiel en in de andere stabiel.

b Leg uit wanneer het boek labiel is en wanneer stabiel.

c Teken het steunvlak van de tafel.

17**** Twee flessen staan op een tafel. De ene is leeg en de andere helemaal vol. Zie figuur.

Stan beweert dat de volle fles stabiel is dan de lege. Amber beweert dat de lege fles stabiel is dan de volle.

- a Wie denk je dat er gelijk heeft, Stan, Amber of geen van beiden.

Sophie wil onderzoeken wanneer de flessen gaan omvallen en zet de tafel een beetje scheef. Zie figuur.

- b Gaat er een fles omvallen?
c Welke fles gaat als eerste omvallen als de tafel steeds schever komt te staan?
d Wat kun je doen om ervoor te zorgen dat de volle fles niet zo snel omvalt?



3.3 Kracht en vervorming

- 1* a Leg uit wat met de vervorming wordt bedoeld.
b Wat is het symbool voor de vervorming.
c Wat is de eenheid van de vervorming.
- 2* Een balpenveertje is 3,5 cm lang. Als je er aan trekt wordt hij 4,8 cm lang. Als je hem in elkaar drukt wordt hij 1,8 cm lang.
a Bereken de vervorming als je aan het veertje trekt.
b Bereken de vervorming als je het veertje in elkaar drukt.
- 3* a Leg uit wat de veerconstante van een spiraalveer is.
b Wat is het symbool voor de "veerconstant"
c Wat is de eenheid van de veerconstante.
- 4** Een veer heeft een veerconstante van 32 N/m.
a Hoeveel kracht heb je nodig om de veer 1,0 meter uit te rekken?
b Hoeveel kracht heb je nodig om deze veer 25 cm uit te rekken?
- 5** Veer A heeft een veerconstante van 54 N/m en veer B heeft een veerconstante van 45 N/m.
a Leg uit welke veer het makkelijkst is te vervormen.
b Hoeveel kracht heb je nodig om veer A 7 cm langer te maken?
Op veer B oefen je een kracht van 9 N uit.
c Bereken de vervorming van veer B.



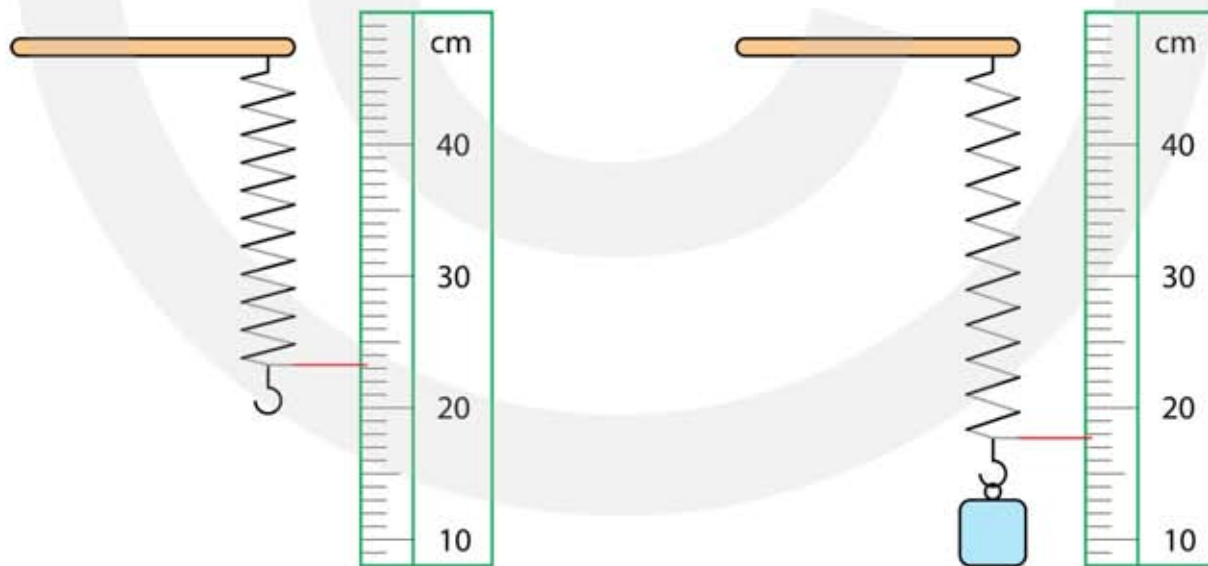
6*** Een veer is 15 cm lang. Als je een kracht 30 N op de veer uitoefent wordt de veer 12 cm langer.

- Bereken de veerconstante.
- Bereken hoeveel langer deze veer wordt als je een kracht van 50 N uitoefent.
- Bereken de lengte van deze veer als je een kracht van 40 N uitoefent.

7**** Je hangt een blokje van 200 gram aan een spiraalveer en meet daarna dat de uitgerekte veer een lengte heeft van 25 cm. Je verwijdt het blokje een hangt een nieuw blokje van 500 gram aan de veer. Die krijgt dan en lengte van 40 cm.

- Welke lengte krijgt de veer als je er een blokje van 800 gram aan hangt?
- Bij welke massa krijgt de veer een lengte van 70 cm?

8*** Je hangt een veer aan een statief (zie figuur 1). Vervolgens hangt je er een blokje van 15 gram aan waardoor de veer wordt uitgerekt (zie figuur 2).



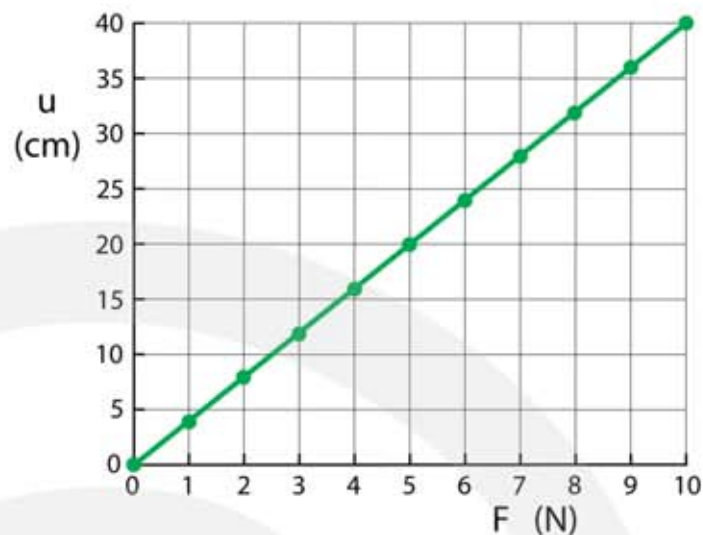
Figuur 1

Figuur 2

- Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de uitrekking van de veer.
- Bepaal de veerconstante.
- Bereken de uitrekking van de veer als je er een blokje van 40 gram aan hangt.
- Bepaal welk getal de wijzer dan aangeeft op de liniaal.

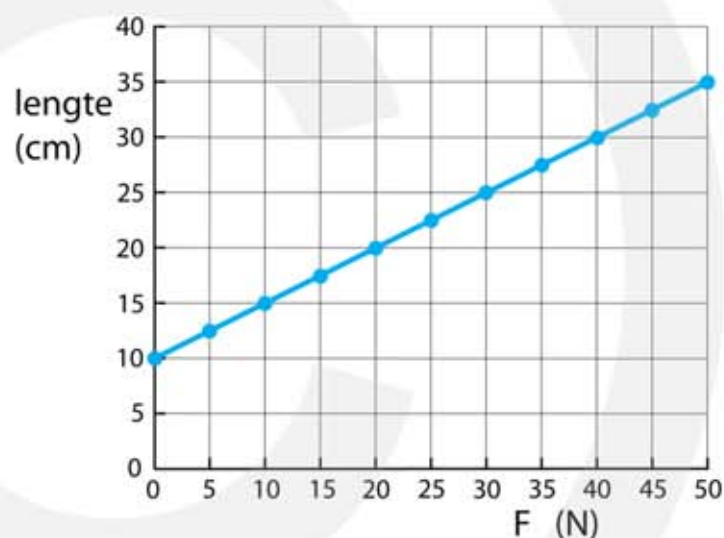
9** De figuur is het (u, F)-diagram van een veer.

- Bepaal de veerconstante.
- Bereken de kracht die nodig is om deze veer 1,5 cm uit te rekken.
- Bereken de uitrekking als er een kracht van 18 N wordt uitgeoefend.



10** De figuur is het (lengte, F)-diagram van een veer.

- Bepaal de veerconstante.
- Bepaal de kracht die nodig is om deze veer 50 cm lang te maken.
- Wat is de lengte van de veer bij een kracht van 125 N?



11*** Een expander gebruik je bij fitness om je armspieren te trainen. Zie figuur.

Jip en Janneke trekken om de beurt aan een expander, waarin twee of drie veren van gelijke sterkte (dezelfde veerconstante) naast elkaar zijn bevestigd. Zie figuur.



- Jip kan 2 veren, 35 cm uitrekken.
- Janneke kan 3 veren, 25 cm uitrekken.

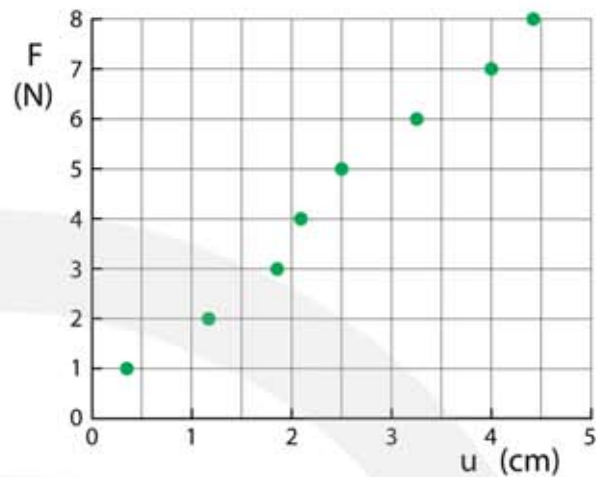
a Leg uit wie er sterker is, Jip of Janneke.

Er wordt een vierde veer aan de expander toegevoegd.

b Bereken hoever Jip de expander met 4 veren kan uitrekken.

c Bereken hoever Janneke de expander met 4 veren kan uitrekken.

12**** In de figuur staat op de horizontale as de uitrekking en op de verticale as de kracht. De meetpunten zijn het resultaat van een slordig uitgevoerd experiment.



a Leg uit waaraan je kunt zien dat het experiment slordig is uitgevoerd

Het punt (0, 0) is niet aangegeven maar hoort toch bij de meetserie.

b Leg uit waarom dit het geval is.

c Trek met een liniaal de best mogelijke rechte lijn door de meetpunten. Zorg ervoor dat de lijn in ieder geval door (0, 0) gaat.

d Bepaal de veerconstante uit de helling van de getekende lijn.

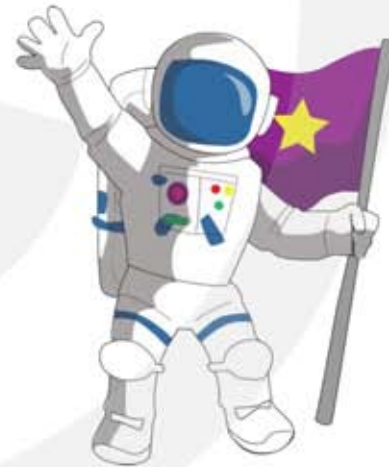
e Bereken de kracht die nodig is om de veer 14 cm uit te rekken.

13**** Een astronaut neemt een spiraalveer mee naar de maan en hangt er een steen van 5,0 kg aan. De veer rekt 20 cm uit. De valversnelling op de maan is 1,62 m/s².

a Bereken de veerconstante van de veer.

Terug op aarde hangt de astronaut dezelfde steen aan dezelfde veer.

b Bereken de uitrekking van de veer op aarde.



14**** Je hangt een blokje van 90 g aan een veer. De veer heeft dan een lengte van 22,5 cm. Daarna voeg je een blokje van 60 g toe. De veer krijgt nu een lengte van 27,5 cm.

a Bereken de veerconstante.

b Bereken de lengte van de veer als er geen blokje aan hangt.

c Bereken de lengte van de veer als er in totaal 240 g aan hangt.

Druk geen opgaven

3.4 Kracht en versnelling

- 1* a Formuleer de eerste wet van Newton in je eigen woorden.
- b Formuleer de tweede wet van Newton in je eigen woorden.
- c Formuleer de derde wet van Newton in je eigen woorden.



- 2* Je houdt een bowlingbal van 3,0 kg vast zonder te bewegen.
- a Bereken de zwaartekracht op de bowlingbal.
- b Bereken de kracht die je armspier uitoefent.
- c Hoe heet de kracht die je armspier uitoefent?

- 3* Vervolgens werp je de bowlingbal. Onderweg naar de pionnen heeft de bal een constante snelheid van 10 km/h.
- a Noem de krachten die onderweg op de bowlingbal werken.
- b Zijn er nu andere krachten in het spel dan bij vraag 2?



- 4** Aan het einde van de baan botst de bal tegen de pionnen, waardoor zijn snelheid afneemt.
- a Wat weet je van de grootte van de resulterende kracht als de bal door de pionnen wordt afgeremd?
- b Wat weet je van de richting van de resulterende kracht als de bal door de pionnen wordt afgeremd?



5*** Een kind speelt met een bal in een trein. Plotseling ziet ze de bal spontaan naar de achterkant van de wagon rollen.

a Geef hiervoor een verklaring.

Op een ander moment rolt de bal plotseling naar voren.

b Geef hiervoor een verklaring.

c Kan de bal ook spontaan zijwaarts gaan rollen? Verklaar je antwoord.

6** Sterren bewegen al miljarden jaren door de ruimte.

a Wat houdt hen in beweging?

7*** Een auto met een massa van 1200 kg trekt in 5,0 s eenparig versneld op vanuit stilstand tot een snelheid van 72 km/h.

a Bereken de zwaartekracht op de auto

b Bereken de normaalkracht op de auto

c Bereken de resulterende kracht op de auto.



De auto rijdt met een constante snelheid verder. De motorkracht is nu 2500 N.

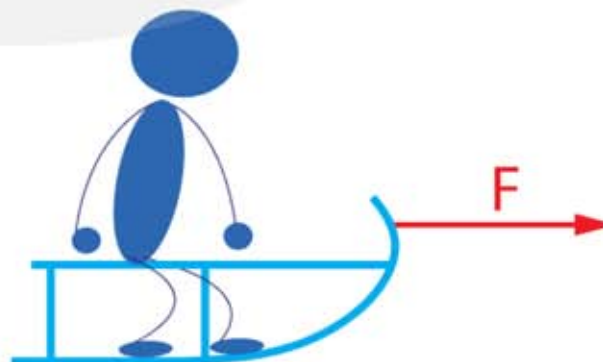
d Bereken de wrijvingskracht op de auto

8*** Een kind op een slee heeft een totale massa van 40 kg. Vader trekt aan het touw dat aan de slee vast zit met een kracht van 50 N. Verwaarloos de wrijvingskracht.

a Hoe groot is de snelheid van de slee na 4,0 s?

b Welke afstand heeft de slee na 4,0 s afgelegd?

c Hoe groot is de normaalkracht die door de grond op de slee wordt uitgeoefend?



Met een snelheid van 5,0 m/s komt de slee op een gedeelte waar de wrijvingskracht 10 N is. Op dat moment laat vader het touw los.

- c Na hoeveel seconde staat de slee stil?
- d Hoeveel meter heeft de slee in deze tijd afgelegd?

9**** Een trein rijdt trekt in 5,0 minuten vanuit stilstand op tot hij een snelheid van 144 km/h heeft. De trein heeft een massa van 360.000 kg. De wrijvingskracht is 9000N.

- a Hoeveel kracht levert de motor van de trein?

HINT bereken eerst a en daarna ΣF

Als de trein met een snelheid van 144 km/h rijdt wordt de motor uitgezet.

- b Hoeveel minuten rijdt de trein door voor hij tot stilstand komt?
- c Hoeveel kilometer rijdt de trein door voor hij tot stilstand komt?



10**** Een vrachtauto maakt een noodstop, waarbij zijn snelheid in 20 seconde afneemt van 90 km/h tot 36 km/h. De vrachtauto heeft een massa van 20 ton. (een ton is 1000 kg)

- a Bereken de kracht die de remmen uitoefenen op de vrachtauto.

- b Is de remkracht naar voren of naar achteren gericht?

De remweg van een lege vrachtauto is veel kleiner dan die van een beladen vrachtauto.

- c Leg uit waarom dit het geval is.



11*** Reus en Dwerg zijn aan het touwtrekken. Reus is veel sterker dan Dwerg maar kan volgens Dombo toch niet winnen. Dombo beweert: hoe hard Reus ook aan het touw trekt, het touw trekt altijd even hard terug en Reus kan het touw dus nooit naar zich toe trekken.

a Welke denkfout maakt Dombo?

12*** Bij het volgende onderdeel van de wedstrijd staan Reus en Dwerg ieder op een drijvend vlot. Opnieuw gaan ze touwtrekken. Reus trekt veel harder aan het touw dan Dwerg, maar de slimme Dwerg heeft zijn vlot verzwaard met zandzakken, waardoor zijn vlot een grotere massa heeft dan het vlot van Reus.

a Wie van hen wint de wedstrijd?

13*** Bij een zeilwedstrijd denkt Slimbo te kunnen winnen door een ventilator in zijn boot mee te nemen om extra veel wind in de zeilen te blazen.

a Welke denkfout maakt Slimbo?

Slimbo draait vervolgens de ventilator naar achteren.

b Leg uit of hierdoor de boot gaat versnellen?

14*** Een parachutist met een massa van 80 kg daalt met een constante snelheid.

a Bereken de kracht die de parachute op de parachutist uitoefent. **HINT dit is de normaalkracht**

Plotseling scheurt de parachute en valt de parachutist met een versnelling van $8,0 \text{ m/s}^2$ naar beneden.

b Hoeveel kracht oefent de parachute nu uit op de parachutist?

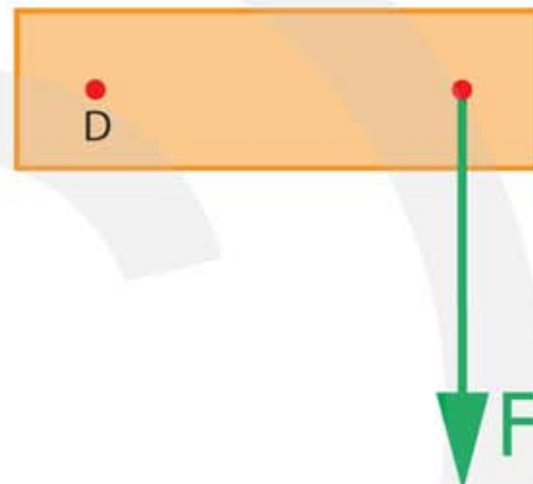
c Hoe groot is de kracht die de parachutist op de parachute uitoefent?



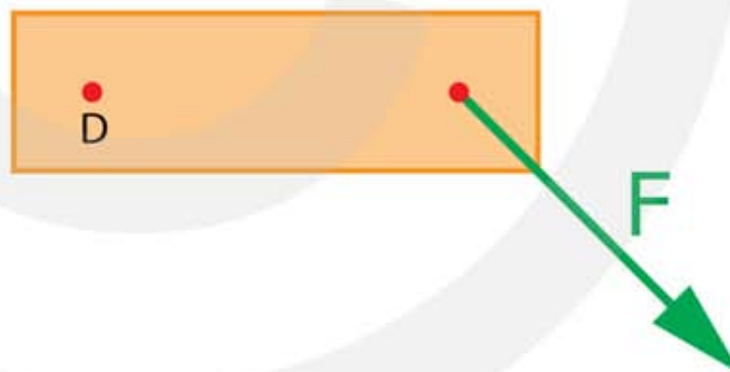
3.5 De momentenwet (hefboomwet)

- 1*
- a Wat wordt er bedoeld met de arm van een kracht?
 - b Wat is de eenheid van de arm van een kracht ?
 - c Wat is het moment van een kracht?
 - d Wat is de eenheid van het moment van een kracht ?

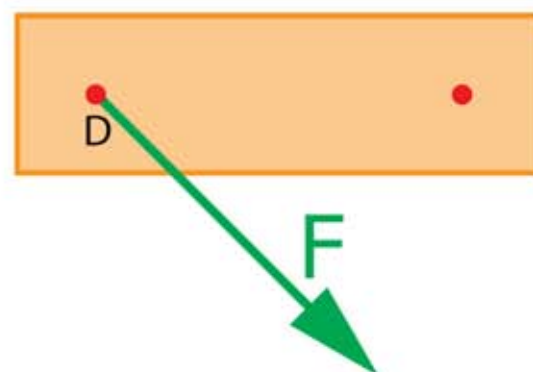
- 2*
- In de figuur zie je een balk. De balk kan draaien om punt D. Op de balk werkt een kracht van 50 N. De figuur is op schaal getekend.
- a Bepaal de arm van de kracht.
[Hint opmeten](#)
 - b Bereken het moment van de kracht.



- 3**
- In de figuur zie je een balk. De balk kan draaien om punt D. Op de balk werkt een kracht van 50 N. De figuur is op schaal getekend.
- a Bepaal de arm van de kracht.
 - b Bereken het moment van de kracht.

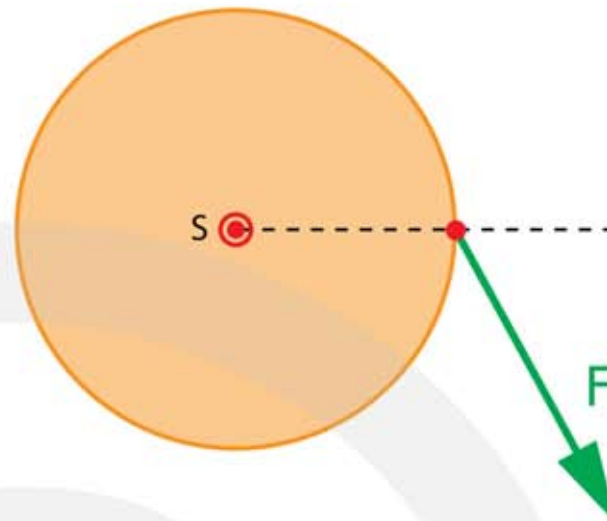


- 4*
- In de figuur zie je een balk met een lengte van 1,5 m. De balk kan draaien om punt S. Op de balk werkt een kracht van 50 N. De figuur is op schaal getekend.
- a Bepaal de arm van de kracht.
 - b Bereken het moment van de kracht.



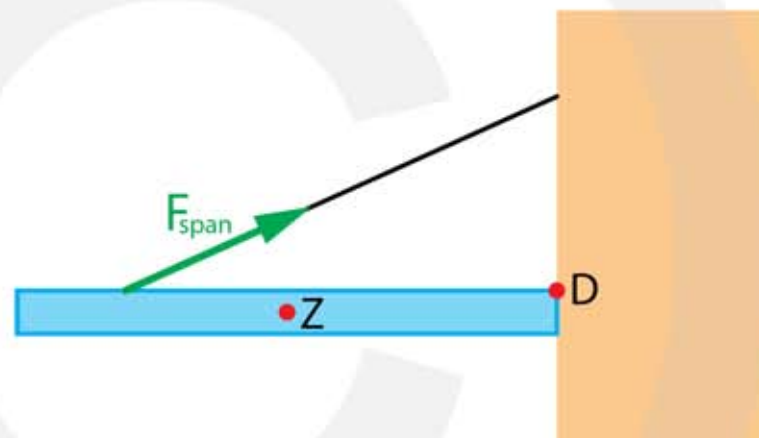
5** In de figuur zie je een draaischijf. Op de draaischijf werkt een kracht van 8,0 N.

- a Bepaal de arm van de kracht.
- b Bereken het moment van de kracht.



6** In de figuur zie je een luifel die met een kabel aan een muur is bevestigd. De spankracht in de kabel is 5,0 kN. Punt D is het draaipunt. De figuur is 40 keer verkleind.

- a Bepaal de arm van de spankracht.
- b Bereken het moment van de spankracht.

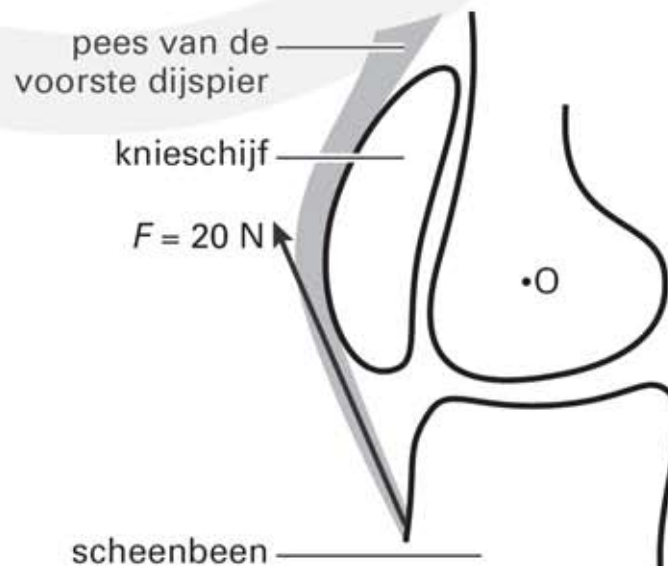


De zwaartekracht grijpt aan in het zwaartepunt Z.

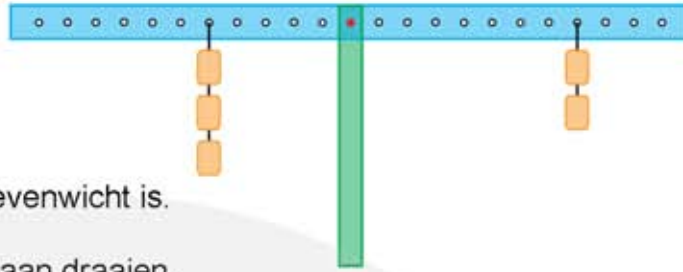
- c Bepaal de arm van de zwaartekracht.

7** Figuur 1 is een schematische tekening van een knie op ware grootte. Punt O in de figuur is het draaipunt van het kniegewricht.

- a Bepaal met behulp van de figuur de arm van kracht F.
- b Bereken het moment van de kracht ten opzichte van het draaipunt O.



- 8**** In de figuur zie je een balans.
De gaatjes zitten allemaal op dezelfde afstand. De gewichtjes hebben dezelfde massa.



- a** Leg uit waarom de balans niet in evenwicht is.
b Leg uit welke kant de balans zal gaan draaien.

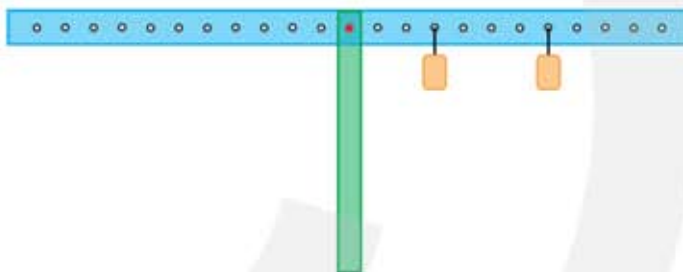
Door één gewichtje toe te voegen kun je de balans in evenwicht brengen.

- c** Aan welk gaatje moet dat gewichtje hangen?

Door twee gewichtjes toe te voegen kun je de balans ook in evenwicht brengen.

- d** Aan welke gaatjes moeten de twee extra gewichtjes hangen?

- 9**** In de figuur zie je een balans.
De gaatjes zitten allemaal op dezelfde afstand. De gewichtjes hebben dezelfde massa.



Je moet de balans in evenwicht brengen door aan de linkerkant één gewichtje toe te voegen.

- a** Aan welk gaatje moet dat gewichtje hangen?

Je kunt de balans ook in evenwicht brengen door twee gewichtjes toe te voegen. Je hangt het eerste gewichtje aan het gaatje helemaal aan de linkerkant.

- b** Aan welk gaatje moet je het tweede gewichtje hangen?

- 10***** Marika en Timo zitten op een wipwap. Aan de kant van Marika raakt de wipwap de grond. Zie figuur.

Marika denkt dat dit komt omdat ze zwaarder is dan Timo.

- a** Kan zij daarin gelijk hebben?

Timo beweert dat dit komt omdat Marika dichterbij het draaipunt zit.

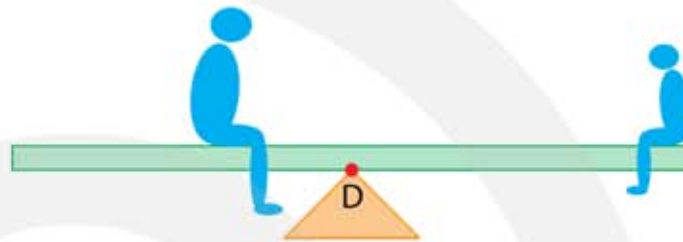


b Kan hij daarin gelijk hebben?

Marika weegt 32 kg en zit op 1,5 m van het draaipunt. Als Timo op 1,7 m van het draaipunt gaat zitten is de wipwap in evenwicht.

c Hoeveel weegt Timo?

11*** Opa Piet zit met zijn kleindochter Yara op een wipwap. Opa weegt 80 kg en Yara weegt 35 kg. Omdat opa zwaarder is gaat hij dichterbij het draaipunt zitten dan Yara. De afstand van Yara tot het draaipunt is 2,0 m.

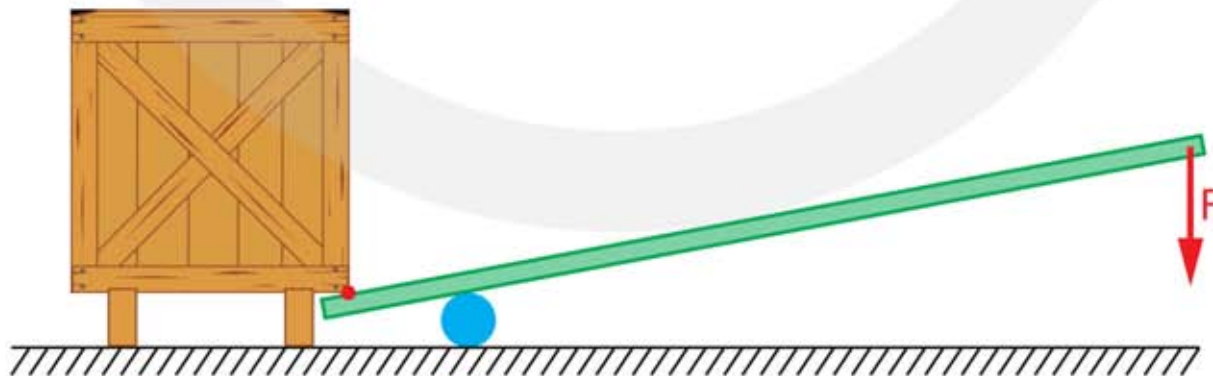


a Hoever van het draaipunt moet opa gaan zitten om de wipwap in evenwicht te houden?

Broer Alwin wil ook meedoen en gaat 30 cm voor Yara zitten. Alwin weegt 40 kg.

+ b Hoever van het draaipunt moet opa Piet nu gaan zitten om de wipwap in evenwicht te houden?

12*** Om een kist aan één kant op te tillen gebruik je een hefboom. Zie figuur. De figuur is 20 keer zo klein als de werkelijkheid. Je oefent een kracht van 240 N naar beneden uit. Het aangrijpingspunt van de kracht op de kist is met een rode stip aangegeven. De kist heeft een massa van 300 kg.



a Waar ligt het draaipunt van de hefboom? HINT dat is niet het draaipunt van de kist

b Hoe groot is de kracht op de kist?

c Hoeveel kracht moet je minimaal gebruiken om de kist aan één kant op te tillen?

13*** Flesopener 1

In de figuren 1 en 2 zie je twee flessenopeners waarmee je de kroonkurk van een fles kunt halen. Je schuift de rand van de flessenopener onder de kroonkurk en wipt daarna de dop van de fles met een omhoog gerichte kracht.



Figuur 1



Figuur 2

a Leg uit met welke van de twee flessenopeners je de minste kracht hoeft te zetten.

Bij de opener van figuur 1 heb je een kracht van 20 N nodig om een fles te openen.

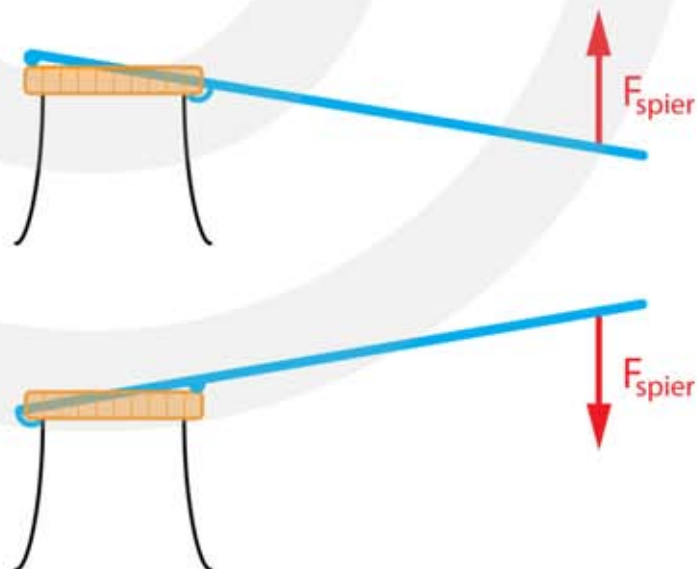
b Bepaal hoeveel kracht je bij de flessopener van figuur 2 nodig hebt.

HINT bepaal eerst de armen

14*** Flesopener 2

In de figuur zie je schematisch twee verschillende soorten flessenopeners. Bij de bovenste flessenopener moet je een kracht omhoog zetten om de fles te openen en bij de onderste opener een kracht omlaag, zie figuur.

Bij de onderste opener moet je meer kracht gebruiken om een fles te openen dan bij de bovenste.



a Leg uit waarom dit het geval is. Teken hiertoe eerst het draaipunt in beide figuren.

Bij de bovenste opener heb je een kracht van 15 N nodig om de fles te openen.

b Bepaal hoeveel kracht je bij de onderste flessopener nodig hebt.

HINT bepaal eerst de armen

15*** Steeksleutel

In de figuur zie je een verstelbare steeksleutel, een zeskantige moer (blauw) en het uiteinde van een schroef (oranje). De groene stip in het midden van de schroef is het draaipunt. In de figuur is de werkelijkheid 1,5 keer verkleind weergegeven.



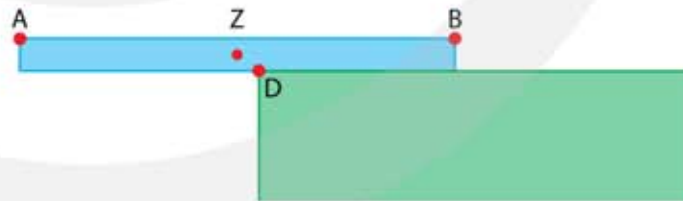
Op de steeksleutel oefen je een kracht van 120 N recht naar beneden uit. De moer komt dan nog niet in beweging.

- a Draai je met deze kracht de moer los of vast?
- b Hoe groot is het moment van deze kracht?

De rode stippen zijn de aangrijpingspunten van de krachten die de moer op de steeksleutel uitoefent. Deze krachten staan loodrecht op het contactoppervlak.

- c Hoe groot is de kracht die de moer bij een rode stip op de steeksleutel uitoefent?

- 16**** Een balk met een lengte van 1,6 m en een massa van 5,0 kg wordt alleen aan de rechterkant ondersteund. Het draaipunt D is aangegeven. Het zwaartepunt Z ligt in het midden van de balk.



- a Bereken of deze balk in evenwicht is.

De afstand van A tot D is 90 cm. Je kunt de balk in evenwicht houden door in B een kracht uit te oefenen.

- b Leg uit of deze kracht in B naar boven of naar beneden moet zijn gericht.
- c Bereken de kracht die in B moet worden uitgeoefend om de balk in evenwicht te houden.

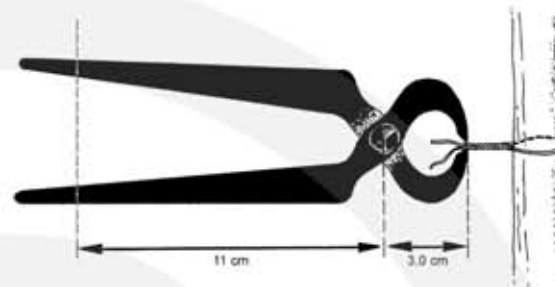
Je kunt de balk ook in evenwicht houden door een kracht in A uit te oefenen.

- d Leg uit of deze kracht in A naar boven of naar beneden moet zijn gericht.
- e Bereken de kracht die in A moet worden uitgeoefend om de balk in evenwicht te houden.

17*** Nijptang

Met een nijptang kan ijzerdraad in elkaar gedraaid worden en vervolgens afgeknipt. Van deze situatie staat in figuur 1 een schematische tekening.

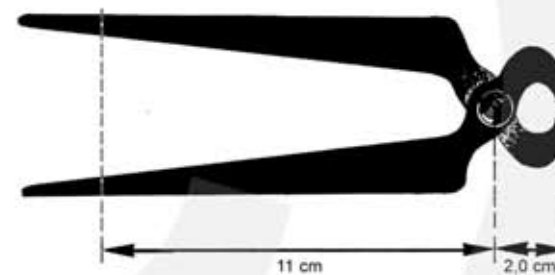
De hand oefent bij de linker stippellijn een kracht van 40 N uit maar dat is niet genoeg om het ijzerdraad door te knippen.



Figuur 1

- a Bereken met behulp van de gegevens uit de figuur hierboven de kracht die de bek op het ijzerdraad uitoefent.

Je kunt ook een nijptang gebruiken met een kleinere bek. Zie figuur 2. De hand oefent ook nu bij de linker stippellijn een kracht van 40 N uit.

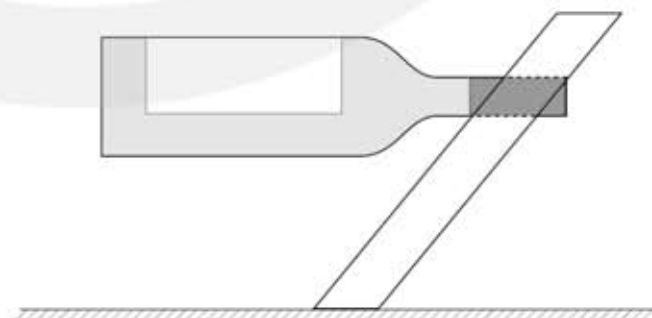


Figuur 2

- b Leg uit of de kracht van de bek op het ijzerdraad nu groter of kleiner is dan bij de bovenste tang.
- c Bereken het verschil in kracht van de bek op het ijzerdraad bij deze twee nijptangen als in beide gevallen er 40 N aan de linkerkant wordt uitgeoefend.

18*** Flessenstandaard

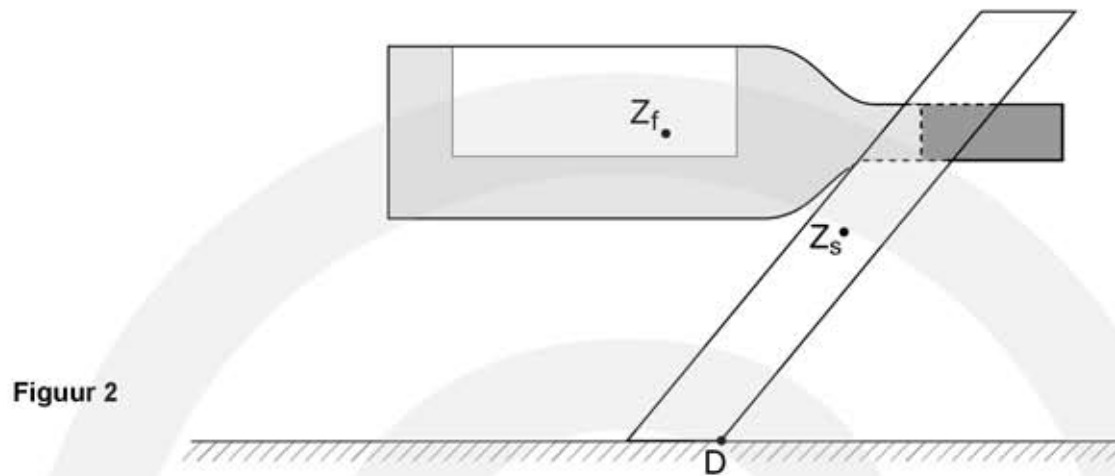
In cadeauwinkels tref je een flessenstandaard aan die in al zijn eenvoud toch een fascinerende indruk maakt. Het is een stuk hout met een gat waarin de hals van een fles geschoven kan worden. Het stuk hout kan met de fles in evenwicht worden neergezet. Het is dan niet nodig het hout aan de ondergrond vast te maken. Zie figuur 1.



Figuur 1

- a Teken en arceer in figuur 1 het gebied waarin het zwaartepunt van het geheel zich moet bevinden opdat er evenwicht is.

De fles wordt nu zo ver in het gat geschoven dat de standaard op het punt staat naar rechts te kantelen. Zie figuur 2. Het zwaartepunt van de fles Z_f en het zwaartepunt van de standaard Z_s zijn aangegeven.



Figuur 2

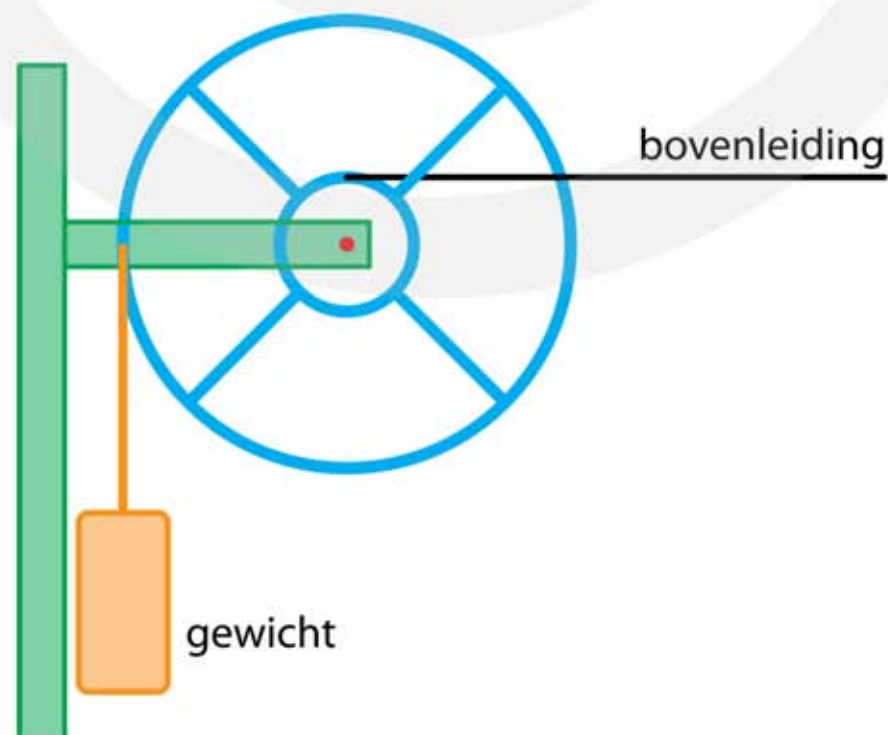
Het zwaartepunt van de fles Z_f , het zwaartepunt van de standaard Z_s en het draaipunt D zijn daarin aangegeven. De figuur is op schaal. De massa van de standaard is 0,45 kg.

b Bepaal met behulp van figuur 2 de massa van de fles wijn.

HINT bepaal de armen van de zwaartekrachten op de fles en op de standaard

19*** Bovenleiding

Om bij een spoorlijn de bovenleiding te spannen wordt een gewicht opgehangen aan een constructie met twee aan elkaar vastgemaakte wielen. Door de zwaartekracht op het gewicht ontstaat er een spankracht in de bovenleiding. Zie figuur.



- a Leg uit op de spankracht groter, kleiner of gelijk is aan de zwaartekracht op het gewicht.

Het betonnen gewicht heeft een massa van 500 kg.

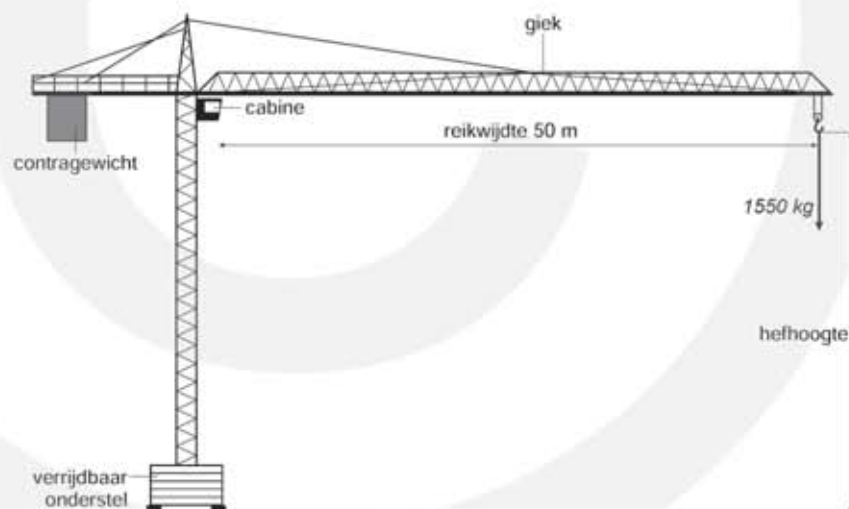
- b Bereken de spankracht in de bovenleiding.

Er is een nieuw model spantoestel. De schijf waar het gewicht aan gemonteerd zit, is groter. Het kleine wiel is even groot, de rest van de constructie is hetzelfde.

- c Wat gebeurt er door deze verandering met de kracht in de bovenleiding?
A De kracht in de bovenleiding blijft gelijk.
B De kracht in de bovenleiding wordt groter.
C De kracht in de bovenleiding wordt kleiner.

20*** Torenkraan

Een veelvoorkomende soort kraan is de torenkraan. Zie figuur 1. Hij wordt vaak gebruikt op bouwplaatsen om zware voorwerpen te verplaatsen.



Figuur 1

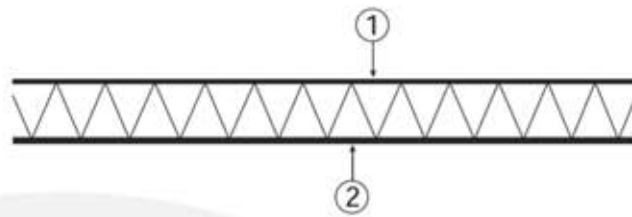
Bij de maximale reikwijdte van de giek mag een vracht van 1550 kg aan de katrol hangen. Om het geheel in evenwicht te houden hangt aan de andere kant een contragewicht op een veel kleinere afstand van de cabine.

- a Leg uit of in deze situatie de massa van het contragewicht kleiner, gelijk of groter is dan 1550 kg.

Op de giek is met bordjes de afstand tot de cabine aangegeven. Bij een afstand van 14,4 meter is het maximale gewicht 60000 N.

- b Bereken hoe groot het maximale gewicht is bij een afstand van 20 m.

De giek is opgebouwd uit metalen buizen die onderling verbonden zijn door stangen. Deze constructie maakt de giek geschikt voor de grote trek- en duwkrachten die er kunnen optreden. Hieronder staat een zijaanzicht getekend van de giek terwijl er een vracht aan de katrol hangt.



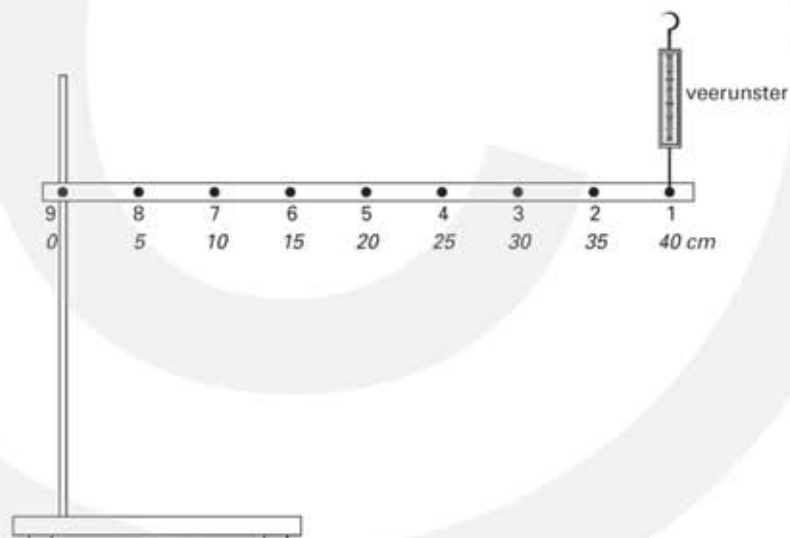
Figuur 2

Op een buis kan een trekkracht of een duwkracht staan.

c Leg uit of er een trekkracht of een duwkracht staat in de buizen 1 en 2.

21*** Hefbomen

Jaap en Anneke onderzoeken of de afstand van de veerunster tot het draaipunt invloed heeft op de kracht die de veerunster aanwijst. Ze gebruiken hiervoor de opstelling zoals getekend in figuur 1.



Figuur 1

Ze gebruiken een aluminium strip met gaatjes. Ze hangen de strip aan één kant draaibaar op bij gaatje nummer 9. Ze doen de veerunster in de verschillende gaatjes. Steeds meten ze de kracht die nodig is om de strip horizontaal te houden. De metingen zijn weergegeven in de tabel:

nummer van het gaatje	1	2	3	4	5	6	7
afstand tot draaipunt (in cm)	40	35	30	25	20	15	10
kracht (in N)	0,85	1,0	1,2	1,5	1,8	2,5	3,7

a Maak een grafiek van deze metingen.

Jaap trekt een conclusie uit de metingen. Hij zegt dat de kracht van de veerunster ongeveer tweemaal zo groot wordt, als je de afstand tot het draaipunt de helft maakt.

- b** Toon aan met behulp van één rekenvoorbeeld uit de metingen dat Jaap gelijk heeft.

Uit de tabel (en ook uit de grafiek) kun je de grootte van de zwaartekracht op de strip bepalen.

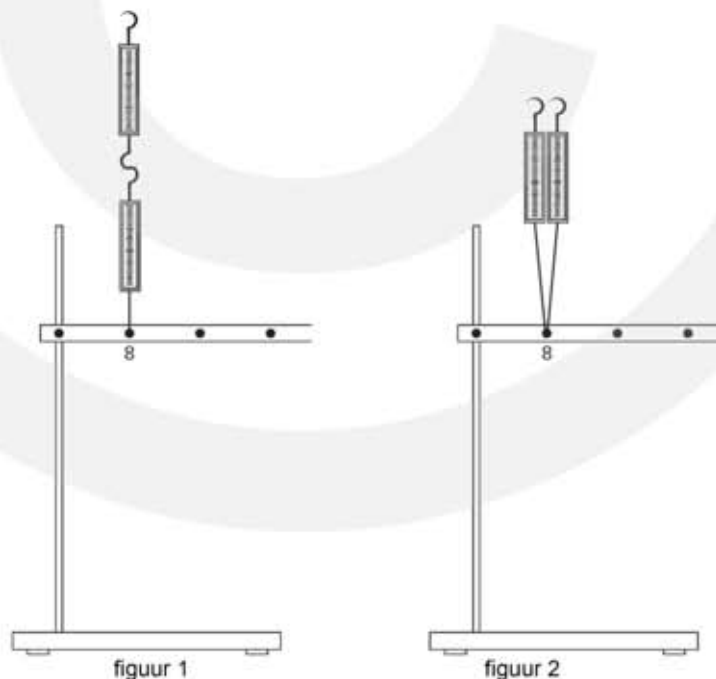
- c** Bepaal de grootte van de zwaartekracht op de strip.

- d** Bereken de grootte en richting van de kracht in het draaipunt (bij gaatje 9) op de strip in de getekende situatie.

Jaap en Anneke hebben bij gaatje 8 geen meting gedaan. Dit komt omdat de kracht in dat geval groter is dan de grootste waarde van 5 N die de veerunster kan meten.

- e** Laat door een berekening zien dat deze waarde niet gemeten kan worden met deze veerunster.

Om de kracht wel te kunnen meten willen ze twee veer-unsters gebruiken die elk 5 N kunnen meten. Ze kunnen de veerunsters op twee verschillende manieren vast maken in gaatje 8. Zie figuur 2.

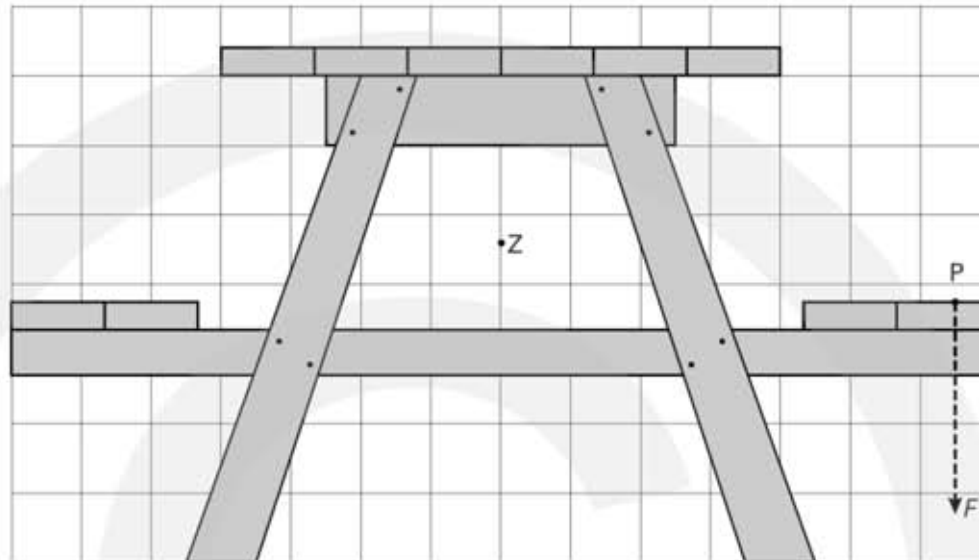


Figuur 2

- f** Leg uit in welke situatie de kracht in gaatje 8 gemeten kan worden?

22**** Picknicktafel

Op campings zie je wel eens houten picknicktafels die bestaan uit een tafel met twee banken eraan vast. In figuur 1 is een zijaanzicht van zo'n picknicktafel op schaal getekend.



Figuur 1

Als twee zware personen aan dezelfde kant gaan zitten, kan de picknicktafel gaan kantelen. Stel dat deze situatie zich voordoet. In figuur 1 is het aangrijpingspunt P en de richting van de kracht F die deze personen samen op de bank uitoefenen, aangegeven. In de tekening is ook de plaats van het zwaartepunt Z van de picknicktafel aangegeven. De massa van de picknicktafel is 60 kg.

- a Bereken hoe groot de kracht F minstens moet zijn om de picknicktafel te laten kantelen.

Om het kantelen tegen te gaan, kunnen een paar personen op de andere bank gaan zitten. Romke en Frank discussiëren over deze situatie.

Romke zegt: "Als op de linkerbank vier personen gaan zitten (de kracht op de linkerbank is dan gelijk aan $2F$), kantelt de picknicktafel naar links."

Frank zegt: "Nee, om de picknicktafel naar links te laten kantelen, moeten links veel méér personen gaan zitten."

- b Leg uit wie gelijk heeft.

Romke en Frank willen een picknicktafel ontwerpen van hetzelfde type als die in figuur 1. Hun picknicktafel zou, zonder hem vast te zetten in de grond, stabiel moeten zijn.

- c Noem twee veranderingen die ze kunnen aanbrengen waardoor de picknicktafel stabiel wordt.