

3 Kracht

2 vwo

3.1 Wat doet een kracht?

- 1***
- a** Geef een voorbeeld uit de praktijk.
- een veer wordt uitgerekt
 - een blikje wordt vervormd
 - een auto krijgt een deuk
- b** Geef een voorbeeld uit de praktijk.
- een pijl wordt weggeschoten
 - een vliegtuig stijgt op
 - je fietst van een berg naar beneden
- c** Geef een voorbeeld uit de praktijk.
- een trein remt af
 - een bal stopt met rollen
 - je fietst een berg op en stopt met trappen
- d** Geef een voorbeeld uit de praktijk.
- een tram maakt een bocht
 - je draait rondjes in de zweefmolen
 - je fietst de bocht om
- 2***
- a** Leg uit op welke twee manieren een voorwerp kan vervormen.
- plastisch → de vervorming blijft bestaan als de kracht weg is
 - elastisch → de oorspronkelijke vorm komt terug als de kracht weg is
- b** Geef van iedere manier een voorbeeld uit de praktijk.
- plastisch → je maakt een vorm in een blok klei
 - elastisch → je rekt een elastiekje een beetje uit (niet te ver)
- 3***
- a** Wat is de betekenis van de hoofdletter F?
- F staat voor de grootte van kracht: "force"
- b** Wat is de betekenis van de hoofdletter N?
- N staat voor de eenheid van kracht: "newton"

- c Leg uit wat een vector is.
- een vector is een grootte met een grootte én een richting
- d Leg uit waarom kracht een vector is.
- een kracht heeft een grootte en een richting
 - de lengte van de pijl geeft de hoeveelheid kracht aan
 - de richting van de pijl geeft de richting van de kracht aan

- 4*
- a Hoe heet de plaats waar de pijl begint?
- het aangrijpingspunt
- b Wat geeft de plaats waar de pijl begint aan?
- de plaats waar de kracht wordt uitgeoefend
 - bijvoorbeeld de plaats waar het touw is bevestigd of de plaats waar je duwt
- c Wat geeft de lengte van de pijl aan?
- de hoeveelheid kracht
- d Wat geeft de richting van de pijl aan?
- de richting van de kracht

- 5**
- a Teken een horizontale krachtpijl van 56 N
- maak verhoudingstabel:

newton	40	56
centimeter	5	x
 - kruislings vermenigvuldigen: $5 \cdot 56 = 40 \cdot x$
 $x = \frac{5 \cdot 56}{40} \rightarrow x = \frac{280}{40} = 7 \text{ cm}$
 - teken een horizontale pijl met een lengte van 7,0 cm

- 6**
- a Bereken de grootte van F_1 .
- opmeten: l_1 (lengte van krachtpijl 1) \rightarrow 7,5 cm (op 1 mm nauwkeurig)
 - verhoudingstabel:

newton	5	F_1
centimeter	2	7,5
 - kruislings vermenigvuldigen: $5 \cdot 7,5 = 2 \cdot F_1$
 - $F_1 = \frac{5 \cdot 7,5}{2} \rightarrow F_1 = 18,75 \text{ N}$

b Bereken de grootte van F_2 .

- meet met liniaal: ℓ_2 (lengte van krachtpijl) \rightarrow 9,3 cm (op 1 mm nauwkeurig)

• verhoudingstabel:

newton	5	F_2
centimeter	2	9,3

- kruislings vermenigvuldigen: $5 \cdot 9,3 = 2 \cdot F_2$

- $F_2 = \frac{5 \cdot 9,3}{2} \rightarrow F_2 = 23,25 \text{ N}$

c Meet de hoek tussen F_1 en F_2 .

- opmeten met geodriehoek: hoek is 37 graden

7*** **a** Bereken de krachtschaal.

- opmeten $\ell_2 = 9,0 \text{ cm}$ | $F_2 = 15 \text{ N}$

- krachtschaal $\frac{F_2}{\ell_2} = \frac{15}{9,0} = 1,667$

- $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1,667 \text{ N}$

b Bereken F_1 .

- opmeten $\ell_1 = 5,4 \text{ cm}$

- $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1,667 \text{ N}$

- $F_1 = 5,4 \cdot 1,667 = 9,0 \text{ N}$

c Bepaal de verhouding tussen ℓ_1 en ℓ_2 .

- $\ell_1 = 5,4 \text{ cm}$ | $\ell_2 = 9,0 \text{ cm}$

- $\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{5,4}{9,0} = 0,60$

d Beredeneer wat de verhouding is tussen F_1 en F_2 .

- de verhouding tussen F_1 en F_2 is gelijk aan de verhouding tussen ℓ_1 en ℓ_2

- $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\ell_1}{\ell_2}$

- $\frac{F_1}{F_2} = 0,60 \rightarrow F_1 = 0,60 \cdot F_2$

8** **a** Wat is de resulterende kracht?

- de resulterende kracht krijg je door alle krachten die op een voorwerp werken bij elkaar op te tellen

- hierbij moet je rekening houden met de richtingen van de krachten

- gebruik parallellogram-methode of kop-staart methode

b wat is het symbool voor de resulterende kracht?

- ΣF

c Leg uit waarom dit niet altijd mag.

- omdat je dan geen rekening houdt met de richtingen van de krachten

d Leg uit wanneer dit wel is toegestaan.

- als de krachten dezelfde richting hebben

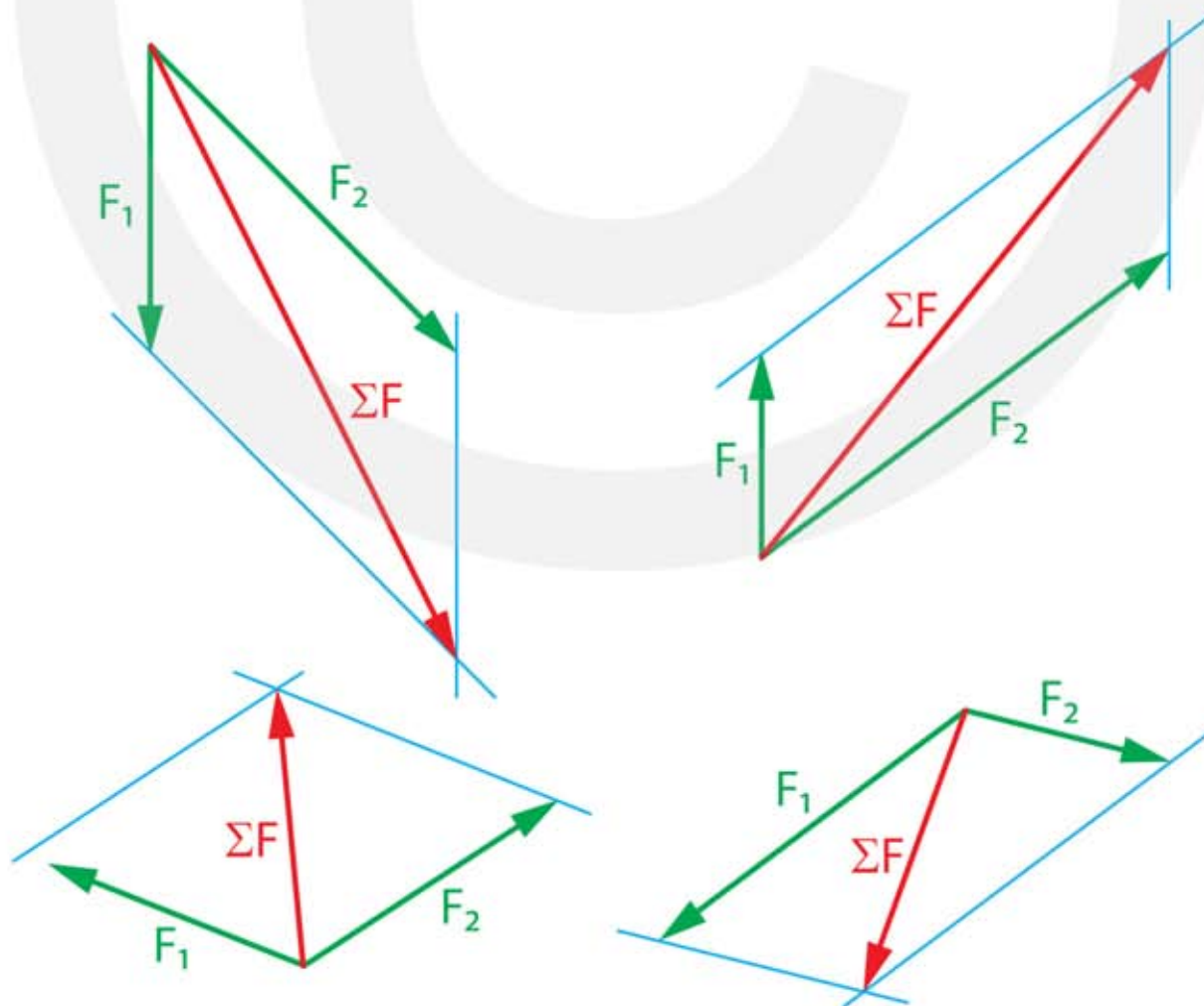
9** a Bereken de grootte van de resulterende kracht.

- zelfde richting: krachten optellen
- $\Sigma F = 15 + 12 = 27 \text{ N}$

b Bereken de grootte van de resulterende kracht.

- tegenovergestelde richting: krachten van elkaar aftrekken
- $\Sigma F = 15 - 12 = 3 \text{ N}$

10*** a Teken voor alle vier gevallen de resulterende kracht ΣF .



b Bepaal voor alle vier gevallen F_2 .

LINKSBOVEN

- opmeten $l_1 = 4,4 \text{ cm}$ | $l_2 = 6,2 \text{ cm}$

- verhoudingstabel:

newton	50	F_2
centimeter	4,4	6,2

- kruislings vermenigvuldigen: $50 \cdot 6,2 = 4,4 \cdot F_2$

- $F_2 = \frac{50 \cdot 6,2}{4,4} \rightarrow F_2 = 70 \text{ N}$

RECHTSBOVEN

- opmeten $l_1 = 2,9 \text{ cm}$ | $l_2 = 7,3 \text{ cm}$

- verhoudingstabel:

newton	50	F_2
centimeter	2,9	7,3

- kruislings vermenigvuldigen: $50 \cdot 7,3 = 2,9 \cdot F_2$

- $F_2 = \frac{50 \cdot 7,3}{2,9} \rightarrow F_2 = 126 \text{ N}$

LINKSONDER

- opmeten $l_1 = 3,9 \text{ cm}$ | $l_2 = 4,3 \text{ cm}$

- verhoudingstabel:

newton	50	F_2
centimeter	3,9	4,3

- kruislings vermenigvuldigen: $50 \cdot 4,3 = 3,9 \cdot F_2$

- $F_2 = \frac{50 \cdot 4,3}{3,9} \rightarrow F_2 = 55 \text{ N}$

RECHTSONDER

- opmeten $l_1 = 5,4 \text{ cm}$ | $l_2 = 3,0 \text{ cm}$

- verhoudingstabel:

newton	50	F_2
centimeter	5,4	3,0

- kruislings vermenigvuldigen: $50 \cdot 3,0 = 5,4 \cdot F_2$

- $F_2 = \frac{50 \cdot 3,0}{5,4} \rightarrow F_2 = 28 \text{ N}$

c Bepaal voor alle vier gevallen ΣF .

LINKSBOVEN

- opmeten $l_1 = 4,4 \text{ cm}$ | $l_{\text{res}} = 9,7 \text{ cm}$

- verhoudingstabel:

newton	50	ΣF
centimeter	4,4	9,7

- kruislings vermenigvuldigen: $50 \cdot 9,7 = 4,4 \cdot \Sigma F$

- $\Sigma F = \frac{50 \cdot 9,7}{4,4} \rightarrow \Sigma F = 110 \text{ N}$

RECHTSBOVEN

- opmeten $\ell_1 = 2,9 \text{ cm}$ | $\ell_{\text{res}} = 9,3 \text{ cm}$

- verhoudingstabel:

newton	50	ΣF
centimeter	2,9	9,3

- kruislings vermenigvuldigen: $50 \cdot 9,3 = 2,9 \cdot \Sigma F$

- $F_2 = \frac{50 \cdot 9,3}{2,9} \rightarrow \Sigma F = 160 \text{ N}$

LINKSONDER

- opmeten $\ell_1 = 3,9 \text{ cm}$ | $\ell_{\text{res}} = 4,0 \text{ cm}$

- verhoudingstabel:

newton	50	ΣF
centimeter	3,9	4,0

- kruislings vermenigvuldigen: $50 \cdot 4,0 = 3,9 \cdot \Sigma F$

- $\Sigma F = \frac{50 \cdot 4,0}{3,9} \rightarrow \Sigma F = 51 \text{ N}$

RECHTSONDER

- opmeten $\ell_1 = 5,4 \text{ cm}$ | $\ell_{\text{res}} = 4,3 \text{ cm}$

- verhoudingstabel:

newton	50	ΣF
centimeter	5,4	4,3

- kruislings vermenigvuldigen: $50 \cdot 4,3 = 5,4 \cdot \Sigma F$

- $\Sigma F = \frac{50 \cdot 4,3}{5,4} \rightarrow \Sigma F = 40 \text{ N}$

- 11*****
- a** Gebruik krachtschaal 1 cm \leftrightarrow 10 N en teken de twee krachten op schaal.
- pijl F_{David} is 7,2 cm lang naar rechts
 - pijl F_{Sterre} is 5,4 cm lang naar boven
 - de krachten hebben hetzelfde aangrijpingspunt
- b** Bepaal de resulterende kracht.
- teken parallellogram van krachtpijlen
 - meet de lengte van de diagonaal $\rightarrow \ell = 9,0 \text{ cm}$
 - $\Sigma F = 10 \cdot 9 = 90 \text{ N}$
- c** Bepaal opnieuw de resulterende kracht en leg uit of de resulterende kracht nu ook twee keer zo groot is geworden.
- pijl F_{David} is 14,4 cm lang naar rechts
 - pijl F_{Sterre} is 5,4 cm lang naar boven
 - teken parallellogram en meet de lengte van de diagonaal $\rightarrow \ell = 15,4 \text{ cm}$
 - $\Sigma F = 10 \cdot 15,4 = 154 \text{ N}$
 - ΣF is minder dan twee keer zo groot geworden want Sterre is niet twee keer zo hard gaan duwen

- 12**** a Met hoeveel kracht trekt het grijze paard?
- $\Sigma F = 800 \text{ N} \mid F_{\text{bruin}} = 500 \text{ N} \mid F_{\text{grijs}} = \dots \text{ N}$
 - $\Sigma F = F_{\text{bruin}} + F_{\text{grijs}}$
 - $800 = 500 + F_{\text{grijs}} \rightarrow F_{\text{grijs}} = 300 \text{ N}$

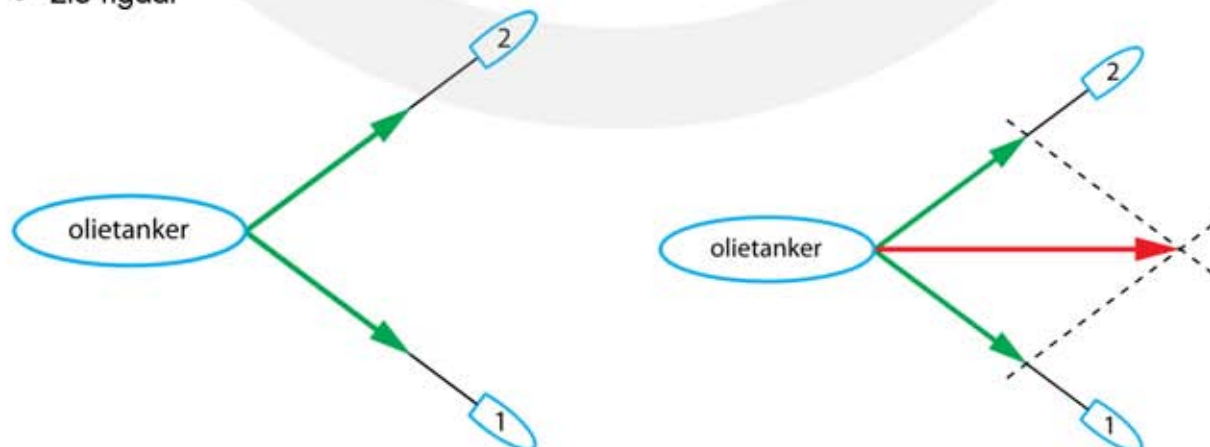
- b Met hoeveel kracht moet het grijze paard trekken om op koets dezelfde kracht te houden?
- $F_{\text{bruin}} = 0,5 \cdot 500 = 250 \text{ N}$
 - $\Sigma F = F_{\text{bruin}} + F_{\text{grijs}}$
 - $800 = 250 + F_{\text{grijs}} \rightarrow F_{\text{grijs}} = 550 \text{ N}$

- 13**** a Met hoeveel kracht trekt Jan (groene broek)?
- $\Sigma F = 0 \text{ N} \mid F_{\text{Tim}} = 480 \text{ N} \mid F_{\text{Tom}} = 620 \text{ N} \mid F_{\text{Jim}} = 540 \text{ N} \mid F_{\text{Jan}} = \dots \text{ N}$
 - $\Sigma F = F_{\text{Tim}} + F_{\text{Tom}} - F_{\text{Jim}} - F_{\text{Jan}} = 0$
 - $0 = 480 + 620 - 540 - F_{\text{Jan}} \rightarrow F_{\text{Jan}} = 560 \text{ N}$

- b Wat gebeurt er als Jan het touw loslaat?
- Tim en Tom oefenen meer kracht uit dan Jim
 - Tim en Tom vallen naar achteren

14*** Olietanker

- a Teken de krachtpijl van sleepboot 2.
- opmeten: pijl 1 = 3,5 cm lang
 - teken pijl F_2 even lang als pijl F_1 (zie figuur)
- b Teken de resulterende kracht op de olietanker.
- zie figuur



c Bepaal de grootte van de resulterende kracht.

- opmeten: $\ell_1 = 3,5 \text{ cm}$ | opmeten lengte ΣF pijl: $\ell = 5,6 \text{ cm}$

• verhoudingstabel:

newton	35000	ΣF
centimeter	3,0	4,8

- kruislings vermenigvuldigen: $35000 \cdot 4,8 = 3,0 \cdot \Sigma F$

- $\Sigma F = \frac{35000 \cdot 4,8}{3} \rightarrow \Sigma F = 56000 \text{ N}$

d Leg uit in welke richting de olietanker gaat varen.

- de tanker gaat varen in de richting van ΣF

15*** Vervolg olietanker

a Teken de krachtpijl van sleepboot 2.

- zie figuur

b Teken de resulterende kracht op de olietanker.

- zie figuur



c Bepaal de grootte van de resulterende kracht.

- opmeten: $\ell_1 = 3,5 \text{ cm}$ | opmeten lengte ΣF pijl: $\ell = 4,6 \text{ cm}$

• verhoudingstabel:

newton	35000	ΣF
centimeter	3,5	4,6

- kruislings vermenigvuldigen: $35000 \cdot 4,6 = 3,5 \cdot \Sigma F$

- $\Sigma F = \frac{35000 \cdot 4,6}{3,5} \rightarrow \Sigma F = 46000 \text{ N}$

d Leg uit in welke richting de olietanker gaat varen.

- de boot gaat in de richting van de resulterende kracht varen

e Leg uit in welke richting de sleepboten gaan varen.

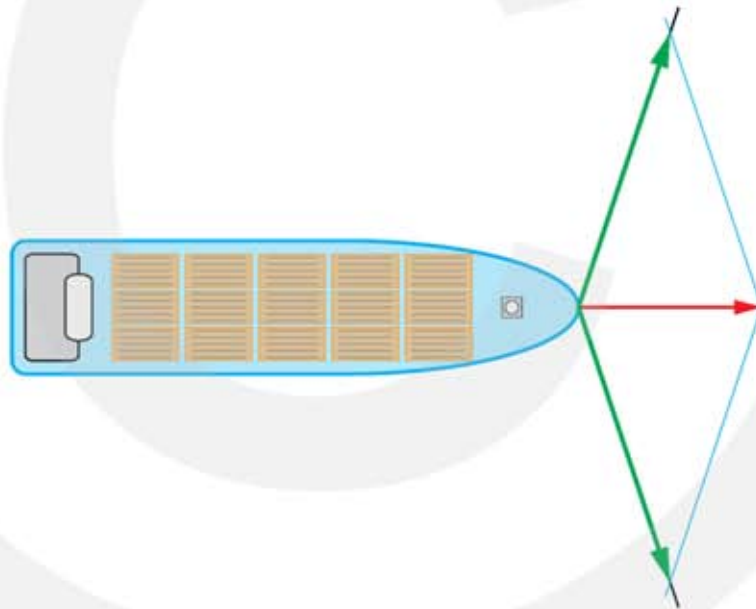
- de sleepboten gaan in dezelfde richting als de boot varen

- 16**** a Wie heeft er volgens jou gelijk? Leg uit waarom je dat vindt.
- Daniel heeft geen gelijk, want de krachten werken niet in dezelfde richting
 - Femke heeft geen gelijk, want als de sleepboten precies tegenover elkaar trekken is de resulterende kracht nul
 - Jikike heeft gelijk, want de hoek tussen de twee krachten is groter dan 90 graden

- b Bepaal de resulterende kracht op het containerschip.
- teken het parallellogram en teken de resulterende kracht
 - meet de lengte van de krachtpijl in de kabel
 - opmeten: $\ell_1 = 5,0 \text{ cm}$ | opmeten lengte ΣF pijl: $\ell = 3,1 \text{ cm}$
 - verhoudingstabel:

newton	50000	ΣF
centimeter	6,4	4,0

- kruislings vermenigvuldigen: $50000 \cdot 6,4 = 4,0 \cdot \Sigma F$
- $\Sigma F = \frac{50000 \cdot 4}{6,4} \rightarrow \Sigma F = 80000 \text{ N}$



HERHALING

- 1** Gebruik een verhoudingstabel om de lengte van de krachtpijl ℓ_2 te berekenen.

$$\begin{array}{c|c|c} \text{newton} & F_1 & F_2 \\ \text{centimeter} & \ell_1 & \ell_2 \end{array} \rightarrow F_1 \cdot \ell_2 = F_2 \cdot \ell_1$$

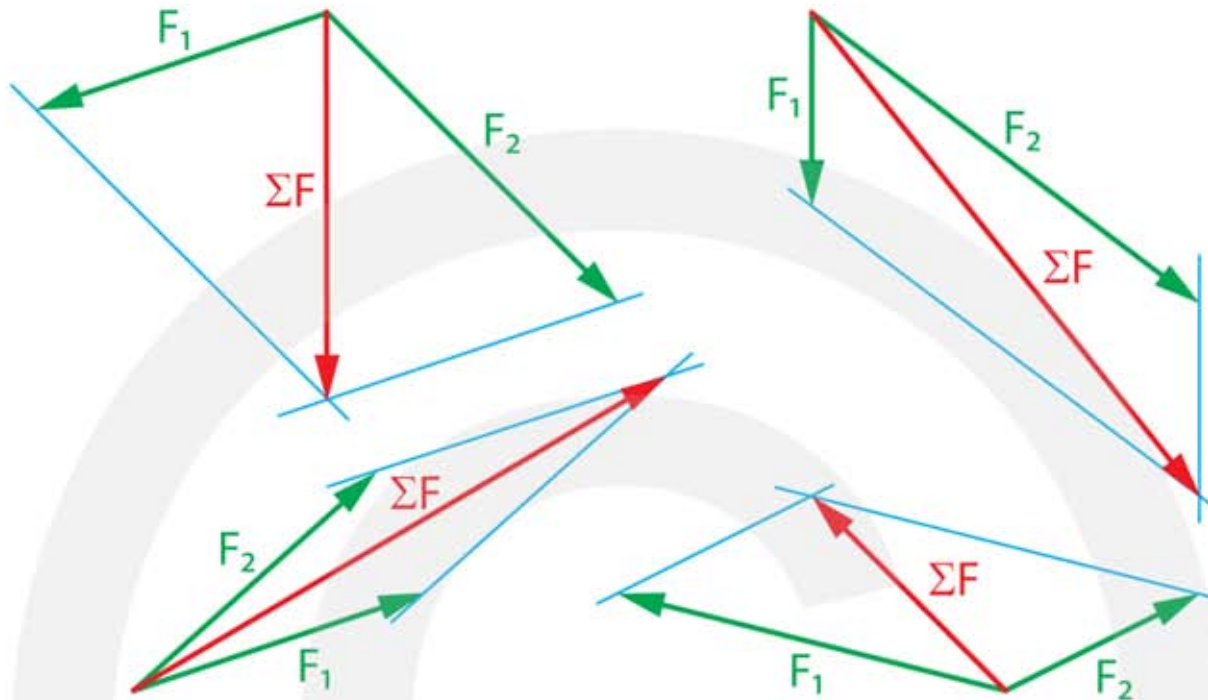
F ₁ (N)	lengte pijl F ₁ (cm)	F ₂ (N)	lengte pijl F ₂ (cm)
10	4	15	6
10	6	25	15
120	3	50	1,25
4500	9	3000	6
850	10	312	3,67

- 2** Gebruik een verhoudingstabel om de grootte van F₂ te berekenen.

$$\begin{array}{c|c|c} \text{newton} & F_1 & F_2 \\ \text{centimeter} & \ell_1 & \ell_2 \end{array} \rightarrow F_1 \cdot \ell_2 = F_2 \cdot \ell_1$$

F ₁ (N)	lengte pijl F ₁ (cm)	F ₂ (N)	lengte pijl F ₂ (cm)
10	4	15	6
25	5	40	8
60	12	25	5
76	15	121,6	24
1600	7,3	493,15	2,25
5500	8,7	13781,6	21,8

3*** a Teken voor alle vier gevallen de resulterende kracht ΣF .



b Bepaal voor alle vier gevallen F_2 .

LINKSBOVEN

- opmeten $\ell_1 = 4,0 \text{ cm}$ | $\ell_2 = 5,4 \text{ cm}$
- verhoudingstabel:

newton	175	F_2
centimeter	4,0	5,4
- kruislings vermenigvuldigen: $175 \cdot 5,4 = 4,0 \cdot F_2$
- $F_2 = \frac{175 \cdot 5,4}{4,0} \rightarrow F_2 = 236 \text{ N}$

RECHTSBOVEN

- opmeten $\ell_1 = 2,5 \text{ cm}$ | $\ell_2 = 6,4 \text{ cm}$
- verhoudingstabel:

newton	175	F_2
centimeter	2,5	6,4
- kruislings vermenigvuldigen: $175 \cdot 6,4 = 2,5 \cdot F_2$
- $F_2 = \frac{175 \cdot 6,4}{2,5} \rightarrow F_2 = 448 \text{ N}$

LINKSONDER

- opmeten $\ell_1 = 4,0 \text{ cm}$ | $\ell_2 = 4,3 \text{ cm}$
- verhoudingstabel:

newton	175	F_2
centimeter	4,0	4,3
- kruislings vermenigvuldigen: $175 \cdot 4,3 = 4,0 \cdot F_2$
- $F_2 = \frac{175 \cdot 4,3}{4,0} \rightarrow F_2 = 188 \text{ N}$

RECHTSONDER

- opmeten $\ell_1 = 5,2 \text{ cm}$ | $\ell_2 = 2,3 \text{ cm}$
- verhoudingstabel:

newton	175	F ₂
centimeter	5,2	2,3
- kruislings vermenigvuldigen: $175 \cdot 2,3 = 5,2 \cdot F_2$
- $F_2 = \frac{175 \cdot 2,3}{5,2} \rightarrow F_2 = 77,4 \text{ N}$

c Bepaal voor alle vier gevallen ΣF .

LINKSBOVEN

- opmeten $\ell_1 = 4,0 \text{ cm}$ | $\ell_{\text{res}} = 5,1 \text{ cm}$
- verhoudingstabel:

newton	175	ΣF
centimeter	4,0	5,1
- kruislings vermenigvuldigen: $175 \cdot 5,1 = 4,0 \cdot \Sigma F$
- $\Sigma F = \frac{175 \cdot 5,1}{4,0} \rightarrow \Sigma F = 223 \text{ N}$

RECHTSBOVEN

- opmeten $\ell_1 = 2,5 \text{ cm}$ | $\ell_{\text{res}} = 8,2 \text{ cm}$
- verhoudingstabel:

newton	175	ΣF
centimeter	2,5	8,2
- kruislings vermenigvuldigen: $175 \cdot 8,2 = 2,5 \cdot \Sigma F$
- $F_2 = \frac{175 \cdot 8,2}{2,5} \rightarrow \Sigma F = 574 \text{ N}$

LINKSONDER

- opmeten $\ell_1 = 4,0 \text{ cm}$ | $\ell_{\text{res}} = 8,2 \text{ cm}$
- verhoudingstabel:

newton	175	ΣF
centimeter	4,0	8,2
- kruislings vermenigvuldigen: $175 \cdot 8,2 = 4,0 \cdot \Sigma F$
- $\Sigma F = \frac{175 \cdot 8,2}{4,0} \rightarrow \Sigma F = 359 \text{ N}$

RECHTSONDER

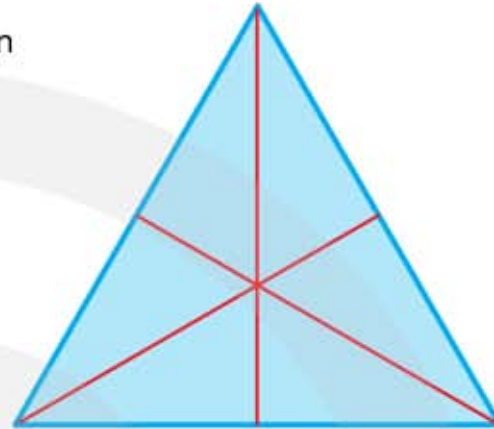
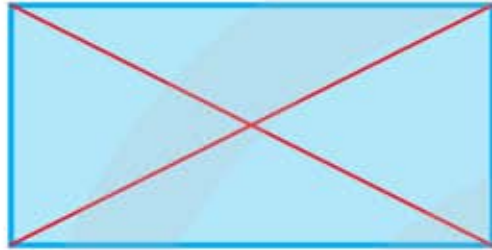
- opmeten $\ell_1 = 5,2 \text{ cm}$ | $\ell_{\text{res}} = 3,6 \text{ cm}$
- verhoudingstabel:

newton	175	ΣF
centimeter	5,2	3,6
- kruislings vermenigvuldigen: $175 \cdot 3,6 = 5,2 \cdot \Sigma F$
- $\Sigma F = \frac{175 \cdot 3,6}{5,2} \rightarrow \Sigma F = 121 \text{ N}$

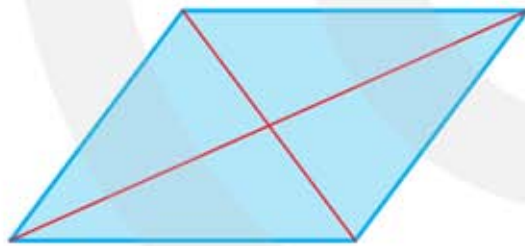
3.2 De zwaartekracht

- 1***
- a** Leg uit wat "massa" is.
- massa is de hoeveelheid materie
- b** Geef de eenheid van massa.
- de eenheid van massa is kg
- c** Leg uit wat zwaartekracht en massa met elkaar te maken hebben.
- als iets massa heeft oefent de aarde hierop een aantrekkende kracht uit
 - deze aantrekkingskracht heet de zwaartekracht
- d** Leg uit of je massa verandert als je in de ruimte bent.
- in de ruimte verandert de hoeveelheid materie niet
 - in de ruimte verandert de massa niet
- 2****
- a** Wat bepaalt hoeveel zwaartekracht een voorwerp op aarde ondervindt.
- de massa van het voorwerp
 - de afstand van het voorwerp tot het middelpunt van de aarde
- b** Bereken de zwaartekracht op een persoon van 54 kg.
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 54 \cdot 9,81 = 529,74 = 530 \text{ N}$
- c** Leg uit of de zwaartekracht op een voorwerp op aarde groter of kleiner kan worden gemaakt.
- op het oppervlak van de aarde kan de zwaartekracht niet worden veranderd
 - breng je het voorwerp op grote hoogte (bijvoorbeeld 30 km) dan neemt de zwaartekracht een beetje af
- 3*****
- a** Stel dat je naar Mars gaat en daar opnieuw op deze weegschaal gaat staan, wat geeft de weegschaal dan aan?
- de valversnelling op Mars is $\frac{9,81}{3,7} = 2,651$ keer kleiner
 - de weegschaal geeft $\frac{54}{2,651} = 20,37 \text{ kg}$ aan
- b** Stel dat je naar Jupiter gaat en daar opnieuw op deze weegschaal gaat staan, wat geeft de weegschaal dan aan?
- de valversnelling op Jupiter is $\frac{24,9}{9,81} = 2,538$ keer groter
 - de weegschaal geeft $54 \cdot 2,538 = 137 \text{ kg}$ aan

- 4* a Bepaal het zwaartepunt van de rechthoek en van de gelijkzijdige driehoek.
- rechthoek → het zwaartepunt ligt op het snijpunt van de diagonalen
 - driehoek → teken de lijnen vanuit iedere hoek naar het midden van de overstaande zijde
 - het zwaartepunt ligt op het snijpunt van de lijnen



- 5** a Bepaal het zwaartepunt van het parallellogram en van de driehoek.
- parallellogram → het zwaartepunt ligt op het snijpunt van de diagonalen
 - driehoek → teken de lijnen vanuit iedere hoek naar het midden van de overstaande zijde
 - het zwaartepunt ligt op het snijpunt van de lijnen



- 6* a Leg uit wanneer twee krachten met elkaar in evenwicht zijn.
- twee krachten zijn met elkaar in evenwicht als de som van de krachten nul is
 - $\Sigma F = 0$
 - bij het optellen moet je rekening houden met de richting
- b Leg uit wanneer vijf krachten met elkaar in evenwicht zijn.
- vijf krachten zijn met elkaar in evenwicht als de som van de krachten nul is
 - $\Sigma F = 0$
 - bij het optellen moet je rekening houden met de richting
- c Leg uit hoe je kunt zien dat krachten in evenwicht zijn.
- als krachten in evenwicht zijn gaat het voorwerp niet versnellen
 - het voorwerp staat stil of het voorwerp heeft een constante snelheid

- 7***
- a** Leg uit wat er met het voorwerp gaat gebeuren.
- als krachten niet in evenwicht zijn gaat het voorwerp versnellen of vertragen
 - de grootte van de snelheid verandert en/of
 - de richting van de snelheid (de bewegingsrichting) verandert
- 8***
- a** Wat betekent "normaal" in het woord normaalkracht?
- "normaal" betekent dat deze kracht loodrecht op de oppervlakte staat
 - loodrecht is een hoek van 90° met het oppervlak
- b** Waaraan kun je dit merken?
- als je staat voel je een kracht op je voeten
 - als je zit voel je een kracht op je billen
 - als je hangt voel je een kracht aan je armen
- c** Wat gebeurt er als er geen normaalkracht op je lichaam werkt?
- dan val je naar het middelpunt van de aarde
- 9****
- a** Hoe groot is de resulterende kracht op het boek?
- het boek is niet aan het versnellen of vertragen
 - $\Sigma F = 0$
- b** Hoe heet de kracht die het boek op de tafel uitoefent?
- het gewicht van het boek
- c** Hoe heet de kracht die de tafel op het boek uitoefent?
- de normaalkracht
- d** Hoe groot zijn de krachten die op het boek werken?
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 0,8 \cdot 9,81 = 7,84 \text{ N}$
 - $F_n = F_z$ (staat in tegenovergestelde richting)
- e** Teken alle krachten op het boek en geef de naam van deze krachten.
- $F_z = 7,84 \text{ N} \rightarrow$ lengte krachtpijl is $\frac{7,84}{2} = 3,9 \text{ cm} \rightarrow$ wijst omlaag
 - $F_n = F_z \rightarrow$ lengte krachtpijl F_n is $3,9 \text{ cm} \rightarrow$ wijst omhoog
- f** Welke krachten werken er op de tafel?
- het gewicht van het boek op de tafel
 - de zwaartekracht op de tafel
 - de normaalkracht waarmee de vloer tegen de tafelpoten duwt
(de grootte van de normaalkracht is gelijk aan het gewicht van het boek plus het gewicht van de tafel)

10*** De valversnelling op de maan is $1,63 \text{ m/s}^2$. Een astronaut neemt een steen van $5,0 \text{ kg}$ mee van de maan.

- a** Hoe groot is de massa van deze steen op aarde?
- op aarde is de massa ook $5,0 \text{ kg}$
- b** Hoe groot is het gewicht van deze steen op de maan?
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 5 \cdot 1,62 = 8,1 \text{ N}$
- c** Hoe groot is het gewicht van deze steen op aarde?
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 5 \cdot 9,81 = 49 \text{ N}$

11** **a** Teken de zwaartekracht op de kar.

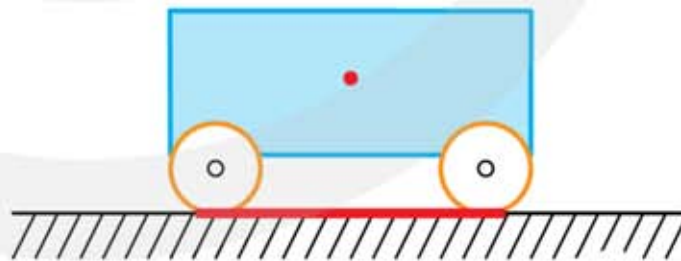
Krachtschaal $1 \text{ cm} \leftrightarrow 50 \text{ N}$.

- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 25 \cdot 9,81 = 245,25 = 245 \text{ N}$
- lengte krachtpijl $\ell = \frac{245,25}{50} = 4,9 \text{ cm}$ en wijst omlaag

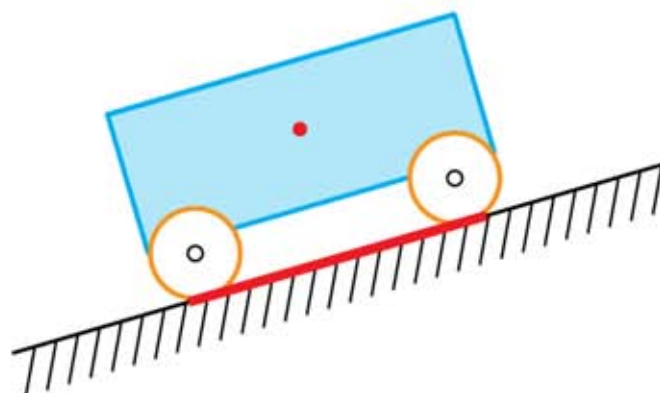
b Teken de normaalkrachten op de wielen van de kar.

- de normaalkracht is verdeeld over twee of vier wielen
- 2 wielen: $F_N = \frac{245,25}{2} = 123 \text{ N}$ per wiel \rightarrow krachtpijl $\frac{123}{50} = 2,5 \text{ cm}$ omhoog
- 4 wielen: $F_N = \frac{245,25}{4} = 61,3 \text{ N}$ per wiel \rightarrow krachtpijl $\frac{61,3}{50} = 1,23 \text{ cm}$ omhoog

12* **a** Teken het steunvlak van de kar.



b Teken het steunvlak van de kar op de helling.

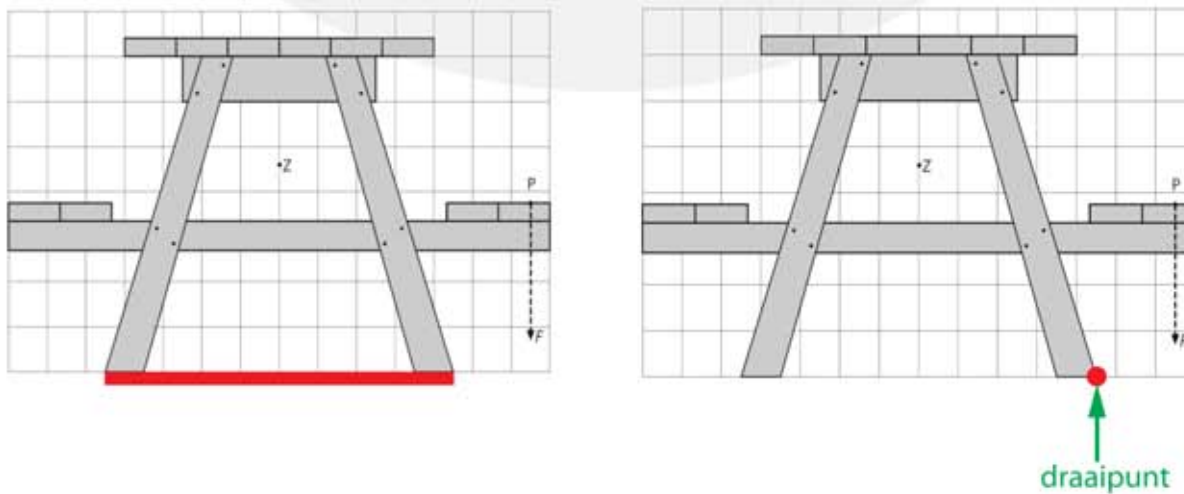


- 13****
- a** Teken het steunvlak van de takelwagen.
- het steunvlak is de oppervlakte tussen de buitenste steunpunten
- b** Geef het punt aan waar de takelwagen gaat draaien.
- het draaipunt is bij het wiel dat langs de kade staat



- c** Leg uit wat hij kan doen om dat te voorkomen.
- de auto die hij optakelt dichtbij het steunvlak brengen
 - het steunvlak breder maken (sommige takelwagens kunnen extra steunpunt naast de wielen plaatsen)

- 14****
- a** Teken het steunvlak van de picknicktafel.
- het steunvlak is de oppervlakte tussen de buitenste steunpunten
- b** Geef het punt aan waar de picknicktafel gaat draaien.
- het draaipunt is aan de buitenkant van de rechterpoot



- c Leg uit wat je kunt doen om dat te voorkomen.
- sommige mensen moeten aan de andere kant gaan zitten
 - dichterbij het steunvlak gaan zitten (naar het tafelblad toe)
 - het steunvlak groter maken

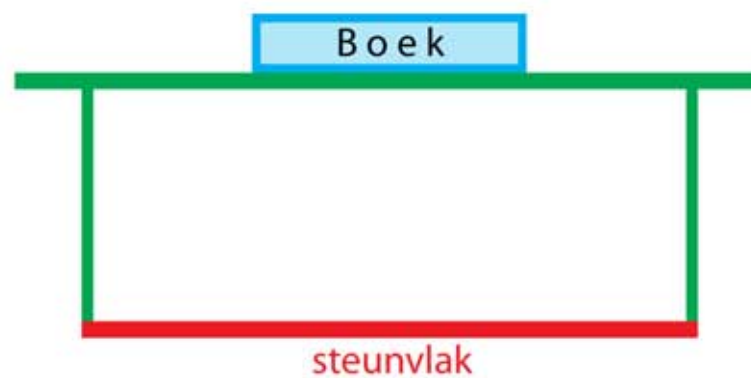
15***

- a Teken het steunvlak.
- rode lijn
- b Geef het gebied aan waarin zich het zwaartepunt moet bevinden.
- tussen de blauwe lijnen
- c Leg uit wanneer dit gevaarlijk is.
- als er veel toeristen bovenaan gaan staan zodat het zwaartepunt buiten de blauwe lijnen komt



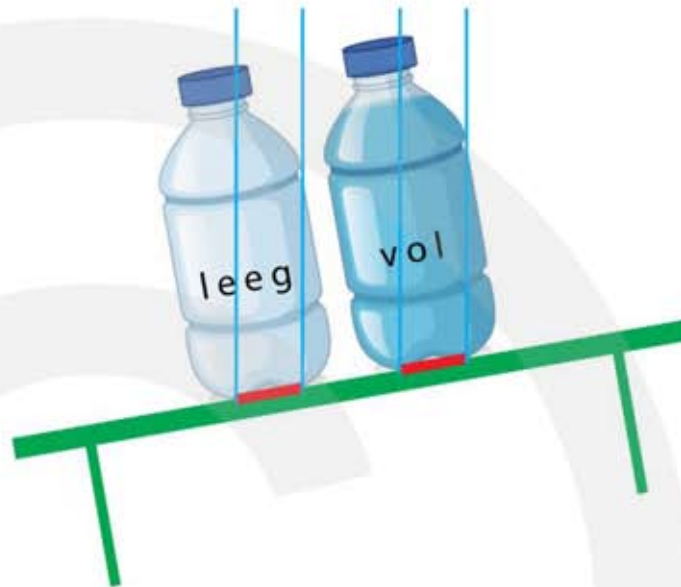
16***

- a Leg uit waaraan je kunt zien dat in beide situaties het boek in evenwicht is.
- in beide gevallen bevindt het zwaartepunt van het boek zich boven het steunvlak van het boek
- b Leg uit wanneer het boek labiel is en wanneer stabiel.
- als het boek plat ligt is het steunvlak groot en is de afstand van het zwaartepunt tot het steunvlak klein
 - het boek heeft dan een stabiel evenwicht
 - als het boek rechtop staat is het steunvlak klein en is de afstand van het zwaartepunt tot het steunvlak groot
 - het boek heeft dan een labiel evenwicht
- c Teken het steunvlak van de tafel.



- 17**** a Wie denk je dat er gelijk heeft, Stan, Amber of geen van beiden.
- het steunvlak is van beide flessen hetzelfde
 - het zwaartepunt ligt van beide flessen ongeveer even hoog
 - de flessen zijn even stabiel → ze hebben beiden geen gelijk

- b Gaat er een fles omvallen?
- teken het steunvlak
 - teken verticale lijnen aan de buitenkant van het steunvlak
 - schat de ligging van het zwaartepunt
 - schatting → in beide gevallen ligt het zwaartepunt nog net binnen de lijnen
 - de flessen gaan niet omvallen



- c Welke fles gaat als eerste omvallen als de tafel steeds schever komt te staan?
- de volle fles is niet helemaal tot de rand toe vol
 - bij de volle fles ligt het zwaartepunt een beetje lager dan bij de lege fles
 - de lege fles valt als eerste om
- d Wat kun je doen om ervoor te zorgen dat de volle fles niet zo snel omvalt?
- het zwaartepunt moet omlaag worden gebracht
 - dit kan door een beetje water uit de fles te gieten

3.3 Kracht en vervorming

- 1***
- a** Leg uit wat met de vervorming wordt bedoeld.
- de vervorming is de verandering van de vorm
 - bij een spiraalveer is het de verandering van de lengte van de veer
- b** Wat is het symbool voor de vervorming.
- de vervorming heeft het symbool u (van uitrekking)
- c** Wat is de eenheid van de vervorming.
- de vervorming is een afstand en de eenheid van vervorming is daarom meter
- 2***
- a** Bereken de vervorming als je aan het veertje trekt.
- het veertje wordt langer $\rightarrow \Delta l = l_{\text{nieuw}} - l_{\text{oud}}$
 - $\Delta l = 4,8 - 3,5 = 1,3 \text{ cm} = 0,013 \text{ m}$
- b** Bereken de vervorming als je het veertje in elkaar drukt.
- het veertje wordt korter $\rightarrow \Delta l = l_{\text{nieuw}} - l_{\text{oud}}$
 - $\Delta l = 1,8 - 3,5 = -1,7 \text{ cm} = -0,017 \text{ m}$
 - de vervorming is $0,017 \text{ m}$ (geen min teken)
- 3***
- a** Leg uit wat de veerconstante van een veer is.
- als je een kracht uitoefent op een spiraalveer rekt deze uit
 - de kracht gedeeld door de uitrekking is steeds hetzelfde getal
 - dit getal is de veerconstante en geeft aan hoeveel newton het kost om de veer 1 meter uit te rekken
 - is de veerconstante groot dan is de veer stug en kost het veel kracht om de spiraalveer uit te rekken
- b** Wat is het symbool voor de "veerconstant"
- hoofdletter C
- c** Wat is de eenheid van de veerconstante.
- $F = C \cdot u \rightarrow C = \frac{F}{u}$
 - de eenheid is daarom newton per meter $\rightarrow \text{N} / \text{m}$

4** a Hoeveel kracht heb je nodig om de veer 1,0 meter uit te rekken?

- $C = 32 \text{ N/m}$ | $u = 1,0 \text{ m}$ | $F = \dots \text{ N}$
- $F = C \cdot u \rightarrow F = 32 \cdot 1 = 32 \text{ N}$

b Hoeveel kracht heb je nodig om deze veer 25 cm uit te rekken?

- $C = 32 \text{ N/m}$ | $u = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$ | $F = \dots \text{ N}$
- $F = C \cdot u \rightarrow F = 32 \cdot 0,25 = 8 \text{ N}$

5** a Leg uit welke veer het makkelijkst is te vervormen.

- om veer A één meter uit te rekken heb je een kracht van 54 N nodig
- om veer B één meter uit te rekken heb je een kracht van 45 N nodig
- veer B is dus het makkelijkst te vervormen

b Hoeveel kracht heb je nodig om veer A 7 cm langer te maken?

- $C = 54 \text{ N/m}$ | $u = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$ | $F = \dots \text{ N}$
- $F = C \cdot u \rightarrow F = 54 \cdot 0,07 = 3,78 \text{ N}$

c Bereken de vervorming van veer B.

- $C = 45 \text{ N/m}$ | $F = 9 \text{ N}$ | $u = \dots \text{ m}$
- $F = C \cdot u \rightarrow 10 = 45 \cdot u$
- $u = \frac{9}{45} = 0,2 \text{ m}$

6*** a Bereken de veerconstante.

- $F = 30 \text{ N}$ | $u = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$ | $C = \dots \text{ N/m}$
- $F = C \cdot u \rightarrow 30 = C \cdot 0,12 \rightarrow C = 250 \text{ N/m}$

b Bereken hoeveel langer deze veer wordt als je een kracht van 50 N uitoefent.

- $F = 50 \text{ N}$ | $C = 250 \text{ N/m}$ | $u = \dots \text{ m}$
- $F = C \cdot u \rightarrow 50 = 250 \cdot u \rightarrow u = 0,20 \text{ m}$
- de veer wordt 20 cm langer (en krijgt dus een lengte van 35 cm)

c Bereken de lengte van deze veer als je een kracht van 40 N uitoefent.

- $F = 40 \text{ N}$ | $C = 250 \text{ N/m}$ | $u = \dots \text{ m}$
- $F = C \cdot u \rightarrow 40 = 250 \cdot u \rightarrow u = 0,16 \text{ m}$
- de veer wordt 16 cm langer
- de lengte van de uitgerekte veer is $15 + 16 = 31 \text{ cm}$

- 7******
- a** Welke lengte krijgt de veer als je er een blokje van 800 gram aan hangt?
- door 300 gram toe te voegen neemt de lengte 15 cm toe
 - als je een blokje van 800 g aan de veer hangt heb je 600 g toegevoegd in vergelijking met het blokje van 200 gram
 - de spiraalveer wordt $2 \cdot 15 = 30$ cm langer
 - de spiraalveer krijgt een lengte van $25 + 30 = 55$ cm
- b** Bij welke massa krijgt de veer een lengte van 70 cm?
- door 300 gram toe te voegen neemt de lengte 15 cm toe
 - bij 500 gram is de veer 40 cm lang
 - om de veer 70 cm lang te maken moet je twee keer 15 cm toevoegen
 - je moet twee keer 300 gram toevoegen \rightarrow in totaal $500 + 300 + 300 = 1100$ gram

- 8*****
- a** Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de uitrekking van de veer.
- aflezen figuur 1: wijzer staat op 23,2 cm
 - aflezen figuur 2: wijzer staat op 17,8 cm
 - uitrekking = $23,2 - 17,8 = 5,4$ cm
- b** Bepaal de veerconstante.
- $m = 15 \text{ g} = 0,015 \text{ kg} \quad | \quad F_z = \dots \text{ N}$
 - $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 0,015 \cdot 9,81 = 0,14715 \text{ N}$
 - $F = 0,14715 \text{ N} \quad | \quad u = 5,4 \text{ cm} = 0,054 \text{ m} \quad | \quad C = \dots \text{ N/m}$
 - $C = \frac{F}{u} \rightarrow C = \frac{0,14715}{0,054} = 2,725 \text{ N/m}$
- c** Bereken de uitrekking van de veer als je er een blokje van 40 gram aan hangt.
- $m = 40 \text{ g} = 0,040 \text{ kg} \quad | \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad F_z = \dots \text{ N}$
 - $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 0,040 \cdot 9,81 = 0,3924 \text{ N}$
 - $F = 0,3924 \text{ N} \quad | \quad C = 2,725 \text{ N/m} \quad | \quad u = \dots \text{ m}$
 - $F = C \cdot u \rightarrow 0,3924 = 2,725 \cdot u \rightarrow u = 0,144 \text{ m} = 14,4 \text{ cm}$
- d** Bepaal welk getal de wijzer dan aangeeft op de liniaal.
- aflezen figuur 1: zonder blokje staat de wijzer op 23,2 cm
 - veer rekt 14,4 cm uit
 - met blokje staat de wijzer op $23,2 - 14,4 = 8,8$ cm

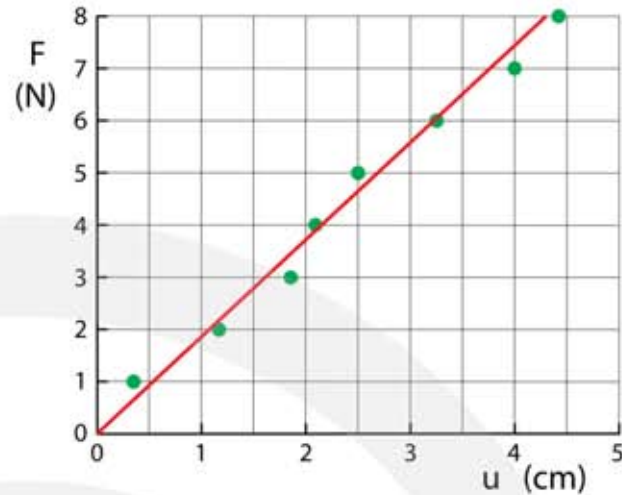
- 9****
- a** Bepaal de veerconstante.
- aflezen: $F = 10 \text{ N} \rightarrow u = 40 \text{ cm} = 0,40 \text{ m}$
 - $C = \frac{F}{u} \rightarrow C = \frac{10}{0,4} = 25 \text{ N/m}$

- b** Bereken de kracht die nodig is om deze veer 1,5 cm uit te rekken.
- $C = 25 \text{ N/m}$ | $u = 1,5 \text{ cm} = 0,015 \text{ m}$ | $F = \dots \text{ N}$
 - $F = C \cdot u \rightarrow F = 25 \cdot 0,015 = 0,375 \text{ N}$
- c** Bereken de uitrekking als er een kracht van 18 N wordt uitgeoefend.
- $F = 18 \text{ N}$ | $C = 25 \text{ N/m}$ | $u = \dots \text{ m}$
 - $F = C \cdot u \rightarrow 18 = 25 \cdot u \rightarrow u = 0,72 \text{ m}$

- 10****
- a** Bepaal de veerconstante.
- aflezen: $F = 50 \text{ N}$ → $u = 35 - 10 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$
 - $C = \frac{F}{u} \rightarrow C = \frac{50}{0,25} = 200 \text{ N/m}$
- b** Bepaal de kracht die nodig is om deze veer 50 cm lang te maken.
- $C = 200 \text{ N/m}$ | $u = 50 - 10 = 40 \text{ cm} = 0,40 \text{ m}$ | $F = \dots \text{ N}$
 - $F = C \cdot u \rightarrow F = 200 \cdot 0,40 = 80 \text{ N}$
- c** Wat is de lengte van de veer bij een kracht van 125 N?
- $C = 200 \text{ N/m}$ | $F = 100 \text{ N}$ | $u = \dots \text{ cm}$
 - $F = C \cdot u \rightarrow 125 = 200 \cdot u \rightarrow u = 0,625 \text{ m}$
 - $\ell = \ell_0 + u \rightarrow \ell = 0,10 + 0,625 = 0,725 = 0,73 \text{ m}$

- 11*****
- a** Leg uit wie er sterker is, Jip of Janneke.
- Jip kan 2 veren 35 cm uitrekken → hij kan daarom 1 veer 70 cm uitrekken
 - Janneke kan 3 veren 25 cm uitrekken → ze kan daarom 1 veer 75 cm uitrekken
 - Janneke is sterker dan Jip
- b** Bereken hoever Jip de expander met 4 veren kan uitrekken.
- Jip kan 2 veren 35 cm uitrekken
 - Jip kan 4 veren $\frac{35}{2} = 17,5 \text{ cm}$ uitrekken
- c** Bereken hoever Janneke de expander met 4 veren kan uitrekken.
- Janneke kan 3 veren 25 cm uitrekken → ze kan 1 veer 75 cm uitrekken
 - Janneke kan 4 veren $\frac{75}{4} = 18,75 \text{ cm}$ uitrekken

- 12****** a Leg uit waaraan je kunt zien dat het experiment slordig is uitgevoerd
- de meetpunten liggen niet mooi op een rechte lijn



- b Leg uit waarom dit het geval is.
- als je geen kracht op de veer uitoefent is de uitrekking per definitie nul (*de lengte is dan niet nul*)
- c Trek met een liniaal de best mogelijke rechte lijn door de meetpunten. Zorg dat de lijn in ieder geval door (0, 0) gaat.
- d Bepaal de veerconstante uit de helling van de getekende lijn.
- aflezen bij de getekende lijn: $F = 8,0 \text{ N}$ bij $u = 4,3 \text{ cm}$
 - $C = \frac{F}{u} \rightarrow C = \frac{8}{0,043} = 186,0465 = 186 \text{ N/m}$
- e Bereken de kracht die nodig is om de veer 14 cm uit te rekken.
- $C = 186 \text{ N/m} \mid u = 0,14 \text{ m} \mid F = \dots \text{ N}$
 - $F = C \cdot u \rightarrow F = 186 \cdot 0,14 = 26,04 = 26 \text{ N}$

- 13****** a Bereken de veerconstante van de veer.
- $m = 5,0 \text{ kg} \mid g = 1,62 \text{ m/s}^2 \mid F_z = \dots \text{ N}$
 - $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 5 \cdot 1,62 = 8,1 \text{ N}$
 - $F = 8,1 \text{ N} \mid u = 20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m} \mid C = \dots \text{ N/m}$
 - $C = \frac{F}{u} \rightarrow C = \frac{8,1}{0,2} = 40,5 \text{ N/m}$

- b Bereken de uitrekking van de veer op aarde.
- $m = 5,0 \text{ kg} \mid g = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid F_z = \dots \text{ N}$
 - $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 5 \cdot 9,81 = 49,05 \text{ N}$
 - $F = 49,05 \text{ N} \mid C = 40,5 \text{ N/m} \mid u = \dots \text{ m}$
 - $F = C \cdot u \rightarrow 49,05 = 40,5 \cdot u \rightarrow u = 1,21 \text{ m}$

- 14****** a Bereken de veerconstante.
- 60 gram toevoegen geeft een uitrekking van $u = 27,5 - 22,5 = 5,0 \text{ cm}$
 - $m = 60 \text{ g} = 0,060 \text{ kg} \mid g = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid F_z = \dots \text{ N}$
 - $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 0,06 \cdot 9,81 = 0,5886 \text{ N}$

- $F = 0,5886 \text{ N}$ | $u = 5,0 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$ | $C = \dots \text{ N/m}$
- $C = \frac{F}{u} \rightarrow C = \frac{0,5886}{0,05} = 11,772 \text{ N/m}$

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

- $m = 90 \text{ g} = 0,090 \text{ kg}$ | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ | $F_z = \dots \text{ N}$
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 0,09 \cdot 9,81 = 0,8829 \text{ N}$
- $F = 0,8829 \text{ N}$ | $C = 11,772 \text{ N/m}$ | $u = \dots \text{ m}$
- $F = C \cdot u \rightarrow 0,8829 = 11,772 \cdot u \rightarrow u = 0,075 \text{ m} = 7,5 \text{ cm}$
- met blokje van 90 gram heeft de veer een lengte van 22,5 cm
- zonder blokje heeft de veer een lengte van $22,5 - 7,5 = 15 \text{ cm}$

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

- met blokje van 60 gram is de uitrekking 5,0 cm
- met blokje van 240 gram is de uitrekking $4 \cdot 5 = 20 \text{ cm}$
- zonder blokje is de veer 15 cm lang
- met blokje van 240 gram is de veer $15 + 20 = 35 \text{ cm}$ lang

Druk

geen opgaven

3.4 Kracht en versnelling

- 1***
- a** Formuleer de eerste wet van Newton in je eigen woorden.
- als er geen resulterende kracht werkt is er geen versnelling
 - als er geen resulterende kracht werkt verandert de snelheid niet
 - als er geen resulterende kracht werkt blijft de snelheid constant
- b** Formuleer de tweede wet van Newton in je eigen woorden.
- als er een resulterende kracht werkt gaat het voorwerp versnellen; de versnelling is recht evenredig met de kracht
 - als er een resulterende kracht werkt verandert de snelheid; bij een grote massa is er veel kracht nodig om een grote versnelling te krijgen
- c** Formuleer de derde wet van Newton in je eigen woorden.
- als je een kracht uitoefent op iets dan oefent dat iets een even grote kracht uit op jou
 - als A een kracht uitoefent op B dan oefent B een even grote kracht de andere kant uit op A
- 2***
- a** Bereken de zwaartekracht op de bowlingbal.
- $F_z = m \cdot g$ met $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
 - $F_z = 3 \cdot 9,81 = 29,43 = 29 \text{ N}$
- b** Bereken de kracht die je armspier uitoefent.
- de bal beweegt niet
 - $F_{\text{bal op hand}} = -F_{\text{hand op bal}}$
 - $F_{\text{bal op hand}} = F_z = 29 \text{ N}$
 - $F_{\text{hand op bal}} = F_{\text{spier}} = 29 \text{ N}$
- c** Hoe heet de kracht die je armspier uitoefent?
- de spierkracht
- 3***
- a** Noem de krachten die onderweg op de bowlingbal werken.
- zwaartekracht → de kracht die de bal op de baan uitoefent
 - normaalkracht → de kracht die de baan op de bal uitoefent
- b** Zijn er nu andere krachten in het spel dan bij vraag 2?
- nee, behalve dat de spierkracht is vervangen door de normaalkracht
 - de spierkracht mag je opvatten als een normaalkracht

- 4****
- a** Wat weet je van de grootte van de resulterende kracht als de bal door de pionnen wordt afgeremd?
- de bal vertraagt en er is dus een resulterende kracht
 - $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow$ de grootte ΣF is recht evenredig met de vertraging
 - $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow$ de grootte ΣF is recht evenredig met de massa van de bal
- b** Wat weet je van de richting van de resulterende kracht als de bal door de pionnen wordt afgeremd?
- de richting van de resulterende kracht is tegengesteld aan de richting van de snelheid

- 5*****
- a** Geef hiervoor een verklaring.
- de trein trekt op en versnelt
 - om de bal te versnellen moet op de bal een kracht worden uitgeoefend
 - de vloer kan deze kracht niet leveren
 - de bal versnelt niet
 - gezien vanuit de trein lijkt het alsof de bal naar achteren beweegt
- b** Geef hiervoor een verklaring.
- de trein remt af en vertraagt
 - om de bal te vertragen moet op de bal een kracht worden uitgeoefend
 - de vloer kan deze kracht niet leveren
 - de bal vertraagt niet
 - gezien vanuit de trein lijkt het alsof de bal naar voren beweegt
- c** Kan de bal ook spontaan zijwaarts gaan rollen? Verklaar je antwoord.
- ja dat kan als de trein een bocht neemt
 - om de bal de bocht te laten nemen moet de richting van zijn snelheid veranderen
 - hiervoor is een kracht nodig
 - de vloer kan deze kracht niet leveren
 - de bal gaat niet door de bocht
 - gezien vanuit de trein lijkt het alsof de bal zijwaarts beweegt

- 6****
- a** Wat houdt hen in beweging?
- om te blijven bewegen is geen kracht nodig
 - het bewegen van een voorwerp met een constante snelheid wordt nergens door veroorzaakt
 - er is niets wat hen in beweging houdt

- 7*****
- a** Bereken de zwaartekracht op de auto
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 1200 \cdot 9,81 = 11772 \text{ N}$

- b** Bereken de normaalkracht op de auto
- verticaal zijn de krachten in evenwicht
 - $F_z + F_N = 0 \rightarrow F_N = -F_z$
 - $F_N = -11772 \text{ N}$ (minteken niet verplicht)

c Bereken de resulterende kracht op de auto.

- $t = 5,0 \text{ s} \mid v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = \frac{72}{3,6} = 20 \text{ m/s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $20 = a \cdot 5 \rightarrow a = 4,0 \text{ m/s}^2$
- $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow \Sigma F = 1200 \cdot 4 = 4800 \text{ N}$

d Bereken de wrijvingskracht op de auto

- constante snelheid \rightarrow horizontaal zijn de krachten in evenwicht
- $F_{\text{motor}} + F_{\text{wrijving}} = 0 \rightarrow F_{\text{wrijving}} = -F_{\text{motor}}$
- $F_{\text{wrijving}} = -2500 \text{ N}$ (minteken niet verplicht)

8***

a Hoe groot is de snelheid van de slee na 5,0 s?

- $m = 40 \text{ kg} \mid \Sigma F = 50 \text{ N} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow 50 = 40 \cdot a \rightarrow a = 1,25 \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow \Delta v = 1,25 \cdot 4 = 5,0 \text{ m/s}$

b Welke afstand heeft de slee na 5,0 s afgelegd?

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0 + 5}{2} = 2,5 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 2,5 \cdot 4 = 10 \text{ m}$

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

- verticaal zijn de krachten in evenwicht
- $F_z + F_N = 0 \rightarrow F_N = -F_z$
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 40 \cdot 9,81 = 392,4 \text{ N}$
- $F_N = -392,4 \text{ N}$ (minteken niet verplicht)

c Na hoeveel seconde staat de slee stil?

- $m = 40 \text{ kg} \mid \Sigma F = 10 \text{ N} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow 10 = 40 \cdot a \rightarrow a = 0,25 \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 5 = 0,25 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 20 \text{ s}$

d Hoeveel meter heeft de slee in deze tijd afgelegd?

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{5 + 0}{2} = 2,5 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 2,5 \cdot 20 = 50 \text{ m}$

- 9****** a Hoeveel kracht levert de motor van de trein?
- $\Delta v = \frac{144}{3,6} = 40 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 5 \cdot 60 = 300 \text{ s}$ | $a = \dots \text{ m/s}$
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 40 = a \cdot 300 \rightarrow a = 0,13333 \text{ m/s}$
 - $m = 360.000 \text{ kg}$ | $a = 0,13333 \text{ m/s}^2$ | $\Sigma F = \dots \text{ N}$
 - $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow \Sigma F = 360000 \cdot 0,13333 = 48000 \text{ N}$
 - $\Sigma F = F_{\text{motor}} - F_{\text{wrijving}} \rightarrow 48000 = F_{\text{motor}} - 9000 \rightarrow F_{\text{motor}} = 57000 \text{ N}$
- b Hoeveel minuten rijdt de trein door voor hij tot stilstand komt?
- $\Sigma F = 9000 \text{ N}$ | $m = 360000 \text{ kg}$ | $a = \dots \text{ m/s}^2$
 - $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow 9000 = 360000 \cdot a \rightarrow a = 0,025 \text{ m/s}^2$
 - $\Delta v = 40 \text{ m/s}$ | $a = 0,025 \text{ m/s}^2$ | $\Delta t = \dots \text{ s}$
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 40 = 0,025 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 1600 \text{ s}$
 - $\frac{1600}{60} = 26,67 \text{ minuten}$
- c Hoeveel kilometer rijdt de trein door voor hij tot stilstand komt?
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{40 + 0}{2} = 20 \text{ m/s}$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 20 \cdot 1600 = 32000 \text{ m} \rightarrow s = 32 \text{ km}$

- 10****** a Bereken de kracht die de remmen uitoefenen op de vrachtauto.
- $\Delta V = 90 - 36 = 54 \text{ km/h} \rightarrow \Delta v = \frac{54}{3,6} = 15 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 20 \text{ s}$ | $a = \dots \text{ m/s}^2$
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 15 = a \cdot 20 \rightarrow a = 0,75 \text{ m/s}^2$
 - $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow \Sigma F = 20000 \cdot 0,75 = 15000 \text{ N}$
- b Is de remkracht naar voren of naar achteren gericht?
- de snelheid neemt af
 - de remkracht werkt de snelheid tegen
 - de remkracht is naar achteren gericht
- c Leg uit waarom dit het geval is.
- $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow$ als m klein is wordt a groot (ΔF is een gegeven)
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow$ als a groot is wordt Δt klein (Δv is een gegeven)
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow$ als t klein is wordt s klein (v_{gem} is een gegeven)

- 11***** a Welke denkfout maakt Dombo?
- het touw oefent evenveel kracht op Reus uit als Reus op het touw
 - door zich schrap te zetten wordt hij niet omvergetrokken
 - Reus kan het touw inhalen omdat hij zich beter schrap kan zetten dan Dwerg

- 12***** a Wie van hen wint de wedstrijd?
- Reus en Dwerg oefenen evenveel kracht uit op elkaar
 - $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow$ bij een grote massa is de versnelling klein
 - het vlot van Dwerg heeft de grootste massa en krijgt de kleinste versnelling
 - Dwerg versnelt minder dan Reus \rightarrow Dwerg wint de wedstrijd

- 13***** a Welke denkfout maakt Slimbo?
- de ventilator oefent een kracht naar voren uit op de lucht
 - de lucht (wind) oefent een kracht naar voren uit op de zeilen
 - de weggeblazen lucht oefent dezelfde kracht naar achteren uit op de ventilator
 - de boot komt niet in beweging
- b Leg uit of hierdoor de boot gaat versnellen?
- de ventilator oefent een kracht naar achteren uit op de lucht
 - de lucht oefent dezelfde kracht naar voren uit op de ventilator
 - de boot krijgt hierdoor een versnelling naar voren

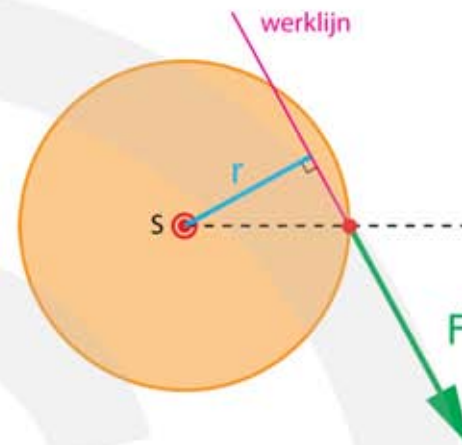
- 14***** a Bereken de kracht die de parachute op de parachutist uitoefent.
- constante snelheid $\rightarrow a = 0 \rightarrow \Sigma F = 0$
 - $F_z + F_N = 0 \rightarrow F_N = -F_z$
 - $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 80 \cdot 9,81 = 784,8 \text{ N}$
 - $F_N = -784,8 \text{ N}$ (minteken niet verplicht)
- b Hoeveel kracht oefent de parachute nu uit op de parachutist?
- $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow \Sigma F = 80 \cdot 8 = 640 \text{ N}$
 - $\Sigma F = m \cdot g - F_{\text{parachute}}$
 - $640 = 80 \cdot 9,81 - F_{\text{parachute}} \rightarrow F_{\text{parachute}} = 784,8 - 640 = 144,8 \text{ N}$
- c Hoe groot is de kracht die de parachutist op de parachute uitoefent?
- de kracht die de parachutist op de parachute uitoefent is even groot als de kracht die de parachute op de parachutist uitoefent $\rightarrow F_{\text{op parachute}} = 144,8 \text{ N}$

3.5 De momentenwet (hefboomwet)

- 1***
- a** Wat wordt er bedoeld met de arm van een kracht?
- de arm van een kracht is de afstand tussen de werklijn van de kracht en het draaipunt
- b** Wat is de eenheid van de arm van een kracht ?
- de arm van een kracht is een afstand
 - de eenheid van afstand is meter (m)
- c** Wat is het moment van een kracht?
- het moment van een kracht is de kracht vermenigvuldigd met de arm
- d** Wat is de eenheid van het moment van een kracht ?
- $M = F \cdot r$
 - eenheid moment is $N \cdot m$
- 2***
- a** Bepaal de arm van de kracht.
- teken de werklijn van de kracht
 - teken een lijn loodrecht op de werklijn door het draaipunt
 - meet de afstand van de werklijn tot het draaipunt → 4,8 cm
 - de arm is 0,048 m
- b** Bereken het moment van de kracht.
- $F = 50 \text{ N} \quad | \quad r = 0,048 \text{ m} \quad | \quad M = \dots \text{ N} \cdot \text{m}$
 - $M = F \cdot r \quad \rightarrow \quad M = 50 \cdot 0,048 = 2,4 \text{ N} \cdot \text{m}$
- 3****
- a** Bepaal de arm van de kracht.
- teken de werklijn van de kracht
 - teken een lijn loodrecht op de werklijn door het draaipunt
 - meet de afstand van de werklijn tot het draaipunt → 3,4 cm
 - de arm is 0,034 m
- b** Bereken het moment van de kracht.
- $F = 50 \text{ N} \quad | \quad r = 0,034 \text{ m} \quad | \quad M = \dots \text{ N} \cdot \text{m}$
 - $M = F \cdot r \quad \rightarrow \quad M = 50 \cdot 0,034 = 1,7 \text{ N} \cdot \text{m}$
- 4***
- a** Bepaal de arm van de kracht.
- de werklijn gaat door het draaipunt
 - de arm heeft lengte nul

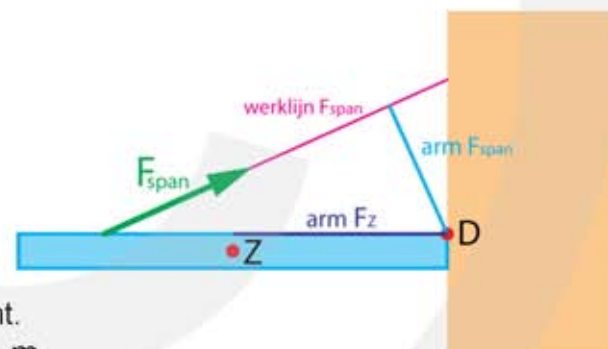
- b Bereken het moment van de kracht.
- $F = 50 \text{ N} \mid r = 0 \text{ m} \mid M = \dots \text{ N}\cdot\text{m}$
 - $M = F \cdot r \rightarrow M = 50 \cdot 0 = 0 \text{ N}\cdot\text{m}$

- 5** a Bepaal de arm van de kracht.
- teken de werklijn van de kracht
 - teken een lijn loodrecht op de werklijn door het draaipunt
 - meet de afstand van de werklijn tot het draaipunt $\rightarrow 2,5 \text{ cm}$
 - de arm is $0,025 \text{ m}$



- b Bereken het moment van de kracht.
- $F = 8,0 \text{ N} \mid r = 0,025 \text{ m} \mid M = \dots \text{ N}\cdot\text{m}$
 - $M = F \cdot r \rightarrow M = 8,0 \cdot 0,025 = 0,20 \text{ N}\cdot\text{m}$

- 6** a Bepaal de arm van de spankracht.
- meet de afstand van de werklijn tot het draaipunt $\rightarrow 2,4 \text{ cm}$
 - de arm is $0,024 \cdot 40 = 0,96 \text{ m}$

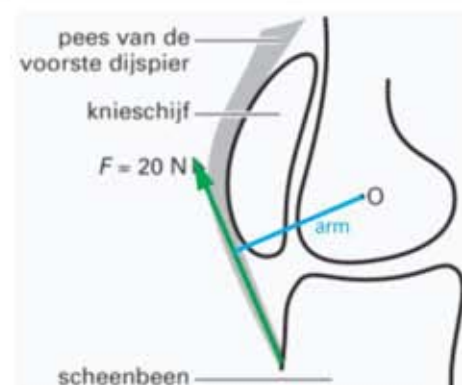


- b Bereken het moment van de spankracht.
- $F = 5000 \text{ N} \mid r = 0,96 \text{ m} \mid M = \dots \text{ N}\cdot\text{m}$
 - $M = F \cdot r \rightarrow M = 5000 \cdot 0,96 = 4800 = 4,8 \cdot 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}$

- c Bepaal de arm van de zwaartekracht.
- meet de afstand van de werklijn tot het draaipunt $\rightarrow 3,5 \text{ cm}$
 - de arm is $0,035 \cdot 40 = 1,4 \text{ m}$

- 7** a Bepaal met behulp van de figuur de arm van kracht F.
- meet de afstand van de werklijn tot het draaipunt $\rightarrow 2,75 \text{ cm}$
 - de arm is $0,0275 \text{ m}$

- b Bereken het moment van de kracht ten opzichte van het draaipunt O.
- $F = 20 \text{ N} \mid r = 0,0275 \text{ m} \mid M = \dots \text{ N}\cdot\text{m}$
 - $M = F \cdot r \rightarrow M = 20 \cdot 0,0275 = 0,55 \text{ N}\cdot\text{m}$



- 8****
- a** Leg uit waarom de balans niet in evenwicht is.
- bij evenwicht $\rightarrow F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - links \rightarrow arm is 5 keer de afstand tussen twee gaatjes
 - rechts \rightarrow arm is 8 keer de afstand tussen twee gaatjes
 - links $3 \cdot 5 = 15$ | rechts $2 \cdot 8 = 16$
 - 15 is niet gelijk aan 16 \rightarrow er is geen evenwicht
- b** Leg uit welke kant de balans zal gaan draaien.
- rechts is het moment het grootst (16 tegen 15)
 - de balans gaat rechtsom draaien
- c** Aan welk gaatje moet dat gewichtje hangen?
- aan beide kanten moet het moment 16 zijn
 - links is er 3 keer $5 = 15$
 - er moet één gewichtje in het eerste gaatje worden toegevoegd
- d** Aan welke gaatjes moeten de twee extra gewichtjes hangen?
- aan beide kanten moet een gewichtje komen
 - aan de linkerkant moet het gewichtje één gaatje verder van het draaipunt hangen dan aan de rechterkant
- 9****
- a** Aan welk gaatje moet dat gewichtje hangen?
- in totaal hangt aan de rechterkant $1 \cdot 3 + 1 \cdot 7 = 10$
 - aan de linkerkant moet ook in totaal 10 worden gemaakt
 - links moet één gewichtje in het 10^e gaatje worden toegevoegd
- b** Aan welk gaatje moet je het tweede gewichtje hangen?
- aan de linkerkant hangt $1 \cdot 11 = 11$
 - aan de rechterkant hangt $1 \cdot 3 + 1 \cdot 7 = 10$
 - het gewichtje moet in het eerste gaatje aan de rechterkant worden toegevoegd
- 10*****
- a** Kan zij daarin gelijk hebben?
- als Marika zwaarder is dan Timo is de zwaartekracht op Marika (linksom) groter dan de zwaartekracht op Timo (rechtsom) $\rightarrow F_L > F_R$
 - $r_L = r_R$ en $F_L > F_R \rightarrow F_L \cdot r_L > F_R \cdot r_R$
 - het moment linksom is groter dan het moment rechtsom
 - de wipwap draait linksom tot het de grond raakt \rightarrow Marika kan gelijk hebben
- b** Kan hij daarin gelijk hebben?
- als Marika dichterbij het draaipunt zit is de arm van kracht linksom kleiner dan de arm van de kracht rechtsom
 - $r_L < r_R$ en $F_L = F_R \rightarrow F_L \cdot r_L < F_R \cdot r_R$
 - het moment linksom is kleiner dan het moment rechtsom

- de wipwap draait rechtsom tot het de grond raakt → Timo kan NIET gelijk hebben

c Hoeveel weegt Timo?

- $F_L = 32 \cdot 9,81 = 313,92 \text{ N}$ | $r_L = 1,5 \text{ m}$ | $r_R = 1,7 \text{ m}$ | $F_R = \dots \text{ N}$
- evenwicht $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- $313,92 \cdot 1,5 = F_R \cdot 1,7 \rightarrow F_R = 276,988 \text{ N}$
- $F_z = m \cdot g \rightarrow 276,988 = m \cdot 9,81 \rightarrow m = 28,2 \text{ kg}$

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

- $F_L = 80 \cdot 9,81 = 784,8 \text{ N}$ | $F_R = 35 \cdot 9,81 = 343,35 \text{ N}$ | $r_R = 2,0 \text{ m}$ | $r_L = \dots \text{ m}$
- evenwicht $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- $784,8 \cdot r_L = 343,35 \cdot 2,0 \rightarrow r_L = 0,875 = 0,88 \text{ m}$

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

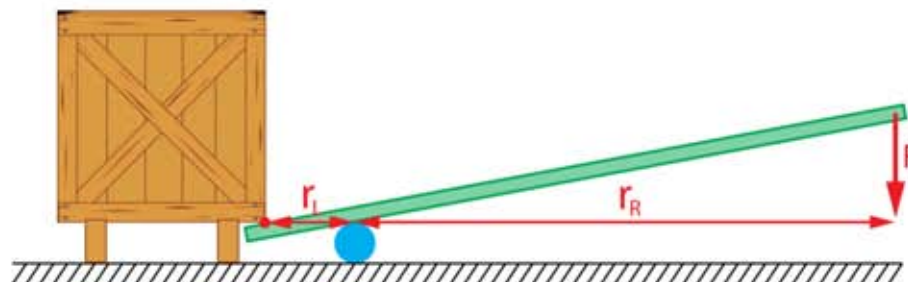
- $F_{R1} = 35 \cdot 9,81 = 343,35 \text{ N}$ | $r_{R1} = 2,0 \text{ m}$ | $F_{R2} = 40 \cdot 9,81 = 392,4 \text{ N}$ | $r_{R2} = 1,7 \text{ m}$
- $F_L = 80 \cdot 9,81 = 784,8 \text{ N}$ | $r_L = \dots \text{ m}$
- evenwicht $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- $784,8 \cdot r_L = 343,35 \cdot 2,0 + 392,4 \cdot 1,7 \rightarrow r_L = 1,725 = 1,7 \text{ m}$

12*** a Waar ligt het draaipunt van de hefboom?

- het draaipunt ligt op de plaats waar de groene hefboom de blauwe cirkel raakt

b Hoe groot is de kracht op de kist?

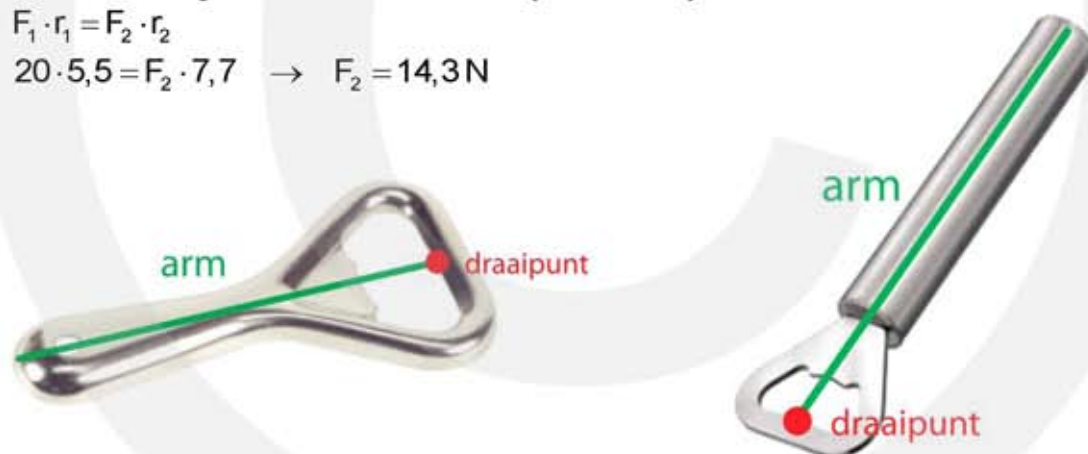
- teken de werklijnen van de krachten
- teken voor iedere kracht een lijn loodrecht op de werklijn door het draaipunt
- opmeten arm van kracht naar beneden → 9,5 cm
- opmeten arm van de kracht op de kist → 1,6 cm
- $F_R = 240 \text{ N}$ | $r_R = 0,095 \cdot 20 = 1,9 \text{ m}$ | $r_L = 0,016 \cdot 20 = 0,32 \text{ m}$ | $F_L = \dots \text{ N}$
- evenwicht $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- $F_L \cdot 0,32 = 240 \cdot 1,9 \rightarrow F_L = 1425 \text{ N}$



- c Hoeveel kracht moet je minimaal gebruiken om de kist aan één kant op te tillen?
- de zwaartekracht op de kist is $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ N}$
 - de helft van deze kracht wordt door de hefboom uitgeoefend $\frac{2943}{2} = 1471,5 \text{ N}$
 - $F_L = 1471,5 \text{ N} \mid r_L = 0,016 \cdot 20 = 0,32 \text{ m} \mid r_R = 0,095 \cdot 20 = 1,9 \text{ m} \mid F_R = \dots \text{ N}$
 - evenwicht $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - $1471,5 \cdot 0,32 = F_R \cdot 1,9 \rightarrow F_R = 247,83 = 248 \text{ N}$

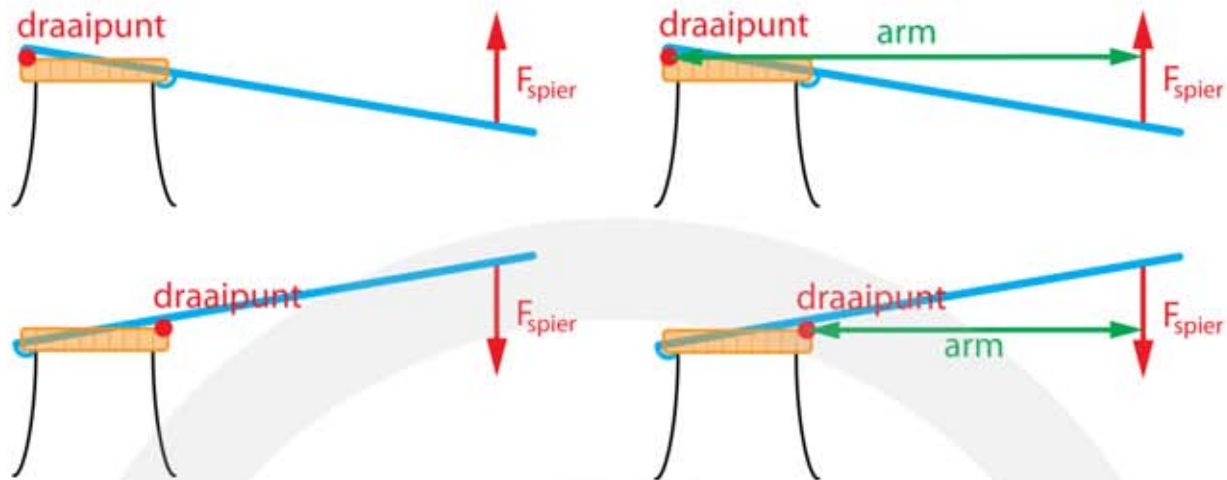
13*** Flesopener 1

- a Leg uit met welke van de twee flessenopeners je de minste kracht hoeft te zetten.
- de flessenopener van figuur 2 heeft een langere arm dan die van figuur 1
 - bij de flessenopener van figuur 2 heb je de minste kracht nodig
- b Bepaal hoeveel kracht je bij de flessenopener van figuur 2 nodig hebt.
- opmeten: figuur 1 arm flesopener $\rightarrow 5,5 \text{ cm}$
 - opmeten: figuur 2 arm flesopener $\rightarrow 7,7 \text{ cm}$
 - moment nodig om kroonkurk te verwijderen is bij 1 en 2 hetzelfde
 - $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$
 - $20 \cdot 5,5 = F_2 \cdot 7,7 \rightarrow F_2 = 14,3 \text{ N}$



14*** Flesopener 2

- a Leg uit waarom dit het geval is. Teken hiertoe eerst het draaipunt in beide figuren.
- bij de bovenste opener is de arm van de spierkracht groter dan bij de onderste opener
 - kleine arm \rightarrow veel spierkracht
- b Bepaal hoeveel kracht je bij de onderste flesopener nodig hebt.
- opmeten arm bovenste flesopener $\rightarrow 7,5 \text{ cm}$
 - opmeten arm onderste flesopener $\rightarrow 5,3 \text{ cm}$
 - moment nodig om kroonkurk te verwijderen is bij 1 en 2 hetzelfde
 - $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$
 - $15 \cdot 7,5 = F_2 \cdot 5,3 \rightarrow F_2 = 21,2 \text{ N}$



15*** Steeksleutel

a Draai je met deze kracht de moer los of vast?

- de kracht op de moer werkt rechtsom (met de klok mee)
- hiermee draai je de moer vast

b Hoe groot is het moment van deze kracht?

- teken de werklijnen van de kracht
- teken een lijn loodrecht op de werklijn door het draaipunt
- opmeten arm de kracht → 12,0 cm
- de werkelijkheid is 1,5 keer zo groot → $1,5 \cdot 12 = 18 \text{ cm} = 0,18 \text{ m}$
- $M = F \cdot r \rightarrow M = 120 \cdot 0,18 = 21,6 \text{ N} \cdot \text{m}$

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

- teken de werklijnen van de krachten
- opmeten arm de krachten op de steeksleutel → 0,5 cm
- de werkelijkheid is 1,5 keer zo groot → $1,5 \cdot 0,5 = 0,75 \text{ cm}$
- $F_R = 120 \text{ N} \mid r_R = 18 \text{ cm} \mid r_L = 0,75 \text{ cm} \mid F_L = \dots \text{N}$
- evenwicht $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- $F_L \cdot 0,75 = 120 \cdot 18 \rightarrow F_L = 2880 \text{ N}$
- de kracht bij een rode stip is hiervan de helft → $0,5 \cdot 2880 = 1440 \text{ N}$



16***

- a Bereken of deze balk in evenwicht is.
- de balk is niet in evenwicht want Z ligt links van het draaipunt
 - er is een netto moment linksom
- b Leg uit of deze kracht in B naar boven of naar beneden moet zijn gericht.
- zonder kracht in B is het moment linksom is groter dan het moment rechtsom
 - de kracht in B moet een moment rechtsom geven
 - de kracht in B moet naar beneden zijn gericht
- c Bereken de kracht die in B moet worden uitgeoefend om de balk in evenwicht te houden.
- zwaartepunt ligt in het midden → afstand AZ is 80 cm
 - afstand AD is 90 cm → afstand ZD is 10 cm → dit is de arm van de zwaartekracht
 - afstand BD is $160 - 90 = 70$ cm → dit is de arm van de kracht in B
 - evenwicht → $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - $F_L = 5 \cdot 9,81 = 49,05$ N | $r_L = 0,1$ m | $r_R = 0,7$ m | $F_R = \dots$ N
 - $49,05 \cdot 0,1 = 0,7 \cdot F_R \rightarrow F_R = 7,0$ N
- d Leg uit of deze kracht in A naar boven of naar beneden moet zijn gericht.
- zonder kracht in A is het moment linksom is groter dan het moment rechtsom
 - de kracht in A moet een moment rechtsom geven
 - de kracht in A moet naar boven zijn gericht
- e Bereken de kracht die in A moet worden uitgeoefend om de balk in evenwicht te houden.
- zwaartepunt ligt in het midden → afstand AZ is 80 cm
 - afstand AD is 90 cm → dit is de arm van de kracht in A
 - afstand AD is 90 cm → afstand ZD is 10 cm → dit is de arm van de zwaartekracht
 - evenwicht → $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - $F_L = 5 \cdot 9,81 = 49,05$ N | $r_L = 0,1$ m | $r_R = 0,9$ m | $F_R = \dots$ N
 - $49,05 \cdot 0,1 = 0,9 \cdot F_R \rightarrow F_R = 5,45$ N

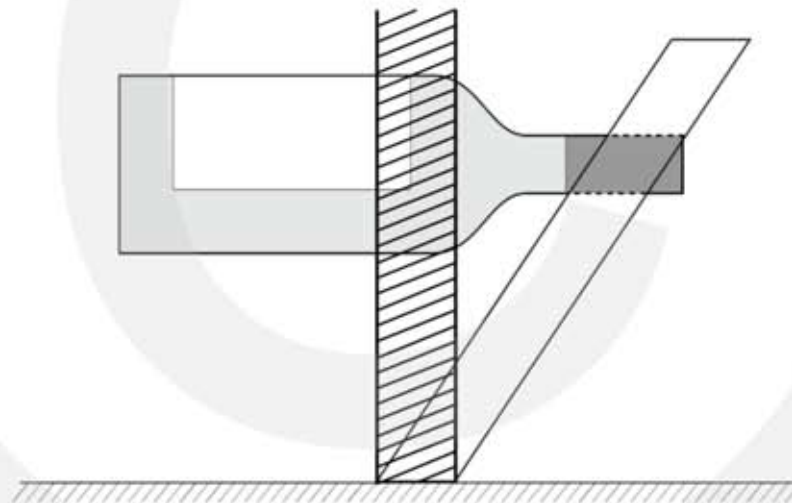
17*** Nijptang

- a Bereken met behulp van de gegevens uit de figuur hierboven de kracht die de bek op het ijzerdraad uitoefent.
- evenwicht → $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - $F_L = 40$ N | $r_L = 11$ cm | $r_R = 3$ cm | $F_R = \dots$ N
 - $40 \cdot 11 = F_R \cdot 3 \rightarrow F_R = 147$ N
- b Leg uit of de kracht van de bek op het ijzerdraad nu groter of kleiner is dan bij de bovenste tang.
- evenwicht → $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - links → F_L en r_L blijft gelijk

- rechts $\rightarrow r_R$ wordt kleiner
 - F_R wordt groter
- 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.
- kleine bek bij evenwicht $\rightarrow F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - $F_L = 40 \text{ N} \mid r_L = 11 \text{ cm} \mid r_R = 2 \text{ cm} \mid F_R = \dots \text{ N}$
 - $40 \cdot 11 = F_R \cdot 2 \rightarrow F_R = 220 \text{ N}$
 - verschil

18*** Flessenstandaard

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



- b Bepaal met behulp van figuur 2 de massa van de fles wijn.
- teken de werklijnen van de zwaartekracht of de fles en van de zwaartekracht op de standaard
 - teken een lijn loodrecht op de werklijnen door het draaipunt
 - meet de afstand van de werklijn van $F_{Z \text{ fles}}$ tot het draaipunt $\rightarrow 0,75 \text{ cm}$
 - meet de afstand van de werklijn van $F_{Z \text{ standaard}}$ tot het draaipunt $\rightarrow 1,6 \text{ cm}$
 - evenwicht $\rightarrow F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - $r_L = 0,75 \text{ cm} \mid r_R = 1,6 \text{ m} \mid F_R = 0,45 \cdot 9,81 = 4,4145 \text{ N} \mid F_L = \dots \text{ N}$
 - $F_L \cdot 0,75 = 4,4145 \cdot 1,6 \rightarrow F_L = 9,4176 \text{ N}$
 - $F_L = F_{Z \text{ fles}} = m \cdot g \rightarrow 9,4176 = m \cdot 9,81 \rightarrow m = 0,96 \text{ kg}$

19*** Bovenleiding

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

- de straal van het grote wiel is de arm van de zwaartekracht op het gewicht
- de straal van het kleine wiel is de arm van de spankracht
- evenwicht $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- als r_L groter is dan r_R dan moet F_L kleiner zijn de F_R
- de spankracht is dus groter dan de zwaartekracht op het gewicht

b Bereken de spankracht in de bovenleiding.

- teken de werklijnen van de krachten
- teken voor iedere kracht een lijn loodrecht op de werklijn door het draaipunt
- opmeten arm de zwaartekracht op het gewicht $\rightarrow 3,0 \text{ cm}$
- opmeten arm van de spankracht op de bovenleiding $\rightarrow 0,9 \text{ cm}$
- $F_L = 500 \cdot 9,81 = 4905 \text{ N}$ | $r_L = 3,0 \text{ cm}$ | $r_R = 0,9 \text{ cm}$ | $F_R = \dots \text{ N}$
- evenwicht $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- $4905 \cdot 3,0 = F_R \cdot 0,9 \rightarrow F_R = 16350 = 1,6 \cdot 10^4 \text{ N}$

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

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

- evenwicht $\rightarrow F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- de arm r_L van het contragewicht is kleiner dan de arm r_R van de zwaartekracht op de vracht
- $F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R \rightarrow$ bij de kleinste arm is de kracht het grootst
- de massa van het contragewicht moet groter zijn dan 1550 kg

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

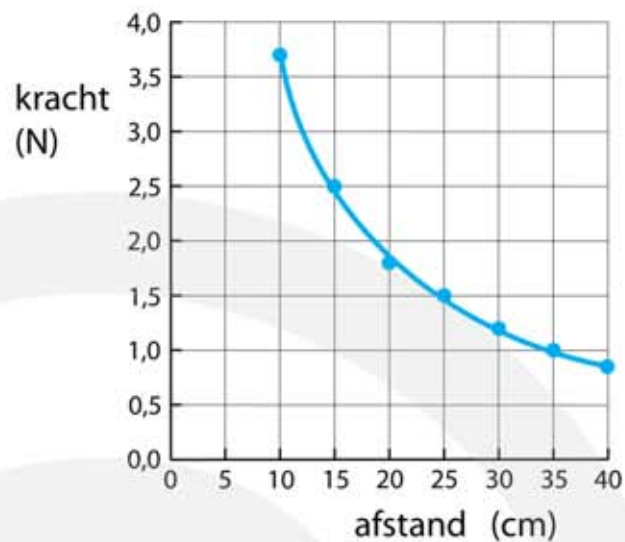
- evenwicht $\rightarrow F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
- $F_L \cdot r_L$ contragewicht blijft gelijk $\rightarrow F_R \cdot r_R$ moet gelijk blijven
- $F_1 = 60000 \text{ N}$ | $r_1 = 14,4 \text{ m}$ | $r_2 = 20 \text{ m}$ | $F_2 = \dots \text{ N}$
- $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$
- $60000 \cdot 14,4 = F_2 \cdot 20 \rightarrow F_2 = 43200 \text{ N}$

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

- vanwege de vracht zal de giek een beetje naar beneden doorbuigen
- buis 1 wordt langer en ondervindt een trekkracht
- buis 2 wordt korter en ondervindt een duwkracht

21*** Hefbomen

a Maak een grafiek van deze metingen.



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

- bij een afstand van 30 cm is de kracht 1,2 N
- bij een afstand van 15 cm is de kracht 2,5 N
- bij de helft van de afstand is de kracht ongeveer twee keer zo groot

c Bepaal de grootte van de zwaartekracht op de strip.

- de zwaartekracht grijpt aan in het zwaartepunt
- het zwaartepunt ligt in het midden van de strip op 20 cm van het draaipunt
- als de veerunster op 20 cm van het draaipunt staat is de kracht 1,8 N
- de zwaartekracht op de strip is 1,8 N

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

- het zwaartepunt ligt bij gaatje 5 en is omlaag gericht
- F_z 1,8 N (zie vraag c)
- de helft van de zwaartekracht wordt door de veerunster geleverd en is omhoog gericht
- de andere helft van de zwaartekracht wordt door de as in het draaipunt geleverd en is ook omhoog gericht
- de kracht in het draaipunt op de strip is 0,90 N en is omhoog gericht

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

- de afstand tussen de gaatjes is 5 cm
- bij een afstand van 10 cm is de kracht 3,7 N
- bij een afstand van 5 cm is de kracht twee keer zo groot \rightarrow 7,4 N
- de veerunster kan een kracht van 7,4 N niet meten

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

- in figuur 1 geven beide veerunsters altijd dezelfde kracht aan
- in figuur 1 kan de kracht van 7,4 N niet worden aangegeven
- in figuur 2 wordt de kracht verdeeld over beide veerunsters

- iedere veerunster krijgt de helft van de kracht $\frac{7,4}{2} = 3,7 \text{ N}$
- in figuur 2 kan een kracht van 7,4 N worden gemeten

22**** Picknicktafel

- a** Bereken hoe groot de kracht F minstens moet zijn om de picknicktafel te laten kantelen.
- als de picknicktafel kantelt is het draaipunt het rechterhoekpunt van de rechterpoot
 - opmeten arm linksom \rightarrow 4,5 hokjes (OOK GOED opmeten in centimeter)
 - opmeten arm rechtsom \rightarrow 2,0 hokjes (OOK GOED opmeten in centimeter)
 - evenwicht $\rightarrow F_L \cdot r_L = F_R \cdot r_R$
 - $r_L = 4,5 \text{ hokjes}$ | $r_R = 2,0 \text{ hokjes}$ | $F_L = 60 \cdot 9,81 = 588,6 \text{ N}$ | $F_R = \dots \text{ N}$
 - $588,6 \cdot 4,5 = F_R \cdot 2 \rightarrow F_R = 1324,35 \text{ N}$
- b** Leg uit wie gelijk heeft.
- als de tafel naar links kantelt is het draaipunt het linkerhoekpunt van de linkerpoot
 - de arm van de kracht van de personen op de rechterbank is nu veel groter dan eerst
 - links moet een veel grotere kracht worden uitgeoefend dan $2F$
 - Frank heeft gelijk
- c** Noem twee veranderingen die ze kunnen aanbrengen waardoor de picknicktafel stabiel wordt.
- de tafel zwaarder maken of
 - de poten schuiner zetten of
 - de poten verder uit elkaar zetten of
 - het zitgedeelte dichter bij het zwaartepunt van de picknicktafel brengen