Uitwerkingen opgaven hoofdstuk 3

3.1 Krachten: wat zijn dat?

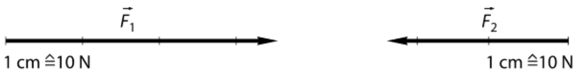
Opgave 4

De schaalfactor is 1 cm $\hat{=}$ 10 N, dus een kracht van 36 N wordt weergegeven als een pijl met lengte 3,6 cm.

$\vec{F}_1$: Teken een pijl met een lengte van 3,6 cm (zie figuur 3.1).

$\vec{F}_2$: Teken een pijl met een lengte van 2,4 cm (zie figuur 3.1).

De pijl van $\vec{F}_2$ wijst de kant op tegengesteld aan die van $\vec{F}_1$ vanwege het minteken.



Figuur 3.1

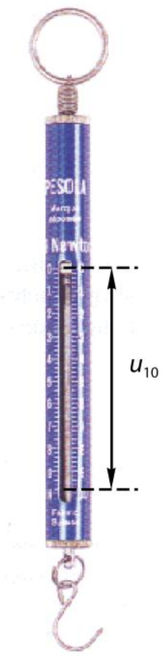
Opgave 5

a $F_{\text{trek}} = C \cdot u \rightarrow C = \dfrac{F_{\text{trek}}}{u} \rightarrow C = \dfrac{F_{\text{trek}}}{u} = \dfrac{\text{N}}{\text{cm}}$ of $\dfrac{\text{N}}{\text{m}}$

b $C = \dfrac{\text{N}}{\text{m}} = \dfrac{\left(\text{kg} \cdot \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)}{\text{m}} = \dfrac{\text{kg}}{\text{s}^2} = \text{kgs}^{-2}$

c Meet in figuur 3.2 de uitrekking u_{10} op bij 10 N: u_{10} = 3,06 cm.
1,0 cm op de foto komt overeen met 2,8 cm in werkelijkheid → 3,06 cm op de foto komt overeen met 3,06 × 2,8 = 8,57 cm

$F = C \cdot u \rightarrow C = \dfrac{F}{u} = \dfrac{10}{8{,}57} = 1{,}2$ N/cm

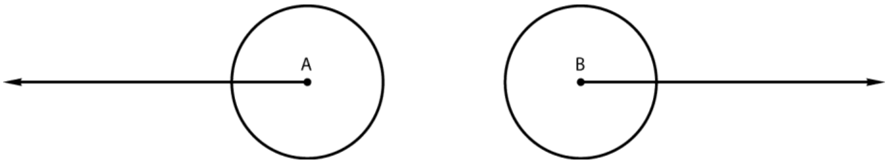


Figuur 3.2

Opgave 6 a De bolletjes zijn beide positief geladen en twee gelijknamige ladingen stoten elkaar af.

b Zie figuur 3.3.

c Zie figuur 3.3.
Bij een schaalfactor van 5 mN ≙ 1 cm hebben de krachtpijlen een lengte van $\frac{20}{5}$ = 4 cm. Laat de pijlen aangrijpen in het midden van de bolletjes. Omdat de lading van A wordt afgestoten door B, wijst de pijl bij A naar links en bij B naar rechts.



Figuur 3.3

Opgave 7 a $F_{zw} = m \cdot g$
m = 250 g = 0,250 kg
$\rightarrow F_{zw} = 0{,}250 \times 9{,}81 = 2{,}45$ N

b Als het voorwerp stil hangt, is de veerkracht even groot als de zwaartekracht op het bolletje, dus F_{veer} = 2,45 N.

c Voor de veer geldt: $\vec{F}_{veer} = -C \cdot \vec{u}$.
Hierin is C de veerconstante en u de uitrekking.
De grootte van de uitrekking bereken je met $u = \frac{F_{veer}}{C}$.
Dan is $u = \frac{2{,}45}{200}$ = 0,0123 m = 1,23 cm.

d Op het bolletje werken de zwaartekracht en de veerkracht; beide zijn 2,45 N.
Bij een schaalfactor van 1 cm ≙ 0,5 N hebben de krachtpijlen een lengte van $\frac{2{,}45}{0{,}5}$ = 4,9 cm.
Laat de zwaartekracht aangrijpen in het midden van het bolletje.
De veerkracht grijpt aan op de bovenkant van het bolletje.
Zie figuur 3.4.

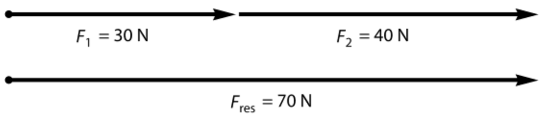
Figuur 3.4

3.2 Rekenen met krachten

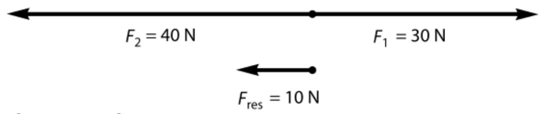
Opgave 13

a Als de krachten dezelfde richting hebben, dan kunnen we de krachten gewoon bij elkaar optellen en blijft de richting hetzelfde.
Zie figuur 3.5a.
$F_{res} = F_1 + F_2 = 30\text{ N} + 40\text{ N} = 70\text{ N}$
De richting van $\vec{F}_{res}$ is naar rechts.

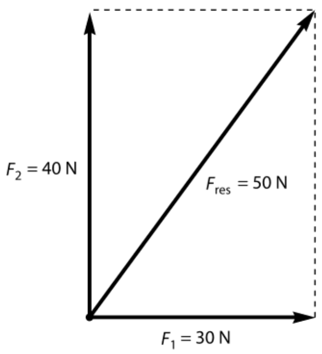
b Als de krachten tegengesteld gericht zijn, dan kunnen we de krachten van elkaar aftrekken.
De richting van $\vec{F}_{res}$ is gelijk aan die van de grootste kracht.
Zie figuur 3.5b.
$F_{res} = F_1 - F_2 = 30\text{ N} - 40\text{ N} = -10\text{ N}$
De grootte van $\vec{F}_{res}$ is dus 10 N en de richting is naar links.



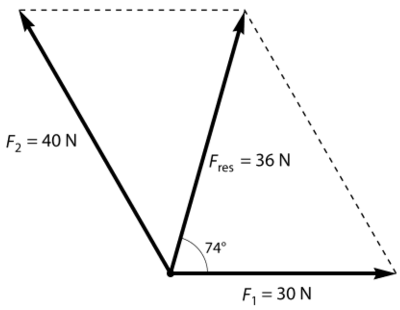
Figuur 3.5a



Figuur 3.5b



Figuur 3.6a



Figuur 3.6b

c Als de krachten een hoek van 90° met elkaar maken, kunnen we voor de grootte van de resulterende kracht de stelling van Pythagoras toepassen. De richting kunnen we vinden door een parallellogramconstructie of een kop-staartconstructie. Zie figuur 3.6a.

$$F_{res}^2 = F_1^2 + F_2^2$$

$$F_{res} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\text{ N}$$

Opmerking
De grootte van F_{res} kan ook gevonden worden door in een nauwkeurige tekening de lengte van F_{res} te meten en via de schaalfactor om te rekenen.

d $\vec{F}_1$ en $\vec{F}_2$ maken een hoek met elkaar: zie figuur 3.6b.

De lengte van $\vec{F}_1$: F_1 = 6,0 cm.

Opmerking

Een andere mogelijkheid is als volgt. De lengte van $\vec{F}_2$: F_2 = 8,0 cm

→ de schaalfactor is 1,0 cm ≙ 5,0 N.

Meet de lengte van $\vec{F}_{res}$: F_{res} = 7,2 cm

→ de grootte van $\vec{F}_{res}$: $F_{res} = 7{,}2 \times 5{,}0 = 36$ N.

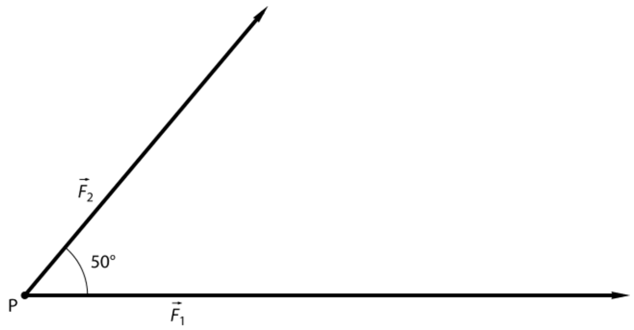
Meet daarna de hoek op voor de richting.

Hoek tussen $\vec{F}_{res}$ en $\vec{F}_1$: 74°.

Opgave 14

a Zie figuur 3.7.

b Zie figuur 3.7



Figuur 3.7

c Bepaling van $\vec{F}_{res}$

Eerste manier (de parallellogrammethode)

Zie figuur 3.8a.

Teken door A de lijn *a* evenwijdig aan PB en teken door B de lijn *b* evenwijdig aan PA.

Noem het snijpunt van lijn *a* met lijn *b* Q

→ $\vec{F}_{res}$ is de diagonaal in het parallellogram.

Richting: de hoek α tussen $\vec{F}_{res}$ en $\vec{F}_1$: 19°.

Grootte: PQ = 11,9 cm.

De schaalfactor is 1 cm ≙ 10 N

→ $F_{res} = 1{,}2 \cdot 10^2$ N.

Tweede manier (de 'kop-staartmethode')

Zie figuur 3.8b.

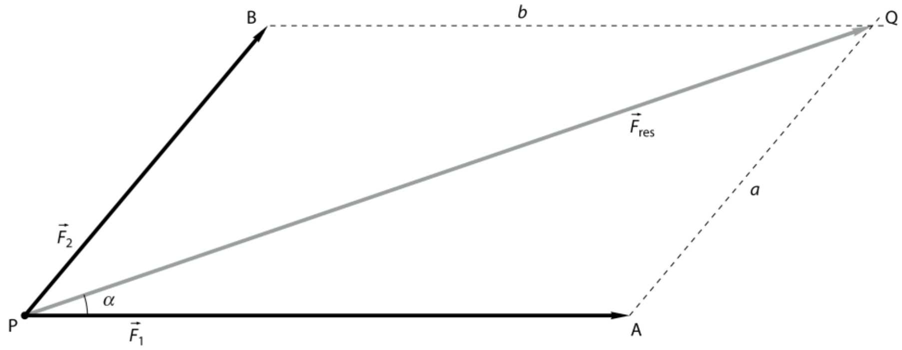
Leg de staart van $\vec{F}_2$ aan de kop van $\vec{F}_1$.

$\vec{F}_{res}$ is dan de pijl van de staart $\vec{F}_1$ naar de kop van $\vec{F}_2$.

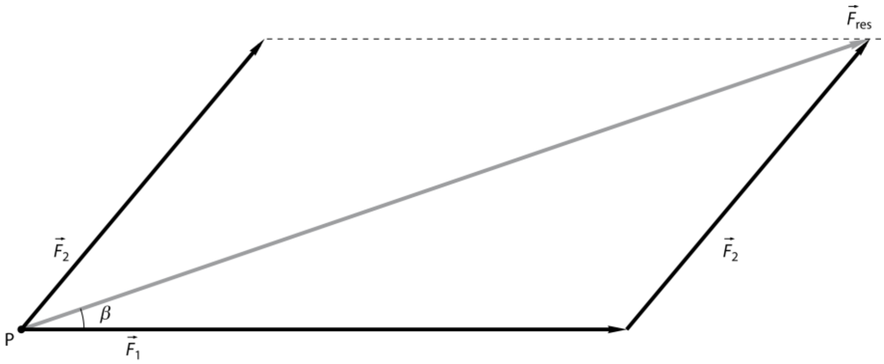
Grootte: 11,9 cm.

De schaalfactor is 1 cm $\hat{=}$ 10 N
$\rightarrow F_{res} = 1{,}2 \cdot 10^2$ N.

Richting: de hoek β tussen $\vec{F}_{res}$ en $\vec{F}_1$: 19°.



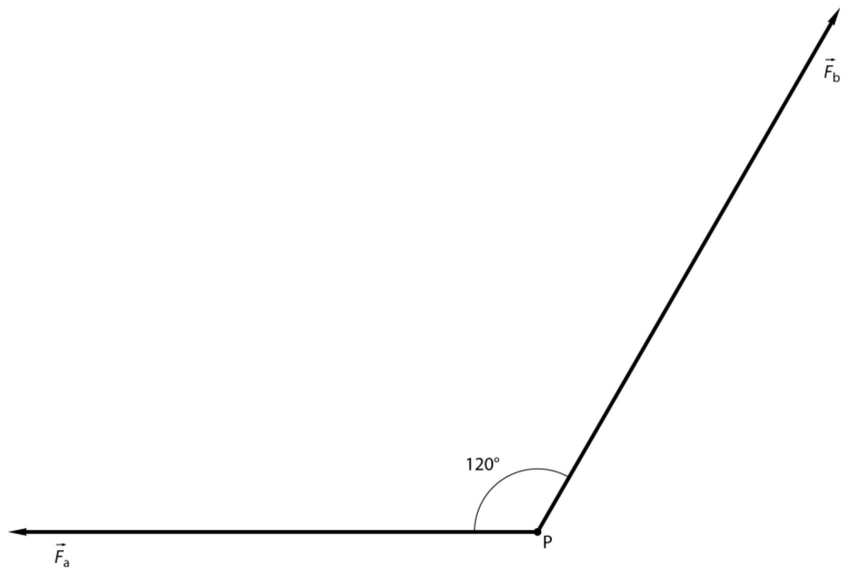
Figuur 3.8a



Figuur 3.8b

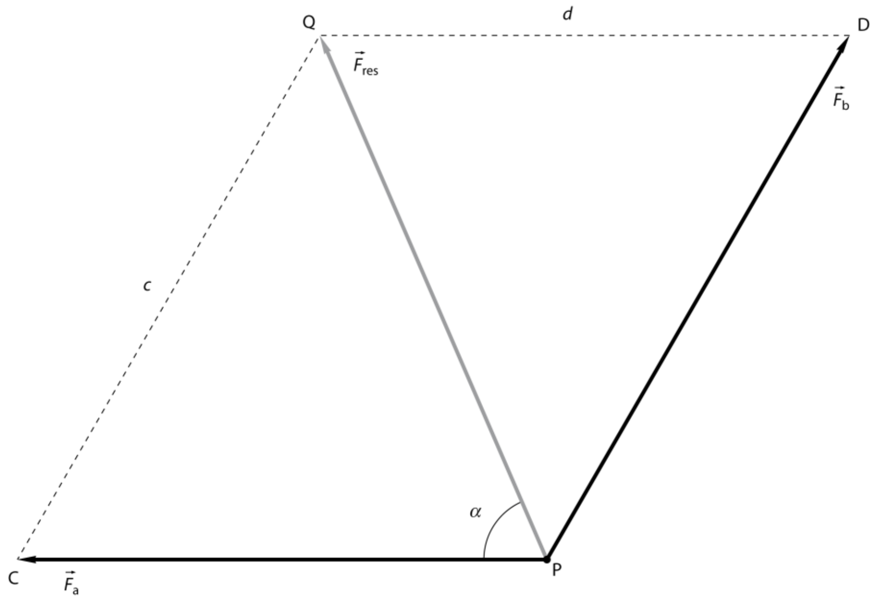
Opgave 15

a Zie figuur 3.9.
b Zie figuur 3.9.



Figuur 3.9

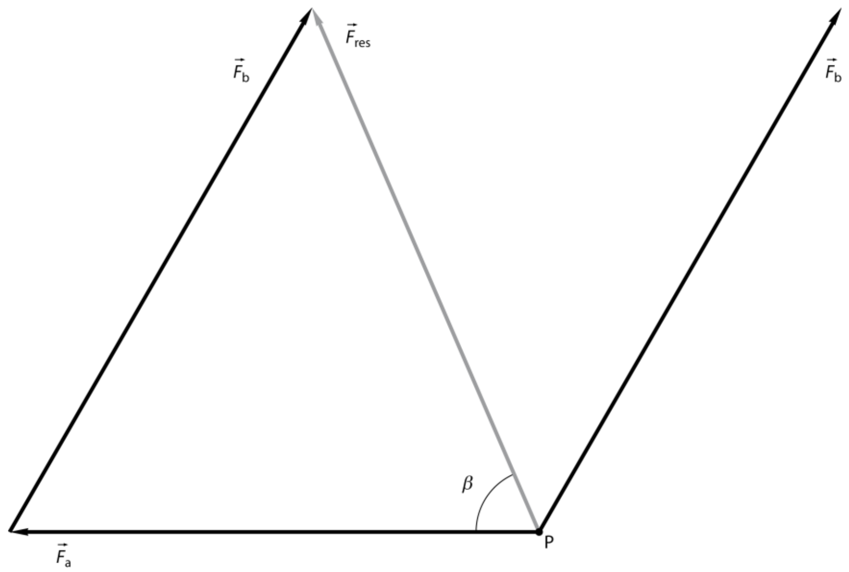
c Bepaling van $\vec{F}_{res}$
Eerste manier (de parallellogrammethode)
Zie figuur 3.10a.



Figuur 3.10a

Teken door C de lijn *c* evenwijdig aan PD en teken door D de lijn *d* evenwijdig aan PC.
Noem het snijpunt van lijn *c* met lijn *d* Q.
$\rightarrow$ $\vec{F}_{res}$ is de diagonaal in het parallellogram.

Richting: de hoek α tussen $\vec{F}_{res}$ en $\vec{F}_a$: 67°.
Grootte: PQ = 7,5 cm.
De schaalfactor is 1 cm $\triangleq$ 5 N
$\rightarrow F_{res} = 7{,}5 \times 5 = 38$ N.
Tweede manier (de 'kop-staartmethode')
Zie figuur 3.10b.



Figuur 3.10b

Leg de staart van $\vec{F}_b$ aan de kop van $\vec{F}_a$.

$\vec{F}_{res}$ is dan de pijl van de staart $\vec{F}_a$ naar de kop van $\vec{F}_b$.
Grootte: 7,5 cm.

De schaalfactor is 1 cm ≙ 5 N

$\rightarrow F_{res} = 38$ N.

Richting: de hoek β tussen $\vec{F}_{res}$ en $\vec{F}_a$: 67°.

Opgave 16 a Zie figuur 3.11.

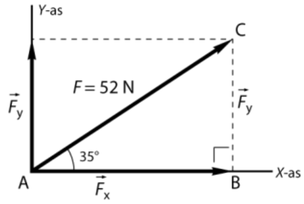
In ΔABC: $\cos 35° = \frac{AB}{AC} = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F \cdot \cos 35° = 52 \times \cos 35° = 43$ N

b Zie figuur 3.11.

In ΔABC: $\sin 35° = \frac{BC}{AC} = \frac{F_y}{F} \rightarrow F_y = F \cdot \sin 35° = 52 \times \sin 35° = 30$ N

Of met de stelling van Pythagoras:

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 \rightarrow F_y^2 = F^2 - F_x^2 \rightarrow F_y = \sqrt{F^2 - F_x^2} = \sqrt{52^2 - 43^2} = 30 \text{ N}$$



Figuur 3.11

Opgave 17 a Zie figuur 3.12.

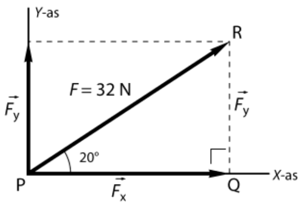
In ΔPQR: $\cos 20° = \frac{PQ}{PR} = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F \cdot \cos 20° = 32 \times \cos 20° = 30$ N

b Zie figuur 3.12.

In ΔPQR: $\sin 20° = \frac{RQ}{PR} = \frac{F_y}{F} \rightarrow F_y = F \cdot \sin 20° = 32 \times \sin 20° = 11$ N

Of met de stelling van Pythagoras:

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 \rightarrow F_y^2 = F^2 - F_x^2 \rightarrow F_y = \sqrt{F^2 - F_x^2} = \sqrt{32^2 - 30^2} = 11 \text{ N}$$



Figuur 3.12

Opgave 18 a Zie figuur 3.13.

In ΔABC: $\cos 50° = \frac{AB}{AC} = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F \cdot \cos 50° = 65 \times \cos 50° = 42$ N

b Zie figuur 3.13.

In ΔABC: $\sin 50° = \frac{BC}{AC} = \frac{F_y}{F} \rightarrow F_y = F \cdot \sin 50° = 65 \times \sin 50° = 50$ N

Of met de stelling van Pythagoras:

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 \rightarrow F_y^2 = F^2 - F_x^2 \rightarrow F_y = \sqrt{F^2 - F_x^2} = \sqrt{65^2 - 42^2} = 50 \text{ N}$$

c Zie figuur 3.14.

In ΔPQR: $\cos \alpha = \frac{PQ}{PR} = \frac{F_x}{F} = \frac{25}{65} \rightarrow \alpha = 67°$

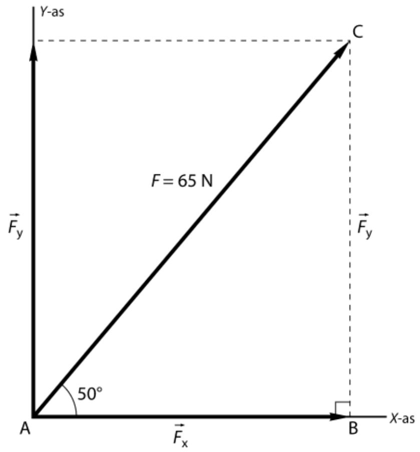
d Zie figuur 3.14.

In ΔPQR: $\sin\alpha = \dfrac{\text{RQ}}{\text{PR}} = \dfrac{F_\text{y}}{F} \rightarrow F_\text{y} = F \cdot \sin\alpha = 65 \times \sin 67° = 60\ \text{N}$

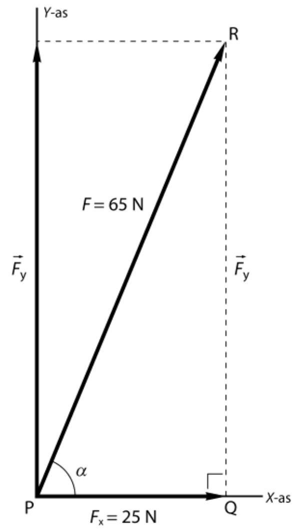
of $\tan\alpha = \dfrac{\text{RQ}}{\text{PQ}} = \dfrac{F_\text{y}}{F_\text{x}} \rightarrow F_\text{y} = F_\text{x} \cdot \tan\alpha = 25 \times \tan 67° = 60\ \text{N}$

Of met de stelling van Pythagoras:

$$F^2 = F_\text{x}^2 + F_\text{y}^2 \rightarrow F_\text{y}^2 = F^2 - F_\text{x}^2 \rightarrow F_\text{y} = \sqrt{F^2 - F_\text{x}^2} = \sqrt{65^2 - 25^2} = 60\ \text{N}$$



Figuur 3.13

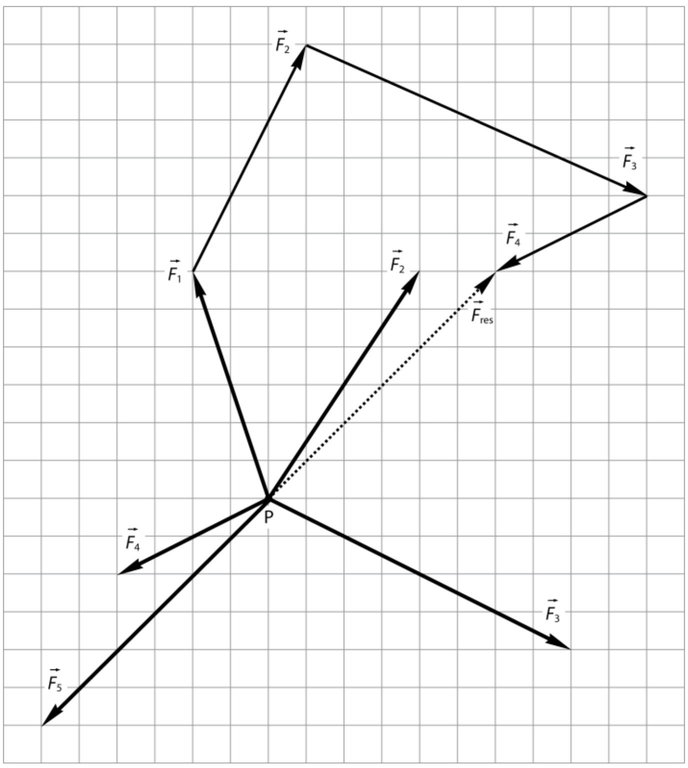


Figuur 3.14

Opgave 19

a Zie figuur 3.15.

b Zie figuur 3.15

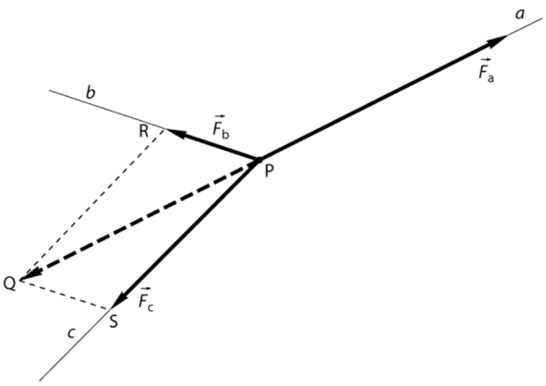


Figuur 3.15

3.3 Krachten in evenwicht

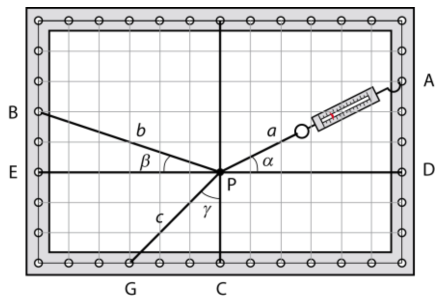
Opgave 25

a Zie figuur 3.16.
Er is evenwicht → alle krachten moeten elkaar opheffen.
$\vec{F}_a$ heeft in figuur W3.7 in het werkboek een lengte van 3,5 cm →
1,0 cm ≙ 1,2 N (dat wil zeggen 1,0 cm in de tekening komt overeen met een kracht van 1,2 N).
Teken in punt P een pijl – tegengesteld gericht aan $\vec{F}_a$ – met een lengte van 3,5 cm.
Noem de punt van deze pijl Q. Teken nu vanuit Q een lijn evenwijdig aan lijn *c* en bepaal het snijpunt met lijn *b*. Noem dit punt R. Teken daarna vanuit Q een lijn evenwijdig aan lijn *b* en bepaal het snijpunt met lijn *a*. Noem dit punt S.



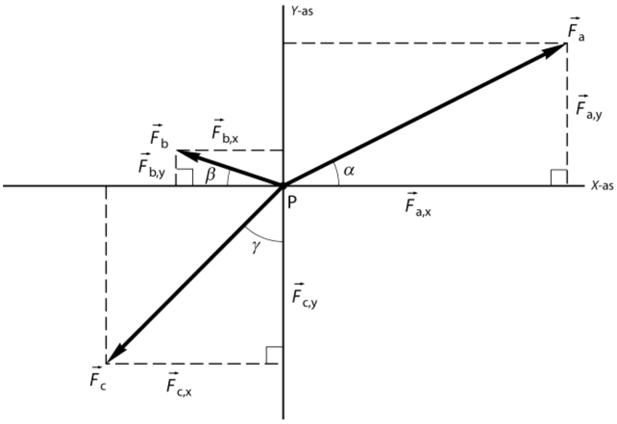
Figuur 3.16

b *Eerste manier* (opmeten; zie figuur 3.16)
Meet de afstand RP. Deze is ongeveer 1,3 cm → F_b = 1,6 N.
Meet de afstand PS. Deze is ongeveer 2,8 cm → F_c = 3,4 N.



Figuur 3.17

c Als koordje *b* losschiet, valt F_b weg; de totale kracht op P wordt dus kleiner; de uitrekking van de veer in de krachtmeter wordt minder → de krachtmeter geeft minder dan 4,2 N aan.



Figuur 3.18

Opgave 26

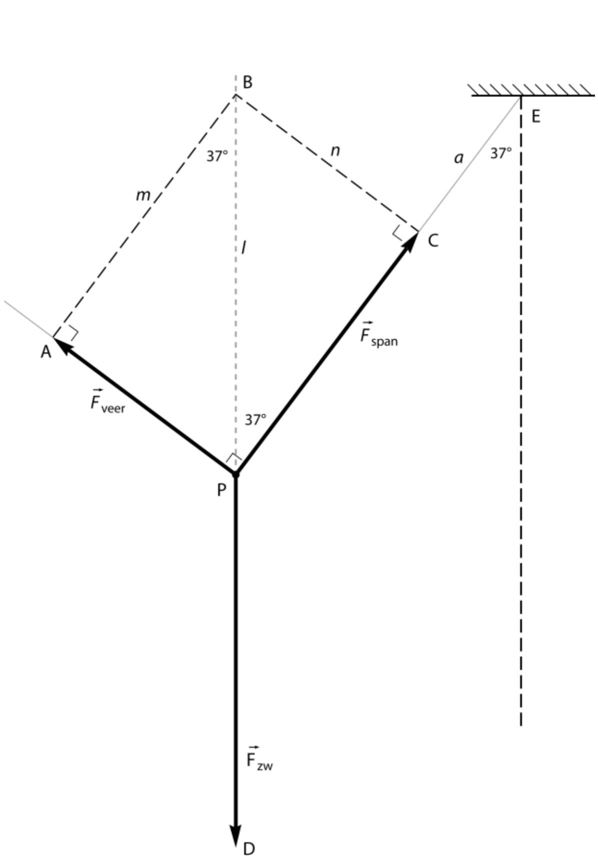
a *Eerste manier*
Zie figuur 3.19a.
De schaalfactor: 10 N ≙ 20 mm.

De krachtmeter wijst 15 N aan → in de tekening heeft de veerkracht $\vec{F}_{\text{veer}}$ een lengte van $\frac{15}{10} \times 20 = 30$ mm.
Teken de lengte van de veerkracht 30 mm lang (AP = 30 mm).
Teken door P de werklijn *l* en teken door A de lijn *m* evenwijdig aan lijn *a*.
Noem het snijpunt van lijn *l* met lijn *m* B.

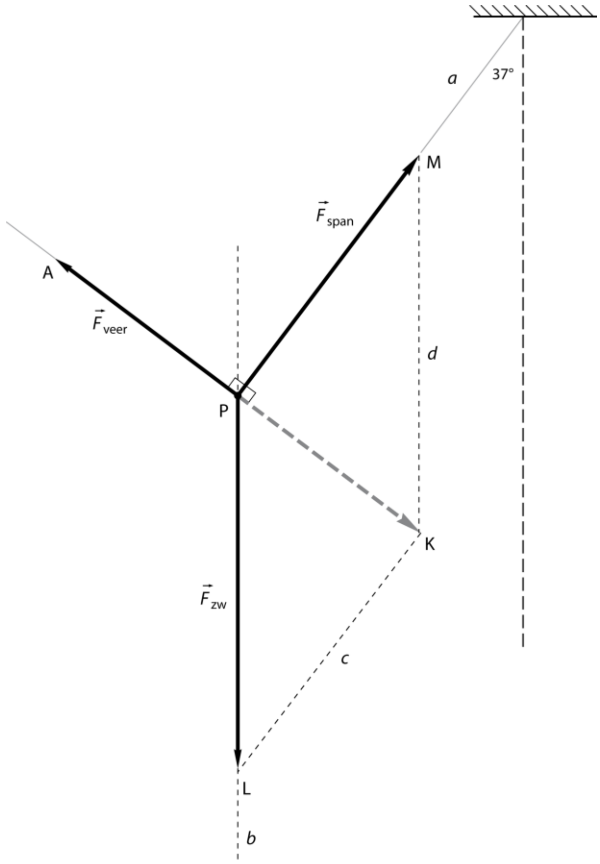
Teken in punt P $\vec{F}_{\text{zw}}$ naar beneden. De lengte van $\vec{F}_{\text{zw}}$ is gelijk aan de afstand BP (PD = BP).

Teken door B de lijn *n* evenwijdig aan $\vec{F}_{\text{veer}}$.
Noem het snijpunt van lijn *n* met lijn *a* C.

De lengte van $\vec{F}_{\text{span}}$ is gelijk aan de afstand PC.



Figuur 3.19a



Figuur 3.19b

Tweede manier
Zie figuur 3.19b.
De schaalfactor: 10 N ≙ 20 mm.

De krachtmeter wijst 15 N aan → in de tekening heeft de veerkracht $\vec{F}_{veer}$ een lengte van $\frac{15}{10} \times 20 = 30$ mm.
Teken de lengte van de veerkracht 30 mm lang (AP = 30 mm).
Het geheel is in rust, dus moet de som van de krachten nul zijn. De resultante van $\vec{F}_{zw}$ en $\vec{F}_{span}$ moet daarom even groot zijn als $\vec{F}_{veer}$ en daaraan tegengesteld gericht.

Teken door P de werklijn *b* van $\vec{F}_{zw}$.
Maak PK even lang als AP (30 mm) en teken door K de lijn *c* evenwijdig aan lijn *a*.

Noem het snijpunt van lijn *b* en *c* L. De lengte van $\vec{F}_{zw}$ is gelijk aan de afstand LP.
Teken door K een lijn evenwijdig aan lijn *b*.
Noem het snijpunt van lijn *a* en *d* M.

De lengte van $\vec{F}_{span}$ is gelijk aan de afstand PM.

b *Eerste manier*
Alle krachten moeten elkaar opheffen (zie figuur 3.19c).

$\rightarrow \sum \vec{F}_x = \vec{0}$ (alle componenten van de krachten langs de *X*-as moeten elkaar opheffen)

$\rightarrow F_{\text{span,x}} - F_{\text{veer,x}} = 0 \rightarrow F_{\text{span,x}} = F_{\text{veer,x}}$

$\rightarrow \sum \vec{F}_y = \vec{0}$ (alle componenten van de krachten langs de *Y*-as moeten elkaar opheffen)

$\rightarrow F_{\text{span,y}} + F_{\text{veer,y}} - F_{\text{zw}} = 0$

$\rightarrow F_{\text{span,y}} + F_{\text{veer,y}} = F_{\text{zw}}$

In ΔPRC:

$F_{\text{span,x}} = F_{\text{span}} \cdot \cos 53° = 0{,}60 \cdot F_{\text{span}}$

$F_{\text{span,y}} = F_{\text{span}} \cdot \sin 53° = 0{,}80 \cdot F_{\text{span}}$

In ΔPQA:

$F_{\text{veer,x}} = F_{\text{veer}} \cdot \cos 37° = 15 \times \cos 37° = 12\ \text{N}$

$F_{\text{veer,y}} = F_{\text{veer}} \cdot \sin 37° = 15 \times \sin 37° = 9{,}0\ \text{N}$

$F_{\text{span,x}} = F_{\text{veer,x}} \rightarrow 0{,}60 \cdot F_{\text{span}} = 12 \rightarrow F_{\text{span}} = 20\ \text{N}$

$F_{\text{span,y}} + F_{\text{veer,y}} = F_{\text{zw}} \rightarrow 0{,}80 \cdot F_{\text{span}} + 9{,}0 = F_{\text{zw}} \rightarrow 0{,}80 \times 20 + 9{,}0 = F_{\text{zw}}$

$\rightarrow F_{\text{zw}} = 25\ \text{N}$

Tweede manier

Zie figuur 3.19d.

In ΔCPG:

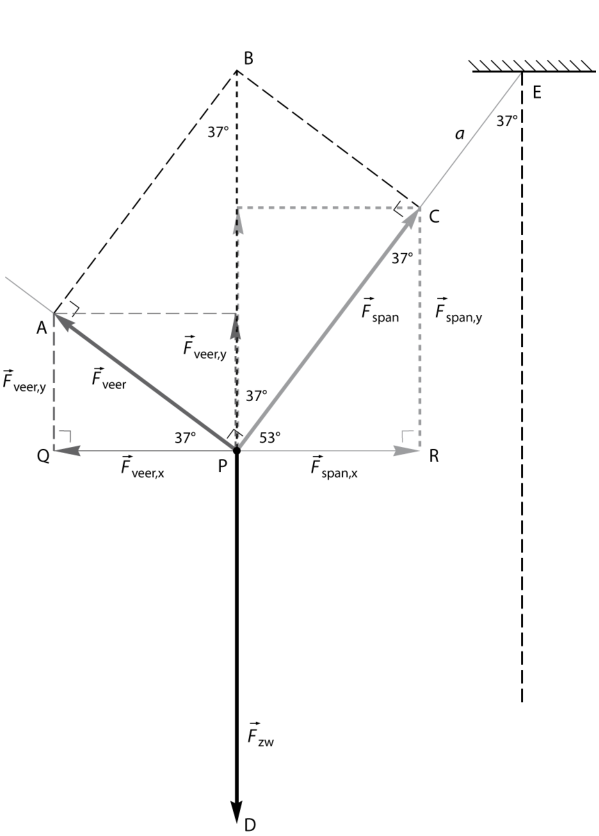
$$\tan 37° = \frac{\text{PG}}{\text{PC}} = \frac{F_{\text{veer}}}{F_{\text{span}}} \rightarrow F_{\text{span}} = \frac{F_{\text{veer}}}{\tan 37°} = \frac{15}{\tan 37°} = 20\ \text{N}$$

$$\sin 37° = \frac{\text{PG}}{\text{GC}} = \frac{F_{\text{veer}}}{F_{\text{zw}}} \rightarrow F_{\text{zw}} = \frac{F_{\text{veer}}}{\sin 37°} = \frac{15}{\sin 37°} = 25\ \text{N}$$

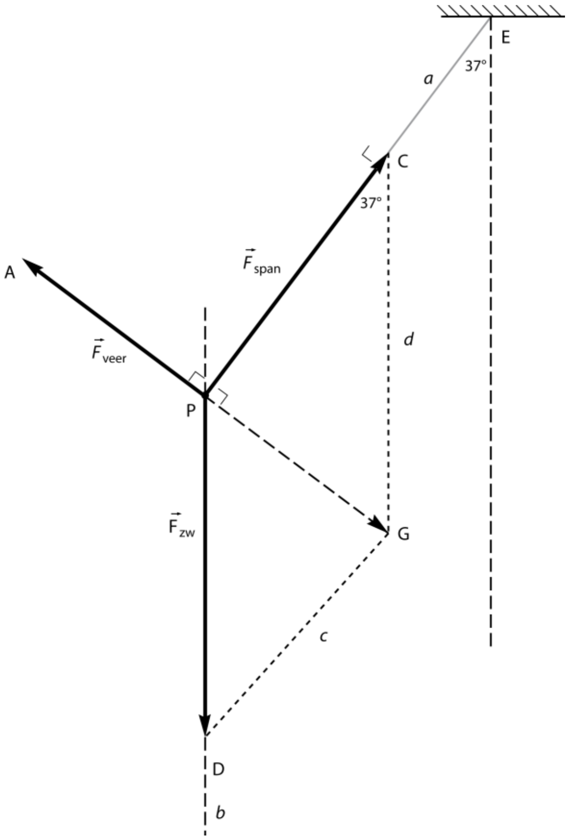
Of met de stelling van Pythagoras:

$\text{GC}^2 = \text{PG}^2 + \text{PC}^2$

$F_{\text{zw}}^2 = F_{\text{veer}}^2 + F_{\text{span}}^2 \rightarrow F_{\text{zw}} = \sqrt{F_{\text{veer}}^2 + F_{\text{span}}^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25\ \text{N}$



Figuur 3.19c



Figuur 3.19d

c Zie figuur 3.19a of b.
Meet de lengte van PD op → PD = 50 mm

De schaalfactor: 10 N $\hat{=}$ 20 mm $\rightarrow F_{\text{zw}} = \dfrac{50}{20} \times 10\ \text{N} = 25\ \text{N}$

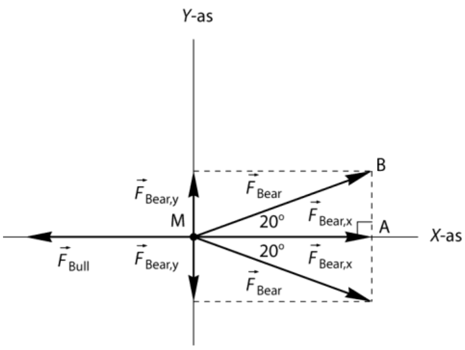
Meet de lengte van PC op → PC = 40 mm

De schaalfactor: 10 N $\hat{=}$ 20 mm $\rightarrow F_{\text{span}} = \dfrac{40}{20} \times 10\ \text{N} = 20\ \text{N}$

Opgave 27

a Zie figuur 3.20.
De coach van de Bears heeft ongelijk. De krachten die de teamleden van de Bears uitoefenen, moeten ontbonden worden in een component langs het linkertouw (de *X*-as) en een component loodrecht erop (de *Y*-as). Alleen de componenten langs de *X*-as zijn van belang bij het touwtrekken. Bij de Bears zijn deze componenten samen altijd kleiner dan de som van de krachten die de teamleden uitoefenen.

b Zie figuur 3.20.



Figuur 3.20

$F_{Bull} = F_{Bear,x}$

In ΔMAB:

$$\cos 20° = \frac{MA}{MB} = \frac{F_{Bear,x}}{F_{Bear}} \rightarrow F_{Bear} = \frac{F_{Bear,x}}{\cos 20°} = 1{,}064 \cdot F_{Bear,x}$$

$\rightarrow F_{Bear} = 1{,}064 \cdot F_{Bull}$

In %:

$$\frac{F_{Bear}}{F_{Bull}} \times 100\% = \frac{1{,}064 F_{Bull}}{F_{Bull}} \times 100\% = 1{,}064\%$$

$\rightarrow$ het percentage extra trekkracht van de trekker van de Bears = 6,4%.

3.4 De eerste wet van Newton

Opgave 34

a $F_{zw} = m \cdot g = 45 \cdot 9{,}81 = 4{,}4 \cdot 10^2$ N

b De zwaartekracht werkt verticaal. Er is geen verticale beweging. Er moet dus een tweede kracht zijn die even groot is als F_{zw}, maar daaraan tegengesteld gericht.
$F_{zw} = 4{,}4 \cdot 10^2$ N, naar beneden. De andere kracht is dus $4{,}4 \cdot 10^2$ N naar boven.

Opgave 35

Als je het velletje papier met een ruk wegtrekt, dan blijft de euro liggen. Dit is het gevolg van de ‘traagheid’ van de munt. Er is een relatief grote kracht nodig om de euro plotseling een snelheid te geven. De wrijvingskracht tussen het velletje papier en de euro is niet groot genoeg om die kracht te leveren.

Opgave 36

Er is geen voortstuwing door de motoren nodig. Volgens de eerste wet van Newton blijft een voorwerp waarop geen resulterende kracht werkt, met een constante snelheid voortbewegen.

Opgave 37

Je lichaam heeft door de traagheid de neiging om steeds met dezelfde snelheid voort te bewegen. Je dreigt je evenwicht te verliezen als de tram een andere beweging gaat maken dan jouw lichaam. Die beweging van de tram wordt anders als hij versnelt, vertraagt of van richting verandert.

Opgave 38

Als een auto van achteren wordt aangereden, zal hij naar voren worden versneld. Door de traagheid zullen de lichamen van de inzittenden achterblijven bij die beweging en dus tegen de leuning en de hoofdsteun aan komen. De hoofdsteun voorkomt dan dat er letsel aan het hoofd en vooral de nek ontstaat.

Opgave 39

a De krachten die op jou en de parachute werken zijn: F_{zw} en $F_{luchtweerstand}$.

b Er wordt niet voldaan aan de eerste wet van Newton. In het begin is je snelheid niet constant, maar wordt deze juist steeds groter.

c Ja, je snelheid is nu wel constant geworden.

d Als je snelheid constant is geworden, dan zijn de krachten in evenwicht
$\rightarrow$ de kracht die naar beneden werkt (F_{zw}) is even groot als de kracht die naar boven werkt ($F_{luchtweerstand}$).
$F_{zw} = m \cdot g = 65 \times 9{,}81 = 6{,}4 \cdot 10^2$ N
$\rightarrow F_{luchtweerstand} = 6{,}4 \cdot 10^2$ N.

3.5 De tweede wet van Newton

Opgave 44

Een voorbeeld: het optrekken en afremmen van auto's, brommers, fietsers enz. bij verkeerslichten. Als een personenauto en een vrachtauto met dezelfde motorkracht optrekken, dan krijgt de vrachtauto een kleinere versnelling dan de personenauto.

Opgave 45

$\vec{F}_{res} = m \cdot \vec{a}$; als de resulterende kracht 0 N is, dan volgt hieruit dat de versnelling 0 m/s^2 is. Als de versnelling 0 is, dan is de snelheid constant. Dit komt overeen met de eerste wet van Newton: als de resulterende kracht nul is, dan blijft het voorwerp in rust of verandert de snelheid niet.

Opgave 46

a $F = m \cdot a \rightarrow a = \dfrac{F}{m} = \dfrac{120}{20} = 6{,}0 \text{ m/s}^2$

b $v = a \cdot t = 6{,}0 \times 0{,}50 = 3{,}0 \text{ m/s}$

Opgave 47

a $v_{\text{voor}} = 18 \text{ km/h} = 5{,}0 \text{ m/s};\ v_{\text{na}} = 27 \text{ km/h} = 7{,}5 \text{ m/s}$

$$\left.\begin{array}{l} \rightarrow \Delta v = 7{,}5 - 5{,}0 = 2{,}5 \text{ m/s} \\ \quad \Delta t = 10 \text{ s} \end{array}\right\} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2{,}5}{10} = 0{,}25 \text{ m/s}^2$$

b $F = m \cdot a \rightarrow m = \dfrac{F}{a} = \dfrac{21}{0{,}25} = 84 \text{ kg}$

Opgave 48

a $F_{\text{res,A}} = m_{\text{A}} \cdot a_{\text{A}} \rightarrow a_{\text{A}} = \dfrac{F_{\text{res,A}}}{m_{\text{A}}} = \dfrac{4{,}8}{1{,}6} = 3{,}0 \text{ m/s}^2$

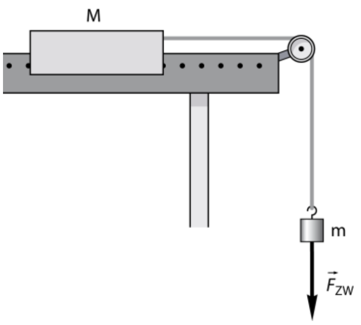
b $F_{\text{res,B}} = F_{\text{res,A}} = 4{,}8 \text{ N};\ F_{\text{res,B}} = m_{\text{B}} \cdot a_{\text{B}}$

$\rightarrow m_{\text{B}} = \dfrac{F_{\text{res,B}}}{a_{\text{B}}} = \dfrac{4{,}8}{2{,}0} = 2{,}4 \text{ kg}$

c
$$\left.\begin{array}{l} m_{\text{A+B}} = m_{\text{A}} + m_{\text{B}} = 1{,}6 + 2{,}4 = 4{,}0 \text{ kg} \\ F_{\text{res,totaal}} = 4{,}8 \text{ N} \end{array}\right\} \rightarrow a_{\text{totaal}} = \frac{F_{\text{res,totaal}}}{m_{\text{A+B}}} = \frac{4{,}8}{4{,}0} = 1{,}2 \text{ m/s}^2$$

Opgave 49

a Zie figuur 3.21. De versnellende kracht is de zwaartekracht die op *m* werkt.
$F_{zw} = m \cdot g = 10{,}0 \cdot 10^{-3} \times 9{,}81 = 9{,}81 \cdot 10^{-2}$ N



Figuur 3.21

b Er worden twee massa's versneld; de totale massa is $m_{\text{totaal}} = m + M = 210$ g.

c $\left.\begin{array}{l} m_{\text{totaal}} = 0{,}210 \text{ kg} \\ F_{\text{res,totaal}} = 9{,}81 \cdot 10^{-2} \text{ N} \end{array}\right\} \rightarrow a_{\text{totaal}} = \dfrac{F_{\text{res,totaal}}}{m_{\text{totaal}}} = \dfrac{9{,}81 \cdot 10^{-2}}{0{,}210} = 0{,}467 \text{ m/s}^2$

d $x_t = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow 1{,}2 = \frac{1}{2} \times 0{,}467 \times t^2 \rightarrow t = 2{,}3$ s

Opgave 50

a Volgens de tweede wet van Newton wordt de versnelling bepaald door de grootte van de kracht én door de grootte van de massa: $a = \dfrac{F}{m}$. Is de massa erg klein, zoals bij het elektron, dan kan zelfs bij een kleine kracht de versnelling erg groot zijn.

b $m_e = \dfrac{F}{a} = \dfrac{2{,}2 \cdot 10^{-16}}{2{,}2 \cdot 10^{14}} = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg

Opgave 51

a $\left.\begin{array}{l} v_{\text{begin}} = 86 \text{ km/h} = 23{,}9 \text{ m/s} \\ v_{\text{eind}} = 50 \text{ km/h} = 13{,}9 \text{ m/s} \end{array}\right\} \rightarrow \Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} = 13{,}9 - 23{,}9 = -10 \text{ m/s}$

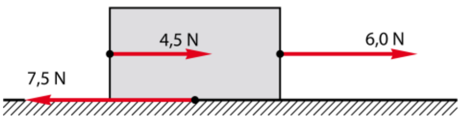
$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{-10}{4{,}0} = -2{,}5 \text{ m/s}^2 \rightarrow F_{\text{res}} = m \cdot a = 1{,}2 \cdot 10^3 \times -2{,}5 = -3{,}0 \cdot 10^3 \text{ N}$

b Om de snelheid te laten afnemen, moet de kracht tegen de bewegingsrichting in werken.

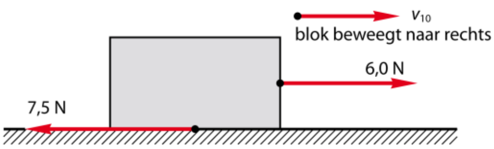
Opgave 52

a Zie figuur 3.22.
$F_{\text{res},0}$ = 4,5 + 6,0 – 7,5 = 3,0 N; naar rechts.
$a_0 = \dfrac{F_{\text{res},0}}{m} = \dfrac{3{,}0}{15} = 0{,}20 \text{ m/s}^2$; naar rechts.

b Zie figuur 3.23.
$F_{\text{res},10}$ = 6,0 – 7,5 = –1,5 N
→ de richting van $F_{\text{res},10}$ is naar links (tegengesteld aan de bewegingsrichting).
$a_{10} = \dfrac{F_{\text{res},10}}{m} = \dfrac{-1{,}5}{15} = -0{,}10 \text{ m/s}^2$
Het blok vertraagt vanaf t = 10 s, en de vertraging is 0,10 m/s^2.



Figuur 3.22



Figuur 3.23

c Het karretje komt tot stilstand als de toename van de snelheid in de eerste 10 seconden tenietgedaan is door de afname van de snelheid in de periode erna. Dus eerst bereken je hoe groot de snelheid is op t = 10 s.
$v(10) = a_0 \cdot t = 0{,}20 \times 10 = 2{,}0$ m/s
Daarna bereken je hoe lang het duurt voordat die snelheid weer tot 0 is afgenomen.

$$\left.\begin{array}{l} a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t_{\text{rem}}} = \dfrac{v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}}{\Delta t_{\text{rem}}} \\ a = -0{,}10 \text{ m/s}^2 \\ v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s}; v_{\text{begin}} = 2{,}0 \text{ m/s} \end{array}\right\} \rightarrow -0{,}10 = \dfrac{0 - 2{,}0}{\Delta t_{\text{rem}}} \rightarrow \Delta t_{\text{rem}} = 20 \text{ s}$$

→ eerst 10 s versnellen, daarna 20 s afremmen → de totale beweging duurt 30 s.

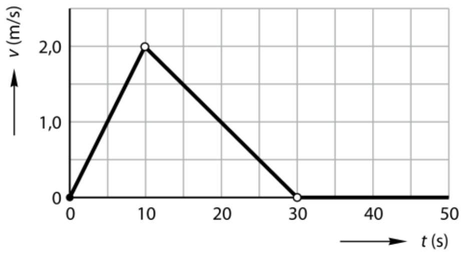
d Gedurende de eerste 10 seconden is de resulterende kracht constant en treedt er een constante versnelling op.
De snelheid neemt dus eenparig toe van 0 tot 2,0 m/s.
Na t = 10 s is de resulterende kracht die de afremming veroorzaakt constant en treedt er dus een constante vertraging op. De snelheid neemt dus vanaf t = 10 s eenparig af tot 0 m/s. Zie figuur 3.24a.

e In hoofdstuk 2 is te vinden dat je uit een (v,t)-diagram de verplaatsing kunt bepalen door de oppervlakte te bepalen onder de grafiek. Omdat de hele beweging altijd dezelfde richting heeft, is de verplaatsing gelijk aan de afgelegde weg. Zie figuur 3.24b.

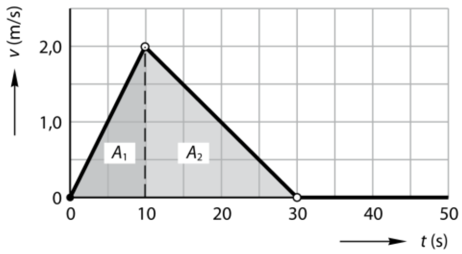
$$s = A_1 + A_2$$

$$s = \tfrac{1}{2} \times 10 \times 2{,}0 + \tfrac{1}{2} \times (30 - 10) \times 2{,}0$$

$$s = 10 + 20 = 30 \text{ m}$$



Figuur 3.24a



Figuur 3.24b

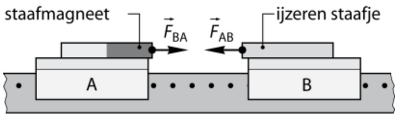
3.6 De derde wet van Newton; actie en reactie

Opgave 56

Ja, A zal naar B toe bewegen. Zie figuur 3.25.

$$\vec{F}_{\text{actie}} = -\vec{F}_{\text{reactie}} \rightarrow \vec{F}_{\text{BA}} = -\vec{F}_{\text{AB}}$$

Als A een kracht op B uitoefent ($\vec{F}_{\text{AB}}$), dan oefent B een even grote kracht op A uit ($\vec{F}_{\text{BA}}$). Dus zal A, na loslaten, in beweging komen.



Figuur 3.25

Opgave 57

a Dus moet de appel ook de aarde aantrekken.

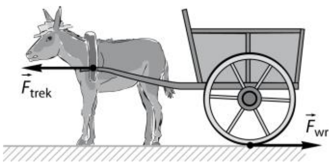
b $\vec{F}_{\text{actie}} = -\vec{F}_{\text{reactie}}$; beide krachten zijn even groot.

c De tweede wet van Newton luidt $F = m \cdot a$.
De kleine kracht van de aarde op de appel is even groot als de kracht van de appel op de aarde. Aangezien de massa van de aarde zeer groot is, zal de versnelling van de aarde zeer klein (onmeetbaar klein) zijn.

Opgave 58

a Een actiekracht en een reactiekracht werken niet op hetzelfde voorwerp. Ze kunnen elkaars werking dus nooit opheffen.

b Zie figuur 3.26. De trekkracht $\vec{F}_{trek}$ die de ezel op de kar uitoefent en de wrijvingskracht $\vec{F}_{wr}$ die de kar ondervindt.



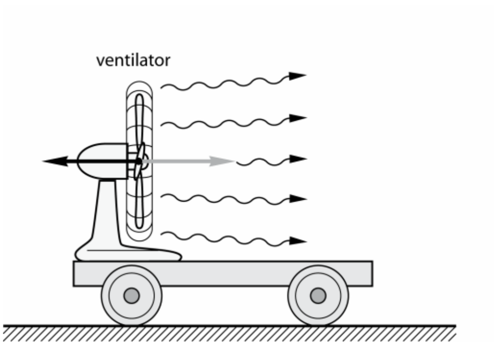
Figuur 3.26

Opgave 59

Voor een snelheidsverandering van het geheel is een resulterende kracht op het geheel nodig. Patrick duwt tegen z'n moeder, maar moeders rug oefent een reactiekracht uit op Patricks handen. Deze krachten werken dus 'binnen het geheel'. Ze zijn tegengesteld gericht en even groot. De resulterende kracht op het geheel van fiets, moeder en Patrick is dus nul.

Opgave 60

Zie figuur 3.27.
Als het karretje zou gaan bewegen, is dat omdat er een kracht op het wagentje werkt die niet door een andere kracht opgeheven wordt. De ventilator levert een kracht waarmee lucht naar rechts wordt weggeduwd. Dat leidt tot een reactiekracht van de weggeblazen lucht op de ventilator naar links.
In horizontale richting werken er behalve deze reactiekracht en de te verwaarlozen rolweerstand geen andere krachten op het wagentje. Het karretje zal dus versneld naar links gaan bewegen.
Opmerking
De versnelling zal afnemen, omdat bij toenemende snelheid van het karretje de luchtweerstand groter wordt, en omdat de omringende lucht ten opzichte van het karretje hoe langer hoe sneller naar rechts beweegt.
De resulterende kracht zal daardoor afnemen tot nul, waarna de beweging eenparig zal zijn.



Figuur 3.27