

Overal NaSk 1-2 havo / vwo

Uitwerkingen

Hoofdstuk 7 Krachten

7.1 Krachten herkennen

A1

- a Onjuist, alleen het gevolg van krachten is zichtbaar.
- b Juist, er is altijd een kracht nodig om de richting van een voorwerp te veranderen.
- c Onjuist, er is altijd een kracht nodig om de snelheid van een voorwerp te veranderen.
- d Juist, er is altijd een kracht nodig om de vorm van een voorwerp te veranderen.

A2

spierkracht: F_{spier}

zwaartekracht: F_z

elektrische kracht: F_{el}

A3

- a Een blijvende vervorming. Het voorwerp is van vorm veranderd, ook als de kracht niet meer werkt. Als twee auto's op elkaar botsen, zijn deze blijvend van vorm veranderd.
- b Een tijdelijke vervorming. Het voorwerp keert weer terug naar zijn oorspronkelijke vorm als de kracht niet meer werkt. Na het springen op een trampoline is deze niet van vorm veranderd.

B4

Verandering van vorm. De kracht op een botsende auto zorgt ervoor dat de auto vervormt.
Verandering van de grootte van de snelheid. Door de botsing krijgt de auto een lagere snelheid.

Verandering van de richting van snelheid. Na de botsing beweegt de auto in een andere richting dan ervoor.

B5

- a De tennisbal verandert van vorm en zijn snelheid verandert van grootte en richting → spankracht (tennisracket), spierkracht.
- b De aan- en uitknop komt in beweging → spierkracht.
- c De snelheid van de fietser neemt af → remkracht, spierkracht.
- d De mug verandert van vorm → spierkracht.
- e De snelheid van de bal neemt af → spierkracht.

B

- a windkracht
- b kleefkracht, plakkracht
- c motorkracht
- d remkracht

B7

- a De zwaartekracht zorgt ervoor dat de bungeejumper na de sprong een snelheid omlaag krijgt.
- b De spankracht in het elastiek zorgt ervoor dat de snelheid na een tijd weer afneemt.

B8

- a Hilde oefent een kracht uit op een bal.
- b Een bergbeklimmer oefent een kracht uit op een touw.
- c Een boogschutter oefent een kracht uit op een pijl.
- d Een motorcoureur oefent een kracht uit op zijn gashendel.

B9

- a Als Kajel de knop weer loslaat, veert deze door het veertje onder de knop weer terug naar de oorspronkelijke vorm; elastische vervorming.
- b Als je de modderpoel weer uitgaat en de modder vloeit weer terug in zijn oorspronkelijke vorm: elastische vervorming. Als er nog voetstappen in de modder achterblijven: plastische vervorming.
- c De waterleiding blijft gebogen; plastische vervorming.
- d Als de kat van de tak af gaat, buigt deze weer terug naar zijn oorspronkelijke vorm; elastische vervorming.

C10

De krachten die op het steentje werken zijn: de zwaartekracht, de elastische kracht of spankracht van het elastiek en de spierkracht die ervoor zorgt dat het steentje in het elastiek blijft.

C11

- a Sterkte, vermogen. Dit is de enige uitleg die laat zien dat een kracht in staat is om een invloed of uitwerking te hebben op een voorwerp (niet te verwarren met het natuurkundige begrip 'vermogen').
De betekenis 'lichaamskracht' is een goed voorbeeld van het algemene begrip kracht.
- b Een duwende of trekkende werking die een voorwerp van vorm, bewegingsrichting en/of snelheid verandert.

C12

- a Door de spierkracht verandert de snelheid van de volleybal van grootte en richting en de volleybal verandert van vorm.
- b Door de zwaartekracht valt de bergbeklimmer met een steeds grotere snelheid.
- c Door de spankracht van het touw neemt de snelheid van de bergbeklimmer plotseling af.
- d Door de spierkracht van de boogschutter ontstaat er een spankracht in het elastiek, dat vervormt en langer wordt. Hierdoor zal de boog buigen (vervormen).
- e Door de wrijvingskracht met de weg verandert de snelheid van de motor van richting.
- f Door de spierkracht verandert het plankje van vorm.
- g Door de spierkracht krijgt de halter een snelheid omhoog.

C13

- a Door de kracht van de strobalen op de formule 1-wagen verandert zijn vorm en de grootte van zijn snelheid.
Door de kracht van de formule 1-wagen op de strobalen veranderen deze van vorm en verandert hun snelheid van grootte en richting.
- b Door de kracht van de duiker op de duikplank verandert de duikplank eerst van vorm en na het springen trilt de duikplank na en veranderen ook de grootte en richting van zijn snelheid.
Door de kracht van de duikplank op de duiker wordt deze gelanceerd en verandert de grootte en richting van zijn snelheid.
- c Door de kracht van het hoofd op de voetbal verandert de voetbal van vorm, richting en snelheid.
Door de kracht van de voetbal op het hoofd verandert het hoofd ook van vorm, richting en snelheid.

+14

- a Ja, bij plastische chirurgie wil iemand zijn uiterlijk blijvend aanpassen.
- b Ja, als je een veer heel erg ver uitrekt, veert deze niet meer helemaal terug in zijn oorspronkelijke vorm.
- c Een TOA vindt dat niet leuk, want hij moet dan een nieuwe veer kopen.

+15

- Door spierkracht (vanuit de benen) krijgt Rens een snelheid vooruit.
- Door de spierkracht (vanuit de armen) buigt de stok.
- Door de spankracht van de stok krijgt Rens een snelheid schuin omhoog, tegen de zwaartekracht in.
- Door de zwaartekracht neemt de snelheid van Rens af en verandert uiteindelijk van richting (eerst omhoog, daarna omlaag). Hij gebruikt zijn spierkracht om zijn lichaam te buigen.
- Door de zwaartekracht krijgt Rens een snelheid omlaag die steeds toeneemt.
- Door de veerkracht van de matras neemt de snelheid van Rens af.

7.2 Kracht meten en tekenen

A16

- Het aangrijpingspunt, de grootte en de richting van de krachtpijl
- Een krachtenschaal geeft aan met hoeveel kracht (N) elke cm van een krachtpijl overeenkomt. Zo kun je de grootte van een kracht met een krachtpijl weergeven.
- Op de plek waar de kracht werkt

A17

- De afkorting van de eenheid van kracht is N, dat staat voor newton. Deze eenheid komt van Sir Isaac Newton, de wetenschapper die zich veel met krachten en hun gevolgen bezighield.
- Het symbool van de kracht is F , van force. Force is Engels voor kracht.
- De spierkracht is gelijk aan vier newton.
- De krachtenschaal is $1 \text{ cm} \square 1 \text{ N}$.

A18

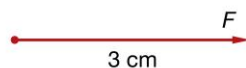
- De grootte van een kracht meet je met een krachtmeter of veerunster.
- Dit zijn de meetwaarden (van de grootheid kracht). Dit zijn alle waarden die binnen het meetbereik van de krachtmeter vallen.

B19

- De spierkracht werkt in de verkeerde richting én op de verkeerde plaats: de krachtpijl moet beginnen in het aangrijpingspunt en naar links wijzen.
- De spierkracht die de gewichtheffer uitoefent, is niet gelijk verdeeld: de krachtpijlen moeten even lang zijn.
- De kracht van het tennisracket op de bal grijpt niet aan waar de bal het racket raakt.
- De zwaartekracht werkt omlaag. Hier is de spankracht getekend die omhoog werkt.

B20

a



b



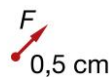
c



d



e



B21

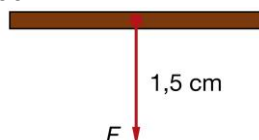
- a** Krachtpijl $F_z \square 4$ cm, dus $F_z = 4 \times 2,5 \text{ N} = 10 \text{ N}$.
- b** Krachtpijl $F_{\text{spier}} \square 2,0$ cm, dus $F_{\text{spier}} = 2,0 \times 15 \text{ N} = 30 \text{ N}$.
Krachtpijl $F_z \square 2,5$ cm, dus $F_z = 2,5 \times 15 = 37,5 \text{ N}$.
- c** Krachtpijl $F_s \square 2,5$ cm, dus $F_s = 2,5 \times 100 = 250 \text{ N}$.
Krachtpijl $F_{\text{spier}} \square 3,0$ cm, dus $F_{\text{spier}} = 3,0 \times 100 = 300 \text{ N}$.

B22

- a** Dit is een kleine spierkracht. Om je schooltas op te tillen moet je een veel grotere kracht dan 1,0 N uitoefenen.
- b** Bij de krachtmeter tot 5 N staat 1,0 N op 1/5 deel van de schaal, bij de krachtmeter van 10 N is dat 1/10 deel. De krachtmeter tot 5 N zal dan verder uitrekken dan de krachtmeter met een meetbereik van 10 N.
- c** Voor de krachtmeter tot 10 N heb je de meeste kracht nodig om deze volledig uit te rekken, namelijk 10 N.

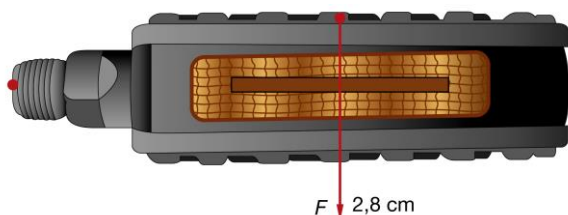
B23

- a** 1 cm komt overeen met 500 N, dus een kracht van 750 N teken je als een pijl van $\frac{750}{500} = 1,5$ cm.



- b 1 cm komt overeen met 200 N, dus een kracht van 560 N teken je als een pijl

$$\text{van } \frac{560}{200} = 2,8 \text{ cm.}$$



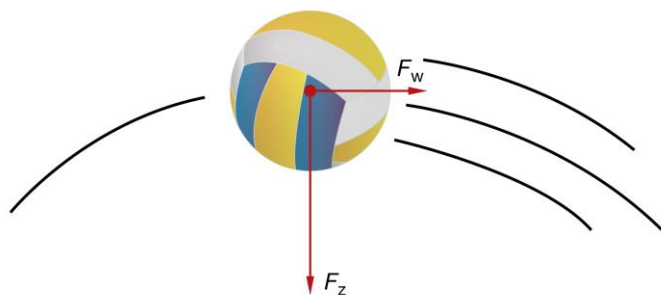
- c 1 cm komt overeen met 200 N, dus een kracht van 360 N teken je als een pijl

$$\text{van } \frac{360}{200} = 1,8 \text{ cm.}$$



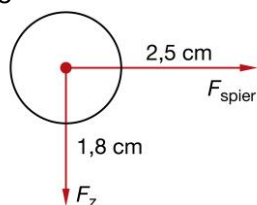
B24

- a Zie de krachtpijlen in onderstaande figuur.



- b F_z : zwaartekracht, F_w : (lucht)wrijvingskracht

C25



C26

- a Zie onderstaande figuur.
b Met een krachtschaal van $1,0 \text{ cm} \square 20 \text{ kg}$ krijg je:

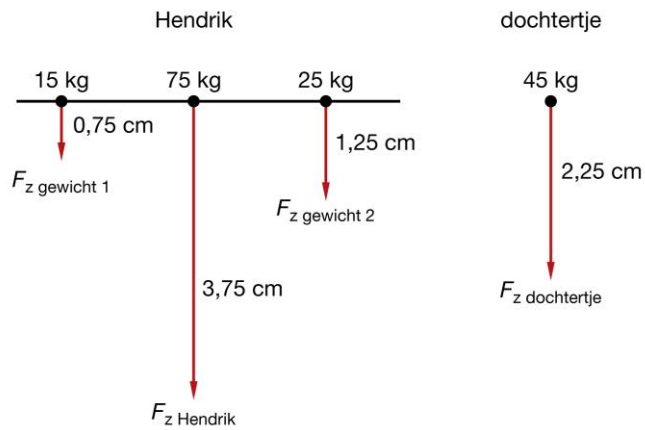
$$15 \text{ kg} \square \frac{15}{20} = 0,75 \text{ cm}$$

$$75 \text{ kg} \square \frac{75}{20} = 3,75 \text{ cm}$$

$$25 \text{ kg} \square \frac{25}{20} = 1,25 \text{ cm}$$

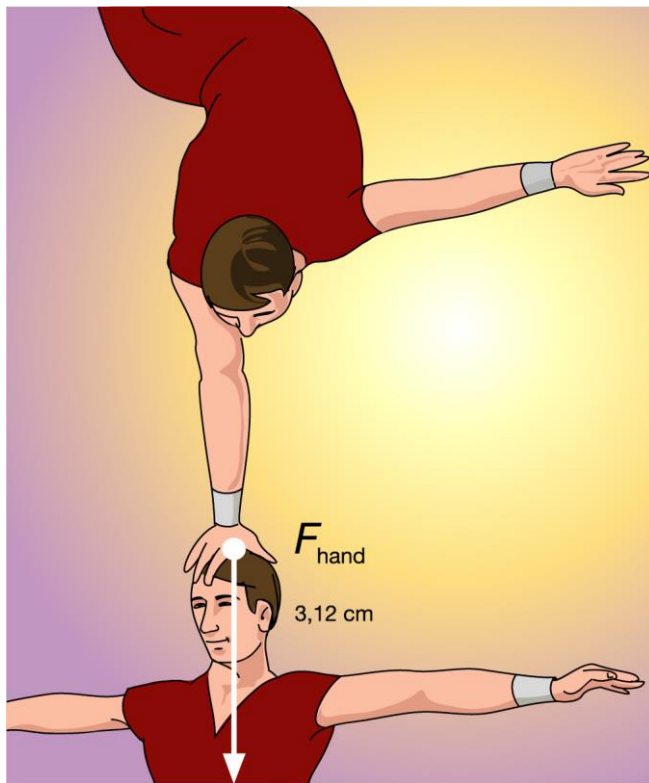
$$45 \text{ kg} \square \frac{45}{20} = 2,25 \text{ cm}$$

Zie onderstaande krachtpijlen.



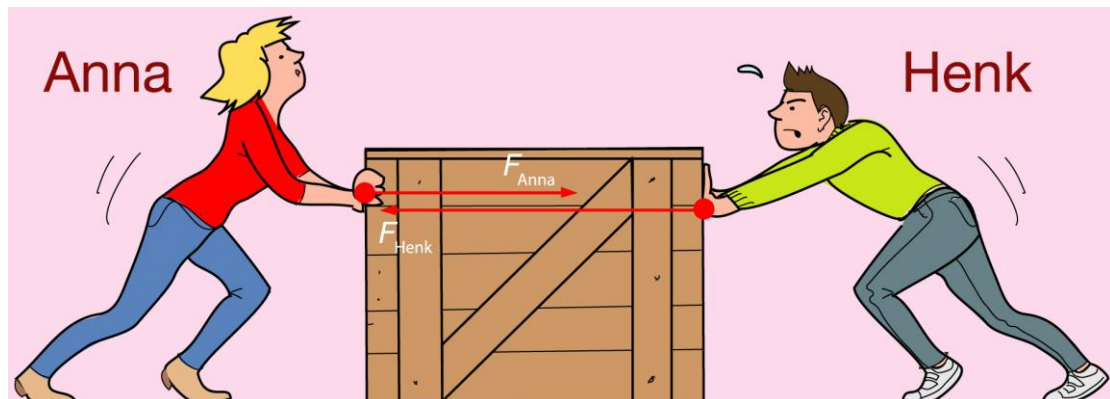
C27

Een krachtenschaal van 1,0 cm $\square$ 250 N geeft een krachtpijl van 780 N $\square$ $\frac{780}{250} = 3,12$ cm.



+28

a



- b** $3,0 \text{ cm} \propto 60 \text{ N}$. Dan geldt $1,0 \text{ cm} \propto \frac{60}{3} = 20 \text{ N}$. Krachtenschaal: $1,0 \text{ cm} \propto 20 \text{ N}$.
- c** $F_{\text{Henk}} = 90 \text{ N}$. Lengte pijl: $90 \text{ N} \propto \frac{90}{20} = 4,5 \text{ cm}$. Zie de krachtpijl in de figuur.
- d** Henk oefent een grotere kracht uit naar links dan Anna naar rechts. De kist zal naar links bewegen.
- e** De krachten werken tegen elkaar in. Het nettoresultaat van beide krachten is $F_{\text{Henk}} - F_{\text{Anna}} = 90 - 60 = 30 \text{ N}$ naar links. Nienke heeft dus gelijk.

7.3 Zwaartekracht

A29

De zwaartekracht

A30

- a** Zwaartekracht ontstaat doordat de aarde of een ander hemellichaam een aantrekkingskracht uitoefent op een voorwerp.
- b** Op de polen is de zwaartekracht het grootst.

B31

- a** De aarde oefent de zwaartekracht uit op het kopje.
- b** Elk voorwerp valt naar de aarde toe.
- c** Het zwaartepunt van de aarde zit in het midden van de aarde. Als je een voorwerp laat vallen, trekt de zwaartekracht dit voorwerp altijd naar het midden van de aarde toe.

B32

Gegeven: $m = 55 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_z = ? \text{ N}$

Formule: $F_z = m \times g$

Berekenen: $55 \times 9,81 = 539,55 \text{ N}$

Antwoord: $F_z = 540 \text{ N}$

B33

- a** Gegeven: $m = 60 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_z = ? \text{ N}$

Formule: $F_z = m \times g$

Berekenen: $60 \times 9,81 = 588,6 \text{ N}$

Antwoord: $F_z = 588,6 \text{ N}$

- b** Gegeven: $m = 0,625 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_z = ? \text{ N}$

Formule: $F_z = m \times g$

Berekenen: $0,625 \times 9,81 = 6,13 \text{ N}$

Antwoord: $F_z = 6,1 \text{ N}$

- c** Gegeven: $m = 358 \text{ g} = \frac{358}{1000} \text{ kg} = 0,358 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_z = ? \text{ N}$

Formule: $F_z = m \times g$

Berekenen: $0,358 \times 9,81 = 3,51 \text{ N}$

Antwoord: $F_z = 3,5 \text{ N}$

- d** Gegeven: $m = 34 \text{ g} = \frac{34}{1000} \text{ kg} = 0,034 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_z = ? \text{ N}$

Formule: $F_z = m \times g$

Berekenen: $0,034 \times 9,81 = 0,33 \text{ N}$

Antwoord: $F_z = 0,3 \text{ N}$

- e** De massa van alle voorwerpen blijft hetzelfde, het is en blijft hetzelfde voorwerp.
- f** De zwaartekracht op alle voorwerpen neemt toe. De aantrekkingskracht van de aarde op elk voorwerp is op de Noordpool iets groter dan in Nederland.

B34

Op de zak aardappelen werkt een zwaartekracht van $25 \times 9,81 = 245,3$ N. Dat betekent dat je een spierkracht van minimaal 245,3 N moet leveren in de tegenovergestelde richting van de zwaartekrachtrichting. Je maximale spierkracht is 200 N, dus het optillen gaat niet lukken.

B35

a Gegeven: $F_z = 490,5$ N in Nederland $g = 9,81$ N/kg

Gevraagd: $m = ?$ kg

$$\text{Formule: } m = \frac{F_z}{g}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{490,5}{9,81} = 50 \text{ kg}$$

Antwoord: $m = 50,0$ kg

b Gegeven: $F_z = 637,6$ N in Nederland $g = 9,81$ N/kg

Gevraagd: $m = ?$ kg

$$\text{Formule: } m = \frac{F_z}{g}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{637,6}{9,81} = 64,99 \text{ kg}$$

Antwoord: $m = 65,0$ kg

c Gegeven: $F_z = 2,9$ N op de evenaar $g = 9,78$ N/kg

Gevraagd: $m = ?$ kg

$$\text{Formule: } m = \frac{F_z}{g}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{2,9}{9,78} = 0,297 \text{ kg}$$

Antwoord: $m = 0,3$ kg

B36

De aantrekkingskracht van de aarde op een voorwerp is het grootst op de Noordpool en het kleinst op de evenaar. De juiste volgorde: Noordpool, Nederland, Johannesburg, evenaar, maan.

C37

a Gegeven: F_z , 1 kg op Mars = 3,74 N; $m = 60$ kg

Gevraagd: F_z , halter = ? N

$$\text{Formule: } F_{z, \text{ halter}} = F_{z, 1 \text{ kg op Mars}} \times m$$

$$\text{Berekenen: } 3,74 \times 60 = 224,4 \text{ N}$$

Antwoord: F_z , halter = 224 N

b Gegeven: F_z , 1 kg op Mars = 3,74 N; $m = 0,625$ kg

Gevraagd: F_z , basketbal = ? N

$$\text{Formule: } F_{z, \text{ basketbal}} = F_{z, 1 \text{ kg op Mars}} \times m$$

$$\text{Berekenen: } 3,74 \times 0,625 = 2,338 \text{ N}$$

Antwoord: F_z , basketbal = 2,3 N

c Gegeven: F_z , 1 kg op Mars = 3,74 N; $m = 358 \text{ g} = \frac{358}{1000} \text{ kg} = 0,358 \text{ kg}$

Gevraagd: F_z , softbal = ? N

$$\text{Formule: } F_{z, \text{ softbal}} = F_{z, 1 \text{ kg op Mars}} \times m$$

$$\text{Berekenen: } 3,74 \times 0,358 = 1,339 \text{ N}$$

Antwoord: F_z , softbal = 1,3 N

d Gegeven: F_z , 1 kg op Mars = 3,74 N; $m = 34 \text{ g} = \frac{34}{1000} \text{ kg} = 0,034 \text{ kg}$

Gevraagd: F_z , zonnebril = ? N

$$\text{Formule: } F_{z, \text{ zonnebril}} = F_{z, 1 \text{ kg op Mars}} \times m$$

$$\text{Berekenen: } 3,74 \times 0,034 = 0,1272 \text{ N}$$

Antwoord: F_z , zonnebril = 0,1 N

- e Gegeven: voor $m = 1,0 \text{ kg}$ geldt $F_{z, \text{Mars}} = 3,74 \text{ N}$
 Gevraagd: $g_{\text{Mars}} = ? \text{ N/kg}$

$$\text{Formule: } g_{\text{Mars}} = \frac{F_{z, \text{Mars}}}{m}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{3,74}{1,0} = 3,74 \text{ N/kg}$$

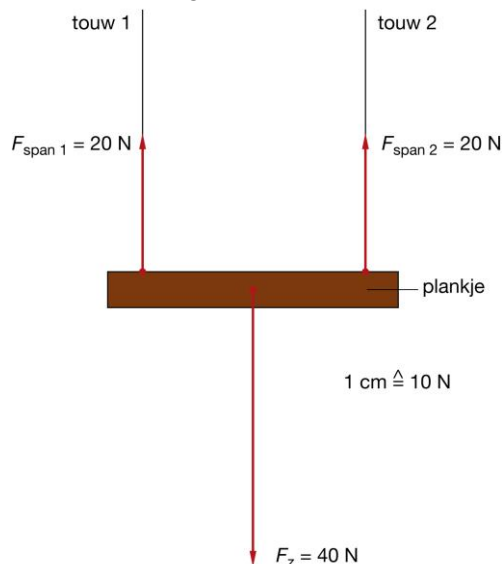
$$\text{Antwoord: } g_{\text{Mars}} = 3,74 \text{ N/kg}$$

C38

- a Ja, het vliegtuig, de man en de voorwerpen in het vliegtuig worden allemaal naar de aarde getrokken door de zwaartekracht.
 b De zwaartekracht is een beetje kleiner dan op aarde. De man bevindt zich namelijk verder weg van het zwaartepunt van de aarde.
 c Ja, de man (en ieder ander voorwerp) heeft een massa. Massa is een eigenschap van een voorwerp.

+39

- a Zie onderstaande figuur.



- b De krachtenschaal is $1 \text{ cm} \equiv 10 \text{ N}$.
 c F_z is de zwaartekracht op de schommel, $F_{\text{span } 1}$ is de spankracht in het linkertouw, $F_{\text{span } 2}$ is de spankracht in het rechtertouw.

+40

- a De massa is een eigenschap van het voorwerp en blijft $2,5 \text{ kg}$.
 b Gegeven: $m = 2,5 \text{ kg}$; $g_{\text{Aarde}} = 9,81 \text{ N/kg}$; $g_{\text{Jupiter}} = 3 \times g_{\text{Aarde}}$
 Gevraagd: $F_{z, \text{Jupiter}} = ? \text{ N}$
 Formule: $F_{z, \text{Jupiter}} = m \times g_{\text{Jupiter}} = m \times 3 \times g_{\text{Aarde}}$
 Berekenen: $2,5 \times 3 \times 9,81 = 73,575 \text{ N}$
 Antwoord: $F_{z, \text{Jupiter}} = 73,6 \text{ N}$
 c De massa is nog steeds $2,5 \text{ kg}$.
 d Gegeven: $m = 2,5 \text{ kg}$; $F_{z, ?} = 33 \text{ N}$
 Gevraagd: $g_{?} = ? \text{ N/kg}$

$$\text{Formule: } g_{?} = \frac{F_{z, ?}}{m}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{33}{2,5} = 13,2 \text{ N/kg}$$

$$\text{Antwoord: } g_{?} = 13,2 \text{ N/kg}$$

+41

- a Gegeven: $m = 75 \text{ kg}$; $g_{\text{ISS}} = 0,6 \times g_{\text{Aarde}}$
 Gevraagd: $F_{z, \text{ISS}} = ? \text{ N}$
 Formule: $F_z = m \times g_{\text{ISS}} = m \times 0,6 \times g_{\text{Aarde}}$
 Berekenen: $75 \times 0,6 \times 9,81 = 441,45 \text{ N}$
 Antwoord: $F_z = 441 \text{ N}$
- b De zwaartekracht verandert steeds de richting van de snelheid, waardoor het ISS niet rechtdoor gaat, maar naar de aarde toe blijft bewegen. Hierdoor maakt het ISS een cirkelvormige baan om de aarde.
- c Nee, er werkt namelijk wel een zwaartekracht op het voorwerp (60% van de zwaartekracht aan het aardoppervlak), maar geen gewichtskracht. De krachtmeter zal 0 N aangeven.

7.4 Veerkracht

A42

- a F is de zwaartekracht op de gewichtjes: $F_z = m \times g$.
- b De uitrekking u van een veer bereken je met $u = \text{nieuwe lengte} - \text{beginlengte}$.
- c Het diagram is een stijgende rechte lijn die door de oorsprong gaat.
- d Dit is een recht evenredig verband.

A43

De veerconstante geeft aan hoeveel kracht nodig is om een veer 1,0 cm of 1,0 m uit te rekken. Bij een stugge veer is meer kracht nodig voor dezelfde uitrekking. De veer heeft dan een grotere veerconstante dan een slappe veer.

A44

grootheid	symbool	eenheid	afkorting
veerkracht	F_v	newton	N
zwaartekracht	F_z	newton	N
uitrekking	u	centimeter of meter	cm of m
zwaartekrachtconstante	g	newton per kilogram	N/kg

B45

- a Gegeven: als $F_{\text{spier}} = 50 \text{ N}$, $u = 3,2 \text{ cm}$
 Gevraagd: als $u = 9,6 \text{ cm}$, $F_{\text{spier}} = ? \text{ N}$

		: 3,2	× 9,6	
kracht	50 N	15,625 N	150 N	
uitrekking	3,2 cm	1,0 cm	9,6 cm	
		: 3,2	× 9,6	

Antwoord: de benodigde kracht $F_{\text{spier}} = 150 \text{ N}$.

- b Gegeven: als $F_{\text{spier}} = 50 \text{ N}$, $u = 4,2 \text{ cm}$
 Gevraagd: als $u = 9,6 \text{ cm}$, $F_{\text{spier}} = ? \text{ N}$

		: 3,2	× 4,2	
kracht	50 N	15,625 N	65,6 N	
uitrekking	3,2 cm	1,0 cm	4,2 cm	
		: 3,2	× 4,2	

Antwoord: de benodigde kracht $F_{\text{spier}} = 65,6 \text{ N}$

Of: maak gebruik van verhoudingen. De uitrekking van 4,2 cm is $\frac{4,2}{3,2} = 1,31\times$ zo groot.

Dan is de kracht ook $1,31\times$ zo groot. $F_{\text{spier}} = 50 \times 3 = 65,6 \text{ N}$.

Antwoord: de benodigde kracht $F_{\text{spier}} = 65,6 \text{ N}$

c Gegeven: als $F_{\text{spier}} = 50 \text{ N}$, $u = 3,2 \text{ cm}$

Gevraagd: als $F_{\text{spier}} = 425 \text{ N}$, $u = ? \text{ cm}$

	$\div 50$	$\times 425$	
kracht	50 N	1,0 N	425 N
uitrekking	3,2 cm	0,064 cm	27,2 cm
	$\div 50$	$\times 425$	

Antwoord: de uitrekking $u = 27,2 \text{ cm}$ bij een kracht van 425 N. De veer is elastisch vervormd.

Of: maak gebruik van verhoudingen. De kracht van 425 N is $\frac{425}{50} = 8,5\times$ zo groot. Dan is

de uitrekking ook $8,5\times$ zo groot. $u = 3,2 \times 8,5 = 27,2 \text{ cm}$.

Antwoord: de uitrekking $u = 27,2 \text{ cm}$ bij een kracht van 425 N. De veer is elastisch vervormd.

d De veer is blijvend vervormd, dus de sportschooleigenaar zal een nieuwe veer moeten kopen. Dat vindt hij vast niet leuk.

B46

Op de aarde werkt er een grotere zwaartekracht op het blokje dan op de maan. De veer zal meer uitrekken op de aarde.

B47

a + b + c

aantal blokjes	lengte (cm)	uitrekking (cm)
0	10,0	0,0
1	12,5	2,5
2	15,0	5,0
3	17,5	7,5

d Gegeven: $m = 25 \text{ g} = 0,025 \text{ kg}$; $u = 2,5 \text{ cm / blokje}$
Gevraagd: $C = ? \text{ N/cm}$

Formule: $F_z = m \times g$, $C = \frac{F_z}{u}$

Berekenen: $F_z = m \times g = 0,025 \times 9,81 = 0,245 \text{ N}$

$C = \frac{0,245}{2,5} = 0,0981 \text{ N/cm} = 9,81 \text{ N/m}$

Antwoord: $C = 0,098 \text{ N/cm}$ of $C = 9,81 \text{ N/m}$

B48

a Gegeven: $C = 500 \text{ N/m}$; $u = 2,25 \text{ m}$

Gevraagd: $F_{\text{Sander}} = ? \text{ N}$

Formule: $F_{\text{Sander}} = C \times u$

Berekenen: $500 \times 2,25 = 1125 \text{ N}$

Antwoord: $F_{\text{Sander}} = 1125 \text{ N}$

- b** Gegeven: $C = 500 \text{ N/m}$; $F_{\text{Hugo}} = 975 \text{ N}$
 Gevraagd: $u = ? \text{ m}$

Formule: $u = \frac{F_{\text{Hugo}}}{C}$

Berekenen: $\frac{975}{500} = 1,95 \text{ m}$

Antwoord: $u = 1,95 \text{ m}$

De uitrekking van Sander is 2,25 m en die komt dus verder.

B49

a

	kracht	uitrekking	veerconstante
veer 1	10 N	7,0 cm	1,4 N/cm
veer 2	720 N	0,12 m	60 N/cm
veer 3	7,5 N	0,06 m of 6 cm	125 N/m
veer 4	0,8 N	0,5 cm	160 N/m

- b** Van slap naar stug: veer 3, veer 1 (140 N/m), veer 4, veer 2 (6000 N/m)

C50

- a** Gegeven: $m = 56 \text{ kg}$; $u = 0,5 \text{ cm}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$
 Gevraagd: $C = ? \text{ N/cm}$

Formule: $F_z = m \times g$, $C = \frac{F_z}{u}$

Berekenen: $F_z = m \times g = 56 \times 9,81 = 549,36 \text{ N}$

$C = \frac{549,36}{0,5} = 1098,7 \text{ N/cm}$

Antwoord: $C = 1099 \text{ N/cm}$

- b** Gegeven: $m = 56 \text{ kg}$; $C = 1099 \text{ N/cm}$; $g = 1,83 \text{ N/kg}$
 Gevraagd: $u = ? \text{ cm}$

Formule: $F_z = m \times g$, $u = \frac{F_z}{C}$

Berekenen: $F_z = m \times g = 56 \times 1,63 = 91,28 \text{ N}$

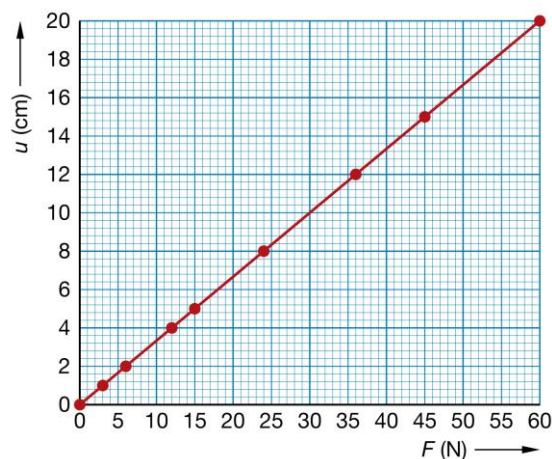
$u = \frac{91,28}{1099} = 0,083 \text{ cm}$

Antwoord: $u = 0,083 \text{ cm}$

C51

a

kracht (N)	lengte (cm)	uitrekking (cm)
0	63,0	0,0
3,0	64,0	1,0
6,0	65,0	2,0
12,0	67,0	4,0
15,0	68,0	5,0
24,0	71,0	8,0
36,0	75,0	12,0
45,0	78,0	15,0
60,0	83,0	20,0

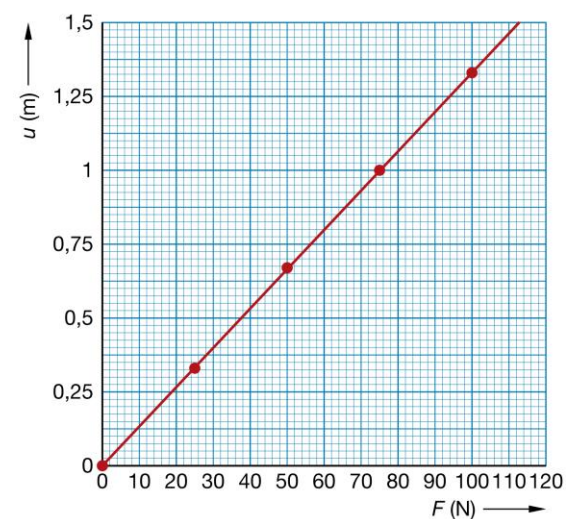
b

c De grafiek laat een stijgende rechte lijn zien. Er is een recht evenredig verband tussen u en F .

C52

Voor het tekenen van het u, F -diagram kun je ter verduidelijking eerst een tabel maken, bijvoorbeeld:

kracht (N)	uitrekking (m)
0	0,0
25	0,33
50	0,67
75	1,0
100	1,33

**C53**

- a** Gegeven: $C = 24 \text{ N/cm}$; $u = 15 - 12 = 3,0 \text{ cm}$
 Gevraagd: $F = ? \text{ N}$
 Formule: $F = C \times u$
 Berekenen: $24 \times 3,0 = 72,0 \text{ N}$
 Antwoord: $F = 72 \text{ N}$

- b** Gegeven: $C = 24 \text{ N/cm}$; $F = 180 \text{ N}$
 Gevraagd: $u = ? \text{ cm}$

$$\text{Formule: } u = \frac{F}{C}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{180}{24} = 7,5 \text{ cm}$$

$$\text{Antwoord: } u = 7,5 \text{ cm}$$

C54

Veer A

Gegeven: $F = 20 \text{ N}$; $u = 4,0 \text{ cm}$

Gevraagd: $C = ? \text{ N/cm}$

$$\text{Formule: } C = \frac{F}{u}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{20}{4,0} = 5,0 \text{ N/cm}$$

$$\text{Antwoord: } C = 5,0 \text{ N/cm}$$

Veer B

Gegeven: $F = 30 \text{ N}$; $u = 20 - 17 = 3,0 \text{ cm}$

Gevraagd: $C = ? \text{ N/cm}$

$$\text{Formule: } C = \frac{F}{u}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{30}{3} = 10 \text{ N/cm}$$

$$\text{Antwoord: } C = 10 \text{ N/cm}$$

Veer C

Gegeven: $F = 36 \text{ N}$; $u = 6,0 \text{ cm}$

Gevraagd: $C = ? \text{ N/cm}$

$$\text{Formule: } C = \frac{F}{u}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{36}{6,0} = 6,0 \text{ N/cm}$$

$$\text{Antwoord: } C = 6,0 \text{ N/cm}$$

Antwoord: de slapste veer is veer A, deze heeft 5 N nodig om 1 cm uit te rekken. De stugste veer is veer B, deze heeft 10 N nodig om 1 cm uit te rekken.

+55

- a** Gegeven: $m = 50,0 \text{ g} = 0,050 \text{ kg}$; $l_{\text{rust}} = 25 \text{ cm}$; $C = 7,0 \text{ N/m}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $l_{\text{uitrekking}} = ? \text{ N}$

$$\text{Formule: } F_z = m \times g; u = \frac{F_z}{C}; l_{\text{uitrekking}} = l_{\text{rust}} + u$$

$$\text{Berekenen: } F_z = 0,050 \times 9,81 = 0,4905 \text{ N}$$

$$u = \frac{0,4905}{7,0} = 0,07007 \text{ m} = 7,007 \text{ cm}$$

$$l_{\text{uitrekking}} = 25 + 7,0 = 32,0 \text{ cm}$$

$$\text{Antwoord: } l_{\text{uitrekking}} = 32,0 \text{ cm}$$

- b** Als je de massa aan beide veren hangt, zal er eenzelfde zwaartekracht op beide veren werken. Dit betekent dat zowel de onderste als de bovenste veer 7,0 cm uitrekt. De totale lengte van beide veren is dan $25 + 25 + 7,0 + 7,0 = 64,0 \text{ cm}$.

- c** Gegeven: $m = 50,0 \text{ g} = 0,050 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$; $u_{\text{tot}} = 14,0 \text{ cm}$ (zie b)
 Gevraagd: $C = ? \text{ N}$

$$\text{Formule: } F_z = m \times g, C = \frac{F_z}{u}$$

$$\text{Berekenen: } F_z = 0,050 \times 9,81 = 0,4905 \text{ N}$$

$$C = \frac{0,4905}{14,0} = 0,035 \text{ N/cm} = 3,5 \text{ N/m}$$

Antwoord: $C = 3,5 \text{ N/m}$ (dit veersysteem is 2× zo slap)

- d** De zwaartekracht verdeelt zich over beide veren. Per veer halveert de kracht, dus zal de uitrekking ook halveren. Er geldt dan $u = \frac{7,0 \text{ cm}}{2} = 3,5 \text{ cm}$. De lengte van elke veer is dan $25 + 3,5 = 28,5 \text{ cm}$.

- e** Gegeven: $m = 50,0 \text{ g} = 0,050 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$; $u = 3,5 \text{ cm}$ (zie b)
 Gevraagd: $C = ? \text{ N}$

$$\text{Formule: } F_z = m \times g, C = \frac{F_z}{u}$$

$$\text{Berekenen: } F_z = 0,050 \times 9,81 = 0,4905 \text{ N}$$

$$C = \frac{0,4905}{3,5} = 0,140 \text{ N/cm} = 14,0 \text{ N/m}$$

Antwoord: $C = 14,0 \text{ N/m}$ (dit veersysteem is 2× zo stug)

7.5 Kracht en beweging

A56

- a** Als krachten in dezelfde richting werken, dan kun je de krachten optellen.
b Als krachten in tegenovergestelde richting werken, dan trek je de krachten van elkaar af.

A57

- a** Als de somkracht naar voren werkt, dan versnelt het voorwerp waarop de kracht werkt. Je snelheid neemt toe.
b Als de somkracht naar achteren werkt, dan vertraagt het voorwerp waarop de kracht werkt. Je snelheid neemt af.
c Als een voorwerp een constante snelheid heeft, dan zijn de krachten die voorwaarts werken even groot als de krachten die achterwaarts werken. De somkracht is dan 0 N.

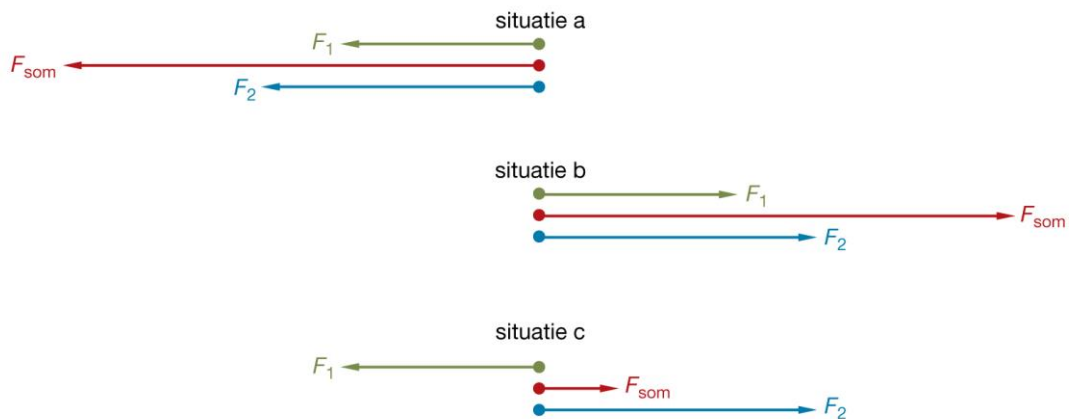
B58

- a** De tegenwerkende kracht op de banden noem je de rolweerstand.
b De rolweerstand neemt af bij:
 - hardere banden en een harder wegdek;
 - gladdere banden en een gladder wegdek;
 - een kleinere contactoppervlakte tussen de banden en de weg.**c** De tegenwerkende kracht van de luchtstroming langs een auto heet de luchtweerstand.
d De luchtweerstand neemt af bij een betere stroomlijn van de auto, een lagere snelheid of een kleinere frontale oppervlakte.

B59

- a** $F_{\text{som}} = F_1 + F_2 = 25 + 35 = 60 \text{ N}$ naar links.
b $F_{\text{som}} = F_1 + F_2 = 25 + 35 = 60 \text{ N}$ naar rechts.
c $F_{\text{som}} = F_2 - F_1 = 35 - 25 = 10 \text{ N}$ naar rechts.

d + e



B60

- a $120 - 100 = 20$ N naar voren.
- b De somkracht werkt vooruit. De voortstuwende kracht is namelijk groter dan de tegenwerkende kracht.
- c De schaatser versnelt. De voorwaartse kracht is namelijk groter.

B61

voortstuwende kracht (N)	tegenwerkende kracht (N)	somkracht (N) en richting
240	120	120 vooruit
0	120	120 achteruit
2800	2900	100 achteruit
50	20	30 vooruit
220	340	120 achteruit
300	230	70 vooruit

B62

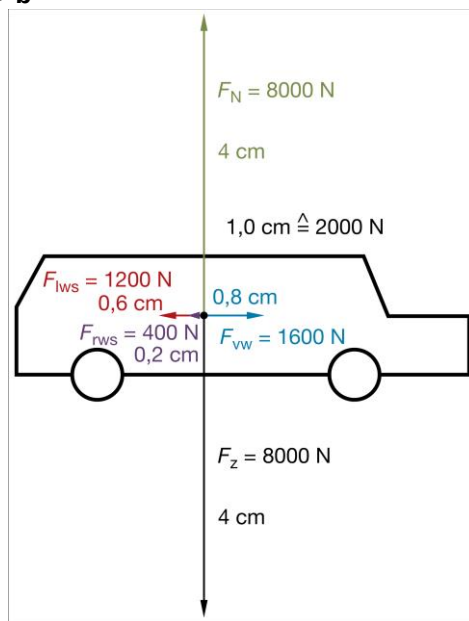
- a $F_{\text{som}} = F_1 + F_2 - F_3 = 200 + 300 - 450 = 50$ N naar rechts
- b $F_{\text{som}} = F_1 - F_2 + F_3 = 200 - 300 + 450 = 350$ N naar boven
- c $F_{\text{som}} = F_1 - F_2 - F_3 = 200 - 300 - 450 = -550$ N naar voren, of 550 N naar achteren

C6

- a $F_{\text{som}} = F_1 + F_2 = 400 + 350 = 750$ N naar voren.
- b In de opgave staat dat de sneeuwbal een constante snelheid heeft. De totale somkracht is dan altijd 0 N. De tegenwerkende kracht is dus gelijk aan de voorwaartse kracht, namelijk 750 N.
- c De somkracht van jij, je buurjongen en de buurjongen van de andere kant
 $F_{\text{som3}} = 400 + 350 - 200 = 550$ N naar voren
- d De bal ligt stil. De totale somkracht is dan altijd 0 N. De voorwaartse kracht $F_{\text{som3}} = 550$ N. De tegenwerkende kracht is dan 550 N naar achteren.

C64

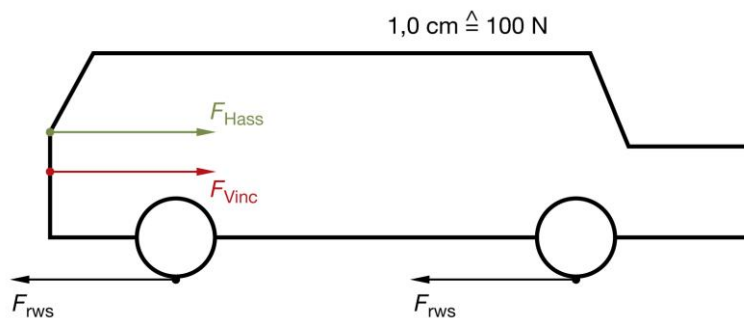
a + b



- c De auto heeft een constante snelheid. De totale voorwaartse kracht F_{vw} is dan gelijk aan de totale wrijvingskracht $F_{ws} = F_{rws} + F_{lws}$.
 $1600 \text{ N} = 400 \text{ N} + F_{lws}$
 $F_{lws} = 1600 - 400 = 1200 \text{ N} \rightarrow 0,6 \text{ cm}$ (zie figuur)
- d De zwaartekracht F_z wordt opgeheven door een even grote kracht omhoog (zie de figuur).
- e De kracht die de zwaartekracht opheft noem je de normaalkracht F_N .

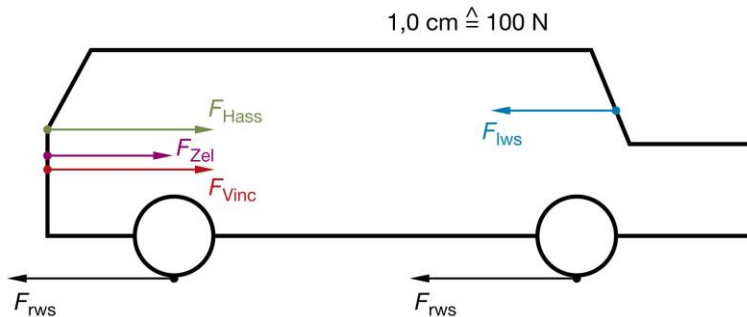
C65

a



- b De auto komt niet in beweging. De somkracht is 0 N. De wrijvingskracht is even groot als de voorwaartse kracht van 400 N. Aangezien de auto stilstaat, is er geen luchtwrijving en is de totale rolwrijvingsweerstand 400 N (zie de figuur).

c

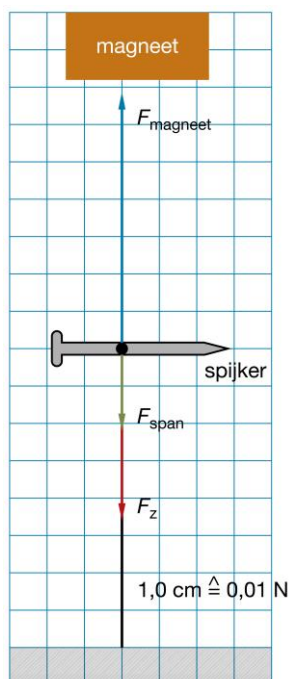


- d De auto beweegt met een constante snelheid. De somkracht is dan 0 N. De wrijvingskracht is even groot als de voorwaartse kracht van 550 N.
- e $F_{\text{som}} = F_{\text{Hass}} + F_{\text{Zel}} - F_{\text{ws}} = 200 + 150 - 550 = -200 \text{ N}$, oftewel 200 N naar achteren.
- f De auto vertraagt en zal uiteindelijk tot stilstand komen.

+66

- a De magnetische kracht F_{magneet} trekt de spijker omhoog, de zwaartekracht F_z en de spankracht F_{span} werken omlaag.
- b De spijker zweeft en beweegt niet. De somkracht is dan 0 N.
- c Gegeven: $m = 2,3 \text{ g} = 0,0023 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$; $F_{\text{span}} = 0,5 \times F_z$; $F_{\text{som}} = 0 \text{ N}$
 Gevraagd: $C = ? \text{ N}$
 Formule: $F_z = m \times g$; $F_{\text{magneet}} = F_z + F_{\text{span}}$
 Berekenen: $F_z = 0,0023 \times 9,81 = 0,0226 \text{ N}$
 $F_{\text{span}} = 0,5 \times 0,0226 = 0,0113 \text{ N}$
 $F_{\text{magneet}} = 0,0226 + 0,0113 = 0,0338 \text{ N}$
 Antwoord: $F_z = 0,023 \text{ N}$, $F_{\text{span}} = 0,011 \text{ N}$, $F_{\text{magneet}} = 0,034 \text{ N}$

d



- e Als de magneet naar boven verplaatst, neemt F_{magneet} af. De zwaartekracht F_z blijft altijd gelijk, dus zal de spankracht F_{span} afnemen. Als de magneet zover weg is dat de spankracht verdwenen is, zal de spijker beginnen te vallen.

7.6 Krachten optellen

A67

Met de kop-staartmethode vind je de somkracht door de staart van de ene pijl tegen de kop van de andere pijl te leggen. De verbindingslijn vanaf de staart van je eerste pijl tot aan de pijlpunt van je tweede pijl geeft de somkracht.

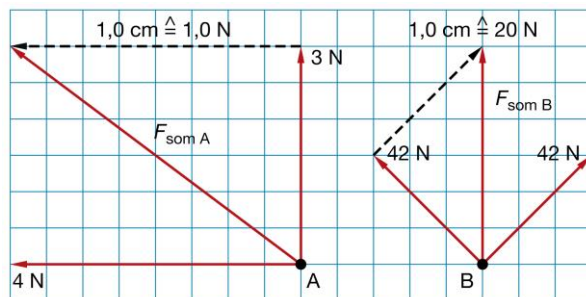
A68

juist

A69

de stelling van Pythagoras

B70



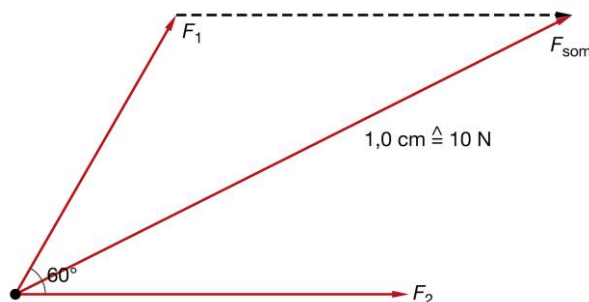
Je kunt de somkracht bepalen door de lengte van de pijlen op te meten en met de krachtschaal om te rekenen naar het aantal newton:

- 1 De pijl van somkracht A is 5 cm. 5 cm $\square$ 5 N, dus $F_{\text{somA}} \square$ 5 N.
- 2 De pijl van somkracht B is 3 cm. 3 cm $\square$ 60 N, dus $F_{\text{somB}} \square$ 60 N.

Je kunt de krachten ook berekenen met de stelling van Pythagoras:

- 1 $F_{\text{somA}}^2 = 3^2 + 4^2$
 $F_{\text{somA}}^2 = 9 + 16$
 $F_{\text{somA}}^2 = 25$
 $F_{\text{somA}} = \sqrt{25} = 5 \text{ N}$
- 2 $F_{\text{somB}}^2 = 42^2 + 42^2$
 $F_{\text{somB}}^2 = 1764 + 1764$
 $F_{\text{somB}}^2 = 3528$
 $F_{\text{somB}} = \sqrt{3528} = 59,4 \text{ N}$

B71



$F_1 = 45 \text{ N}$. De lengte van de krachtpijl van $F_1 = 4,5 \text{ cm} \square 45 \text{ N}$.

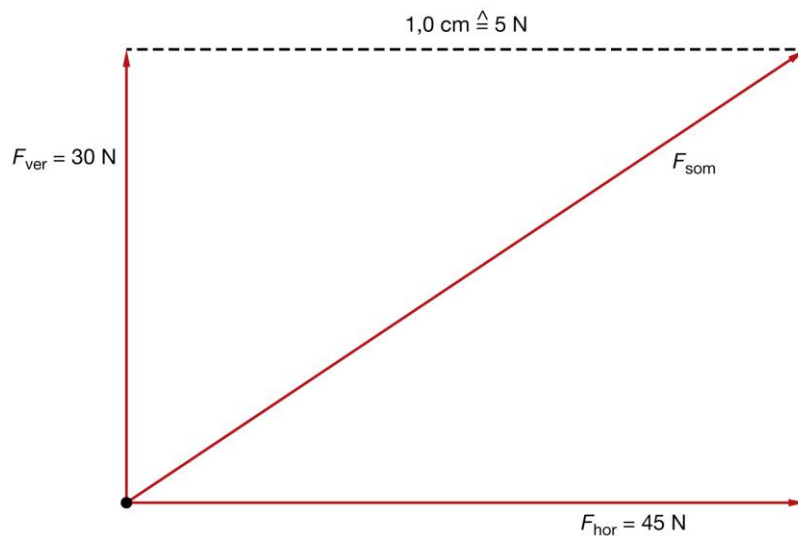
Dit geeft de krachtschaal $1,0 \text{ cm} \square 10 \text{ N}$.

De lengte van de krachtpijl van $F_{\text{som}} = 8,7 \text{ cm} \square 87 \text{ N}$.

De grootte van somkracht $F_{\text{som}} = 87 \text{ N}$.

B72

a



b Bepaal de somkracht door de krachtpijl op schaal te tekenen en op te meten.

$10,8 \text{ cm} \square 10,8 \times 5 \text{ N} = 54 \text{ N}$.

c De hoek tussen de somkracht en de horizontale kracht is 34° .

d $F_{\text{som}}^2 = 45^2 + 30^2$

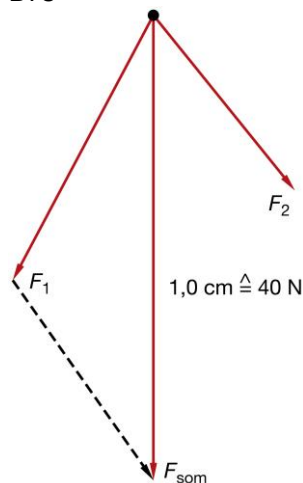
$$F_{\text{som}}^2 = 2025 + 900$$

$$F_{\text{som}}^2 = 2925$$

$$F_{\text{som}} = \sqrt{2925} = 54,1 \text{ N}$$

Dit is ongeveer hetzelfde antwoord als bij b, maar wel nauwkeuriger.

B73



$$F_2 = 120 \text{ N}$$

De lengte van de krachtpijl van $F_2 = 3 \text{ cm} \square 120 \text{ N}$.

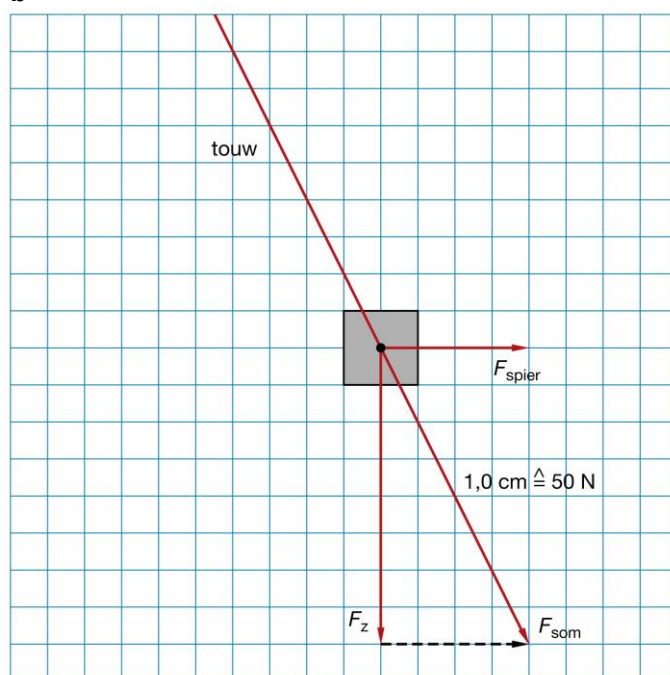
Dit geeft de krachtenschaal $1,0 \text{ cm} \square 40 \text{ N}$.

De lengte van de krachtpijl van $F_{\text{som}} = 6,2 \text{ cm} \square 248 \text{ N}$.

De honden zorgen samen voor een somkracht $F_{\text{som}} = 248 \text{ N}$ naar voren.

B74

a + b



b Bepaal de somkracht door de krachtpijl op te meten.

$$1 \text{ cm} \hat{=} 50 \text{ N}$$

$$4,5 \text{ cm} \hat{=} 4,5 \times 50 \text{ N} = 225 \text{ N}$$

c De hoek tussen de somkracht en de horizontale kracht is 34° .

$$\text{d } F_{\text{som}}^2 = 200^2 + 100^2$$

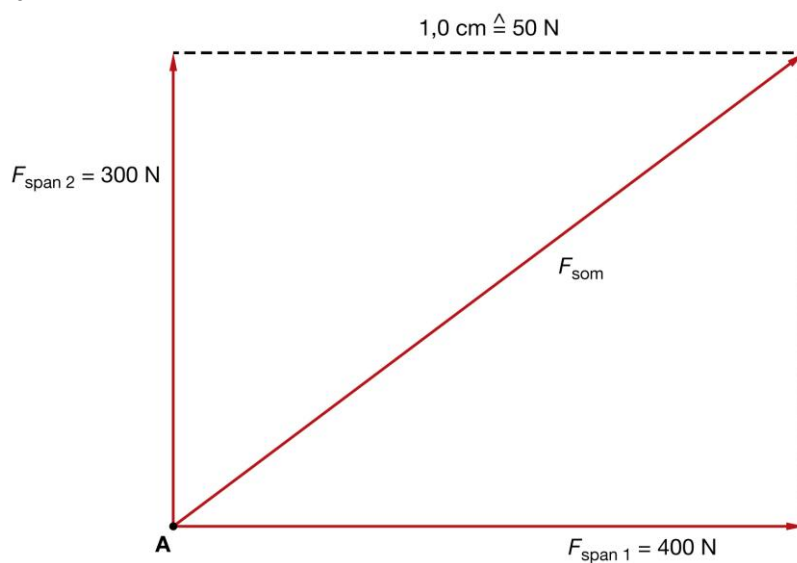
$$F_{\text{som}}^2 = 40\,000 + 10\,000$$

$$F_{\text{som}}^2 = 50\,000$$

$$F_{\text{som}} = \sqrt{50\,000} = 223,6 \text{ N}$$

C75

a + b

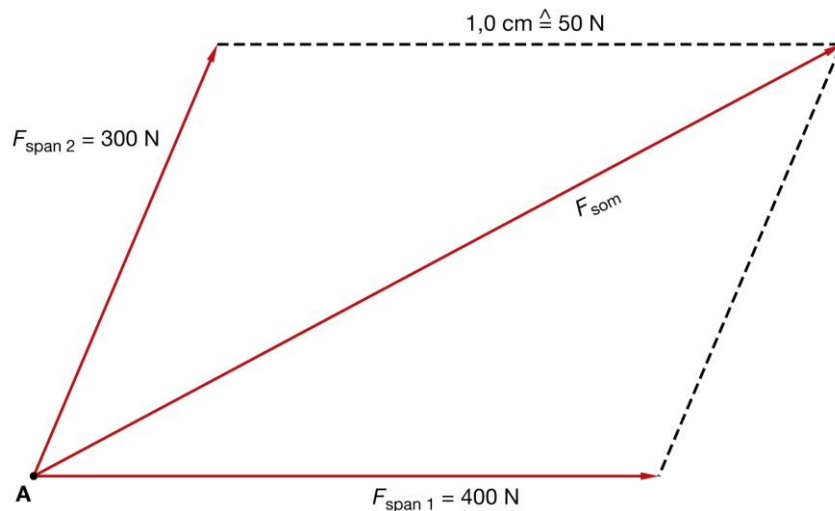


$$\text{c } F_{\text{som}}^2 = 400^2 + 300^2$$

$$F_{\text{som}}^2 = 160\,000 + 90\,000$$

$$F_{\text{som}}^2 = 250\,000$$

$$F_{\text{som}} = \sqrt{250\,000} = 500 \text{ N}$$

d**e** Bepaal de somkracht door de krachtpijl op te meten.

$$1 \text{ cm} \hat{=} 50 \text{ N}$$

$$13,1 \text{ cm} \hat{=} 13,1 \times 50 \text{ N} = 655 \text{ N}$$

C76**a** De kracht geleverd door sleepboot A gaat 2,5 in horizontale richting en 1,5 in verticale richting.

$$2,5 \hat{=} 2,5 \times 10\,000 \text{ N} = 25\,000 \text{ N}$$

$$1,5 \hat{=} 1,5 \times 10\,000 \text{ N} = 15\,000 \text{ N}$$

Voor de kracht van sleepboot A geldt dan:

$$F_A^2 = 25\,000^2 + 15\,000^2$$

$$F_A^2 = 625\,000\,000 + 225\,000\,000$$

$$F_A^2 = 850\,000\,000$$

$$F_A = \sqrt{850\,000\,000} = 29\,155 \text{ N} = 29,2 \text{ kN}$$

De kracht geleverd door sleepboot B gaat 1,0 in horizontale richting en 1,0 in verticale richting.

$$1,0 \hat{=} 1,0 \times 10\,000 \text{ N} = 10\,000 \text{ N}$$

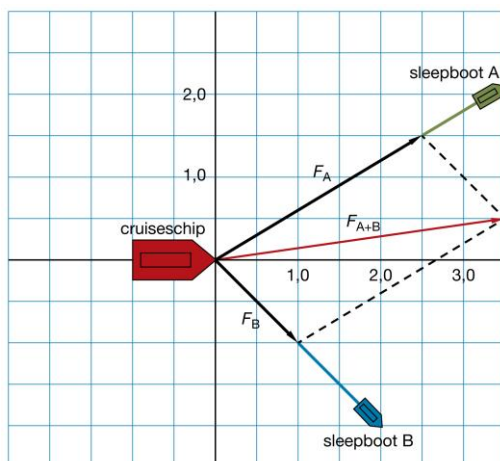
Voor de kracht van sleepboot B geldt dan:

$$F_B^2 = 10\,000^2 + 10\,000^2$$

$$F_B^2 = 100\,000\,000 + 100\,000\,000$$

$$F_B^2 = 200\,000\,000$$

$$F_B = \sqrt{200\,000\,000} = 14\,142 \text{ N} = 14,1 \text{ kN}$$



- b** Bij een constante snelheid is de totale somkracht 0 N. De tegenwerkende kracht op het cruiseschip is dan even groot, maar tegengesteld gericht aan de voorwaartse kracht van beide sleepboten, F_{A+B} . De voorwaartse kracht F_{A+B} is de somkracht van F_A en F_B (zie de figuur).

De resulterende kracht F_{A+B} gaat 3,5 in horizontale richting en 0,5 in verticale richting.

$$3,5 \square 3,5 \times 10\,000\text{ N} = 35\,000\text{ N}$$

$$0,5 \square 0,5 \times 10\,000\text{ N} = 5\,000\text{ N}$$

Voor kracht F_{A+B} geldt dan:

$$F_{A+B}^2 = 35\,000^2 + 5\,000^2$$

$$F_{A+B}^2 = 1225\,000\,000 + 25\,000\,000$$

$$F_{A+B}^2 = 1250\,000\,000$$

$$F_{A+B} = \sqrt{1250\,000\,000} = 35\,355\text{ N} = 35,4\text{ kN}$$

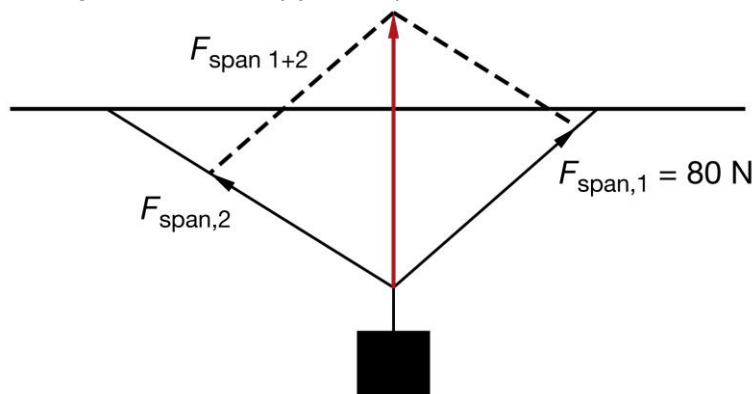
C77

- a** $F_{\text{span}, 1} = 80\text{ N}$

De lengte van de krachtpijl van $F_{\text{span}, 1} = 3,0\text{ cm} \square 80\text{ N}$.

Dit geeft de krachtschaal $1,0\text{ cm} \square 26,7\text{ N}$.

De lengte van de krachtpijl van $F_{\text{span}, 2} = 2,4\text{ cm} \square 64\text{ N}$.



- b** Bepaal de somkracht $F_{\text{span}, 1+2}$ door de krachtpijl op schaal te tekenen en op te meten.

$$3,4\text{ cm} \square 3,4 \times 26,7\text{ N} = 91\text{ N}$$

- c** De kist hangt stil. De totale somkracht is dus 0 N. De zwaartekracht omlaag is dan even groot als de somkracht omhoog. Dus: $F_z = F_{\text{span}, 1+2} = 91\text{ N}$.

- d** Gegeven: $F_z = 91\text{ N}$; $g = 9,81\text{ N/kg}$

Gevraagd: $m = ?\text{ kg}$

$$\text{Formule: } m = \frac{F_z}{g}$$

$$\text{Berekenen: } \frac{91}{9,81} = 9,2$$

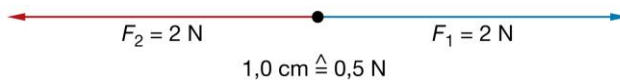
Antwoord: $m = 9,2\text{ kg}$

+78

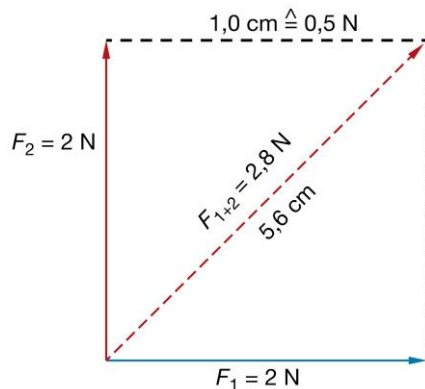
- a** $F_{\text{som}} = 4,0\text{ N}$ als F_1 en F_2 in dezelfde richting wijzen.



- b $F_{\text{som}} = 4,0 \text{ N}$ als F_1 en F_2 in tegenovergestelde richting wijzen.

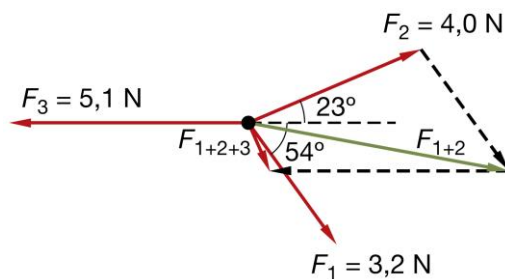


- c De somkracht F_{1+2} werkt vanuit het aangrijpingspunt en zijn krachtpijl zal 5,6 cm lang zijn. Als je de staart van krachtpijl F_2 op de kop van krachtpijl F_1 zet, zal deze bij de kop van krachtpijl F_{1+2} uitkomen. Dit snijpunt vind je door met de passer een afstand van 5,6 cm rondom het aangrijpingspunt te tekenen, en een afstand van 4 cm rondom de kop van krachtpijl F_1 (zie de figuur).



+79

Gebruik het tekenblad of kies zelf een krachtschaal, bijvoorbeeld $1 \text{ cm} \square 1 \text{ N}$. Bepaal eerst de somkracht van alleen F_1 en F_2 . Dit geeft je kracht F_{1+2} . Bepaal dan de somkracht van F_{1+2} en F_3 . Dit geeft je de gevraagde somkracht F_{1+2+3} (zie de figuur). De lengte van krachtpijl $F_{1+2+3} = 1,1 \text{ cm} \square 1,1 \text{ N}$.



Opmerking: je kunt de somkracht ook in een andere volgorde bepalen. Zo kun je bijvoorbeeld eerst de resulterende kracht van F_2 en F_3 bepalen, gevolgd door de resulterende kracht van F_{2+3} en F_1 . Dit geeft dezelfde gevraagde somkracht.

Oefentoets

1

Onjuist, je kunt alleen de werking ervan zien, horen of voelen.

2

Onjuist, plastische vervorming is blijvend.

3

Juist, een pijl heeft dezelfde eigenschappen als een kracht, namelijk grootte, richting en aangrijpingspunt

4

Onjuist, de eenheid van kracht is N (newton).

5

Onjuist, een weegschaal meet de zwaartekracht en die is niet overal op aarde hetzelfde.

6

Juist, hardere banden zorgen voor minder contact met de weg en dus minder wrijving.

7

De snelheid verandert van grootte.

8

De snelheid verandert van richting.

9

Met een krachtschaal van 1 cm $\square$ 10 N is de lengte van de krachtpijl 2,5 cm, zie onderstaande figuur.

**10**

Gegeven: $m = 437 \text{ g} = \frac{437}{1000} \text{ kg} = 0,437 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_z = ? \text{ N}$

Formule: $F_z = m \times g$

Berekenen: $0,437 \times 9,81 = 4,287 \text{ N}$

Antwoord: $F_z = 4,29 \text{ N}$

11

Gegeven: $m = 6,5 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_z = ? \text{ N}$

Formule: $F_z = m \times g$

Berekenen: $6,5 \times 9,81 = 63,765 \text{ N}$

Antwoord: $F_z = 64 \text{ N}$

12

Gegeven: $m = 9,9 \text{ g} = \frac{9,9}{1000} \text{ kg} = 0,0099 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_z = ? \text{ N}$

Formule: $F_z = m \times g$

Berekenen: $0,0099 \times 9,81 = 0,0971 \text{ N}$

Antwoord: $F_z = 0,097 \text{ N}$

13Gegeven: $F_{\text{Nienke}} = 320 \text{ N}$; $u = 2 \text{ cm}$; $l_{\text{rust}} = 1,0 \text{ m}$ Gevraagd: $C = ? \text{ N}$

Formule: $C = \frac{F}{u}$

Berekenen: $\frac{320}{2} = 160 \text{ N/cm}$

Antwoord: $C = 160 \text{ N/cm}$ **14**Gegeven: $F_{\text{Paul}} = 800 \text{ N}$; $C = 160 \text{ N/cm}$ (zie a)Gevraagd: $u = ? \text{ cm}$

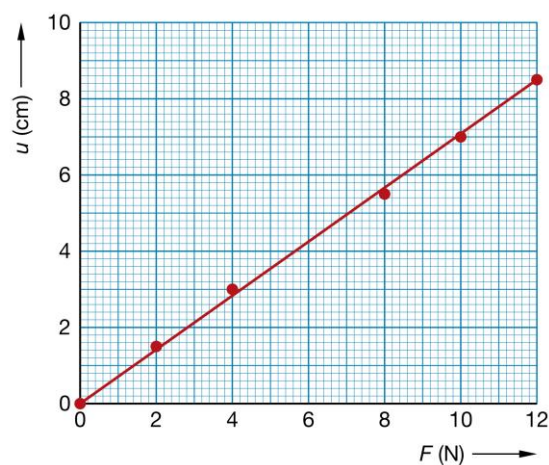
Formule: $u = \frac{F}{C}$

Berekenen: $\frac{800}{160} = 5 \text{ cm}$

Antwoord: $u = 5 \text{ cm}$ **15**Gegeven: $l_{\text{rust}} = 1,0 \text{ m}$; $u = 5 \text{ cm} = \frac{5}{100} \text{ m} = 0,05 \text{ m}$ Gevraagd: $l_{\text{tot}} = ? \text{ m}$

Formule: $l_{\text{tot}} = l_{\text{rust}} + u$

Berekenen: $1,0 + 0,05 = 1,05 \text{ m}$

Antwoord: $l_{\text{tot}} = 1,05 \text{ m}$ **16****17**Gegeven: haal een meetpunt uit de grafiek, bijvoorbeeld bij $F = 7,0 \text{ N}$ geldt $u = 5,0 \text{ cm}$.Gevraagd: $C = ? \text{ N}$

Formule: $C = \frac{F}{u}$

Berekenen: $\frac{7,0}{5,0} = 1,4 \text{ N/cm}$

Antwoord: $C = 1,4 \text{ N/cm}$

18Gegeven: $F = 7,0 \text{ N}$; $u = 10,5 \text{ cm}$; $l_{\text{tot}} = 32,2 \text{ cm}$ Gevraagd: $l_{\text{rust}} = ? \text{ N}$ Formule: $l_{\text{rust}} = l_{\text{tot}} - u$ Berekenen: $32,2 - 10,5 = 21,7 \text{ cm}$ Antwoord: $l_{\text{rust}} = 21,7 \text{ cm}$ **19**Gegeven: als $F = 7,0 \text{ N}$, $u = 10,5 \text{ cm}$ Gevraagd: als $F = 9,0 \text{ N}$, $u = ? \text{ cm}$

	$\div 7,0$	$\times 9,0$	
kracht	7,0 N	1,0 N	9,0 N
uitrekking	10,5 cm	1,5 cm	13,5 cm
	$\times 7,0$	$\div 9,0$	

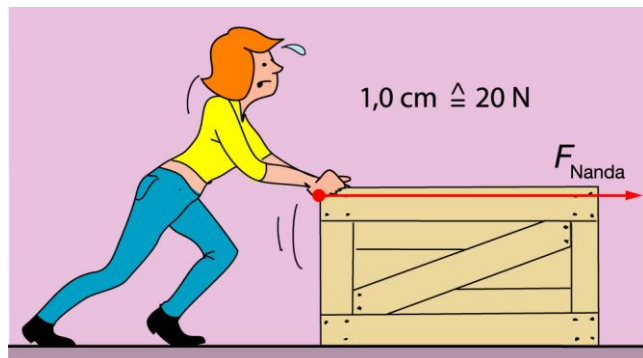
Antwoord: de uitrekking $u = 13,5 \text{ cm}$ bij een kracht van $9,0 \text{ N}$.Of: maak gebruik van verhoudingen. De kracht van $9,0 \text{ N}$ is $\frac{9,0}{7,0} = 1,29\times$ zo groot. Dan is deuitrekking ook $1,29\times$ zo groot. $u = 10,5 \times 1,29 = 13,5 \text{ cm}$.Antwoord: de uitrekking $u = 13,5 \text{ cm}$ bij een kracht van $9,0 \text{ N}$.**20**Gegeven: als $F = 7,0 \text{ N}$, $u = 10,5 \text{ cm}$ Gevraagd: als $u = 0,50 \text{ cm}$, $F = ? \text{ N}$

	$\div 10,5$	$\times 0,5$	
kracht	7,0 N	0,667 N	0,333 N
uitrekking	10,5 cm	1,0 cm	0,5 cm
	$\times 10,5$	$\div 0,5$	

Antwoord: voor een uitrekking van $0,50 \text{ cm}$ is een kracht $F = 0,33 \text{ N}$ nodig.Of: maak gebruik van verhoudingen. De uitrekking van $0,5 \text{ cm}$ is $\frac{0,5}{10,5} = 0,0476\times$ zo groot.Dan is de kracht ook $0,476\times$ zo groot. $F_{\text{spier}} = 7,0 \times 0,476 = 0,33 \text{ N}$.Antwoord: de benodigde kracht $F_{\text{spier}} = 0,33 \text{ N}$.**21**De parachutist versnelt. Op de parachutist werkt een somkracht omlaag. De tegenwerkende kracht is kleiner dan de voorwaartse zwaartekracht van 738 N .**22**De parachutist verandert niet van snelheid. De somkracht op de parachutist is dan 0 N . De tegenwerkende kracht is dan gelijk aan de zwaartekracht van 738 N .**23**De parachutist vertraagt. Op de parachutist werkt een somkracht omhoog. (De tegenwerkende kracht is groter dan de zwaartekracht van 738 N .)

24

Met een krachtschaal van $1\text{ cm} \triangleq 20\text{ N}$ is de lengte van de krachtpijl $4,25\text{ cm}$. Zie onderstaande figuur.

**25**

De krachten werken in dezelfde richting. Het nettoresultaat van beide krachten is $F_{\text{Nanda}} + F_{\text{Raoul}} = 85 + 105 = 190\text{ N}$.

26

Situatie a: De lengte van de krachtpijl van $F_1 = 2\text{ cm} \triangleq 20\text{ N}$.

De lengte van de krachtpijl van $F_2 = 3\text{ cm} \triangleq 30\text{ N}$.

Dit geeft een krachtschaal van $1\text{ cm} \triangleq 10\text{ N}$.

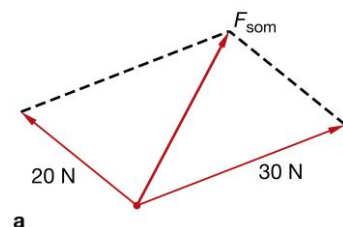
Situatie b: De lengte van de krachtpijl van $F = 2,5\text{ cm} \triangleq 75\text{ N}$.

Dit geeft een krachtschaal van $1\text{ cm} \triangleq 30\text{ N}$.

+27

Teken voor situatie a de somkracht op schaal en meet de lengte (zie onderstaande figuur).

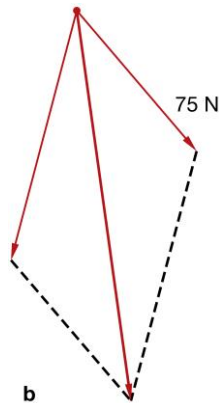
De somkracht $F_{\text{som}} = 2,6\text{ cm} \triangleq 26\text{ N}$



+28

Teken voor situatie b de somkracht op schaal en meet de lengte (zie onderstaande figuur).

De somkracht $F_{\text{som}} = 5,4 \text{ cm} \square 162 \text{ N}$

**+29**

$$F_{\text{som}}^2 = 400^2 + 200^2$$

$$F_{\text{som}}^2 = 160\,000 + 40\,000$$

$$F_{\text{som}}^2 = 200\,000$$

$$F_{\text{som}} = \sqrt{200\,000} = 447,2 \text{ N}$$

+30

De pijl naar beneden is twee keer zo lang als de pijl van 750 N en geeft dus een kracht van 1500 N weer.

$$F_{\text{som}}^2 = 750^2 + 1500^2$$

$$F_{\text{som}}^2 = 562\,500 + 2\,250\,000$$

$$F_{\text{som}}^2 = 2\,812\,500$$

$$F_{\text{som}} = \sqrt{2\,812\,500} = 1677,1 \text{ N}$$