

Uitwerkingen § 1

Opgave 1

Het aangrijpingspunt van een kracht is de plaats waar de kracht op het voorwerp werkt. De werklijn van een kracht is de denkbeeldige (rechte) lijn die samenvalt met de bijbehorende pijl.

De schaal (bij het tekenen van een kracht) is de verhouding tussen de grootte van de kracht en de lengte van de pijl.

Opgave 2

Een kracht heeft een grootte, een richting en een aangrijpingspunt.

Opgave 3

De eenheid van kracht is de newton (afgekort N).

Deze eenheid is klein want hiermee kun je slechts een voorwerp van 100 gram optillen.

Opgave 4

Het effect van een kracht verandert niet als het AANGRIJPINGSPUNT van de kracht verschoven wordt langs zijn WERKLIJN.

Opgave 5

De wet "actie = - reactie" zegt het volgende.

Als voorwerp A op voorwerp B een kracht uitoefent, oefent voorwerp B een even grote maar tegengestelde kracht op voorwerp A uit.

Opgave 6

$$\frac{5 \text{ N}}{1 \text{ N}} \cdot 3 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

Toelichting

De kracht van 5 N is 5 keer zo groot als de kracht van 1 N. Dus moet de pijl ook 5 keer zo lang zijn als 3 cm. Dus 15 cm.

Opgave 7

$$\frac{9 \text{ N}}{18 \text{ N}} \cdot 3 \text{ cm} = 1,5 \text{ cm}$$

Opgave 8

$$\frac{16 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} \cdot 3 \text{ N} = 12 \text{ N}$$

Opgave 9

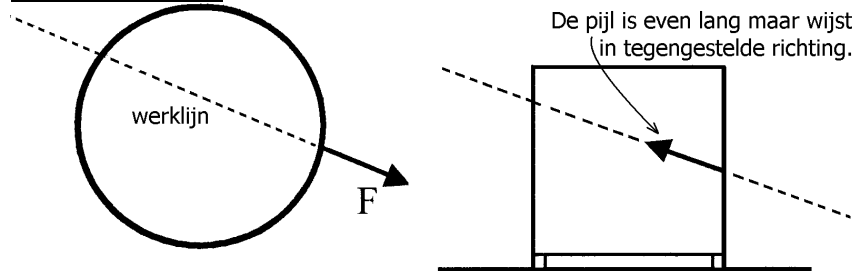
$$\frac{23 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} \cdot 15 \text{ N} = 8,625 \text{ N}$$

Opgave 10

De pijlen behorend bij de spankrachten hebben een lengte van 2,1 cm.
De pijl behorend bij de zwaartekracht heeft een lengte van 3,0 cm.

Iedere spankracht bedraagt dus $(2,1 \text{ cm} / 2,0 \text{ cm}) \times 100 \text{ N} = 105 \text{ N}$.
De zwaartekracht bedraagt dus $(3,0 \text{ cm} / 2,0 \text{ cm}) \times 100 \text{ N} = 150 \text{ N}$.

Opgave 11+12



Opgave 13

Op beide hoofden een even grote kracht (derde wet van Newton).

Opgave 14

Volgens de derde wet van Newton duwen de ellebogen van Wil ook met 200 N tegen Nan.

De krachten van de grond op de voeten van Nan en Wil. Als Nan wint zet zij zich harder af tegen de grond dan Wil.

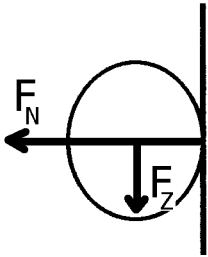
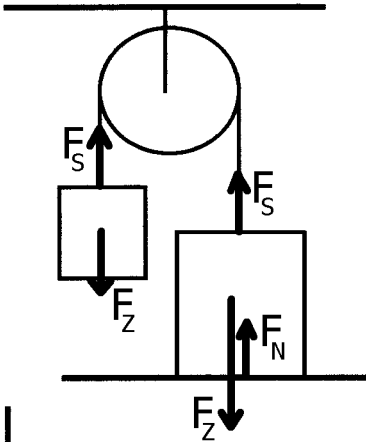
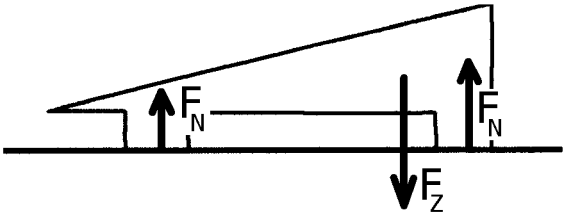
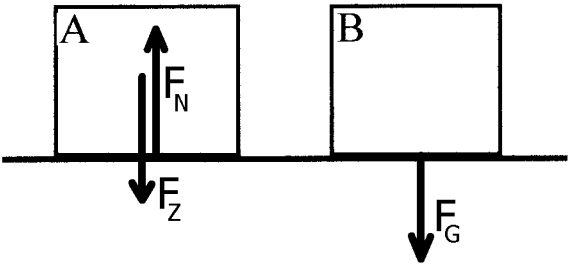
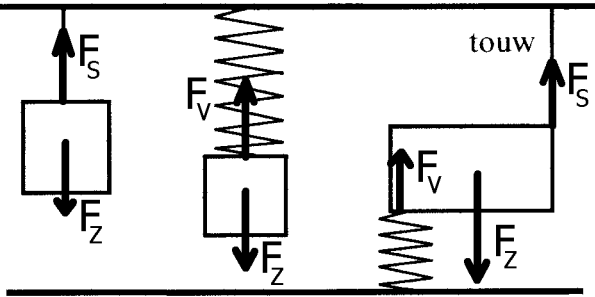
Opgave 15

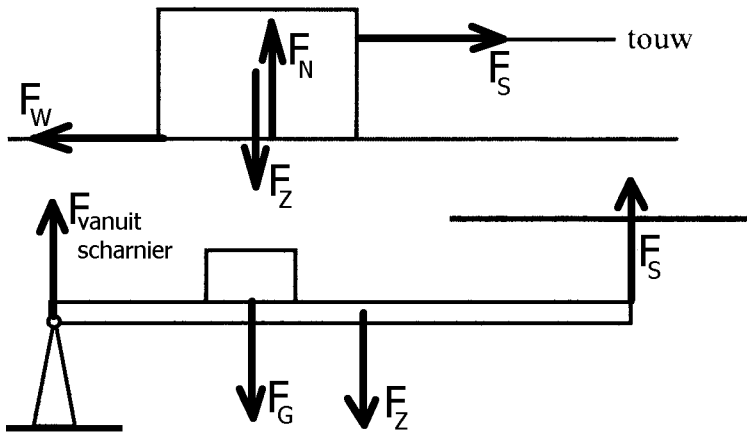


Opgave 16

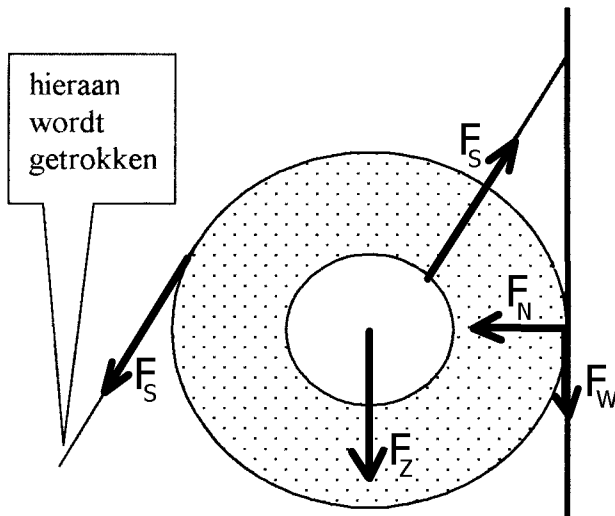
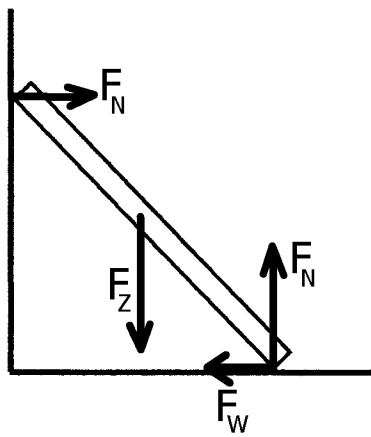
De appel trekt de aarde naar zich toe met dezelfde kracht als waarmee de aarde aan de appel trekt. De aarde komt daardoor (net als de appel) in beweging. De aarde valt als het ware omhoog in de richting van de appel. Echter, door de grote massa van de aarde is de beweging zeer gering en merken we daar in de praktijk niks van.

Uitwerkingen § 2





Opmerking
 In de figuur hiernaast zijn de krachten getekend die op de linaal werken. Uiteraard werken er ook twee krachten op het blokje (namelijk de zwaartekracht en de normaalkracht). Deze krachten zijn echter niet getekend omdat dat niet gevraagd was.



Uitwerkingen § 3

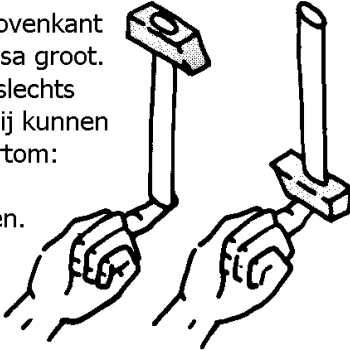
Opgave 1

De massa van een voorwerp geeft aan hoe zwaar dit voorwerp is.

De massa van een voorwerp geeft aan in welke mate dit voorwerp zich tegen snelheidsveranderingen verzet.

Opgave 2

Aan de bovenkant is de massa groot. Deze zal slechts traag opzij kunnen gaan. Kortom: makkelijk balanseren.



Aan de bovenkant is de massa klein. Deze zal snel opzij kunnen gaan. Kortom: moeilijk balanseren.

Opgave 3

De zwaartekracht op een voorwerp is de kracht waarmee de aarde (of een andere planeet of maan enzovoort) aan dat voorwerp trekt.

Opgave 4

De massa van de steen veranderde niet.

De zwaartekracht op de steen werd groter.

Opgave 5

Bewering a is waar.

Opgave 6

25% van 800 N. Dat is 200 N.

Opgave 7

Een voorwerp dat zeer ver van alle sterren (inclusief planeten, manen enz.) verwijderd is ondervindt geen zwaartekracht. Het voorwerp kan zijn massa nooit verliezen.

Opgave 8

Alleen bewering c is waar. Het gewicht is namelijk de kracht van Iris op haar ondergrond. Halverwege de sprong heeft zij geen contact met de ondergrond.

Opgave 9

De gravitatieversnelling is de zwaartekracht per eenheid van massa (= kg).

De gravitatieversnelling is de versnelling van vallende voorwerpen.

Opgave 10

$$\frac{g_{aarde}}{g_{maan}} = \frac{9,8 \text{ N/kg}}{1,6 \text{ N/kg}} = 6,1$$

Dus de aarde trekt ruim zes keer zo hard aan voorwerpen als de maan.

Opgave 11

Op Mars kun je hoger springen dan op de Aarde. Want op Mars geldt: $g = 3,7 \text{ N/kg}$ en op de Aarde geldt: $g = 9,8 \text{ N/kg}$.

Opgave 12

$$F_z = m \cdot g = 4,0 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 39,2 \text{ N}$$

Opgave 13

$$m = \frac{F_z}{g} = \frac{895 \text{ N}}{9,8 \text{ N/kg}} = 91,3 \text{ kg}$$

Opgave 14

$$F_z = m \cdot g = 0,1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 0,98 \text{ N} \approx 1 \text{ N}$$

Dus de zwaartekracht op een voorwerp van 100 g is bij benadering 1 N.

Opgave 15

$$g = \frac{F_z}{m} = \frac{46 \text{ N}}{2,3 \text{ kg}} = 20 \text{ N/kg}$$

Opgave 16

$$F_z = m \cdot g = 26 \text{ kg} \cdot 3,7 \text{ N/kg} = 96,2 \text{ N}$$

Opgave 17

$$m = \frac{F_z}{g} = \frac{9,3 \text{ N}}{3,7 \text{ N/kg}} = 2,5 \text{ kg}$$

Uitwerkingen § 4

Opgave 1

Het zwaartepunt van een voorwerp is het aangrijpingspunt van de zwaartekracht.

Opgave 2

Alle zwaartelijnen snijden elkaar in één punt: het zwaartepunt.

Opgave 3

Een stabiel voorwerp moet een groot grondvlak hebben en een laag zwaartepunt.

Opgave 4

A

A

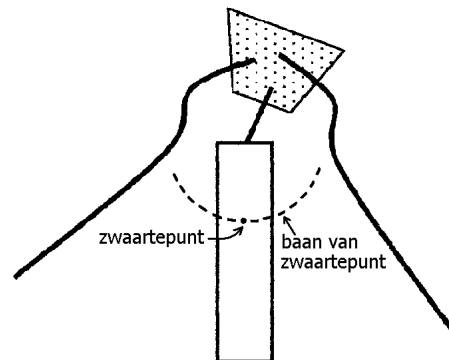
Opgave 5

Voor maximale stabiliteit moet het hout boven zitten en het ijzer onder.

Dan zit het zwaartepunt namelijk lager.

Opgave 6

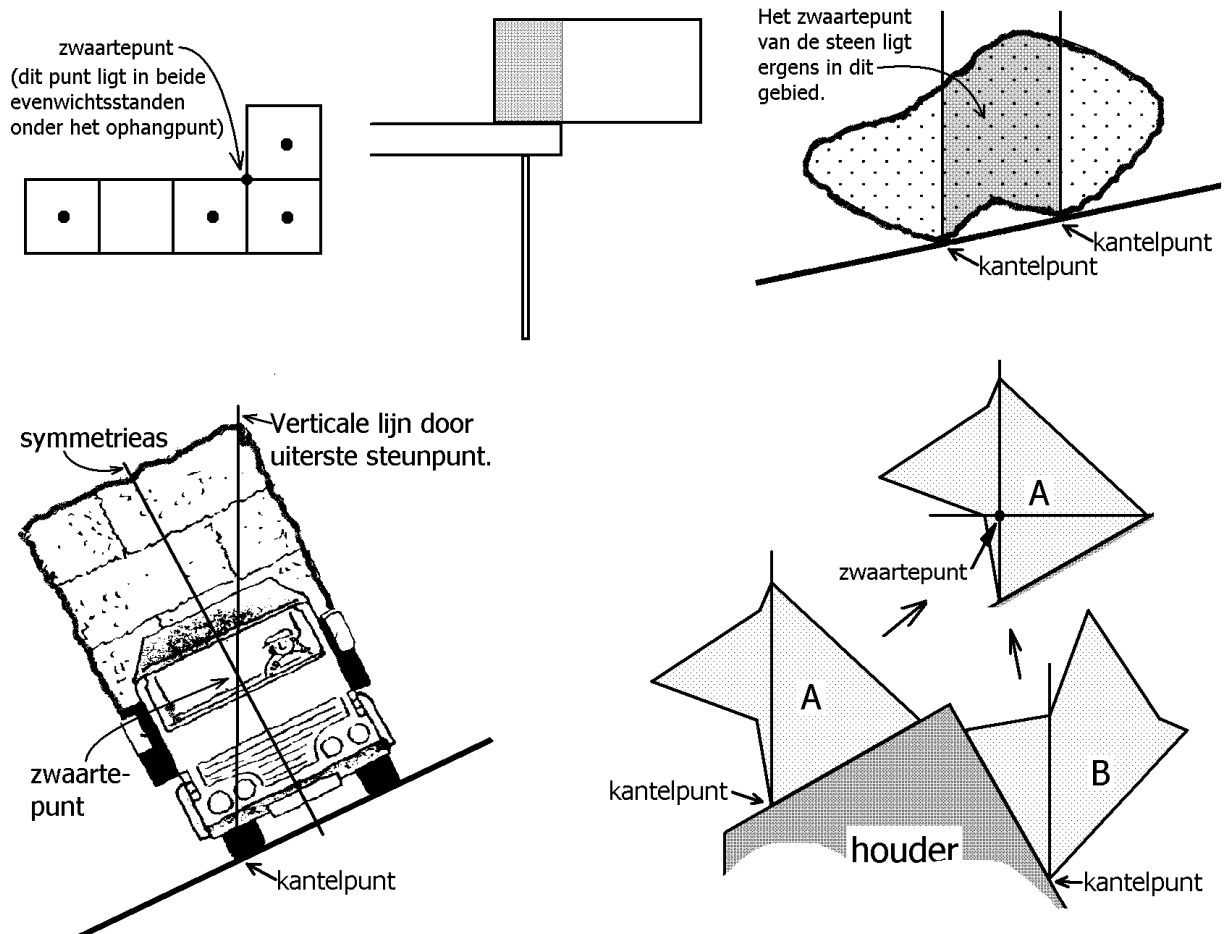
Het zwaartepunt bevindt zich tussen de vorken en zoekt de laagste stand. Zie de figuur hiernaast waarin de baan van het zwaartepunt is aangegeven.



Opgave 7+ de rest

Vanaf opgave 8 worden steeds verticale lijnen vanuit de kantelpunten getrokken.
Als een voorwerp namelijk op het punt staat te kantelen ligt het zwaartepunt op zo'n verticale lijn. Bij het kantelen zou het zwaartepunt van het voorwerp gaan dalen.

Bij opgave 8b kan worden ingevuld dat het zware deel van de inhoud helemaal links zit.
Bij opgave 10b moet worden ingevuld: stabiel. Reden: dan ligt het zwaartepunt lager.



Uitwerkingen § 5

Opgave 1

De uitrekking van een spiraalveer is de toename van de veerlengte, uitgaande van de onbelaste toestand.

Opgave 2

De veerconstante is de veerkracht gedeeld door de (hierdoor veroorzaakte) uitrekking. Zoals de naam al zegt komt hier steeds dezelfde waarde uit (zolang de veerkracht niet te groot is).

Opgave 3

Een spiraalveer met een grote veerconstante is MOEILIJK uit te rekken. Zo'n veer noemen we STUG.

Opgave 4

$$u = l - l_o = 15 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$$

Opgave 5

$$l_o = l - u = 9 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$$

Opgave 6

$$C = \frac{F_v}{u} = \frac{2 \text{ N}}{4,5 \text{ cm}} = 0,444 \text{ N/cm}$$

Opgave 7

$$F_v = C \cdot u = 0,5 \text{ N/cm} \cdot 2,5 \text{ cm} = 1,25 \text{ N}$$

Opgave 8

$$u = \frac{F_v}{C} = \frac{2,1 \text{ N}}{1,3 \text{ N/cm}} = 1,62 \text{ cm}$$

Opgave 9

$$u = \frac{F_v}{C} = \frac{1,2 \text{ N}}{0,35 \text{ N/cm}} = 3,43 \text{ cm}$$

$$l = l_o + u = 6,0 \text{ cm} + 3,4 \text{ cm} = 9,4 \text{ cm}$$

Opgave 10

$$u = \frac{F_v}{C} = \frac{1,0 \text{ N}}{0,28 \text{ N/cm}} = 3,6 \text{ cm}$$

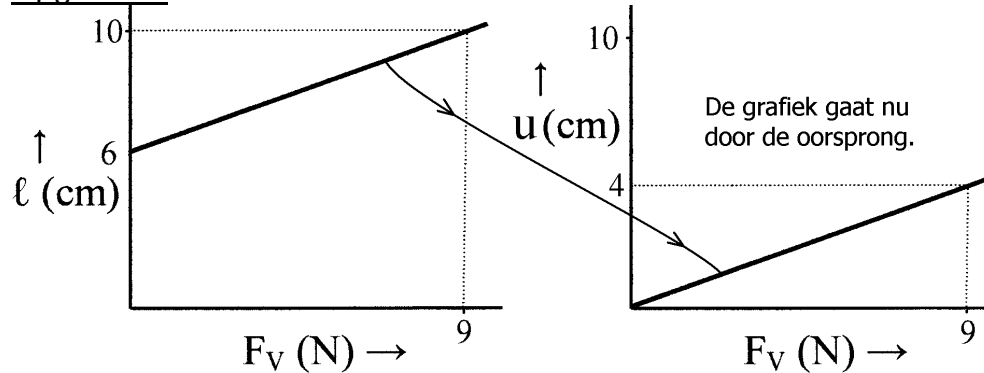
$$l_o = l - u = 12,0 \text{ cm} - 3,6 \text{ cm} = 8,4 \text{ cm}$$

Opgave 11

$$u = \ell - \ell_o = 25,0 \text{ cm} - 20,0 \text{ cm} = 5,0 \text{ cm}$$

$$F_V = C \cdot u = 0,23 \text{ N/cm} \cdot 5,0 \text{ cm} = 1,15 \text{ N}$$

Opgave 12



$$C = \frac{F_V}{u} = \frac{9 \text{ N}}{4 \text{ cm}} = 2,25 \text{ N/cm}$$

Opgave 13

$$F_Z = m \cdot g = 0,23 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 2,254 \text{ N}$$

$$u = \frac{F_V}{C} = \frac{2,254 \text{ N}}{1,2 \text{ N/cm}} = 1,88 \text{ cm} = 1,9 \text{ cm}$$

$$\ell = \ell_o + u = 12,0 \text{ cm} + 1,9 \text{ cm} = 13,9 \text{ cm}$$

Opgave 14

$$F_Z = m \cdot g = 0,408 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 4,0 \text{ N}$$

$$u = \ell - \ell_o = 22 \text{ cm} - 19 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$$

$$C = \frac{F_V}{u} = \frac{4 \text{ N}}{3 \text{ cm}} = 1,33 \text{ N/cm}$$

Opgave 15

Bij drie veren is de kracht per veer 3 keer kleiner geworden.

Dus is de uitrekking ook 3 keer kleiner geworden.

Dus wordt de uitrekking $60 \text{ cm} / 3 = 20 \text{ cm}$.

Opgave 16

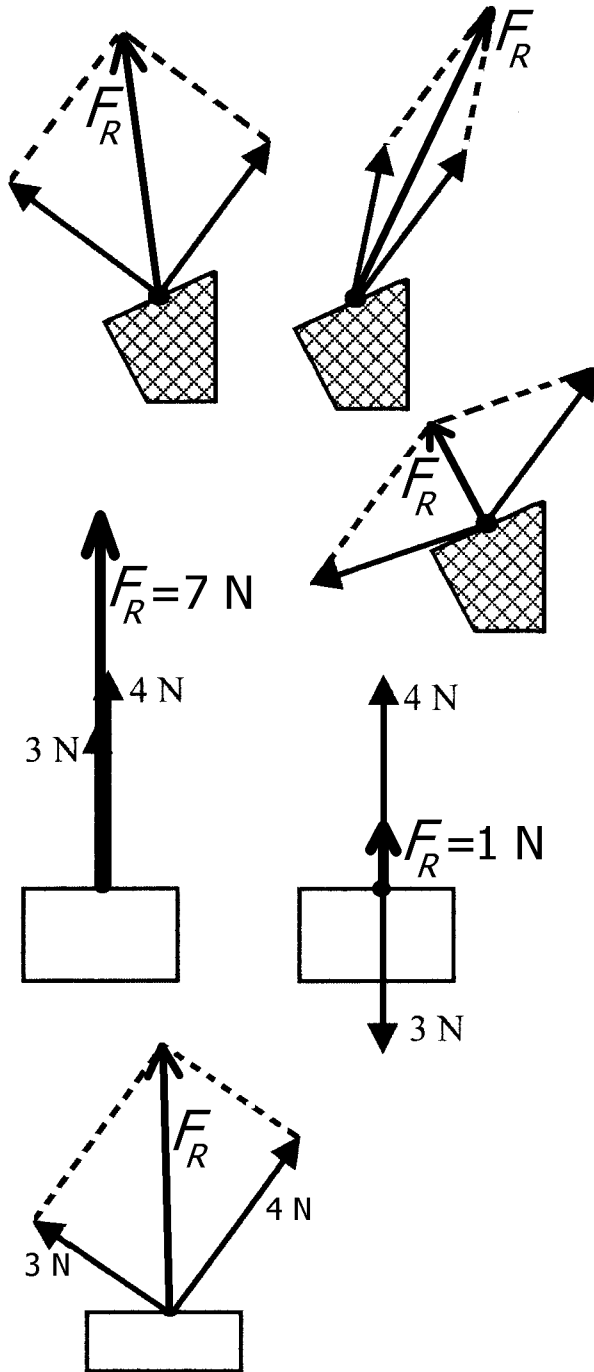
Iris kan 3 veren 30 cm uitrekken. Ze kan met dezelfde kracht 1 veer dus 90 cm uitrekken.

Marieke kan 2 veren 40 cm uitrekken. Ze kan met dezelfde kracht 1 veer dus 80 cm uitrekken.

Iris heeft dus meer kracht.

Uitwerkingen § 6

Opgave 1, 2 en 3



Toelichting opgave 3

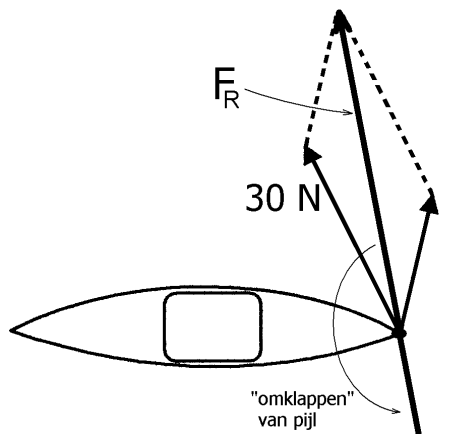
De pijl behorende bij F_R is 3,5 cm lang.
De pijl behorende bij 4 N is 2,8 cm lang.
Bepaling van F_R uit deze pijllengtes:

$$\frac{F_R}{4\text{ N}} = \frac{3,5\text{ cm}}{2,8\text{ cm}} \Rightarrow F_R = 5\text{ N}$$

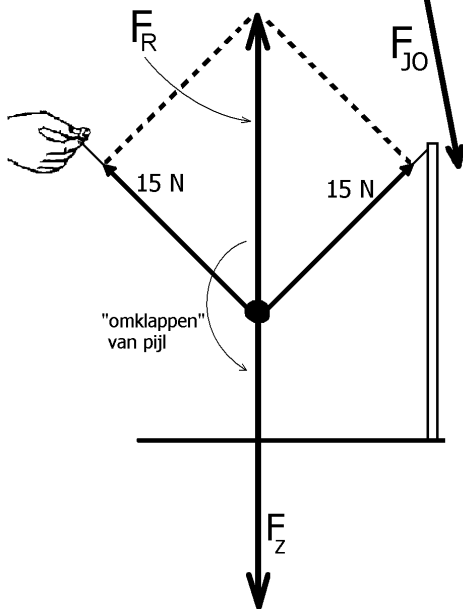
Bepaling van F_R met de wet van Pythagoras:

$$F_R^2 = (3\text{ N})^2 + (4\text{ N})^2$$
$$\Rightarrow F_R = 5\text{ N}$$

Opgave 4, 5 en 6

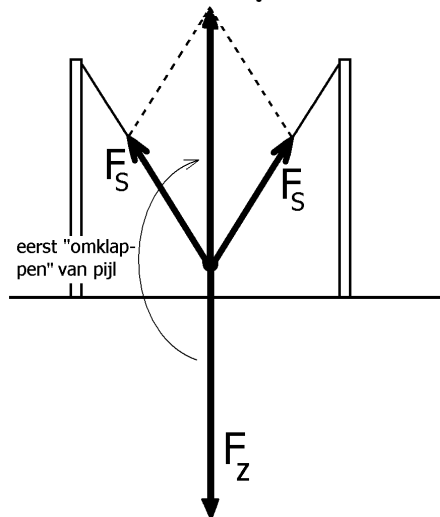


$$\frac{F_R}{30 \text{ N}} = \frac{5,0 \text{ cm}}{3,2 \text{ cm}} \Rightarrow F_R = 47 \text{ N}$$



$$\frac{F_Z}{15 \text{ N}} = \frac{4,5 \text{ cm}}{3,1 \text{ cm}} \Rightarrow F_Z = 22 \text{ N}$$

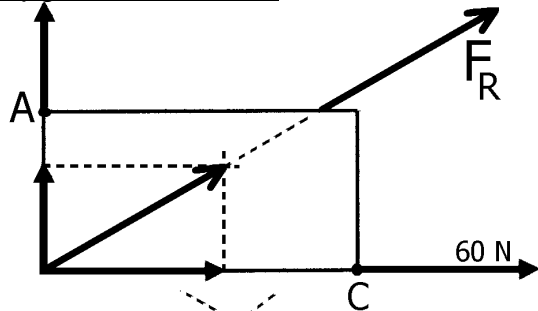
$$m = \frac{F_Z}{g} = \frac{22 \text{ N}}{9,8 \text{ N/kg}} = 2,2 \text{ kg}$$



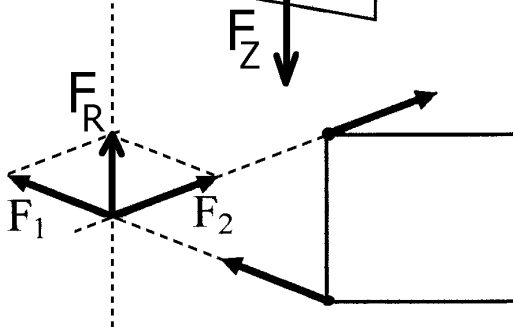
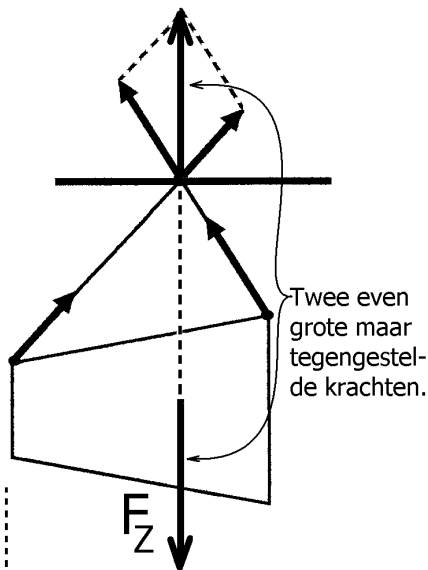
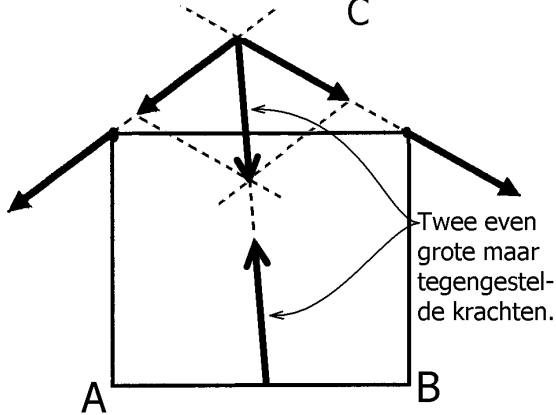
$$\frac{F_S}{12 \text{ N}} = \frac{2,2 \text{ cm}}{3,8 \text{ cm}} \Rightarrow F_S = 6,9 \text{ N}$$

Uitwerkingen § 7

Opgave 1, 2, 3 en 4

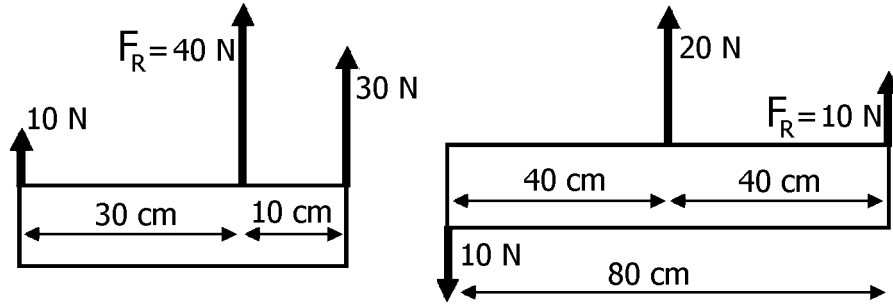


$$\frac{F_R}{60 \text{ N}} = \frac{2,8 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \Rightarrow F_R = 70 \text{ N}$$



Er bestaat geen derde kracht op het voorwerp die het voorwerp in evenwicht kan brengen. De werklijn van F_R loopt namelijk niet door het voorwerp. Er kan voor de derde kracht dan dus geen geschikt aangrijpingspunt gevonden worden.

Opgave 5



Uitwerkingen § 8

Opgave 1

De arm van een kracht is de afstand tussen de kracht en het draaipunt.

Opmerking: in de volgende paragraaf wordt preciezer omschreven wat we onder de arm verstaan.

Het moment van een kracht is de kracht keer de arm.

Het moment van een kracht is de mate waarin de kracht draaiing veroorzaakt.

Opgave 2

Moment linksom is gelijk aan moment rechtsom ($M_L = M_R$).

Opgave 3

$$M = F \cdot d = 5 \text{ N} \cdot 200 \text{ cm} = 1000 \text{ Ncm}$$

$$M = F \cdot d = 5 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 10 \text{ Nm}$$

Opgave 4

Omdat de arm nul is. Dus $M = F \cdot 0 = 0 \text{ Nm}$.

Opgave 5

Voor het moment van 100 N geldt het volgende.

$$M = F \cdot d = 100 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} = 60 \text{ Nm}$$

Dit moment is linksom draaiend.

Voor het moment van 60 N geldt het volgende.

$$M = F \cdot d = 60 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 60 \text{ Nm}$$

De balk is in evenwicht omdat geldt: moment linksom = moment rechtsom.

In symbolen: $M_L = M_R$.

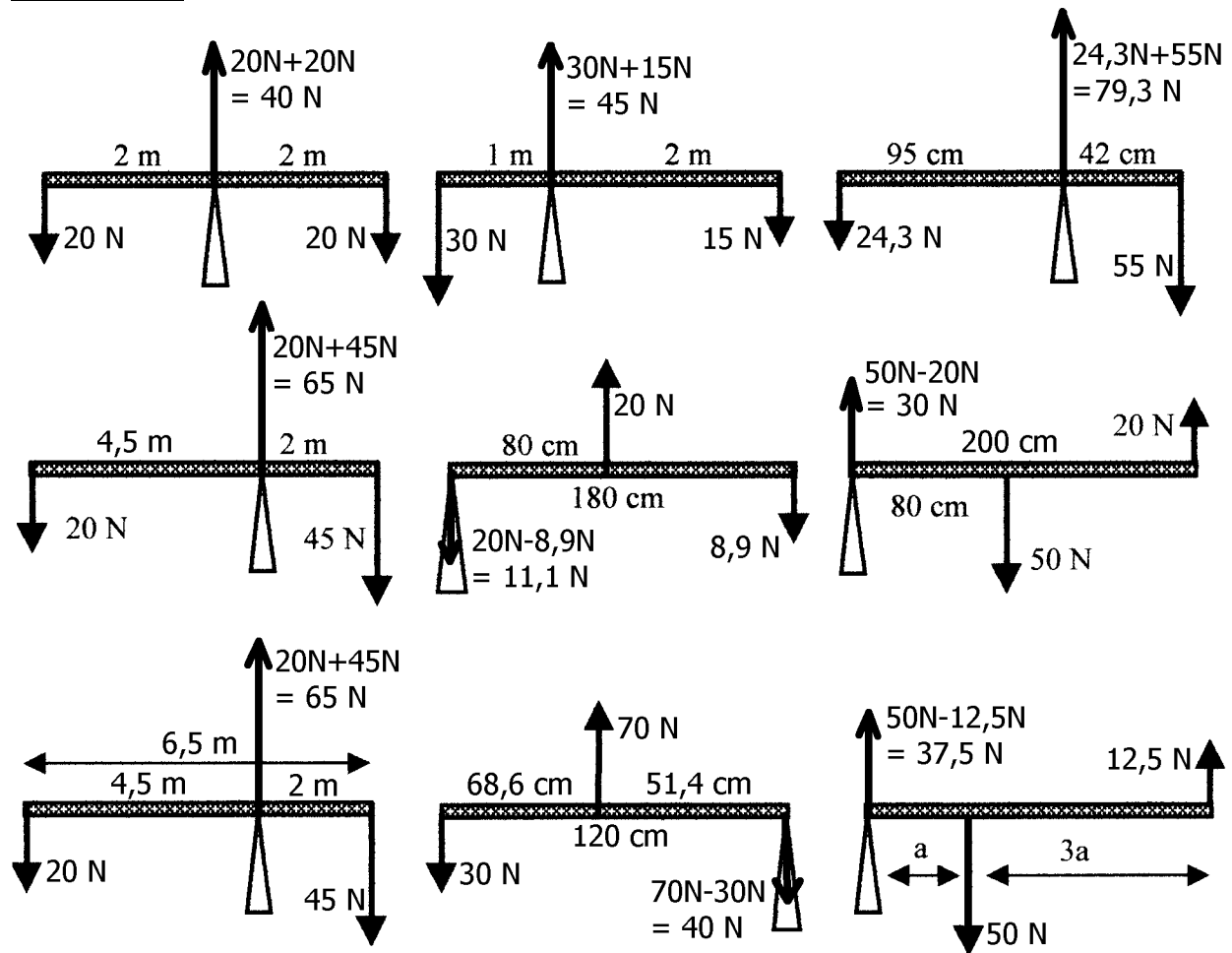
Op de balk werken de krachten van 100 N en 60 N omlaag.

Op de balk werkt nog een derde kracht namelijk in het scharnierpunt (punt D).

Deze kracht wijst naar boven en is in evenwicht met de andere twee krachten.

Deze kracht bedraagt $100 \text{ N} + 60 \text{ N} = 160 \text{ N}$.

Opgave 6+7



Opgave 8

Het draaipunt is Q. De arm van de 7 N is daarom 6,5 cm.
Het moment is $7\text{ N} \cdot 6,5\text{ cm} = 45,5\text{ Ncm}$.

Opgave 9

Het moment van kracht F is het grootst in situatie 2. Want in situatie 2 is punt P het draaipunt. En dus is de arm van F in situatie 2 het grootst.

Opgave 10

In de bovenste figuren heeft Loek in situatie 1 de minste hijskracht nodig. Want zijn hijskracht heeft dan de grootste arm.

In de onderste figuren heeft Loek in situatie 3 de minste hijskracht nodig. Want het gewicht van het zand heeft dan de kleinste arm.

Uitwerkingen § 9

Opgave 1

De arm van een kracht is de afstand tussen het draaipunt en de werklijn van de kracht.

Opgave 2

In stand 3 is het moment het grootst.

In stand 1 is het moment nul.

In de standen 2 en 4 zijn de momenten even groot.

Opgave 3

Bij even grote krachten is het moment op de derde manier het grootst. Want de arm van F_3 is het grootst.

Om de kast te kantelen is de benodigde kracht op de derde manier het kleinst. Want de arm van F_3 is het grootst.

Opgave 4

$$M_L = M_R$$

$$F \cdot 10 \text{ cm} = 40 \text{ N} \cdot 30 \text{ cm}$$

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

Opgave 5

Arm van spankracht F in de bovenleiding: 10 cm

Arm van de spankracht van 1500 N: 30 cm

De spankracht F in de bovenleiding kan als volgt berekend worden.

$$M_L = M_R$$

$$F \cdot 10 \text{ cm} = 1500 \text{ N} \cdot 30 \text{ cm}$$

$$F = 4500 \text{ N}$$

Opgave 6

De bouwkraan zou kantelen om het rechter wiel.

Hoever kan het vat cement naar rechts worden verplaatst?

Zie de volgende berekening waarbij het rechter wiel als draaipunt genomen wordt.

$$M_L = M_R$$

$$30000 \text{ N} \cdot 14 \text{ m} = 20000 \text{ N} \cdot d$$

$$d = 21 \text{ m}$$

Gerekend vanaf het midden is dit: $21 \text{ m} + 4 \text{ m} = 25 \text{ m}$.

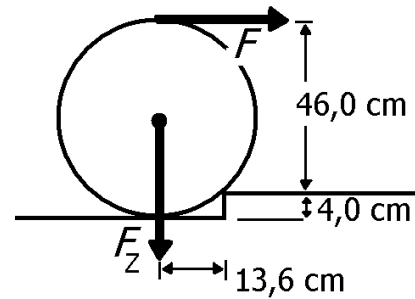
Opgave 7

Voor de zwaartekracht op de bierton geldt:

$$F_Z = m \cdot g = 60,0 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 588 \text{ N}$$

De zwaartekracht is in de figuur hiernaast weergegeven.

De arm van de zwaartekracht ten opzichte van het kantelpunt is 13,6 cm.



De kracht F die nodig is om de bierton over de drempel te trekken wordt als volgt berekend.

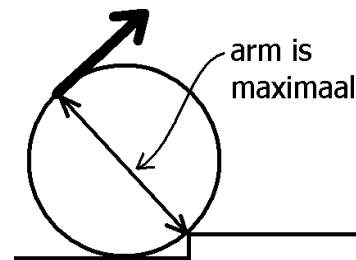
De arm van F is 46,0 cm (zie figuur).

$$M_L = M_R$$

$$588 \text{ N} \cdot 13,6 \text{ cm} = F \cdot 46,0 \text{ cm}$$

$$F = 174 \text{ N}$$

De figuur hiernaast toont hoe je met de kleinst mogelijke kracht de bierton over de drempel moet trekken.



Opgave 8

De krachten op de staaf zijn in de figuur hiernaast getekend.

Voor de zwaartekracht op de staaf geldt:

$$F_Z = m \cdot g = 51 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 500 \text{ N}$$

F_Z heeft als arm 100 cm.

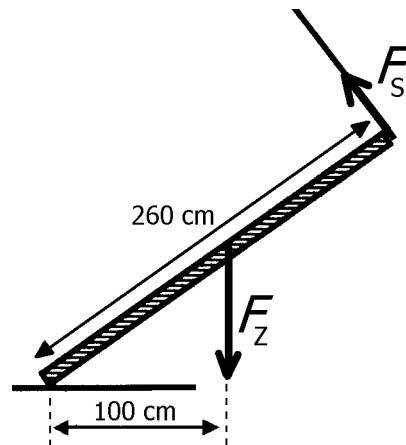
F_S heeft als arm 260 cm (= lengte staaf).

Nu geldt:

$$M_L = M_R$$

$$F_S \cdot 260 \text{ cm} = 500 \text{ N} \cdot 100 \text{ cm}$$

$$F_S = 192 \text{ N}$$



Uitwerkingen § 10

Opgave 1

Met de wet van de traagheid wordt bedoeld dat als er geen resulterende kracht op een voorwerp werkt, zijn snelheid constant blijft (in grootte en in richting).

Opgave 2

Dan is zijn resulterende kracht nul.

Opgave 3

Zware voorwerpen kunnen heel snel gaan maar geen grote snelheidsVERANDERINGEN ondergaan.

Opgave 4

- a. gelijk aan 600 N
- b. groter dan 600 N
- c. kleiner dan 600 N

Opgave 5

Als de lift stil staat, is de resulterende kracht op het blok ijzer nul. Als de lift met een constante snelheid omhoog beweegt, is de resulterende kracht op het blok ijzer ook nul. De veerlengte in die situatie is dus gelijk aan 60 cm.

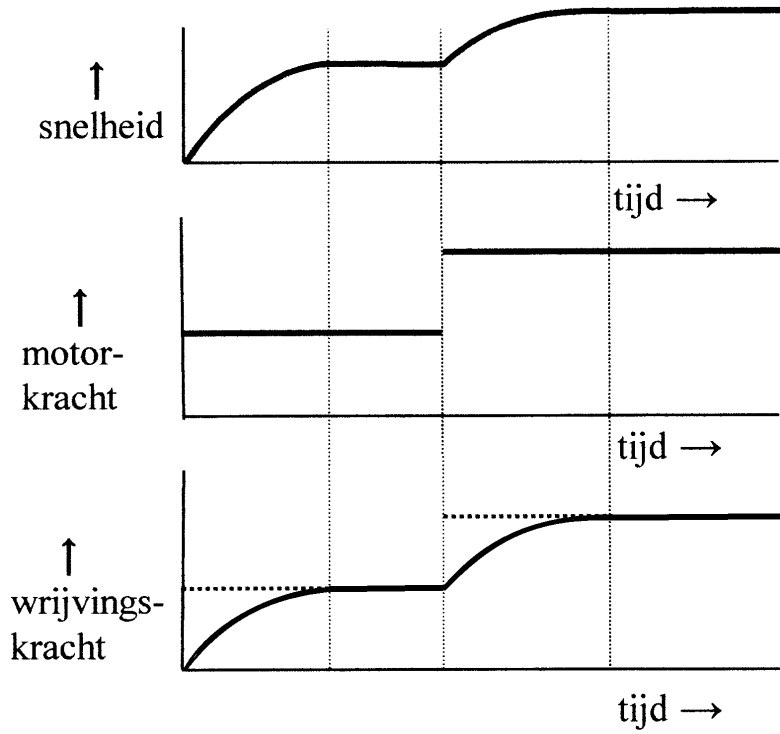
Opgave 6

Twee mogelijkheden namelijk b en c.

Opgave 7

B
E
F
A
F
D
C

Opgave 8



Opgave 9

