

Opgave 1

- a kracht → heeft een grootte en richting: **vector**
- b massa → heeft een grootte maar géén richting: **scalair**
- c snelheid → heeft een grootte en richting: **vector**
- d inhoud → heeft een grootte maar géén richting: **scalair**
- e gewicht → heeft een grootte en richting: **vector**
- f temperatuur → heeft een grootte maar géén richting: **scalair**
- g dichtheid → heeft een grootte maar géén richting: **scalair**
- h versnelling → heeft een grootte en richting: **vector**
- i tijd → tijd heeft een grootte maar strikt genomen ook een richting, alleen is dat altijd dezelfde richting, wij kunnen de richting niet veranderen. We kunnen daarom ook geen ‘tijdvectoren’ optellen of aftrekken. We houden het daarom op: **scalair**.

Opgave 2

Gegeven: $F_1 = 80 \text{ N}$ en $F_2 = 50 \text{ N}$.

F_1 en F_2 werken op hetzelfde voorwerp maar tegengesteld.

Gevraagd: grootte en richting resultante.

Oplossing: Beide krachten hebben dezelfde werklijn en zijn tegengesteld.

Optellen geeft: $80 \text{ N} + -50 \text{ N} = 30 \text{ N}$ in de richting van de grootste kracht (F_1).

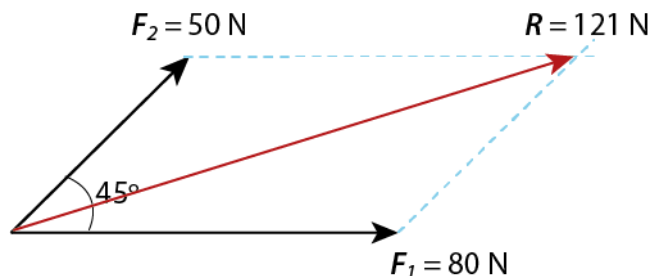
Opgave 3

Gegeven: $F_1 = 50 \text{ N}$ en $F_2 = 80 \text{ N}$ werken onder een hoek van 45° met elkaar.

F_1 en F_2 werken op hetzelfde voorwerp maar tegengesteld.

Gevraagd: grootte en richting resultante.

- Oplossing:*
- a Ze afbeelding
 - b opmeten levert 121 á 122 N voor R .

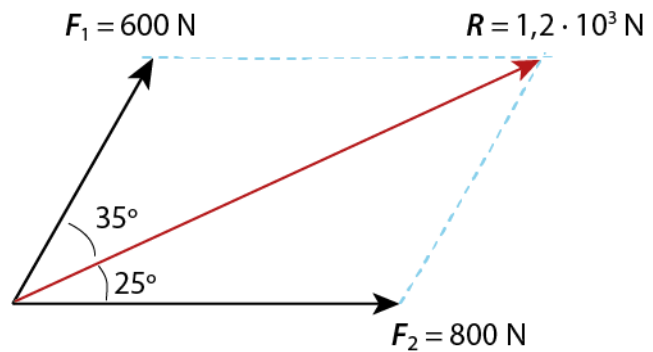


Opgave 4

Gegeven: $F_1 = 600 \text{ N}$ en $F_2 = 800 \text{ N}$ werken onder een hoek van 60° met elkaar.

Gevraagd: a) tekening b) grootte c) richting resultante (hoek met F_1)

Oplossing: Opmeten met geodriehoek levert op: 35° met F_1 en 25° met F_2 .



Opgave 5

Gegeven: $v = 400$ km/uur noordelijke richting en 40 km/uur oostelijk.

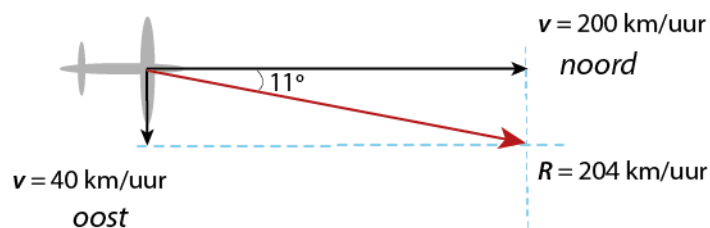
Gevraagd:

a) tekening b) grootte resultante c) richting resultante (hoek met noordelijke richting)

Oplossing: a

b R is gemeten als: 204 km/uur

c hoek met noordelijke richting gemeten als: 11°



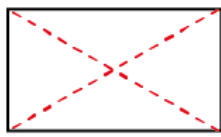
Opgave 6

Waar ligt het zwaartepunt?

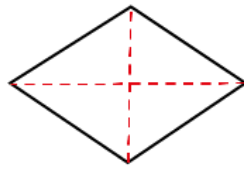
Bij symmetrische voorwerpen ligt het zwaartepunt op het snijpunt van de symmetrie-assen.

Bij rechthoeken, ruiten en parallellogrammen ligt het zwaartepunt op het snijpunt van de diagonalen.

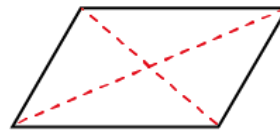
Bij een driehoek ligt het zwaartepunt op het snijpunt van de zwaartelijnen (een zwaartelijn is een lijn vanuit een hoekpunt naar het midden van de overstaande zijde).



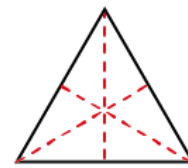
a rechthoek



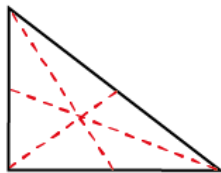
b ruit



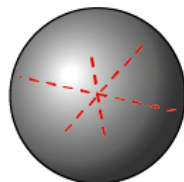
c parallellogram



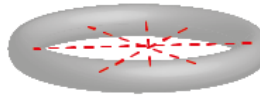
d gelijkzijdige driehoek



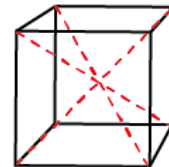
e rechthoekige driehoek



f bol



g ring



h kubus

Opgave 7

Wat stoot je gemakkelijker om: erlenmeyer of maatcilinder?

Natuurlijk de maatcilinder.

Een maatcilinder heeft maar een kleine uitwijking nodig en het zwaartepunt gaat dalen. Een erlenmeyer moet een veel grotere uitwijking overwinnen om te vallen.

Opgave 8

- a **Labiel.** Bij een heel klein duwtje valt het voorwerp om. Het zwaartepunt daalt met een kleine verstoring.
- b **Stabiel.** Bij een verstoring gaat het zwaartepunt omhoog. Het zwaartepunt kan niet meer omlaag.
- c **Indifferent.** De bol ligt op een vlakke plaats, het maakt niet uit waar. Het zwaartepunt blijft horizontaal.
- d **Labiel.** Bij een heel klein duwtje valt het voorwerp om. Het zwaartepunt daalt dan flink.

Opgave 9

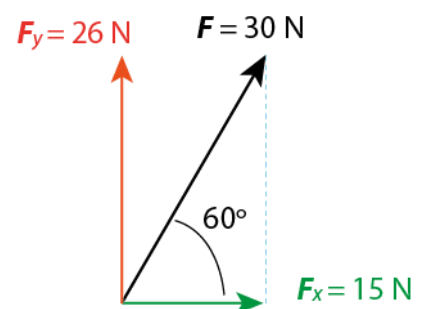
Gegeven: F van 30 N maakt hoek van 60° met X-as.

Gevraagd: F_x en F_y

Oplossing: Zie afbeelding.

$$F_x = 30 \text{ N} \cdot \cos(60^\circ) = 15 \text{ N}$$

$$F_y = 30 \text{ N} \cdot \sin(60^\circ) = 26 \text{ N}$$



Opgave 10

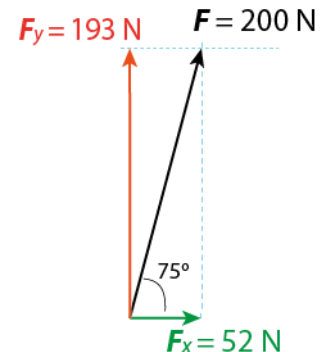
Gegeven: F van 200 N maakt hoek van 75° met X-as.

Gevraagd: F_x en F_y

Oplossing: Zie afbeelding

$$F_x = 200 \text{ N} \times \cos(75^\circ) = 52 \text{ N}$$

$$F_y = 200 \text{ N} \times \sin(75^\circ) = 193 \text{ N}$$



Opgave 11

Grasmaaimachine

Gegeven: F van 400 N maakt hoek van 30° met X-as.

Gevraagd: F_x en F_y

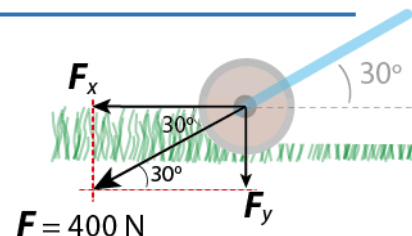
Onder welke hoek kracht minimaal?

Oplossing: Zie afbeelding

a $F_x = 400 \text{ N} \times \cos(30^\circ) = 346 \text{ N}$

b $F_y = 400 \text{ N} \times \sin(30^\circ) = 200 \text{ N}$

c Als de hoek 0° is, dan is de kracht minimaal terwijl de maaier wel voortgeduwd wordt.



Opgave 12

Auto

Gegeven: Auto 1200 kg op helling 20° .

Gevraagd: F_z component langs helling en loodrecht op helling. F_{wrijving} ?

Oplossing:

a Afbeelding.

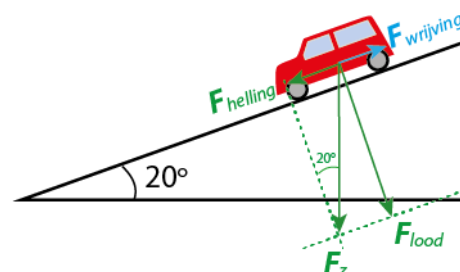
$$F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 1200 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1,18 \times 10^4 \text{ N}$$

$$F_{\text{helling}} = 1,18 \cdot 10^4 \text{ N} \times \sin(20^\circ) = 4,0 \cdot 10^3 \text{ N}$$

b F_w is ten minste even groot als F_{helling} maar tegengesteld van richting: $-4,0 \cdot 10^3 \text{ N}$

c $F_{\text{loodrecht}} = 1,18 \cdot 10^4 \text{ N} \times \cos(20^\circ) = 1,1 \cdot 10^4 \text{ N}$

d De reactiekracht van de helling op de auto is even groot als de zwaartekracht component loodrecht op de helling (maar tegengesteld van richting): $-1,1 \cdot 10^4 \text{ N}$.



Opgave 13

Hefboom.

Gegeven: $d = 1,5 \text{ m}$, $F = 20 \text{ N}$

Gevraagd: M_s (moment t.o.v. S)

Oplossing: $M_s = d \cdot F$, draaiing rechtsom (negatief): $M_s = - 1,5 \text{ m} \times 20 \text{ N} = \mathbf{-30 \text{ Nm}}$

Opgave 14

Hefboom.

Gegeven: $d = 0,60 \text{ m}$, $F = 50 \text{ N}$

Gevraagd: M_s (moment t.o.v. S)

Oplossing: $M_s = d \cdot F$, draaiing rechtsom (negatief): $M_s = - 0,60 \text{ m} \times 50 \text{ N} = \mathbf{-30 \text{ Nm}}$

Opgave 15

Wip

Gegeven: $d = 2,0 \text{ m}$,

- a $m = 70 \text{ kg}$ rechts (jongen)
- b $m = 50 \text{ kg}$ links (meisje)
- c jongen van 70 kg gaat dichterbij S

Gevraagd: a M_s (J)

- b M_s (M)
- c d jongen om evenwicht te maken?

Oplossing: $M_s = d \cdot F = m \cdot g$

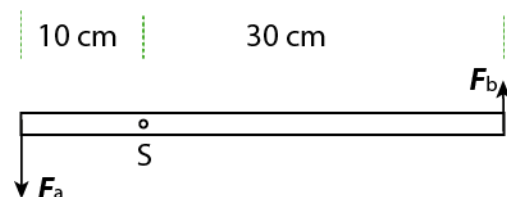
- a $F = G = 70 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{687 \text{ N}}$, $M_s = -687 \text{ N} \times 2,0 \text{ m} = \mathbf{-1,4 \cdot 10^3 \text{ Nm}}$
 - b $F = G = 50 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 491 \text{ N}$, $M_s = +491 \text{ N} \times 2,0 \text{ m} = \mathbf{+9,8 \cdot 10^2 \text{ Nm}}$
 - c De jongen moet het moment van het meisje compenseren:
 $9,8 \cdot 10^2 \text{ Nm} = d \times \mathbf{687} \rightarrow \mathbf{d = 1,4 \text{ m}}$
-

Opgave 16

Hefboom.

Gegeven: $d = 0,10 \text{ m}$ of $0,30 \text{ m}$, $M_s = 3,6 \text{ Nm}$.

- Gevraagd: a F links nodig voor dit moment?
b F rechts nodig voor dit moment?



Oplossing:

- a Het moment is positief, geeft dus een draaiing linksom. De kracht links is dan omlaag gericht.

$$M_s = d \cdot F \rightarrow 3,6 = 0,10 \times F \rightarrow F = 3,6 / 0,10 = \mathbf{36 \text{ N omlaag}}$$

- b De kracht rechts voor het zelfde moment moet naar boven gericht zijn.

$$M_s = d \cdot F \rightarrow 3,6 = 0,30 \times F \rightarrow F = 3,6 / 0,10 = \mathbf{12 \text{ N omhoog}}$$

Opgave 17

Kruiwagen

Gegeven: Kruiwagen 78 kg

Gevraagd: a Draaipunt?

- b F ?

Oplossing: a Het scharnierpunt ligt op de plek waar het voorwiel op de grond rust.

- b Het gewicht van de lading + kruiwagen: $F = G = 78 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 765 \text{ N}$

$$M_s = d \cdot F \rightarrow M_s = -0,30 \times 765 = -2,3 \cdot 10^2 \text{ Nm}$$

Om dit moment te overwinnen moet tenminste een gelijk moment linksom geleverd worden door de kruiwagen aan de handvaten op te tillen:

$$2,3 \cdot 10^2 = 0,90 \times F \rightarrow F = \mathbf{2,6 \cdot 10^2 \text{ N}}$$

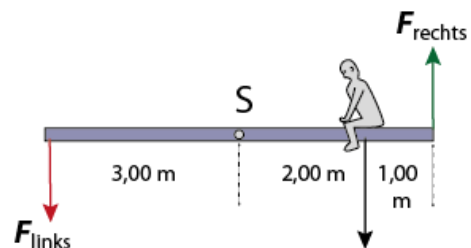
Opgave 18

Wip

Gegeven: wip 6,00 m, 60 kg op 2,00 m van S

Gevraagd: a F rechts voor evenwicht?

- b F links voor evenwicht??



Oplossing:

Persoon van 600 kg heeft gewicht:

$$60 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 5,89 \cdot 10^2 \text{ N}$$

$$M = -5,89 \cdot 10^2 \text{ N} \times 2,00 \text{ m} = -1,18 \cdot 10^3 \text{ Nm}$$

- a Een kracht rechts levert een moment van:

Som van de momenten is 0:

$$+ 3,00 \text{ m} \times F_{\text{rechts}} \text{ Nm} + -1,18 \cdot 10^3 \text{ Nm} = 0 \rightarrow F_{\text{rechts}} = 1,18 \cdot 10^3 / 3,00 = \mathbf{3,9 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

- b Zou je aan de linkerkant een kracht omlaag uitoefenen dan geeft dat hetzelfde resultaat:

$$+ 3,00 \text{ m} \times F_{\text{links}} \text{ Nm} + -1,18 \cdot 10^3 \text{ Nm} = 0 \rightarrow F_{\text{links}} = 1,18 \cdot 10^3 / 3,00 = \mathbf{3,9 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

Opgave 19

Gegeven: hefboom 1,20 m, 58 kg op uiteinde

Gevraagd: F rechts om de steen op te tillen?

- a) S op 0,10 m links b) S op 0,20 m links
c) S op 0,40 m links

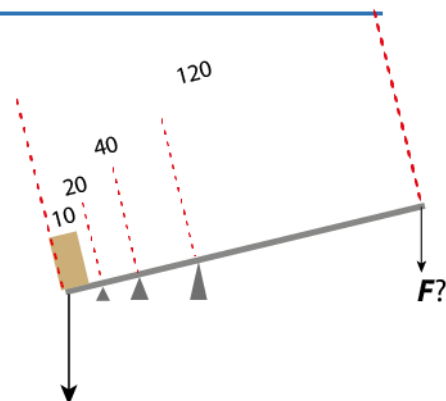
Oplossing:

We doen net of de steen precies op het linker uiteinde ligt en de kracht rechts precies op het rechteruiteinde werkt.

Steen heeft gewicht: $58 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 569 \text{ N}$

De kracht $F?$ moet dan tenminste zijn:

- a) $M_{\text{steen}} = 569 \times 0,10 \text{ m} = 56,9 \text{ Nm}$, $F_{\text{rechts}} = 56,9 / 1,10 = \mathbf{52 \text{ N}}$
b) $M_{\text{steen}} = 569 \times 0,20 \text{ m} = 114 \text{ Nm}$, $F_{\text{rechts}} = 114 / 1,00 = \mathbf{1,1 \cdot 10^2 \text{ N}}$
c) $M_{\text{steen}} = 569 \times 0,40 \text{ m} = 228 \text{ Nm}$, $F_{\text{rechts}} = 228 / 0,80 = \mathbf{2,8 \cdot 10^2 \text{ N}}$



Opgave 20

Gegeven: Nijptang in afbeelding.

$$F_{\text{spijker}} = 1200 \text{ N.}$$

Gevraagd: Knijpkracht op 180 mm van het draaipunt.?

Oplossing:

Beide momenten moeten tenminste aan elkaar gelijk zijn.

Lengte-eenheden aan beide zijden gelijk dan is het eenvoudig:

$$1200 \text{ N} \times 30 \text{ mm} = F_{\text{knijp}} \times 180 \text{ mm} \rightarrow F_{\text{knijp}} = 36000 / 180 = \mathbf{2,0 \cdot 10^2 \text{ N}}$$

Opgave 21

Gegeven: Stoomklep.

$$F_{\text{stoom}} = 50 \text{ N, massa klep: } 100 \text{ g}$$

massa staaf: 200 g,

lengte staaf: 20 cm,

massa 'M' = 2,0 kg

Gevraagd: Afstand S - M

Oplossing:

Er zijn 3 krachten die een moment rechtsom geven F_k , F_{staaf} en F_m .

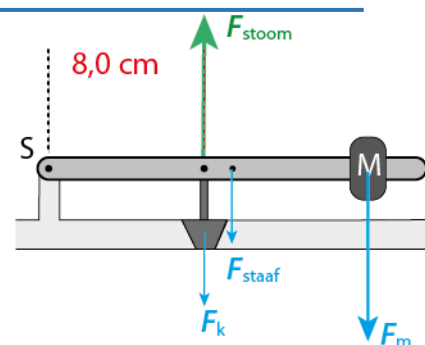
Er is één kracht die een moment linksom geeft: F_{stoom} .

De som van de momenten is 0 op het moment dat de klep net opengaat.

Moment van de klep:

$$m_k = 0,100 \text{ kg} \rightarrow F_k = 0,100 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,981 \text{ N} \text{ op } 0,080 \text{ m van S} \rightarrow$$

$$M_k = -0,981 \text{ N} \times 0,080 \text{ m} = -0,078 \text{ Nm}$$



Moment van de staaf:

$$m_{\text{staaf}} = 0,200 \text{ kg} \rightarrow \mathbf{F}_{\text{staaf}} = 0,200 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1,96 \text{ N} \text{ op } 0,10 \text{ m van S} \rightarrow$$

$$M_{\text{staaf}} = - 1,96 \text{ N} \times 0,10 \text{ m} = - 0,196 \text{ Nm}$$

Moment van de massa M

$$m_M = 2,0 \text{ kg} \rightarrow \mathbf{F}_M = 2,0 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 19,6 \text{ N} \text{ op } L \text{ m van S} \rightarrow$$

$$M_M = - 19,6 \text{ N} \cdot L \text{ m}$$

Moment van de stoom

$$\mathbf{F}_{\text{stoom}} = 50 \text{ N} \text{ op } 0,080 \text{ m van S} \rightarrow M_{\text{stoom}} = + 50 \text{ N} \times 0,080 \text{ m} = + 4,0 \text{ Nm}$$

$$\Sigma M = - 0,078 \text{ Nm} - 0,196 \text{ Nm} - 19,6 \text{ N} \cdot L \text{ m} + 4,00 \text{ Nm} = 0$$

$$19,6 \text{ N} \cdot L = 4,00 - 0,078 - 0,196 \rightarrow L = 3,72 / 19,6 = \mathbf{0,19 \text{ m}}$$

Opgave 22

$$l_1 \cdot a \cdot g = l_2 \cdot m \cdot g, \rightarrow l_1 \cdot a = l_2 \cdot m \rightarrow l_1 / l_2 = m/a$$

$$l_1 \cdot m \cdot g = l_2 \cdot b \cdot g \rightarrow l_1 \cdot m = l_2 \cdot b \rightarrow l_1 / l_2 = b/m$$

De verhouding l_1 / l_2 in beide gevallen gelijk, dus: $m/a = b/m$

$$m^2 = a \cdot b \rightarrow m = \sqrt{ab}$$

Opgave 23

- 'Arrêteren' wil zeggen: stoppen of vastzetten. Bij een balans wordt bedoeld dat het juk om verschillende plaatsen ondersteund wordt en iets opgetild. Dit arrêteren doe je met een handeltje dat je van buiten de balanskast bedient.
- De 'gevoeligheid' van een mechanische balans is de wijzeruitslag gedeeld door het overeenkomstige massaverschil op de schaaltes.