

βètales
www.betales.nl

Hoofdstuk 3

Kracht en beweging

Gemaakt als toevoeging op methode "Natuurkunde Overal"

3.1 Soorten krachten

Twee soorten grootheden

Scalars

- Grootte
- Eenheid

Bijvoorbeeld:

$$m = 10kg$$

$$x = 5m$$

$$V = 89L$$

Vectoren

- Grootte
- Eenheid
- Richting

Bijvoorbeeld:

$$\vec{v} = 15m/s$$

$$\vec{F} = 10N$$

$$\vec{g} = 5m/s^2$$

De massa

$$m = \rho \cdot V$$

Met:

m de massa van het voorwerp in kilogram (kg)

ρ de dichtheid van het materiaal in kilogram per kubieke meter (kg/m^3)

V het volume van het voorwerp in kubieke meter (m^3)

De zwaartekracht

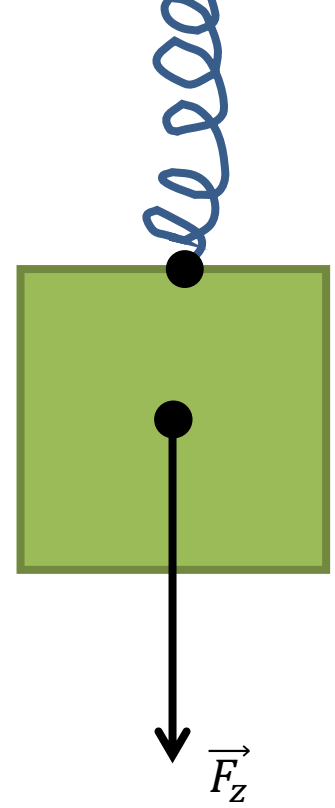
$$\vec{F}_z = m \cdot \vec{g}$$

Met:

\vec{F}_z de zwaartekracht in newton (N)

m de massa van het voorwerp in kilogram (kg)

\vec{g} de gravitatieversnelling in meter per seconde kwadraat (m/s^2)



De veerkracht

$$\vec{F}_v = C \cdot \vec{u}$$

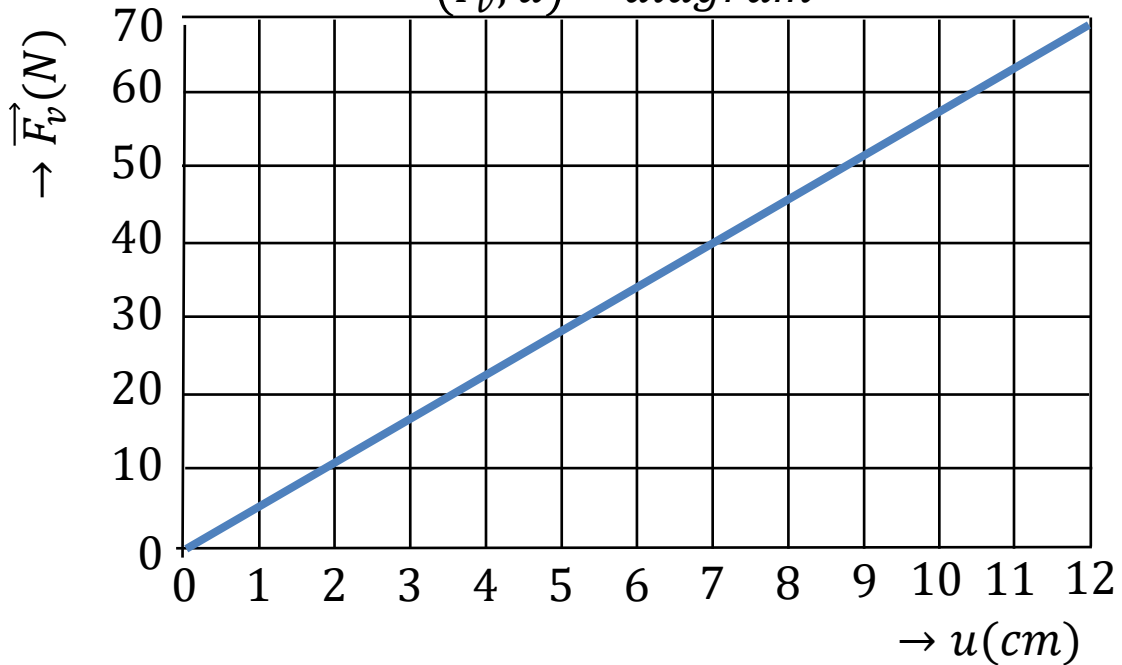
Met:

\vec{F}_v de veerkracht in newton (N)

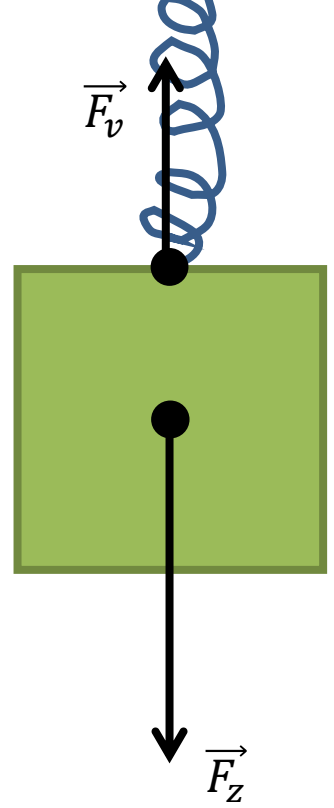
C de veerconstante in newton per meter (N/m)

\vec{u} de uitrekking in meter (m)

(\vec{F}_v, u) – diagram

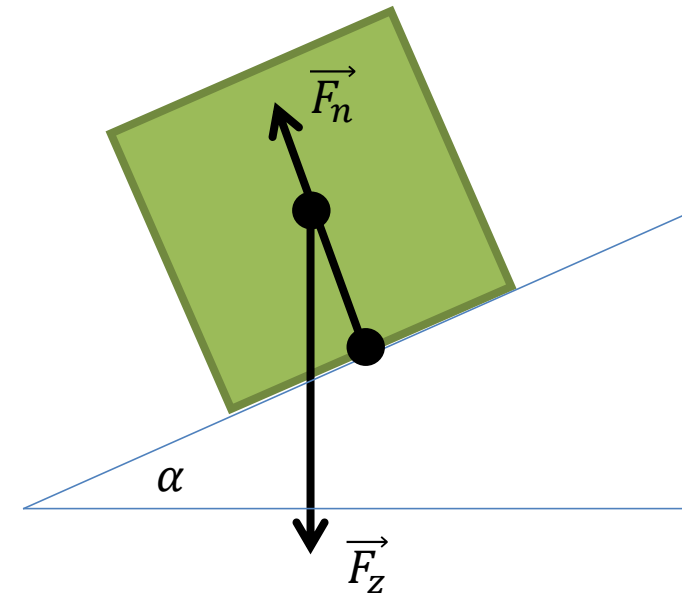


$$C = \frac{\vec{F}_v}{\vec{u}} = \frac{70}{12} = 5,8 \text{ N/cm}$$



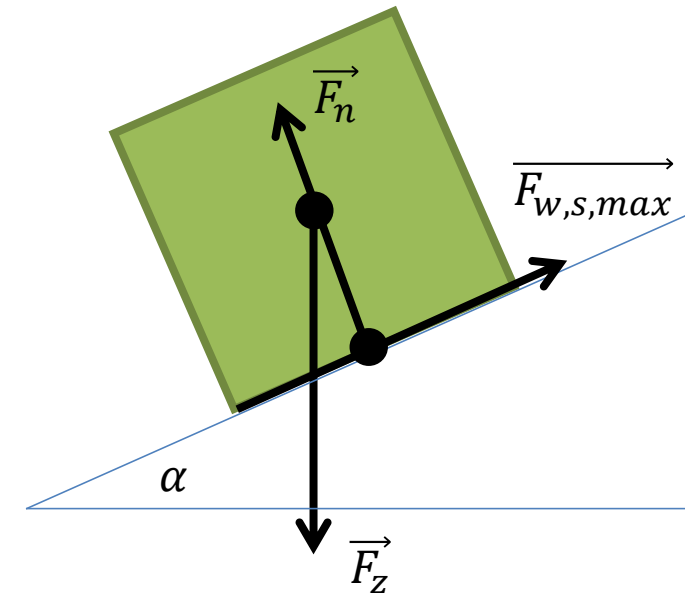
De normaalkracht

Dit is de kracht die de ondergrond op een voorwerp uitoefent. Deze staat altijd loodrecht op de ondergrond.



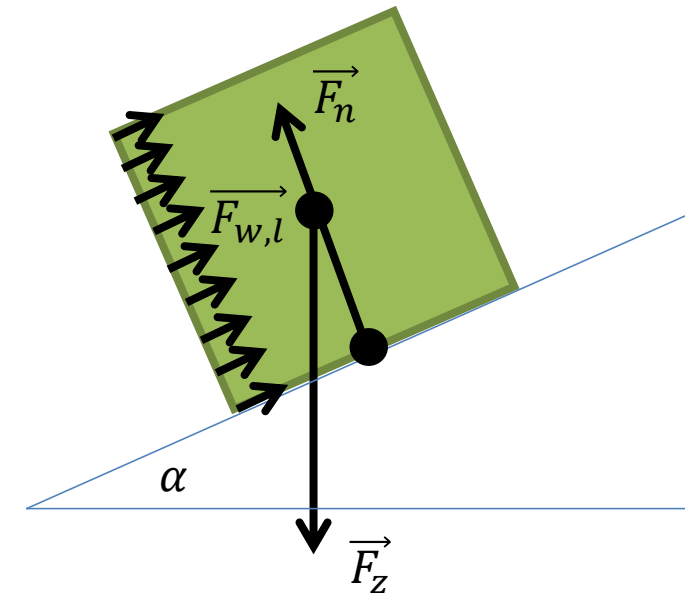
De schuifwrijvingskracht

De richting van weerstandskrachten is altijd tegengesteld aan de richting van de beweging.



De luchtweerstandskracht

De richting van weerstandskrachten is altijd tegengesteld aan de richting van de beweging.



Alle krachten in de bovenbouw voor vwo en havo

Naam	Symbol/formule	Soort waarden	Richting en aangrijpingspunt
Zwaartekracht	$\vec{F}_z = m \cdot \vec{g}$	Gravitatiekracht	massamiddelpunt
Veerkracht	$\vec{F}_v = C \cdot \vec{u}$	EM-krachten	Aangrijppunt veer
Spankracht	\vec{F}_{span}	EM-krachten	Aangrijppunt kabel
Normaalkracht	$\vec{F}_n = \vec{F}_z \cdot \cos(\alpha)$	EM-krachten	Ondergrond
Schrijfwrijvingskracht	$\vec{F}_{w,s,max} = f \cdot \vec{F}_n$	EM-krachten	Punt waar geschoven wordt
Luchtwrijvingskracht	$\vec{F}_{w,l} = \frac{1}{2} \rho C_w A \vec{v}^2$	EM-krachten	Punt waar de lucht het oppervlak raakt
Gewicht (-skracht)	\vec{F}_{gew}	EM-krachten	Kracht die een voorwerp als gevolg van zijn zwaartekracht op de omgeving uitoefent
Electrostatistische kracht	\vec{F}_{el}	EM-krachten	-
Magnetische kracht	\vec{F}_L	EM-krachten	-
Kern kracht	\vec{F}_k	Zwakke/sterke kernkracht	-

3.2 Krachten samenstellen en ontbinden

Krachten optellen

A) Gelijk gerichte vectoren



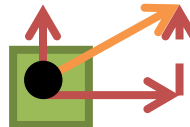
*Optellen,
Opmeten en berekenen*

B) Tegengestelde vectoren



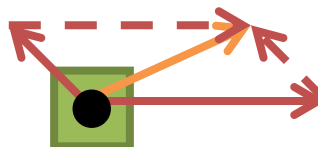
*Aftrekken,
Opmeten en berekenen*

C) Onderling loodrechte vectoren



*Pythagoras,
Goniometrie,
Opmeten en berekenen*

D) Kopstaartmethode



*Goniometrie,
Opmeten en berekenen*

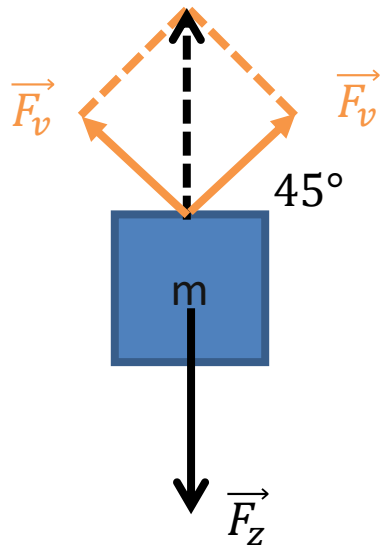
Afspraak

Maak alleen volle lijnen voor krachten die er echt zijn en de netto kracht.

Rekenvoorbeeld

Een blokje hangt tussen 2 gelijke veerunsters met $C=500\text{N/m}$, die een hoek met het blokje maken van 45 graden. De uitrekking van beide unsters is 2,3cm.

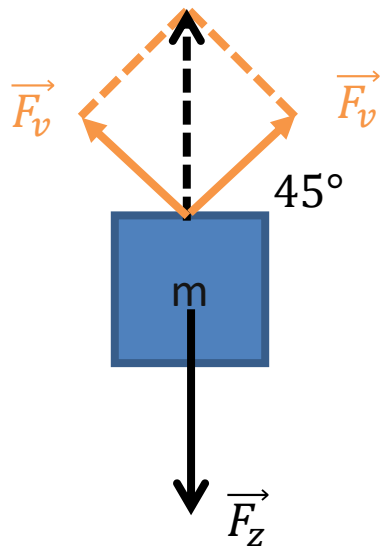
- A) Bepaal hoe zwaar het blokje.
- B) Bereken hoe zwaar het blokje is.



Rekenvoorbeeld

Een blokje hangt tussen 2 gelijke veerunsters met $C=500\text{N/m}$, die een hoek met het blokje maken van 45 graden. De uitrekking van beide unsters is 2,3cm.

- A) Bepaal hoe zwaar het blokje.
- B) Bereken hoe zwaar het blokje is.



$$\vec{F}_v = C \cdot u$$

$$\vec{F}_v = 500 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2}$$

$$\vec{F}_v = 11,5\text{N}$$

$$|\vec{F}_v| \approx 3,0\text{cm}$$

$$|\vec{F}_z| \approx 4,2\text{cm}$$

$$\vec{F}_z = \frac{\vec{F}_v}{|\vec{F}_v|} \cdot |\vec{F}_z| = 16,1\text{N}$$

$$m = \frac{\vec{F}_z}{\vec{g}} = \frac{16}{9,81} \approx 1,6\text{kg}$$

$$\vec{F}_z^2 = \vec{F}_v^2 + \vec{F}_v^2$$

$$\vec{F}_z^2 = 11,5^2 + 11,5^2$$

$$\vec{F}_z^2 = 264,5$$

$$\vec{F}_z = 16,26\text{N}$$

$$m = \frac{\vec{F}_z}{\vec{g}} = \frac{16,26}{9,81} \approx 1,7\text{kg}$$

$$\vec{F}_z = 2\vec{F}_v \cdot \sin(45^\circ)$$

$$\vec{F}_z = 2 \cdot 11,5 \cdot \sin(45^\circ)$$

$$\vec{F}_z = 16,26\text{N}$$

3.3 en 3.4 De wetten van Newton

De eerste wet van Newton

Als er geen resulterende kracht op een voorwerp werkt, dan:

- is het voorwerp in rust
- of
- beweegt het voorwerp met een constante snelheid

De tweede wet van Newton

$$\vec{F}_{res} = m \cdot \vec{a}$$

Met:

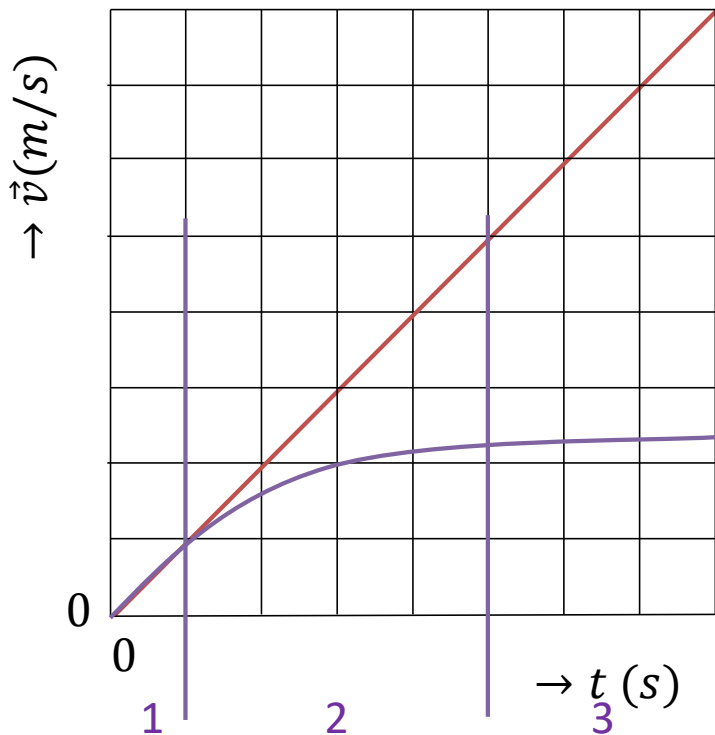
\vec{F}_{res} de resulterende kracht in newton (N)

m de massa van het te versnellen object in kilogram (kg)

\vec{a} de versnelling van het voorwerp in meter per seconde kwadraat (m/s^2)

Vallen met en zonder wrijving

Als je uit een vliegtuig springt en je verwaarloost de luchtweerstand, is er sprake van een vrije val. Bij een vrije val werken er geen krachten op je lichaam naast de zwaartekracht. Bereken de versnelling die je lichaam tijdens een vrij val ondervindt.



Vrije val (zonder wrijving)

$$\vec{F}_{res} = m \cdot \vec{a} \quad m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_z = m \cdot \vec{g} \quad \vec{g} = \vec{a}$$

$$\vec{a} = 9,81m/s^2$$

Vallen met wrijving

Vrije val

Eenparig versneld

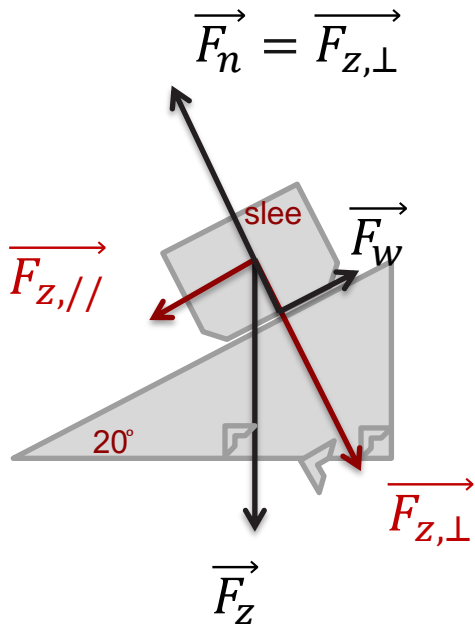
Eenparig

Rekenvoorbeeld slee met wrijving

Op een berg met een hellingshoek van 20 graden, glijd je met een slee naar beneden. De massa van jou en de slee bedraagt 90kg. Tijdens het glijden ondervind je een constante wrijvingskracht van 40N op de slee. Door de zwaartekracht wordt je 302N de berg af getrokken. Bereken je versnelling.

Rekenvoorbeeld slee met wrijving

Op een berg met een hellingshoek van 20 graden, glijd je met een slee naar beneden. De massa van jou en de slee bedraagt 90kg. Tijdens het glijden ondervind je een constante wrijvingskracht van 40N op de slee. Door de zwaartekracht wordt je 302N de berg af getrokken. Bereken je versnelling.



$$\vec{F}_{res} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{z,\parallel} + \vec{F}_w = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{z,\parallel} + \vec{F}_w}{m} = \frac{302 - 40}{90} \approx 2,9m/s^2$$

3.5 Arbeid

Arbeid

De energie die de kracht geeft/overdraagt aan het voorwerp waar de kracht op werkt.

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

Met:

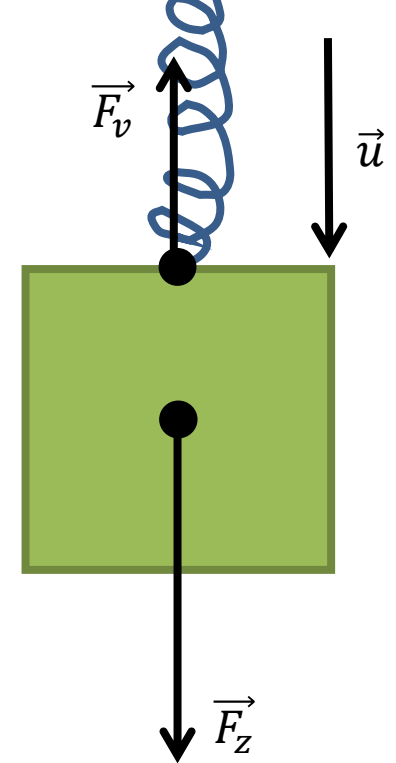
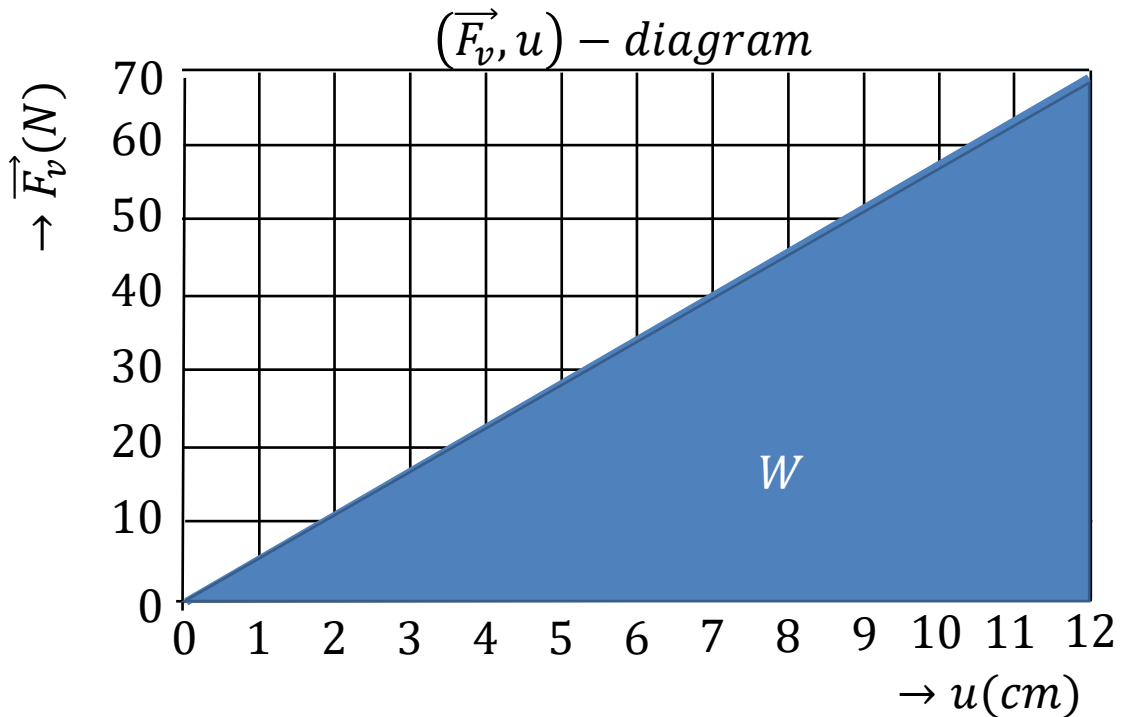
W de verrichte arbeid in newtonmeter (Nm)

\vec{F} de kracht in newton (N)

\vec{s} de verplaatsing in meter (m)

Arbeid in grafieken

We hangen een massa aan een veer die daardoor in totaal 12cm uitrekt.
Bereken de arbeid die door de veer is uitgeoefend.



$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

$$W_v = -\vec{F}_v \cdot \vec{u}$$

Negatief, want kracht en uitrekking zijn tegengesteld gericht

$$W_v = -\vec{F}_v \cdot \vec{u}$$

$$W_v = -\frac{1}{2} \cdot 70 \cdot 12 \cdot 10^{-2} \approx -4,2Nm$$

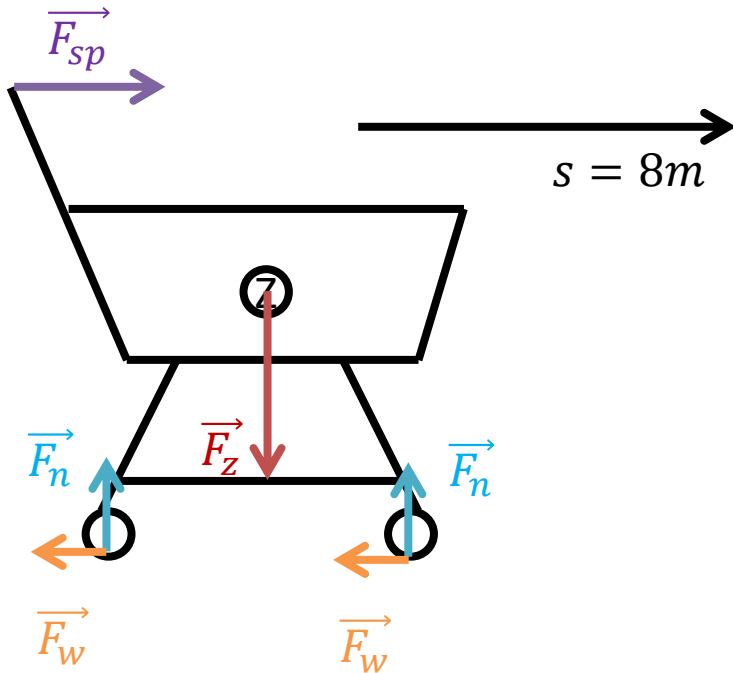
De arbeid door de zwaartekracht is positief!

$$W_z = +4,2Nm$$

Rekenvoorbeeld winkelwagen

Een winkelwagen wordt met een constante snelheid voortgestuwd over 8 meter. De spierkracht is gelijk aan $100N$, de wrijving van een wiel is $25N$. De kar heeft een massa van $15,0kg$.

- Teken alle krachten die op de winkelwagen werken. Verwaarloos de luchtwrijving.
- Bereken de totale arbeid die wordt uitgevoerd.



$$\vec{v} = constant$$

$$\vec{a} = 0$$

$$\vec{F}_{res} = 0$$

$$W_{tot} = \vec{F}_{res} \cdot \vec{s} = 0$$

Rekenvoorbeeld optrekkende auto

Een auto trekt in 6,8s op vanuit stilstand tot 100km/h als het gaspedaal volledig is ingedrukt en heeft dan een constante resulterende kracht.

- a) Bereken de snelheidstoename in m/s.
- b) Teken het (\vec{v}, t) -diagram.
- c) Bereken de versnelling.
- d) Welke afstand had de auto nodig om 100km/h te bereiken?
- e) De auto heeft met chauffeur een massa van 1365kg. Bereken de minimaal benodigde motorkracht.

Voor de skivakantie wordt de auto extra beladen met 400kg.

- f) Bereken hoelang het nu minimaal duurt voordat de auto vanuit stilstand 100km/h haalt.

Rekenvoorbeeld optrekkende auto

Een auto trekt in 6,8s op vanuit stilstand tot 100km/h als het gaspedaal volledig is ingedrukt en heeft dan een constante resulterende kracht.

- Bereken de snelheidstoename in m/s.
- Teken het (\vec{v}, t) -diagram.
- Bereken de versnelling.
- Welke afstand had de auto nodig om 100km/h te bereiken?

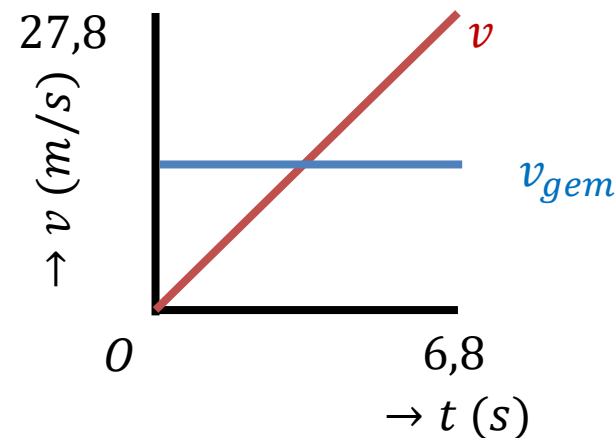
$$\Delta \vec{v} = 100 - 0 \text{ (kmh}^{-1}\text{)} = 27,8 \text{ms}^{-1}$$

$$\overrightarrow{F_{res}} = \text{constant}$$

$$\vec{a} = \text{constant}$$

$$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{F_{res}}}{m} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{27,8}{6,8} \approx 4,1 \text{ms}^{-2}$$

$$\vec{s} = \overrightarrow{v_{gem}} \cdot t = \frac{0 + 27,8}{2} \cdot 6,8 \approx 94 \text{m}$$



Rekenvoorbeeld optrekkende auto

Een auto trekt in 6,8s op vanuit stilstand tot 100km/h als het gaspedaal volledig is ingedrukt en heeft dan een constante resulterende kracht.

e) De auto heeft met chauffeur een massa van 1365kg. Bereken de minimaal benodigde motorkracht.

Voor de skivakantie wordt de auto extra beladen met 400kg.

f) Bereken hoelang het nu minimaal duurt voordat de auto vanuit stilstand 100km/h haalt.

$$\overrightarrow{F_{res}} = m \cdot \vec{a} = 1365 \cdot 4,1 \approx 5,6 \cdot 10^3 N$$

$$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{F_{motor}}}{m} = \frac{5,6 \cdot 10^3}{1765} \approx 3,2 ms^{-2}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta \vec{v}}{\vec{a}} = \frac{27,8}{3,2} \approx 8,8s$$