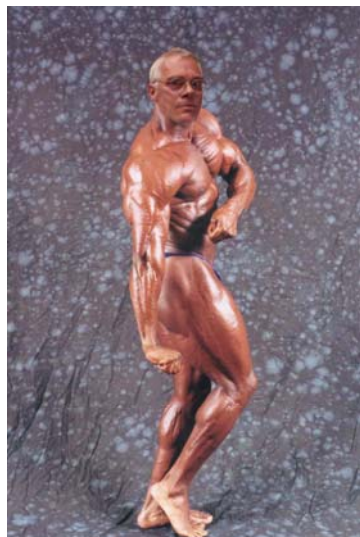


Kracht en Energie Inhoud

- Wat is kracht? (Inleiding)
- Kracht is een vector
- Krachten samenstellen ("optellen")
- Krachten ontbinden ("aftrekken")
- Resulterende kracht
- 1^e wet van Newton: wet van de traagheid
- 2^e wet van Newton: $F_{\text{res}} = m \cdot a$
- Zwaartekracht
- Normaalkracht
- Wrijving
- Veer- en spankracht
- Energie
- Vermogen
- Rendement

Inleiding Kracht en energie



Wat is kracht?

- Kracht is **niet** dat iemand **sterk** is
- **Wat** kracht wel is, **is** weer **moeilijk te zeggen**
- Wat kracht **doet**, is **makkelijker** te zeggen



Kracht
en
snelheidsverandering



Kracht
en
vormverandering



Meetinstrument
=
Veer-unster

- Kracht (F) kun je meten (N)
- Voorbeelden van krachten:
 - Zwaartekracht
 - Wrijvingskracht
 - Veerkracht
 - Magneetkracht

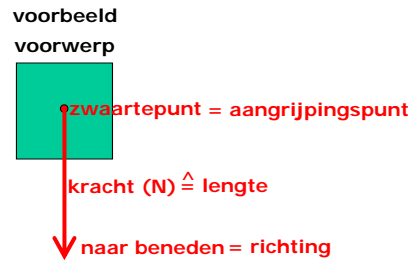
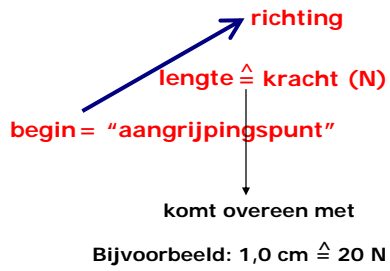
Grootheden en eenheden

Naam	Symbol	Naam	Symbol
versnelling	a	meter per seconde kwadraat	m/s^2
veerconstante	C •	newton per meter	N/m
energie	E	Joule	J
kracht	F •	Newton	N
zwaartekrachtversnelling	g	meter per seconde kwadraat	m/s^2
hoogte	h	meter	m
massa	m	kilogram	kg
vermogen	P	watt	W
verplaatsing	s	meter	m
tijdsduur	t	seconde	s
uitrekking	u	meter	m
snelheid	v	meter per seconde	m/s
arbeid	W •	Joule	J
rendement	η	-	-

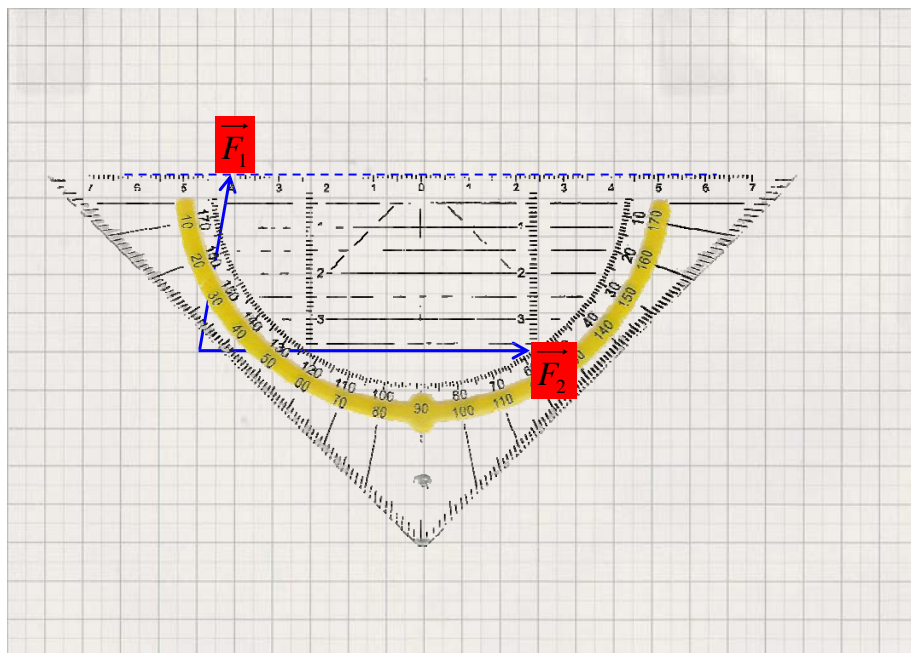
•Nieuwe grootheden

Kracht is een vector

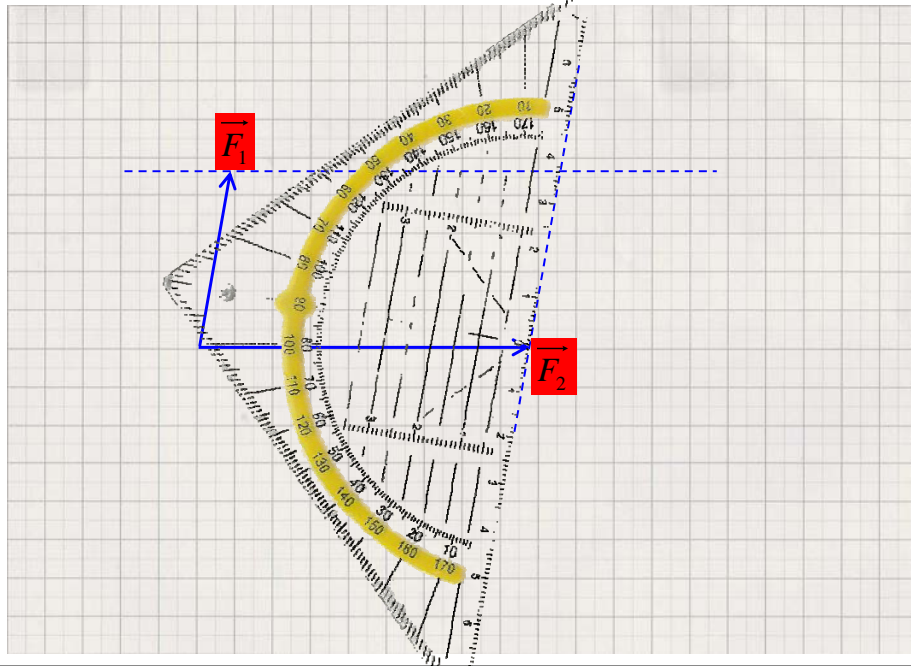
“vector” is een wiskundeterm een vector teken je als een pijl



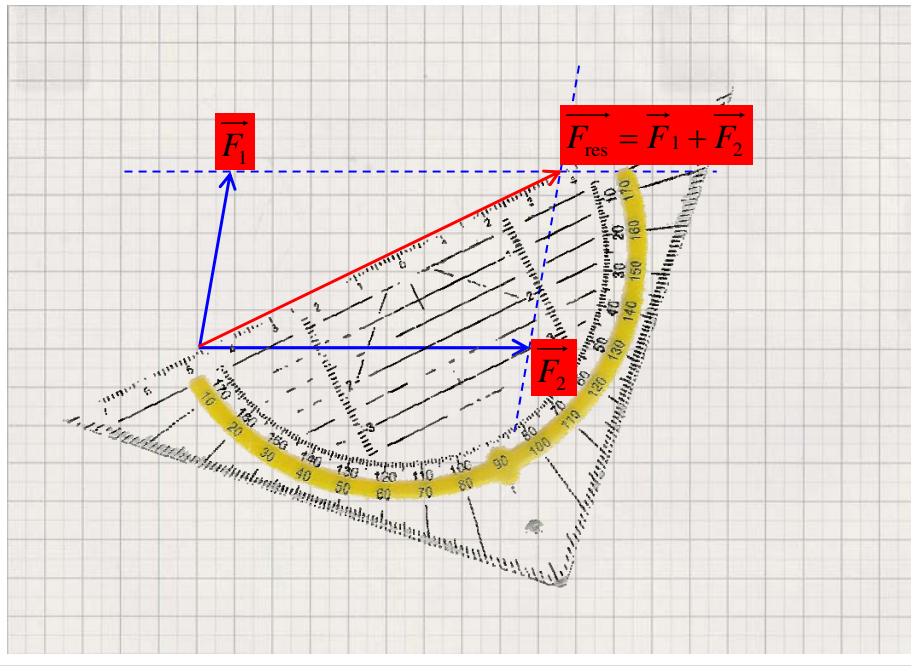
Krachten samenstellen



Krachten samenstellen



Krachten samenstellen



Krachten ontbinden

Constructie ← 2 methoden → **Berekening**

1. Ruitjespapier

1. Sinus, cosinus

2. Geodriehoek

2. Rekenmachine

3. (Scherp) potlood

Mode, Mode, 1 (Deg)

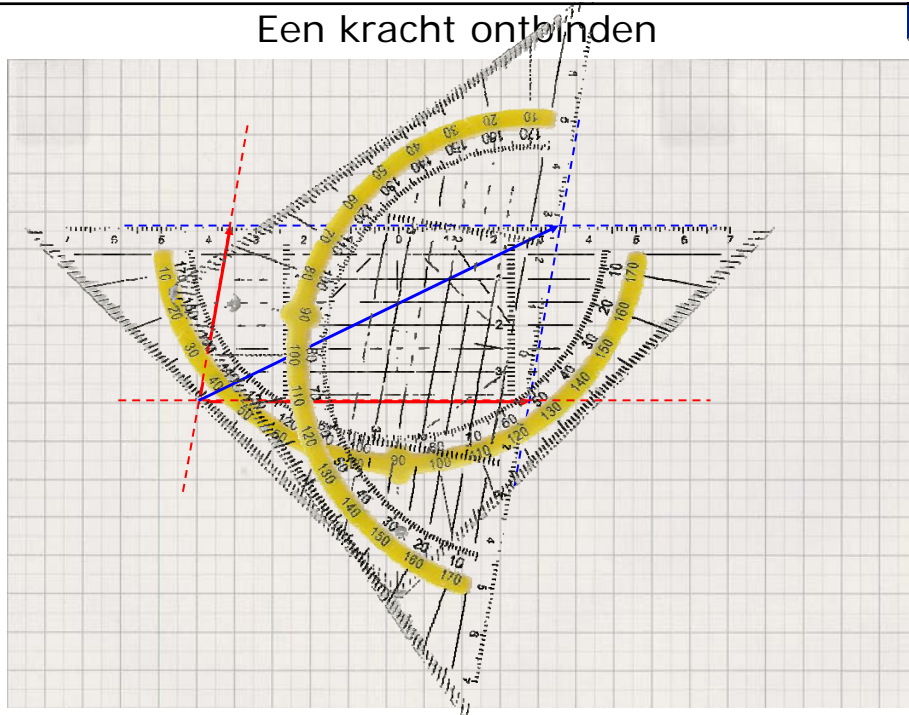
Controle:

sin 90 = 1. Goed

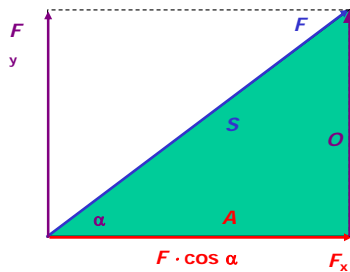
sin 90 = 0,89.. Fout: Rad

sin 90 = 0,98.. Fout: Gra

Een kracht ontbinden



Sinus & cosinus



SOS $\sin \alpha = \frac{O}{S} \rightarrow O = S \cdot \sin \alpha \rightarrow F_y = F \cdot \sin \alpha$

CAS $\cos \alpha = \frac{A}{S} \rightarrow A = S \cdot \cos \alpha \rightarrow F_x = F \cdot \cos \alpha$

En: $F^2 = F_x^2 + F_y^2$

Veel gebruikt geval:

$$\left. \begin{array}{l} F_x = 4,0 \text{ N} \\ F_y = 3,0 \text{ N} \end{array} \right\} F = 5,0 \text{ N}$$

$$\sin \alpha = \frac{3,0 \text{ N}}{5,0 \text{ N}} = 0,60$$

$$\alpha = \sin^{-1} 0,60 = 37^\circ$$

Resulterende krachten

Vaak werken er verschillende **krachten** op een **voorwerp**.

resulterende kracht = som van de krachten op een voorwerp

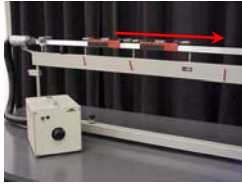
In formule: $\vec{F}_{\text{res}} = \sum \vec{F}$

Heel belangrijk is het onderscheid:

1. $\vec{F}_{\text{res}} = 0$ Er is **geen** resulterende kracht
(Alle krachten heffen elkaar **wel** op)

2. $\vec{F}_{\text{res}} \neq 0$ Er is **wel** een resulterende kracht
(Alle krachten heffen elkaar **niet** op)

1^e wet van Newton (wet van de traagheid)



Een "sleetje" staat op een luchtkussenbaan

- resulterende kracht (bijna) nul
- Het "sleetje" beweegt met (bijna) constante snelheid

1^e wet van Newton

Stel: de **resulterende kracht** op een voorwerp **is nul**.

Dan geldt: **1. Het voorwerp staat stil** ("in rust")

Of: 2. Het voorwerp beweegt met constante snelheid ("eenparig")

Wet van de traagheid

Een voorwerp wil **in rust** blijven **of eenparig** bewegen

Voorbeelden



Autogordel: Je botst en hebt geen gordel om

Je vliegt naar voren

Hoofdsteun: Je staat stil en wordt van achter aangereden

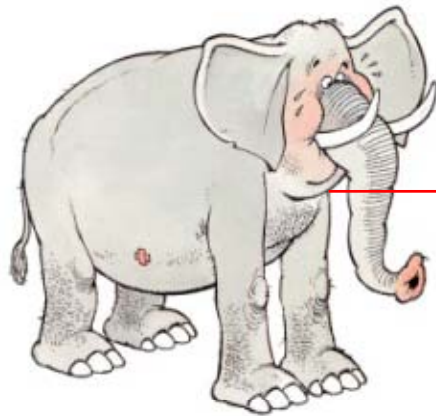
Je hoofd schiet naar achter



Bocht: Je valt in de bocht

Je vliegt de bocht uit

2^e Wet van Newton: kracht verandert beweging



Om iets in beweging te krijgen

Is kracht nodig

Om iets zwaars te versnellen

Is meer kracht nodig



Dan om iets lichts te versnellen

2^e Wet van Newton: voorbeeld



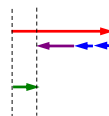
Bij fietsen spelen verschillende krachten:

1. **Trapkracht** - hangt van spierkracht af
2. **Rolweerstand** - is nul bij snelheid nul
is (bijna) constant als je fietst
3. **Luchtweerstand** - is nul bij snelheid nul
is groter bij grotere snelheid

Krachten kun je optellen en aftrekken

Het resultaat heet:

4. **Resulterende kracht**
(of netto kracht)



2^e wet van Newton:

Als er een **resulterende kracht** is: dan **verandert** de **snelheid**

- kracht **in de richting** van de snelheid: **versnellen**
- kracht **tegen de richting** van de snelheid: **vertragen**

Formule: $F_{\text{res}} = m \cdot a$

(1^e wet van Newton:)

Als er **geen** resulterende kracht is: dan blijft de **snelheid gelijk** (of nul)

In formule

$$1. F_{\text{res}} = m \cdot a \qquad 2. m = \frac{F_{\text{res}}}{a} \qquad 3. a = \frac{F_{\text{res}}}{m}$$

Voorbeeld: Een fietser weegt met zijn fiets samen 80 kg. Hij versnelt met een versnelling van 0,75 N/kg. Bereken de benodigde netto kracht.

$$\begin{aligned} F &= \dots \text{ N} \\ m &= 80 \text{ kg} \\ a &= 0,75 \text{ N/kg} \\ F &= m \cdot a \\ F &= 80 \text{ kg} \cdot 0,75 \text{ N/kg} = \underline{60 \text{ N}} \end{aligned}$$

Zwaartekracht

$$\text{zwaartekracht (N)} \longleftarrow F_z = m \cdot g \longrightarrow \begin{array}{l} \text{massa (kg)} \\ \text{zwaartekrachtversnelling} \\ = \\ \text{gravitatieversnelling} \\ \text{(N/kg of m/s}^2\text{)} \end{array}$$

$g = 9,81 \text{ N/kg}$ (gemiddeld in Nederland)

Voorbeeld: Op iemand werkt een zwaartekracht van 750 N. Bereken de massa van die persoon.

$$\begin{aligned} m &= \dots \text{ kg} \\ F_z &= 750 \text{ N} \\ g &= 9,81 \text{ N/kg} \\ m &= \frac{F_z}{g} = \frac{750 \text{ N}}{9,81 \text{ N/kg}} = 76,4 \dots \text{ kg} = 76,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Voorbeeld

Een voorwerp van 60 kg heeft een kinetische energie van 450 J. Bereken de snelheid in km/h.

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 450 \text{ J}}{60 \text{ kg}}} = 3,8 \dots \text{ m/s} \\ &= 3,6 \cdot 3,8 \dots \text{ km/h} \\ &= 13, \dots \text{ km/h} \\ &= 14 \text{ km/h}\end{aligned}$$

Casio: $\sqrt{(2 \times 450 \div 60)}$

Behoud van energie

Energie kan van soort veranderen. Maar de **totale hoeveelheid energie blijft constant**.

Bijvoorbeeld:

Je schiet een pijl van 0,23 kg recht omhoog met een snelheid van 65 m/s. De wrijving wordt verwaarloosd. Bereken hoe hoog de pijl komt.

Bij het wegschieten:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,23 \cdot (65 \text{ m/s})^2 = 4,8 \dots \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$E_z = 0 \text{ J}$$

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{kin}} + E_z = 4,8 \dots \cdot 10^2 \text{ J}$$

Op het hoogste punt:

$$E_{\text{kin}} = 0 \text{ J} \text{ (Want } v = 0 \text{ m/s).}$$

$$E_z = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{kin}} + E_z = m \cdot g \cdot h$$

$$m \cdot g \cdot h = 4,8 \dots \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$h = \frac{4,8 \dots \cdot 10^2 \text{ J}}{m \cdot g} = \frac{4,8 \dots \cdot 10^2 \text{ J}}{0,23 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 2,1 \dots \cdot 10^2 \text{ m} = 2,2 \dots \cdot 10^2 \text{ m}$$

Vermogen

$$\text{Arbeid (J)} \longleftarrow W = P \cdot t \begin{array}{l} \longrightarrow \text{vermogen (W)} \\ \longrightarrow \text{tijd (s)} \end{array}$$

Voorbeeld:

Rebecca (massa 55 kg) kan in 7,0 s via een ladder 5,0 m stijgen.
Bereken het vermogen dat Rebecca hierbij ontwikkelt.

Als Rebecca aan de klim begint heeft ze geen energie.
Als Rebecca met de klim stopt heeft ze zwaarte-energie.
Die energie krijgt ze doordat ze arbeid heeft geleverd.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{55 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 5,0 \text{ m}}{7,0 \text{ s}} = 3,8 \dots \cdot 10^2 \text{ W} = 3,9 \dots \cdot 10^2 \text{ W}$$

Rendement

$$\text{Rendement} \longleftarrow \eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \begin{array}{l} \longrightarrow \text{vermogen (W)} \\ \longrightarrow \text{vermogen (W)} \end{array}$$

of

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \begin{array}{l} \longrightarrow \text{energie (J)} \\ \longrightarrow \text{energie (J)} \end{array}$$

Zie: **Elektriciteit** rendement