

§ 3.1 + 3.2 Kracht is een 'vectorgrootheid'

Kracht is een vectorgrootheid¹: een grootheid met een grootte én een richting.

Bij het tekenen van een krachtpijl geldt:

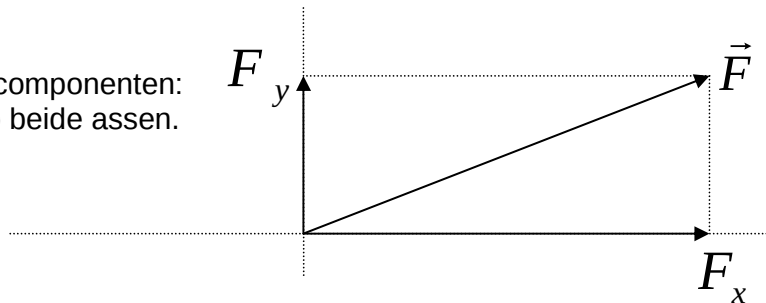
- De pijl begint in het 'aangrijpingspunt' van de kracht
- De richting van de pijl is de richting van de kracht
- De lengte van de pijl is een maat voor de grootte van de kracht; er is een 'krachten-schaalfactor': $1 \text{ cm} \equiv \dots \text{ N}$.

De componenten van een kracht

Door een kracht te ontbinden langs twee loodrechte assen, ontstaan de componenten van die kracht. De twee loodrechte assen staan bijna altijd horizontaal en verticaal².

De horizontale as noemen we de x-as;
de verticale as de y-as.

Het construeren van de componenten:
De kracht projecteren op beide assen.



$\vec{F}$ is in deze situatie een kracht, die schuin rechts omhoog werkt.
De x-component van de kracht (F_x) geeft aan met hoeveel newton deze kracht naar rechts werkt; F_y geeft het aantal newton omhoog aan.

Het berekenen van de componenten:

Gebruik maken van sinus, cosinus, tangens en/of de stelling van Pythagoras.

Zie: Rekenen met vectoren.

Het optellen van krachten: Resulterende kracht F_{res} ³

Omdat een kracht een vectorgrootheid is, is het samenstellen (optellen) van krachten meestal ingewikkeld. Er zijn twee methodes:

1. Het optellen van krachten d.m.v. constructie
De resulterende kracht (somkracht) van willekeurig gerichte krachten is te vinden met de parallellogrammethode (zie blz. 132 + 133).
2. Het optellen van krachten d.m.v. berekening
 - Bereken van ieder kracht de x-component en de y-component.
 - Bereken de x-component en de y-component van F_{res} .
 - Bereken de grootte en de richting van F_{res} .Zie: som 13.

Nuttige sommen: 8 t/m 13.

¹ Een scalaire grootheid heeft alleen een grootte.

² Bij een schuin vlak staan de assen vaak evenwijdig aan én loodrecht op het vlak.

³ Resulterende kracht is het resultaat van alle krachten bij elkaar opgeteld (de somkracht).

§ 3.3 Krachten in evenwicht

Als de krachten die werken op één voorwerp elkaar's werking precies opheffen,

zeggen we dat de krachten *in evenwicht* zijn. Met andere woorden:

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

Oplossing d.m.v. een constructie: Zie blz. 140.

Oplossing d.m.v. een berekening: Zie blz. 141.

De horizontale én de verticale 'touwtrekwedstrijd' moet gelijk spel zijn; oftewel:

$$\sum F_x = 0 \quad \text{én} \quad \sum F_y = 0$$

Nuttige sommen: 20, 21.

§ 3.4 Massa, zwaartekracht en gewicht

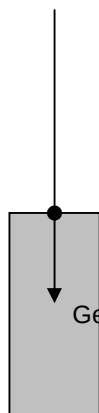
De massa van een voorwerp is de hoeveelheid materie waar het voorwerp uit bestaat. De massa m is dus het aantal kilogram van het voorwerp. De massa van een voorwerp kan niet veranderen, zolang het voorwerp niet zelf verandert⁴.

De zwaartekracht is de kracht waarmee de aarde een voorwerp aantrekt.

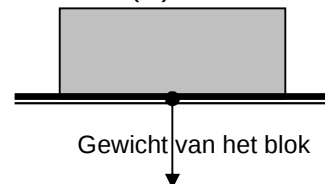
De zwaartekracht grijpt aan in het zwaartepunt van het voorwerp. Op zeeniveau geldt:

$$F_{zw} = 9,8 \cdot m$$

Het gewicht van een voorwerp is een kracht; de eenheid is dus newton (N).



Situatie 1: Een voorwerp rust op een steunvlak
Het gewicht van het voorwerp is de kracht waarmee dit voorwerp op het steunvlak duwt.



Situatie 2: Een voorwerp hangt aan een 'touw'
Het gewicht van het voorwerp is de kracht waarmee dit voorwerp aan het touw trekt.

Het gewicht van een voorwerp kan gemakkelijk veranderen zonder dat het voorwerp zelf verandert.



Een voorwerp is 'gewichteloos' als het nergens op steunt of aan hangt.

Zie: <http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=818479>

⁴ Volgens de speciale relativiteitstheorie van Einstein (1905) wordt de massa van een voorwerp groter naarmate het met een grotere snelheid beweegt. Dit effect is echter slechts merkbaar bij snelheden in de buurt van de lichtsnelheid $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s en daarom (voorlopig) onbelangrijk.

§ 4.4 De derde wet van Newton: Actie = (-) reactie

Krachten komen altijd in tweetallen voor: de actie- en de bijbehorende reactiekracht.

Voorbeeld:

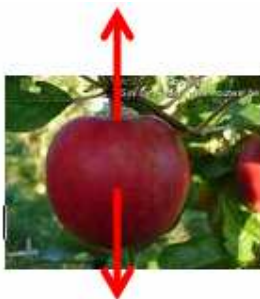
Een appel hangt in een boom. De massa van de appel is 510 gram. De zwaartekracht is dus 5,0 N.

De zwaartekracht is de kracht waarmee de aarde de appel aantrekt.

De bijbehorende reactiekracht is de kracht waarmee de appel de aarde aantrekt.

De actie- en reactiekracht:

- Treden tegelijk op
- Zijn even groot
- Zijn tegengesteld gericht
- Heffen elkaar nooit op; ze werken immers op verschillende voorwerpen.



De appel blijft op zijn plaats hangen in de boom.

De krachten op de appel heffen elkaar dus op.

Op de appel werken twee krachten:

1. De zwaartekracht $F_{zw} = 5,0 \text{ N}$ omlaag
2. De spankracht: De kracht waarmee het steeltje de appel omhoog trekt (5,0 N).

Ook de spankracht heeft een bijbehorende reactiekracht: het gewicht van de appel.

§ 3.4 Spankracht F_s en normaalkracht F_n

Als een voorwerp aan een touw hangt, wordt het touw door het gewicht van het voorwerp uitgerekt. Hierdoor ontstaat er in het touw een spankracht. De richting van de spankracht valt altijd samen met de richting van het touw.

Als een voorwerp op een vlak ligt, wordt het vlak door het gewicht van het voorwerp ingedeukt. Hierdoor ontstaat er in het ondersteunend vlak een normaalkracht. De richting van de normaalkracht is altijd loodrecht op het vlak.

Nuttige som: 32.

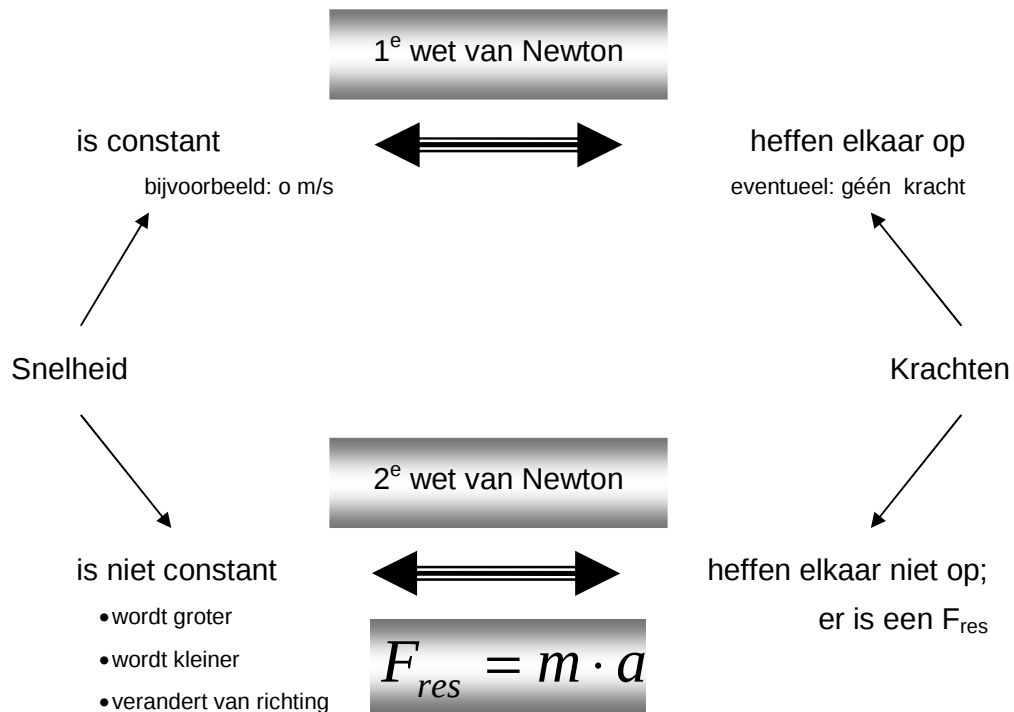
§ 4.1 + 4.3 Aristoteles Newton



Aristoteles: 'Omne quod movetur ab alio movetur'.

Zie: E. J. Dijksterhuis
De mechanisering van het wereldbeeld
De geschiedenis van het natuurwetenschappelijk denken
Hoofdstuk 2 'Het Aristotelisme'
Natuurlijke en gedwongen bewegingen 30 t/m 37

Newton stelt dat een kracht nodig is om een beweging te veranderen!



Nuttige sommen: 9, 10, 12, 13.

§ 4.2 Wrijving en weerstand bij bewegen

Bij bewegingen kan wrijving zowel nadelig als voordelig zijn. Bijvoorbeeld:

- Als een voorwerp een snelheid heeft en deze snelheid moet behouden worden, is wrijvingskracht ongunstig, omdat er voortdurend een voorwaartse kracht nodig is om de wrijvingskracht te compenseren.
- Als een voorwerp stilstaat en moet gaan bewegen, is wrijvingskracht gunstig. Het voorwerp kan zich dan namelijk tegen de ruwe ondergrond afzetten. Actie = – Reactie: door de grond naar achteren duwen, wordt het voorwerp zelf naar voren geduwd en komt in beweging
- Als een voorwerp een snelheid heeft en er dreigt een botsing, dan moet het voorwerp zijn snelheid kunnen veranderen (kleiner en/of van richting). Dit is mogelijk dankzij wrijvingskracht.

Rolweerstand of schuifwrijving:

Dit is de tegenwerking die ontstaat, omdat vlakken langs elkaar 'schuiven'.

- Als het voorwerp geen neiging heeft om te bewegen, is de wrijving nul.
- Als het voorwerp niet beweegt, kan er best wrijving werken.
- Er is altijd een maximale schuifwrijving. Deze maximale wrijving hangt af van:
 1. Het gewicht van het voorwerp
 2. De aard van het contactoppervlak.
- Zolang het voorwerp niet beweegt, heffen de krachten elkaar op.
- Als het voorwerp beweegt, werkt de maximale wrijvingskracht.

- De schuifwrijving "past zich aan": $0 \leq F_{\text{wrijving}} \leq F_{\text{maximale wrijving}}$

Luchtweerstand (luchtwrijving):

Een voorwerp dat door de lucht⁵ beweegt, duwt de lucht(moleculen) naar voren.

Actie = – Reactie: De lucht duwt het voorwerp naar achteren = Luchtwrijvingskracht.

Deze wrijvingskracht hangt af van:

1. De snelheid van het voorwerp:
 - Bij 'lage' snelheden geldt (bij benadering):
 - Bij 'hoge' snelheden geldt (bij benadering):
2. De dichtheid van de lucht (het 'medium')
3. De frontale oppervlakte van het voorwerp
4. De stroomlijn van het voorwerp

$$F_{wr} \propto v$$

$$F_{wr} \propto v^2$$



Nuna5: World Solar Challenge 2009
<http://www.nuonsolarteam.nl/>

De wrijvingskracht is altijd tegen de richting in, waarin het voorwerp beweegt (of wil gaan bewegen).

⁵ Eigenlijk geldt hetzelfde voor een voorwerp dat onder water beweegt.

§ 4.5 De wetten van Newton toepassen

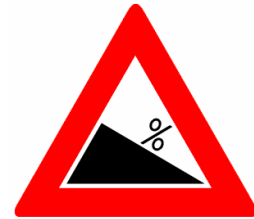
De volgende voorbeelden zijn belangrijk:

- Een sleetje op een helling (bladzijde 217 – 219)
- Twee met elkaar verbonden karretjes (bladzijde 220 – 222)
- Met een weegschaal in een lift (bladzijde 222 – 223)

Nuttige sommen boek: 21a, 22, 29, 31, 32, 33, 39, 42 t/m 48.

Proefwerkoefensom 1

<http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=1102>



Proefwerkoefensom 2

<http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=276562>



Proefwerkoefensom 3

<http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=800409>
(niet: onderdeel f)



Proefwerkoefensom 4

<http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=357834>

