De wetten van Newton (III)

Dit is het derde artikel in een serie over de bewegingswetten van Newton. Hier bespreken we de derde wet, oftewel de wet van actie en reactie. Deze wet beschrijft een groot scala aan situaties: het opstijgen van een raket, de terugslag van een geweer, en waarom we niet door de grond vallen.

De eerste twee wetten van Newton beschrijven de relatie tussen krachten en beweging. De eerste wet zegt dat een voorwerp in rust blijft of met constante snelheid beweegt als er geen krachten op werken. De tweede wet – de beroemde formule $F = ma$ – vertelt ons dat een netto kracht een versnelling veroorzaakt. Je kunt je echter afvragen: waar worden deze krachten door veroorzaakt? In het Newtoniaanse wereldbeeld worden krachten veroorzaakt door andere voorwerpen (of mensen). Een voetballer geeft een schop tegen een voetbal. Een fietser duwt op een pedaal. Een kogel wordt afgeschoten door een geweer. In al deze voorbeelden zien we dat een kracht werkt *op* een voorwerp (kogel), en wordt uitgeoefend *door* een ander voorwerp (geweer).

Newton realiseerde zich echter dat krachten altijd in paren voorkomen. Een geweer oefent een kracht uit op een kogel, maar de kogel oefent ook een reactiekracht uit op het geweer. Deze reactiekracht veroorzaakt de bekende terugslag die je voelt bij het afvuren van een geweer. Een ander voorbeeld: als je op de grond staat oefent jouw lichaam een kracht uit op de grond, maar de grond oefent een tegenovergestelde kracht uit op jouw lichaam. Dat is de reden waarom we niet door de grond vallen! Er zijn dus altijd twee krachten in het spel: een actie- en een reactiekracht. De relatie tussen deze twee krachten wordt beschreven door de derde wet van Newton.

Video 1. Terugslag van een revolver.

In deze aflevering van Mythbusters wordt de terugslag van een revolver mooi gedemonstreerd aan de hand van slow motion beelden.

De derde wet van Newton

actie = – reactie

Beter geformuleerd: Als een voorwerp A een (actie)kracht uitoefent op een ander voorwerp B, dan oefent voorwerp B een gelijke maar tegenovergestelde (reactie)kracht uit op voorwerp A. De reactiekracht is dus even groot als de actiekracht maar heeft een tegengestelde richting. Het is belangrijk om op te merken dat de twee krachten op *verschillende* voorwerpen werken: de actiekracht werkt op voorwerp B, terwijl de reactiekracht werkt op voorwerp A. Daarom heffen deze twee krachten elkaar niet op. Krachten kunnen elkaar namelijk alleen opheffen als ze op *hetzelfde* voorwerp werken.

We kunnen de derde wet illustreren met een simpel voorbeeld. Als je tegen een voetbal schopt, dan zorgt de kracht die jouw voet op de bal uitoefent ervoor dat de bal in beweging komt. Als het goed is, voel je echter dat de bal ook een tegenovergestelde kracht uitoefent op jouw voet. Dit voel je zeker als je de voetbal vervangt door een bowlingbal. Hoe harder je tegen de bowlingbal schopt, des te groter de pijn aan je voet. De pijn komt door de reactiekracht van de bowlingbal op jouw voet. Een mooi (maar pijnlijk) voorbeeld van de derde wet! Als je de actie- en reactiekracht elkaar zouden opheffen, zou je geen pijn voelen.

De voorbeelden die we hierboven hebben besproken gaan over zogenaamde *contactkrachten*, die ontstaan wanneer twee voorwerpen (de voet en de voetbal) elkaar aanraken. Newtons derde wet is echter ook van toepassing op krachten die werken *op afstand*, zoals zwaartekracht, en de eletromagnetische kracht. Een vallende appel wordt bijvoorbeeld aangetrokken door de aarde, maar de aarde wordt ook aangetrokken door de appel. Omdat de massa van de aarde zoveel groter is dan de massa van de appel, neem je de beweging van de aarde niet waar.

Concluderend, geldt Newtons derde wet dus voor alle krachten in de natuur en beschrijft het een groot scala aan fenomenen. De schoonheid van deze wet schuilt daarom wat mij betreft in haar universaliteit.

Video 2. ESA Uitleg.

Uitleg van Newtons derde wet door de Europese Ruimtevaartorganisatie.