



## **WB128: Is er zwaartekracht in de ruimte?**

Opdrachten gemaakt door Eric-Wubbo Lameijer

### **Doelstelling**

Weten dat gewichtsloosheid niet betekent dat er geen zwaartekracht is, maar dat je met dezelfde snelheid valt als je omgeving.

Niveau: klas 3 of hoger (wet van Newton moet bekend zijn)

Bekijk eerst het filmpje.

### **Inleiding**

We kennen allemaal de beelden van astronauten die door hun raket lijken te 'zwemmen' en glazen drank waaruit de vloeistof ineens ontsnapt en als een bal blijft zweven. Hoe zit dat? Is er eigenlijk zwaartekracht in de ruimte?

Logischerwijs zou er zwaartekracht moeten zijn, de wet van Newton stelt immers dat de zwaartekracht omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de afstand tussen twee lichamen. In theorie zou de zwaartekracht van de aarde tot aan de randen van het heelal reiken, al zou hij daar zo zwak zijn dat je hem niet zou voelen.

Je gewicht is eigenlijk de kracht waarmee je op de vloer of op je stoel drukt. Je drukt erop, omdat de aarde aan je trekt (zwaartekracht), en de vloer drukt terug, en die druk voel je als gewicht. Maar als je in een lift zou staan en de bodem zou eruit vallen, dan zou je geen tegendruk meer voelen van de bodem, en je zou je dus zo licht voelen als een veertje. Als je dat wil meemaken, kun je naar een van de grote liften gaan die ruimtevaartorganisaties maken om hier op aarde de effecten van gewichtloosheid te onderzoeken. Die lift maakt een aantal seconden een vrije val, waardoor je je helemaal gewichtloos voelt worden. Dat komt doordat je niet meer op de vloer drukt. Bij een normale lift voel je je ook lichter worden, als de lift naar beneden gaat. Een 'zwaartekrachtlift' doet hetzelfde als een normale lift, alleen extremer.

### **Opdrachten**

1. De universele zwaartekrachtswet van Newton is  $F_z = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ , waarin  $m_1$  en  $m_2$  de massa's (in kilogram) zijn van de objecten,  $r$  de afstand in meters, en  $G$  een constante van  $6.674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .
  - a. Wat is de zwaartekracht die inwerkt op iemand van 60 kg die op het aardoppervlak staat (de straal van de aarde is gemiddeld 6371 kilometer, de massa van de aarde  $5.9736 \times 10^{24} \text{ kg}$ ).
  - b. Wat is de zwaartekracht op iemand die ergens halverwege tussen aarde en maan is (de zwaartekracht van de maan niet meerekenend). Hoeveel 'kilo' zou die persoon dan lijken te wegen (de maan is gemiddeld op 383990 km van de aarde)?
2. a. Iets dat 'valt' maar toch niet naar beneden komt, lijkt ontzettend raar: er is toch een zwaartekracht die je naar beneden trekt.... Hoe komt het dat een astronaut niet naar beneden lijkt te tuimelen? Noem drie redenen.

b. Wat gebeurt er als je een astronaut een raketmotortje zou geven waarmee hij kan afremmen? Welke drie dingen kunnen er gebeuren als de astronaut juist iets versnelt in zijn bewegingsrichting?

c. Leid een formule af die aangeeft wat de snelheid (loodrecht op de lijn met het aardoppervlak) moet zijn om tot in eeuwigheid boven de aarde te blijven zweven. Hoe snel moet de maan bewegen om niet op aarde te vallen? Komt je antwoord overeen met het antwoord dat je kunt vinden op wikipedia?