

De achtbaan

Een ritje in een achtbaan vergeet je niet snel. Na afloop ben je een beetje misselijk, maar het gaf je wel een enorme kick. Wat doet zo'n ritje in een achtbaan met je maag?

G-krachten

Als je wilt weten hoe 'heftig' een achtbaan is, moet je kijken naar de **G-krachten**. Zo noem je de krachten die tijdens een ritje op de mensen worden uitgeoefend.

Voordat de karretjes van start gaan, zit je op je stoeltje te wachten. De zwaartekracht van de aarde trekt aan jou en jij voelt de stoel tegen je zitvlak duwen. Op dat moment werkt er een kracht op je lichaam van 1 G. Dit is de gewone kracht die er bijna altijd is. Je bent er zo aan gewend, dat je hem nauwelijks meer voelt.

Vanaf het startpunt word je losgelaten. Even later passeer je op volle snelheid het eerste dal (afbeelding 1). Je voelt dat je met kracht in je stoel wordt gedrukt. De stoel duwt $3 \times$ zo hard tegen je zitvlak als zojuist, toen je nog stilstond. Dit betekent dat er nu een kracht van 3 G op je lichaam werkt. Omdat je in de stoel gedrukt wordt, ondervind je een positieve G-kracht.

► afbeelding 1

In een dal werken er positieve G-krachten op je lichaam.



**▲ afbeelding 2**

Op de top ben je heel even gewichtloos.

Negatieve G-krachten

Een moment later raas je over de top van een steile helling (afbeelding 2). Op dat moment voel je je even gewichtloos. Je zitvlak komt bijna los van de stoel. Een ogenblik is de kracht op je lichaam 0 G.

De volgende top passeer je met een nog grotere snelheid. Nu zweeft je zitvlak zelfs boven de stoel: je voelt de stoel onder je weg vallen. Je blijft alleen in het karretje doordat de veiligheidsgordel je naar beneden trekt. Er werkt nu een negatieve G-kracht op je lichaam. Zonder veiligheidsgordel zou je omhoog zijn geslingerd, het karretje uit.

Effecten van G-krachten

Door de snel wisselende G-krachten is een ritje in een achtbaan een bijzondere ervaring. Je bent er met je hele lichaam bij betrokken. Maar de G-krachten zorgen niet alleen voor sensatie: ze hebben ook duidelijk effect op je lichaam. G-krachten mogen niet te groot worden, anders kunnen ze gevaar voor je opleveren.

Als er positieve G-krachten op je lichaam werken, stroomt er extra bloed naar je benen. Je hersenen krijgen tijdelijk minder bloed. Hierdoor kan in de hersenen zuurstofgebrek ontstaan. Als het zuurstofgebrek te groot zou worden, krijg je een black-out. Daarom mogen in Nederland geen achtbanen worden gebouwd met G-krachten boven de 5 G.

Bij negatieve G-krachten stroomt er juist extra bloed naar je hoofd. Grote negatieve G-krachten (boven -2 G) kunnen bloedingen in de ogen veroorzaken, en kunnen zelfs tot hersenbloedingen leiden. Daarom mogen Nederlandse achtbanen maximaal tot $-0,5$ G gaan.

Negatieve G-krachten hebben nog een ander effect. Behalve dat er extra bloed naar je hoofd stroomt, komt ook je maaginhoud omhoog. Daardoor kun je van een ritje in een achtbaan flink misselijk worden.

Krachten in een achtbaan

- 1 Als je in een achtbaan **zit** en wacht tot hij vertrekt, werkt er een kracht op je lichaam.
Hoe groot is die kracht?
- ☐ A 0 G
- ☐ B 1 G
- ☐ C 2 G
- ☐ D 10 G
- 2 Tijdens een rit met een achtbaan is de kracht 3 G.
Welke bewering is dan waar?
- ☐ A Je gewicht is dan drie keer zo groot.
- ☐ B Je wordt dan drie keer zo hard als normaal in je stoeltje gedrukt.
- ☐ C De achtbaan gaat dan drie keer zo hard.
- 3 Soms komt je zitvlak in een achtbaan los van de stoel.
Hoe groot is dan de kracht op je lichaam?
- ☐ A 0 G
- ☐ B 1 G
- ☐ C 2 G
- ☐ D 10 G
- 4 Op sommige momenten ondervind je een negatieve G-kracht.
Wat merk je op zo'n moment?
- ☐ A Je wordt dan heel zwaar in je stoeltje gedrukt.
- ☐ B Je wordt dan door de veiligheidsgordel weer naar je stoeltje getrokken.
- ☐ C Je bent dan echt duizelig, want negatieve G-krachten bestaan niet.

- 5 Als je in een achtbaan zit, verandert de kracht op je lichaam voortdurend.

Wat kun je zeggen over de grootte van die kracht:

- a als je voor de start in een stilstaand karretje zit?

- b als je karretje met grote snelheid door een dal rijdt?

- c als je even later razendsnel over een top heen beweegt?

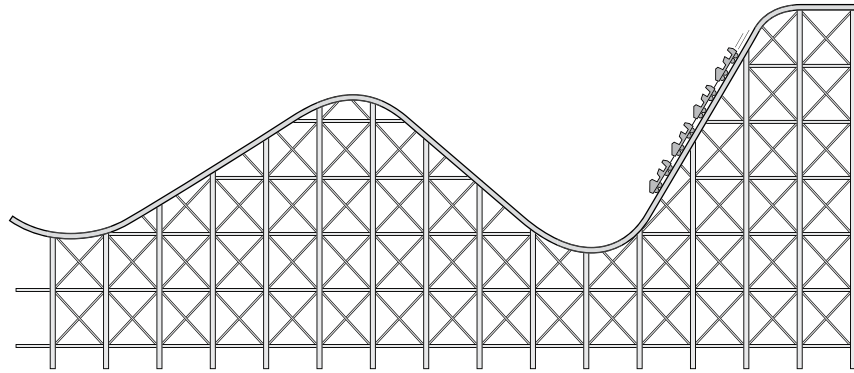
- 6 G-krachten kunnen gevaarlijk zijn.

- a Welk effect hebben positieve G-krachten op je bloedsomloop?

- b Welk risico kan dat opleveren voor je gezondheid?

- c Welk effect hebben negatieve G-krachten op je bloedsomloop?

- d Welk risico kan dat opleveren voor je gezondheid?



► **figuur 1**
een eenvoudige achtbaan

7 In figuur 1 is een stukje van een achtbaan getekend.

a Geef met groen aan waar de G-krachten op de passagiers groter zijn dan 1 G.

b Geef met rood aan waar de G-krachten op de passagiers kleiner zijn dan 1 G.

8 Bekijk de vier foto's in figuur 2.

Streep door wat fout is.

Hoe groot is de kracht op:

a de piloot in figuur a?

kleiner dan 0 G / 0 G / 1 G / groter dan 1 G

b de zwevende persoon in figuur b?

kleiner dan 0 G / 0 G / 1 G / groter dan 1 G

c de fietser in figuur c?

kleiner dan 0 G / 0 G / 1 G / groter dan 1 G

d de bungeejumper in figuur d?

kleiner dan 0 G / 0 G / 1 G / groter dan 1 G

9 In figuur 3 zie je hoe de passagiers van een achtbaan een looping maken.

Streep door wat fout is:

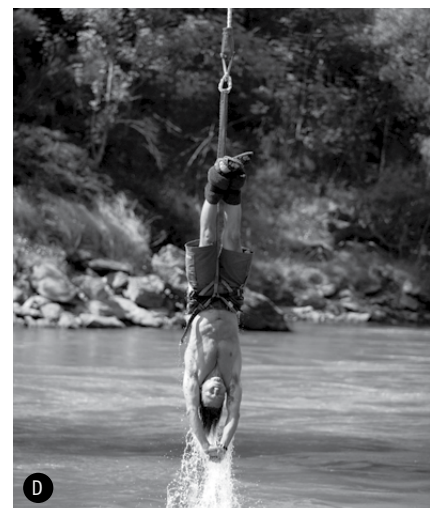
a Tijdens de looping werken er *positieve / negatieve* G-krachten op de passagiers.

b Hoe groter de snelheid van de karretjes is, des te *groter / kleiner* zijn de G-krachten.



▼ **figuur 2**

Hoe groot is de G-kracht?

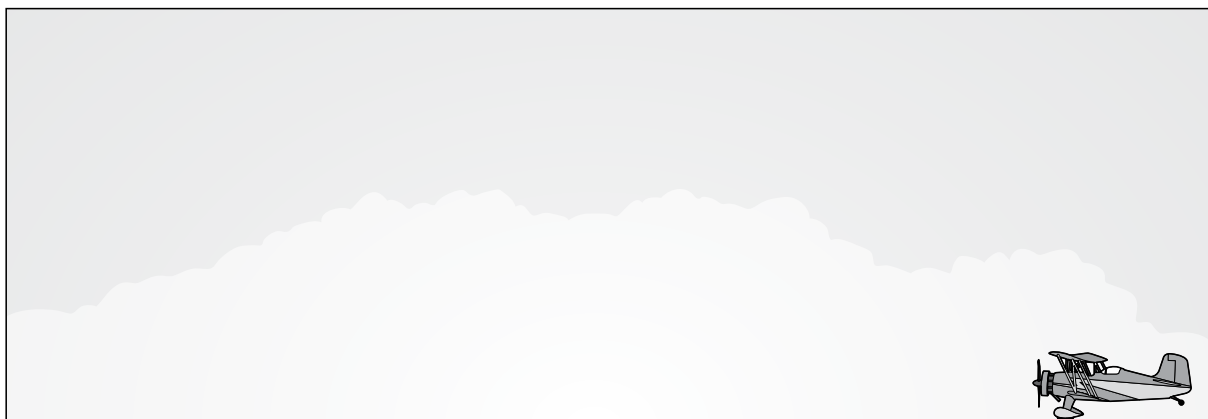


c Hoe nauwer de looping is, des te *groter* / *kleiner* zijn de G-krachten. (In figuur 3 is met een stippellijn aangegeven wat wordt bedoeld met 'een nauwere looping'.)



▲ **figuur 3**
een looping in de achtbaan

▼ **figuur 4**
De looping is een bekende vlieg stunt.



10 Een stuntvlieger maakt een looping. Hij geeft vol gas en trekt de stick snel naar zich toe. Het vliegtuig beschrijft dan een cirkel: omhoog, achterover en weer terug naar beneden. Als het toestel weer horizontaal vliegt, duwt de piloot de stick weer naar voren en vliegt het toestel gewoon verder.

a Teken in figuur 4 hoe het vliegtuigje een looping maakt.

b Werken er tijdens zo'n looping positieve of negatieve G-krachten op de piloot?

c Wat is juist?

- ☐ A Als de piloot tijdens de looping zijn mond opendoet, kan hij hem niet meer dicht krijgen.
- ☐ B Als de piloot tijdens de looping zijn mond dichtdoet, kan hij hem daarna niet meer open krijgen.

d Leg uit hoe je aan je antwoord bij c bent gekomen.

11 Lees het artikel in figuur 5.

a Jeroen zegt: "Hoe sneller een piloot een bocht neemt, des te groter zijn de G-krachten."

Astrid zegt: "Hoe scherper een piloot een bocht neemt, des te groter zijn de G-krachten."

Wie heeft gelijk?

- ☐ A Jeroen en Astrid hebben allebei gelijk.
- ☐ B Alleen Jeroen heeft gelijk.
- ☐ C Alleen Astrid heeft gelijk.
- ☐ D Jeroen en Astrid hebben allebei ongelijk.

b Als een piloot snel een bocht neemt, kan hij bewusteloos raken. Leg uit hoe dat komt.

c Straaljagerpiloten dragen een drukpak.

Wanneer wordt dit drukpak opgeblazen?

- ☐ A vlak voordat de piloot een bocht neemt
- ☐ B terwijl de piloot bezig is een bocht te nemen
- ☐ C vlak nadat de piloot een bocht heeft genomen
- ☐ D voor de start, als het vliegtuig nog op de grond staat

d Licht je antwoord bij c toe.

Duizelingwekkend

Het attractiepark Six Flags stelde deze week Superman, The Ride open voor het publiek.

Een vlucht in een F-16 is voor de meeste mensen niet weggelegd, maar de thrill seekers komen in een achtbaan ook aardig aan hun trekken. Walibi World opende onlangs een nieuwe attractie. Superman, The Ride heet het ding. Met een versnellingskracht van 4 G, vergelijkbaar met wat een F-16-piloot ondervindt, ronkt de website.

Toch krijgen F-16-piloten nog meer G-krachten voor hun kiezen. Desgevraagd vertelt Richard Winterberg, vliegtuigbouwkundig ingenieur bij L&R, dat getrainde jachtvliegers ruim twee keer zo veel G-kracht kunnen hebben. 'Voor een korte tijd kunnen die maximaal negen keer hun eigen lichaamsgewicht aan. Dat speelt vooral bij het nemen van snelle bochten. Hoe sneller ze de bocht nemen, hoe hoger de G-kracht.'

Bloed

Winterberg: 'Het grootste probleem voor jachtvliegers is dat het bloed uit de hersenen naar de benen wegstroomt. Om te voorkomen dat de piloten bewusteloos raken, dragen ze dan ook een drukpak. Als de G-krachten te hoog oplopen, blaast het pak zichzelf op. Hierdoor wordt de bloedstroom naar de benen verminderd.'

Bron: <http://www.delta.tudelft.nl>



▲ figuur 5

G-krachten in een straaljager