

# PROEFPRIKKELS 9

Periodieke uitgave van STEVIN natuurkunde

[www.stevin.info](http://www.stevin.info)

[stevin@stevin.info](mailto:stevin@stevin.info)

december 2019

## Het is een gave

### 4: Aladdin

“Aladdin vond een olielamp tussen de talrijke schatten in de Grot der Wonderen. Door te wrijven kon geest Genie uit de lamp ontsnappen en mocht Aladdin drie keer een wens doen. Mijn geest is waarschijnlijk familie, maar zij zit verborgen in een koperen vaasje. Als ze er zin in heeft, houdt ze niet alleen het touwtje vast, maar ook het vaasje.” Bekijk de [film](#).

#### ■ Ruud Brouwer

Goochelaars noemen een tekst zoals hier boven ‘*patter*’ (a prepared and practiced speech that is designed to produce a desired response from its audience). Een aantrekkelijk verhaal is erg belangrijk en minstens de helft van de illusie die je creëert. Je trekt de aandacht van het nietsvermoedende publiek precies in de richting die jij wilt.

De illusie zelf is natuurlijk gebaseerd op niets anders dan elementaire natuurkunde. Het is zo simpel dat je (zonder een hint) de truc snel over het hoofd ziet.

Zet je leerlingen aan het denken! Laat ze de film zien en maak er een klassendiscussie van: dan lukt het vast wel om de natuurkunde te ontdekken én het moment dat de truc plaatsvindt.



Mocht je er toch niet uitkomen, verderop in deze *Proefprikkel* staat de uitleg.

Wil je in je lessen ook wat magie laten versmelten met de lesstof? Beloof dan aan je tweedeklassers dat je na ieder proefwerk een natuurkundige truc laat zien. Als zij niks doorhebben, kun je ieder publiek aan. Dertig paar ogen kijken als haviken naar je handen. Zij leggen uit zichzelf nog geen verbanden zoals hoog opgeleide volwassenen – heel naïef – automatisch wel doen als twee gebeurtenissen vlak na elkaar plaatsvinden. Hebben ze je door? Beloon ze dan met iets extra’s, bijvoorbeeld door ze de mogelijkheid te geven om een deelvraag uit het proefwerk weg te strepen.

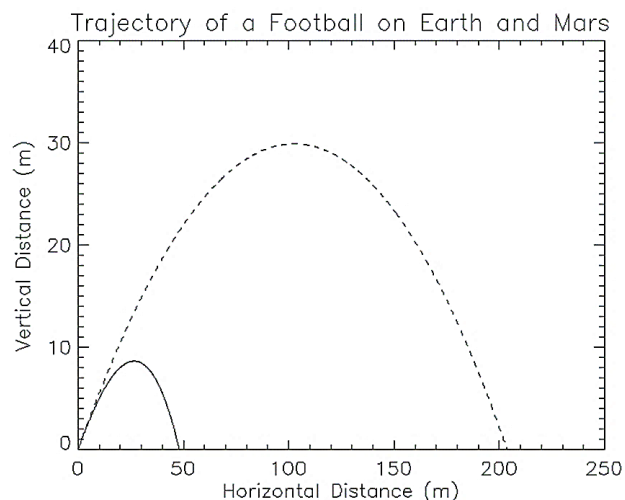


# Voetbalschot op Mars

De Ig Nobelprijs is er niet voor niks want wetenschappers publiceren soms onverwachte dingen. Louis vond een artikel uit 2011 van Meredith, Boulderstone en Clapton van de Universiteit van Leicester<sup>1</sup> waarin onder andere werd gerekend aan een voetbalschot op Mars. Lieke zou daar ongeveer 4 keer zo ver schieten. We proberen met een simpel model in *Coach* de grafiek uit het artikel te reproduceren. Het model is een uitbreiding van model 5 in [Stevin vwo](#) op p. 294.



## ■ Ruud Brouwer en Louis Mathot

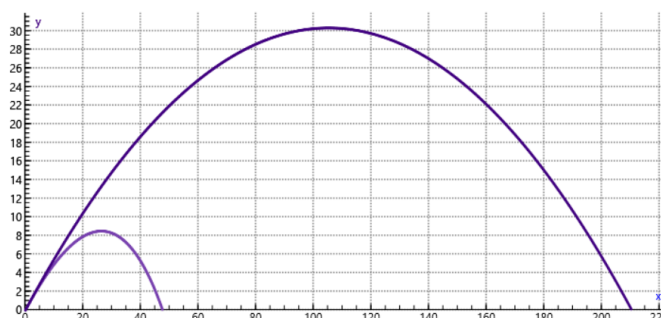


De getrokken lijn in de grafiek van het artikel is de baan op aarde en deze is *niet* symmetrisch. De gestippelde lijn (Mars) lijkt dat zo op het oog wel te zijn. Daarom verwaarlozen we in ons simpele model de luchtweerstand op Mars. Op aarde laten we alleen de luchtweerstand en de zwaartekracht op de bal werken. Liftkrachten die voor spin zorgen (het magnuseffect), zodat de bal tijdens de vlucht om zijn eigen as draait, laten we achterwege. Wie hierin wel geïnteresseerd is en bijvoorbeeld de beroemde vrije trap van Beckham tegen Griekenland in 2002 wil onderzoeken, kan kijken in het aardige artikel *Trajectory analysis of a soccer ball* van Goff en Carré<sup>2</sup>. Dit soort onderwerpen zijn namelijk nog al eens onderwerp van gesprek bij een profielwerkstuk.

De getallen die Meredith, Boulderstone en Clapton in hun artikel gebruiken voor de straal  $R$ , de massa  $m$  van de bal en de luchtweerstand coëfficiënt  $C_d$  hebben we overgenomen:  $R = 0,109$  m,  $C_d = 0,25$ ,  $m = 0,424$  kg en  $\rho_{\text{aarde}} = 1,2$  kg/m<sup>3</sup>. De bal wordt onder een hoek van 30° getrap met een snelheid van 30 m/s.

'voetbalschot op Mars	'startwaarden
$t := t + dt$	$t = 0$
$F_z = -m \cdot g$	$dt = 0,01$
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	$m = 0,424$
als $g = 3,7$ dan $FL = 0$	$g = 3,7$
anders	$\alpha = 30$
$FL = k \cdot v^2$	$v = 30$
$FL_x = -FL \cdot (v_x/v)$	$v_x = v \cdot \cos(\alpha)$
$FL_y = -FL \cdot (v_y/v)$	$v_y = v \cdot \sin(\alpha)$
eindals	$\rho = 1,2$
$a_x = FL_x/m$	$c_w = 0,25$
$a_y = (F_z + FL_y)/m$	straal = 0,109
$v_x = v_x + a_x \cdot dt$	Opp = 3,14 * straal <sup>2</sup>
$v_y = v_y + a_y \cdot dt$	$k = 0,5 \cdot \rho \cdot c_w \cdot \text{Opp}$
$x = x + v_x \cdot dt$	$x = 0$
$y = y + v_y \cdot dt$	$y = 0$
Als $y < 0$ dan stop eindals	

Ons model in *Coach* komt aardig in de buurt van de grafiek uit het artikel.



### Bronnen:

- Meredith, C. J., Boulderstone, D., & Clapton, S. (2010). A2\_1 Association Football on Mars. *Physics Special Topics*, 9(1).
- Goff, J. E., M. J. Carre, 2009. *Trajectory analysis of a soccer ball*. *Am. J. Phys.*, 77 (11)

## Uitleg Aladdin

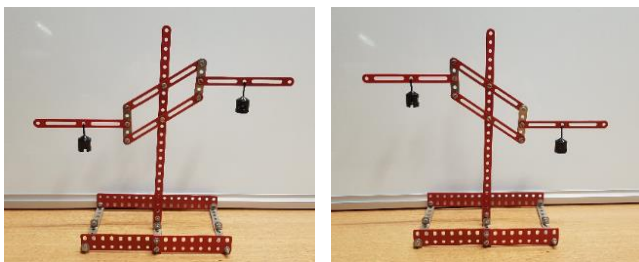
Het antwoord is wrijving. Laat er stiekem een klein rubber balletje in vallen waardoor het touw tegen de wand klemt.

# De balans van de Roberval

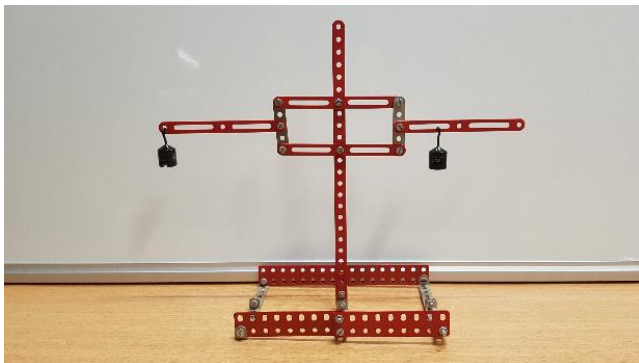
De balans van de Roberval kwam ik als leerling lang geleden tegen in een intrigerende opgave op p. 42 in *Scoop 5/6 vwo*. Het is een mooi voorbeeld van een merkwaardig evenwicht. Hiernaast is er eentje met Meccano nagebouwd door een 4 havo leerling voor een extra punt. Meccano blijft leerzaam speelgoed dat misschien weer wat vaker het lokaal in moet om toekomstige technuten te ontdekken.

## ■ Ruud Brouwer

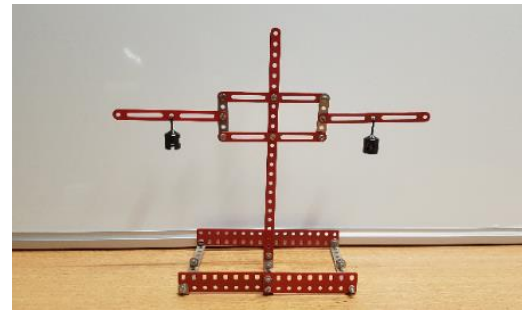
De gewichtjes zijn even zwaar, dus als de armen links en rechts gelijk zijn, is de balans in iedere stand in evenwicht.



Maar hoe verklaar je deze stand?



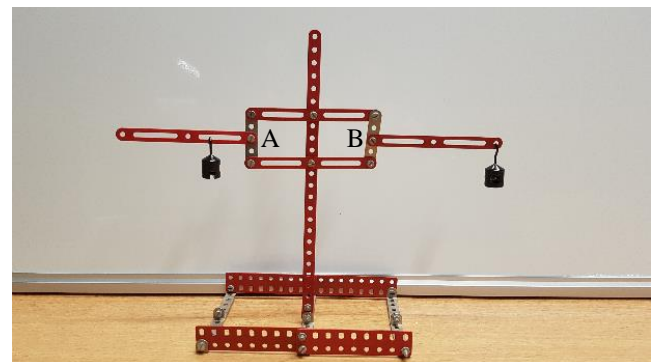
De gewichtjes hangen nu op verschillende afstanden vanaf het midden en toch slaat de balans niet door naar links. Menig ingenieur staat dan toch even met zijn ogen te knipperen. Het antwoord staat in de rechter kolom, maar spiek niet te snel.



Nu je het principe van de balans van de Roberval kent, zie je dat veel weegschalen zo werken. Het maakt helemaal niet uit waar je de gewichtjes in het linker platte schaaltje neerzet. In de witte voet is de andere horizontale verbinding verborgen.

Bij het behandelen van de momentenwet in [hoofdstuk 4](#) van *Stevin havo* staat deze balans garant voor een leerzame discussie in de klas.

Antwoord: starre verbindingen bij de vastgedraaide moeren A en B.



Die zorgen ervoor dat de armen links en rechts altijd even groot zijn, ongeacht waar je de gewichtjes ophangt.

Als je het Franse dorp Roberval uitrijdt, zie je een mooi eerbetoon aan de Franse wiskundige.



# Akelige beelden

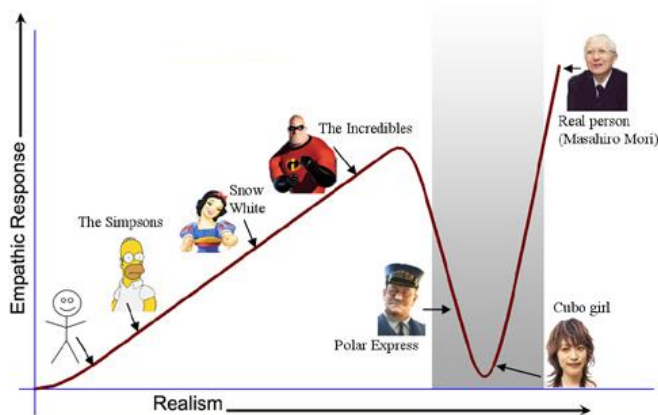
Androïden zijn robots die zich gedragen als mensen. Met talloze motortjes worden gezichtsspieren aangestuurd. Zolang het verschil duidelijk is, maken we daar geen probleem van. Problemen ontstaan in onze gedachten als de gelijkenis te groot wordt. Masahiro Mori zette de sympathie uit tegen de gelijkenis met de mens en bedacht in 1970 de term: 'Uncanny Valley', de griezelvalley voor de dip in de grafiek. Waarom geeft de [Cubo girl](#) hiernaast velen een ongemakkelijk gevoel? En is die afkeer afhankelijk van de leeftijd?



■ Louis Mathot

## De Uncanny Valley

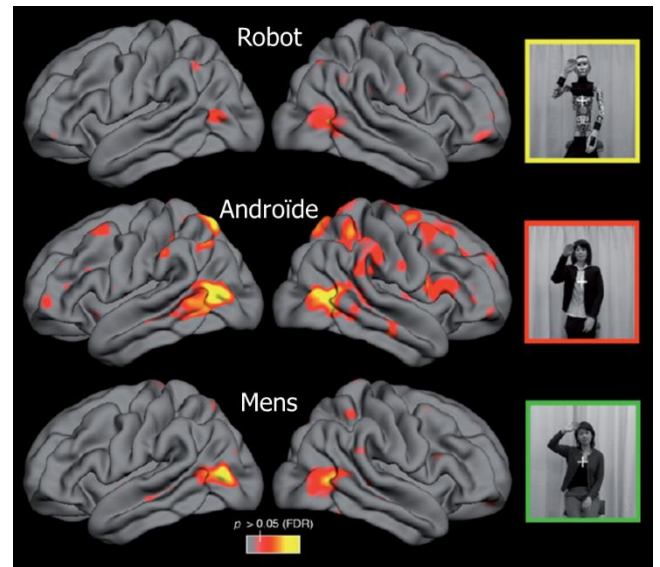
Duidelijk herkenbare figuren kunnen op onze sympathie rekenen. Tot op zekere hoogte.



Bijna-menselijke robots veroorzaken het dal in de grafiek. Als we kijken naar bewegende beelden, ontstaat dezelfde grafiek maar dan sterker geprononceerd. Animatiestudios weten dat; bij té menselijke kwaliteiten van hun figuren haken toeschouwers af. Ook met langdurig verjongde acteurs zoals in de film *The Curious Case of Benjamin Button* met Brad Pitt treedt dat effect op.

## Onbehaaglijk

Een van de theorieën is dat ons brein op tilt gaat als we tegenstrijdige informatie moeten verwerken, bijvoorbeeld een robot die praat als een mens of een mens die praat als een robot. Dit zijn Bokete en Jofo.



Uit fMRI-opnamen blijkt dat het brein harder werkt als we naar een androïde kijken dan wanneer we naar een robot of naar een mens kijken. Een andere theorie denkt eerder aan vervangingsangst.

## Onderzoek

Vraag je klasgenoten androïden te waarderen op een schaal van 1 tot 10. En maak daarvan een grafiek als hiernaast. Vraag hetzelfde aan je leraren. Is er verschil?

Kies afbeeldingen van bijvoorbeeld: Seven of Nine in Star Trek; Gollum; de clown in IT (Pennywise); de nieuwe Lion King; Mark Zuckerberg; een opgezet dier; een knuffel; een Zombie; het monster van Frankenstein; een Avatar; een wassen beeld, ...

## Bronnen

- 10 creepy examples of the uncanny valley
- Rosenthal-von der Pütten, et al. (2019). Neural Mechanisms for Accepting and Rejecting Artificial Social Partners in the Uncanny Valley. *Journal of Neuroscience* 39(33)
- Ravven, W. (2012). Crossing the "uncanny valley". <http://research.universityofcalifornia.edu/>