

PROEFPRIKKELS 5

Periodieke uitgave van STEVIN natuurkunde

www.stevin.info

stevin@stevin.info

februari 2019

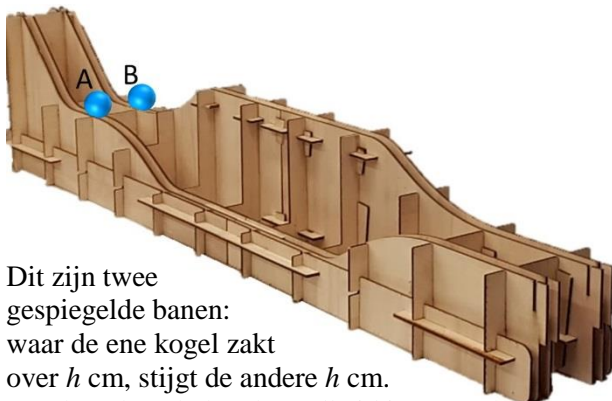
Railbanen

Het plan om railbanen te bouwen voor demonstraties over energiebehoud had ik al lang. De trigger was een opgave uit [Extra](#) bij *Stevin* vwo hoofdstuk 1. De onbekende snelheid (zie het ? hiernaast) is kleiner dan 5 m/s.

Toen ik ontdekte dat op mijn school een laser-cutter was aangeschaft, kon ik de railbanen bouwen en ze showen in de werkgroep *Proefprikkel*s op de WND-conferentie.

■ Ruud Brouwer

Gespiegelde banen



Dit zijn twee gespiegelde banen:

waar de ene kogel zakt over h cm, stijgt de andere h cm.

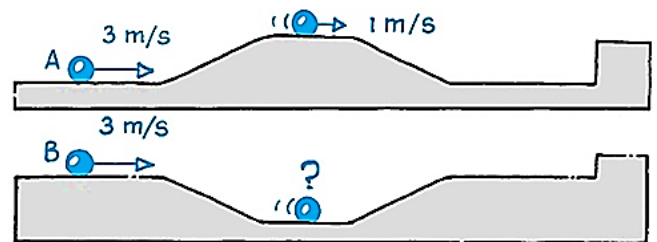
Bereken de onbekende snelheid is geen standaardvraag. Een VWO-leerling moet zijn best doen om te snappen dat de onbekende *geen* $3 + 2 = 5$ m/s is.

Pas tweemaal $\Delta E_k = \Delta E_z$ toe: daaruit volgt eerst h en vervolgens $v_B < 5$ m/s.

Of je redeneert: $a = \Delta v / \Delta t$ en $|a|$ bij 'helling op' en 'helling af' is dan wel gelijk, maar $\Delta t_{\text{omlaag}} < \Delta t_{\text{omhoog}}$ en dus is $v_B < 5$ m/s.

Zonder demonstratie is het al leuk, maar dan blijft het papieren natuurkunde. Daarom ben ik zo blij met de lasercutter. Nu kan ik het in de klas demonstreren. Laat twee identieke kogels tegelijk los.

- Welke kogel, A of B, is het eerst aan de overkant? Waarom?
- Welke kogel heeft aan de overkant de grootste snelheid? Waarom?



De [film](#) laat zien hoe mooi de railbaan werkt.

Om de laatste vraag experimenteel te bevestigen, laat ik de kogels van de baan afspringen en op carbonpapier neerkomen. De afdrucken van de kogels staan naast elkaar en dus was hun eindsnelheid even groot.

Asymmetrische baan

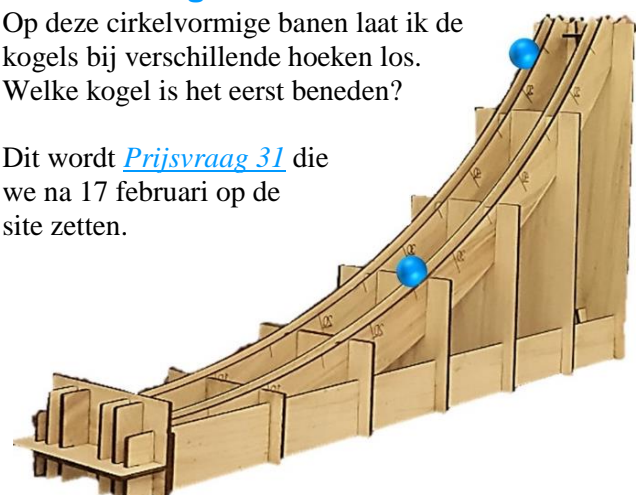
Met een asymmetrische baan toon je energiebehoud aan. Rechts losgelaten komt de kogel links vrijwel even hoog; wrijving is er nauwelijks.



Cirkelvormige banen

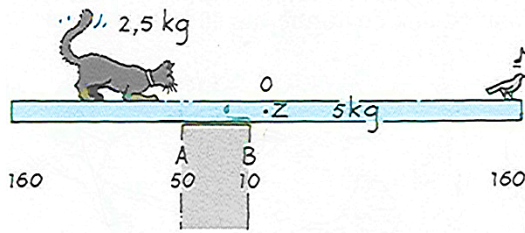
Op deze cirkelvormige banen laat ik de kogels bij verschillende hoeken los. Welke kogel is het eerst beneden?

Dit wordt [Prijsvraag 31](#) die we na 17 februari op de site zetten.



De loopkat

Op de afgelopen WND conferentie liet ik ook de opstelling met de *Loopkat* zien. Zie [Extra](#) van Stevin havo hoofdstuk 4. Daarmee is weer een opgave gepromoveerd tot practicum.



De dxf-bestanden voor de lasercutter kosten € 25. Stuur een mail naar rbrouwer@donboscollege.com

Prijsvraag 29, maar dan anders

Door [prijsvraag 29](#) over het blikje in evenwicht kwam ik toevallig op de site van de Universiteit van Texas in Austin terecht en zag iets dat er nóg spectaculairder uit zag: een half gevuld glas op zijn kant in evenwicht! Kan dit echt?

■ Ruud Brouwer

Gelukkig verklappen ze de truc waarmee je de natuurkunde een handje kunt helpen bij dit soort balanceer-acts. Gedeeltelijk met vloeistof vullen maakt het nog gevaarlijker om te zien.

De truc: strooi een hoopje zout (maak een kegeltje) op een stabiele horizontale tafel en zet daar het borrelglas of whiskyglas in. De paar korreltjes zout tussen de tafel en het glas helpen de stabiliteit enorm. Blaas tenslotte het overbodige zout weg.

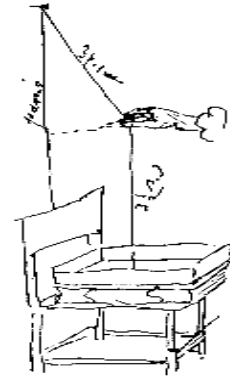


Als je eenmaal bezig bent: balanceren op de rand van een munt of op de kleine ribbeltjes van een aanrechtblad lukt ook.



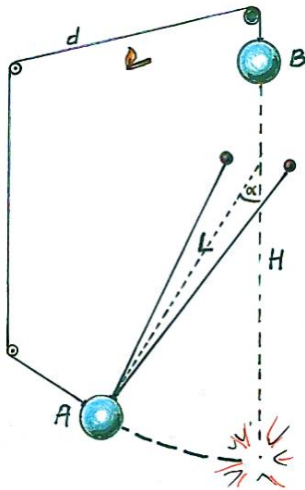
[Prijsvraag 30](#) over een balans is inmiddels gepubliceerd. Laat je leerlingen hier aan meedoen, ze maken kans op € 25,-. Aanvullend materiaal bij *Proefprikkel*s, zoals [video's](#), is ook op de site te vinden.

Botsende ballen



Huygens gebruikte in 1659 een slinger om de valtijd van een kogel te meten. Bij zijn proef hield hij het slingergewicht én de kogel in één hand en liet ze tegelijk los, waarna het slingergewicht tegen de muur botste en de kogel in de bak viel. Dit is een variant op zijn proef.

■ Louis Mathot



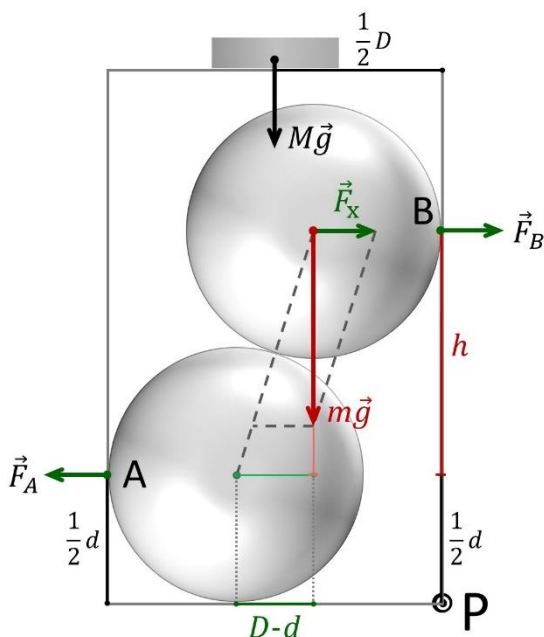
Een bol A is opgehangen aan twee draden zodat hij in het vlak van de tekening kan slingeren met slinger-lengte L . Een tweede bol B op hoogte H boven de evenwichtsstand van de slinger wordt tegelijk met A losgelaten door draad d door te branden. Als je H goed hebt gekozen, botsen de ballen vol op elkaar.

- Combineer $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ met $h(t) = \frac{1}{2}gt^2$ en toon aan: $\frac{H}{L} = \frac{\pi^2}{8}$
- Kies $L = 2,00$ m en bereken H .
- Bouw de opstelling (maak α niet al te groot) en controleer de bewering.

Bewijs drie ballen en blikje

In [Proefprikkel 4](#) en op de WND-conferentie was [dit](#) een prijsvraag voor de docenten. Meerdere collega's vonden het goede antwoord, maar Erik van de Leur (Blariacumcollege) was de eerste. De winnaars hebben hun prijs al ontvangen.

■ Hubert Biezeveld



M is zo groot, dat het blikje nét niet omkiepert bij P; er is dus evenwicht. Dat betekent:

- de krachten in A en B zijn even groot en tegengesteld gericht.
 $F_A = F_B = F_x$ (1)
- de som van de momenten t.o.v. P is nul.
 $Mg \cdot \frac{1}{2}D + F_A \cdot \frac{1}{2}d = F_B \cdot (\frac{1}{2}d + h)$ (2)

Uit gelijkvormigheid van driehoeken volgt:

$$F_x : mg = (D - d) : h \Rightarrow F_x h = mg \cdot (D - d) \quad (3)$$

Combineer (1), (2) en (3) \Rightarrow

$$Mg \cdot \frac{1}{2}D = mg \cdot (D - d) \Rightarrow M = 2m \cdot \frac{D-d}{D}$$

Vier demonstraties met een Teslabol

Deze ‘plasmabol’ met zijn mooie gekleurde ontladingen is tegenwoordig makkelijk te verkrijgen. Op internet of in een giftshop kun je uit verschillende bolformaten kiezen. Louis Mathot schreef in [Smaakmaker 31](#) al eerder over een aantal proeven met het sterke E -veld van de Teslabol en maakte er een Kirlianfoto mee.

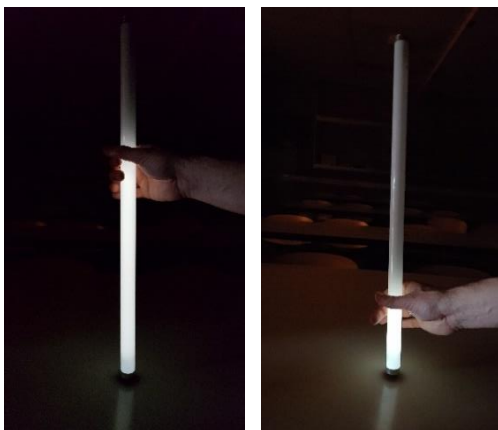
■ Kim Blankendaal & Ruud Brouwer

Demo 1: Aardstralen

Verstop de Teslabol op een stoel onder je demonstratietafel en leg een losse tl klaar. Dim het licht in je lokaal. Pak de tl op en doe net alsof je ‘aardstralen’ of ‘ N -stralen’ zoekt door de tl horizontaal langzaam heen en weer over tafel te zwaaien. Als de tl met zachte gloed oplicht, houd je de tl stil en heb je het knooppunt van de leylijnen gevonden. Onzin natuurlijk, want aardstralen en N -stralen schijnen niet te bestaan. Echter, hele volksstammen laten zich voor veel geld op deze manier misleiden en het is niet verkeerd om je leerlingen voor charlatans te waarschuwen.



De verklaring is simpel: door het sterke E -veld (dat gewoon door de tafel heen komt) en de bijbehorende elektrische kracht worden de elektronen in de tl versneld. In de verf waarmee de buis aan de binnenkant is ingesmeerd, ontstaat het zichtbare licht. Zet de tl ook verticaal op tafel, recht boven de verstopte Teslabol. Veeg met je hand langs de buis op en neer. Op magische wijze volgt het licht je hand en dat ziet er indrukwekkend uit. Op de plek waar je hand de buis raakt, aard je de buis waardoor het oplichtende effect verdwijnt.



Demo 2: Draadloze spanning

Zet op 25 cm afstand van de bol een blikje en laat zien dat op dit blikje spanning staat. Wanneer een (halogeen)lampje contact maakt met het blikje, zal het licht geven.



Demo 3: Storing

Een digitale klok of rekenmachine zal onbetrouwbare waarden aangeven wanneer deze in de buurt worden gehouden. Wat hoor je wanneer je de plug van je speakers of koptelefoon tegen de plasmabol aan houdt?

Demo 4: Hart inbranden

Leg een muntje op de plasmabol, verduister de ruimte en vraag een slachtoffer een vinger langzaam naar de rand van het muntje te bewegen. Die voelt dan een schok, net als bij de van de Graaff generator en de Whimshurst en ziet een klein lichtflitsje. Maar, pas op dat de vinger niet verbrandt! Wie dit niet gelooft, kan een papiertje op het muntje leggen en het scherpe uiteinde van een paperclip zacht op het papiertje drukken. De leerlingen zullen in de rij staan om op deze manier een hartje in het papier te branden.

