

PROEFPRIKKELS 14

Periodieke uitgave van STEVIN natuurkunde

www.stevin.info

stevin@stevin.info

september 2020

De prijsvraag voor docenten

Tegelijk met [Proefprikkel 13](#) stuurden we een prijsvraag mee voor onze lezers. De opdracht was een *complete* verklaring te geven voor wat er op deze foto van Tjeerdo Wieberdink te zien is. De eerste drie inzenders ontvangen de ingebonden exemplaren van *periScoop*, het bulletin dat tussen januari 1994 en februari 2002 verscheen bij *Scoop*.

Er waren verschillende inzendingen, maar ze waren niet allemaal goed. De inzendingen van Raoul Kuiper en Wim Vermeulen waren foutloos, zij hebben inmiddels hun prijs ontvangen.

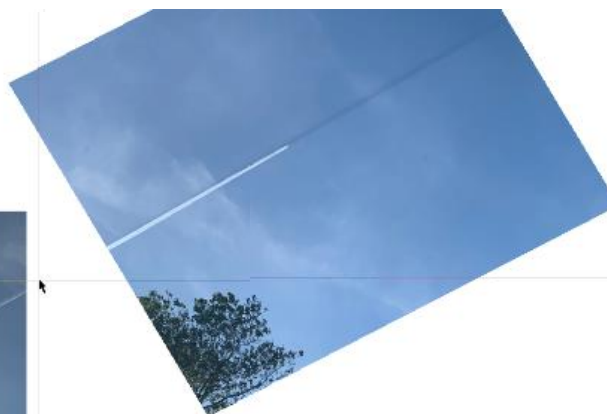
■ Hubert Biezeveld

De oplossing

Alle inzenders hadden door dat de witte lijn een condensspoor van een vliegtuig is. Vier van hen schreven dat de donkere lijn de schaduw is van het spoor op lagere luchtlagen, maar dat is niet genoeg voor een *complete* verklaring. Daarvoor is nog vereist dat uitgelegd wordt waarom condensspoor en schaduw samenvallen.



De oplossing van het raadsel volgt uit de tweede foto die Tjeerdo een paar seconde na de eerste maakte. Daarop is te zien dat het condensspoor precies naar de zon wijst. Condenssporen plus schaduw zijn wel vaker aan de hemel te zien en toen we de prijsvraag plaatsten, dacht ik nog “daar maak ik binnenkort wel een foto van”. Maar toen viel het vliegverkeer dankzij corona weg en waren er dus ook geen condenssporen meer te zien.

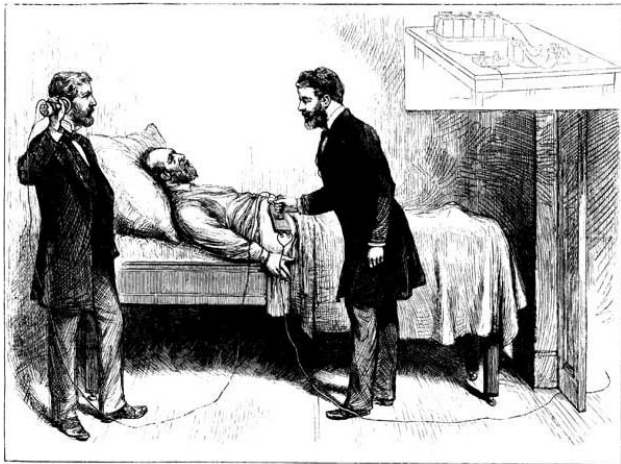
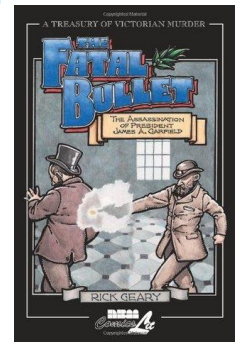


Het derde exemplaar van de ingebonden *periScopen* gaat naar diegene die een foto opstuurt van een condensspoor met een schaduw die *niet* samenvalt met het spoor.

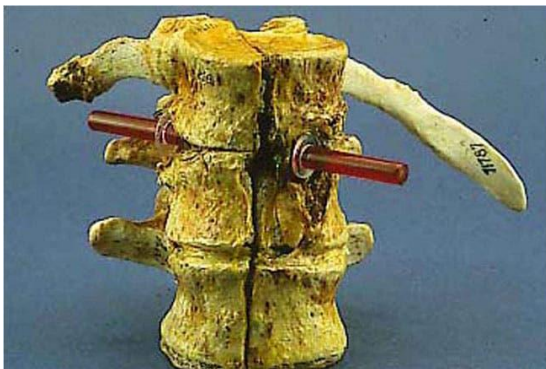
Hoe Bell metaal detecteerde – 2

Garfield wilde helemaal geen president worden. Oorspronkelijk leraar klassieken en generaal-majoor tijdens de burgeroorlog, koos hij in 1863 voor de politiek. Als congreslid publiceerde hij een variant van een Chinees bewijs voor de stelling van Pythagoras. Hij werd na 35 vergeefse pogingen gekozen op de conventie van de republikeinse partij. Op die 2^e juli werd hij per paard-ambulance naar het Witte Huis gebracht en begin september met de trein naar de kust; de extra spoorweg van een halve mijl was door de plaatselijk bevolking in 24 uur gelegd.

■ Louis Mathot



De eerste poging van Bell en Tainter mislukte omdat de condensator verkeerd om was aangesloten. Tainter beweegt hier de vierde spoel over de president. Achteraf bleek de kogel de ruggengraat te hebben doorboord maar het merg gemist te hebben.



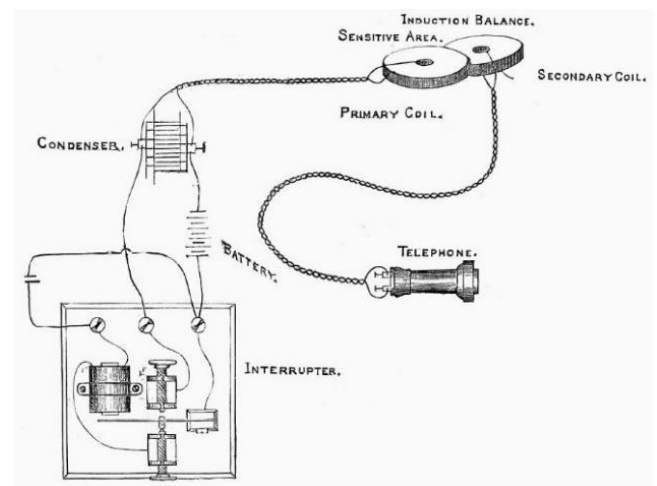
Eigenlijk was er medisch gezien dus niet veel aan de hand, de kogel bleek bij de autopsie inderdaad geen kwaad te kunnen. Maar Garfield verloor in 79 hete dagen 80 pond want hij kreeg bijna geen vast voedsel, bang als de artsen waren dat zijn darmen geperforeerd waren. Newcomb zorgde met lucht over ijsblokken dat de temperatuur zakte. Garfield stierf op 19 september. Guiteau verdedigde zich met de uitspraak: 'Yes, I shot him, but his doctors killed him.'

Hij werd een jaar later opgehangen. Zijn hersenen werden ter onderzoek in mootjes gehakt maar bleken normaal.

Veertien jaar later werd röntgenstraling ontdekt. De eerste MRI-scan van een lichaam dateert van 1977.

Tweede inductiebalans

Bell schreef in een voetnoot dat de post mortem liet zien dat de kogel te diep zat om te worden gevonden. Hij maakte meer dan één ontwerp. Onder andere dit met twee spoelen die ten opzichte van elkaar te verschuiven waren. Maak de opstelling met twee luchtspoelen en schuif die zó dat er niets te horen is. Ga dan op zoek naar metaal.



Lijf als batterij

Het meest simpele ontwerp van Bell: een telefoon, één draad naar een metalen plaat met gel en de andere naar een dunne naald van hetzelfde metaal. Als de loden kogel werd getoucheerd: 'klik'! Alsof je een koperen schroef en een spijker in een citroen prikt.



Verstop een stalen kogeltje in een meloen (scheef erin en verder duwen) en plak het gat af. Vraag een ander het kogeltje met deze opstelling te vinden.

Bronnen:

A President Felled by an Assassin and 1880's Medical Care
The New York Times July 25, 2006
The inept doctor who killed President Garfield
New York Post September 22, 2016

Een simpele motor en trein

Uitgelegd

De verklaring van een simpele motor sluit mooi aan bij het hoofdstuk [Elektromagnetisme](#) in het vwo-boek. Echter, met een verklaring voor de werking van de simpele trein in [Proefprikkel 13](#) kun je testen of een leerling echt goed in de materie zit. Wie weet, willen je leerlingen een van de andere trucs met batterijen en magneten uitproberen en wordt er een boeiend profielwerkstuk over gemaakt.

■ Kim Blankendaal

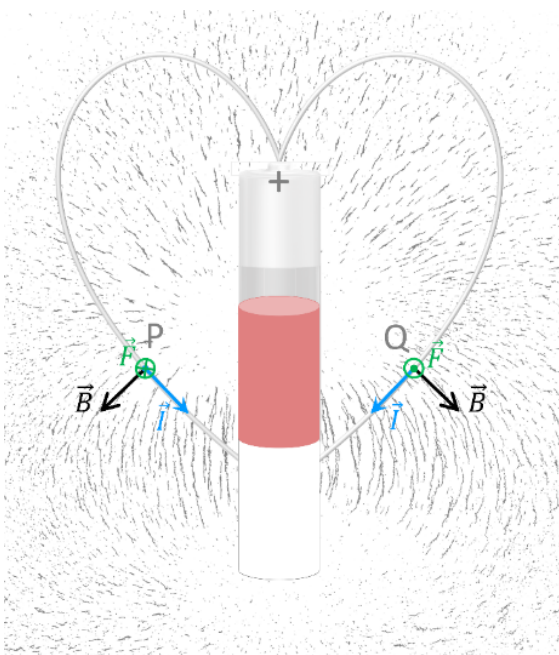


Neodymiummagneten zijn tegenwoordig in alle vormen en maten beschikbaar om mee te experimenteren. Plaats aan de pluspool van een batterij een magneet met een schroefgat, met daartussen een klein propje aluminiumfolie, en aan de andere kant een iets grotere schijfmagneet. Bedek je tafel met aluminiumfolie en je 'motor' gaat rondjes draaien totdat de batterij leeg is, zie [video](#).

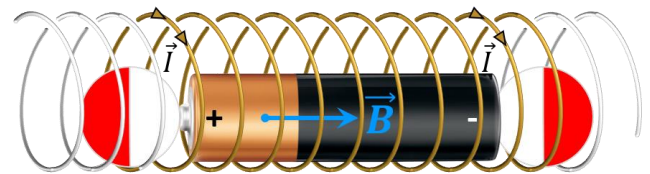
Verklaring simpele motor

Bij de punten P en Q in de afbeelding hieronder zijn \vec{I} en \vec{B} getekend. \vec{F}_L gaat bij Q het papier uit, waardoor het hartje vanaf bovenaf gezien met de klok mee draait.

In de buurt van de + is de grootte van \vec{F}_L op het draadraam ≈ 0 N, want \vec{B} is daar evenwijdig aan \vec{I} .



Verklaring trein



De 'trein' bestaat uit een batterij met twee bolvormige magneten aan beide uiteinden waarbij de noordpolen in tegengestelde richting wijzen. Het contact van de 'trein' met de koperen spoel in de baan zorgt voor een plaatselijke gesloten stroomkring. De spoel gedraagt zich daar dan als een elektromagneet met een magnetisch veld dat naar rechts is gericht. De zuidpool van de linker magneet wordt hierdoor weggestoten door de zuidpool van de elektromagneet; de zuidpool van de rechter magneet wordt aangetrokken door de noordpool van de elektromagneet.

Voor beide bolmagneten geldt dat je die kunt vervangen door een gewone stalen kogel: één magnetische kogel is voldoende om de 'trein' te laten bewegen.

Prijsvraag 41

Klik op deze [link](#), je leerlingen maken kans op € 25.

41 π in het Oude Testament

π (deel 1)

Wat pi is weet iedereen: de verhouding tussen omtrek en diameter van een cirkel. De favoriete manier van Louis werkt met magneetkogels op een overheadprojector (nooit wegdoen!) en dan is een touwtje om de omtrek te bepalen niet eens nodig. Als je geen magneetkogels hebt, zet dan een beker neer en leg de kralen er omheen. De diameter van de cirkel is 7,6 cm (meet tussen de overstaande contactpunten). Leg de kralen nu in de lengte en je hebt de omtrek te pakken: 24,2 cm. Dus: $\pi = 24,2/7,6 = 3,2$. Toen ik Louis over zijn proef hoorde, kwam ik op dit idee: waterflesjes hebben een verzegelde dop. De diameter is 3,2 cm en de los getrokken strip is 9,9 cm lang. Dus: $\pi = 9,9/3,2 = 3,1$. Er bestaat zelfs een pi-dag, namelijk op 14 maart (3/14 schrijven ze in de VS). William Jones gebruikt in 1706 in zijn boek *A New Introduction to Mathematics* de Griekse letter π als eerste. De notatie werd bekend toen Leonhard Euler die in 1737 overnam. Het cirkelgetal zorgde voor een decimaaljacht bij mensen, die soms duizenden decimalen uit hun hoofd kenden.

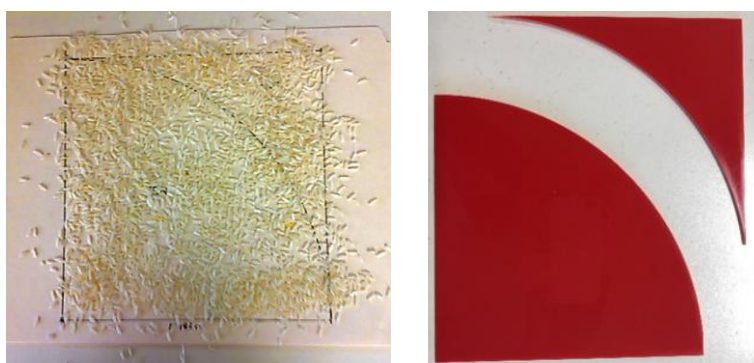


■ Ruud Brouwer

Laat de ene helft van de klas weegschalen en pakken rijst halen uit het kabinet. Op A4 tekenen ze een vierkant met zijde r en in het vierkant een kwartcirkel met straal r . Strooi de rijst gelijkmatig uit op het papier en haal de korrels buiten het vierkant weg. Alle rijstkorrels in het vierkant hebben samen een massa M . De rijstkorrels in de kwart cirkel een massa m . Meet M en m . Pi is dan te berekenen met: $\pi = \frac{4m}{M}$.

Mijn meting gaf: $\pi = \frac{4 \cdot 54}{67} = 3,2$.

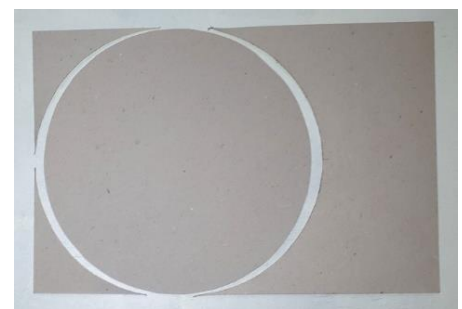
Mocht je deze proef liever willen demonstreren, laat dan door je TOA uit een plaat hout of gekleurd perspex een vierkant snijden en uit het vierkant de kwart cirkel. De twee delen moeten naadloos passen. De massa's M (vierkant) en m (kwart cirkel) zijn dan op een weegschaal in een handomdraai bepaald.



Laat de andere helft van de klas op hun telefoon de formule van het oppervlak van een cirkel zoeken en daarna als echte wiskundigen in de dop de formule $\pi = \frac{4m}{M}$ bewijzen. Het vierkant heeft een oppervlak gelijk aan r^2 en de kwartcirkel een oppervlak van $\frac{1}{4} \cdot \pi r^2$. Dan geldt:

$$\frac{\text{oppervlak vierkant}}{\text{oppervlak kwart cirkel}} = \frac{r^2}{\frac{1}{4} \pi r^2} = \frac{M}{m} \Rightarrow \pi = \frac{4m}{M}$$

Deze proef kan natuurlijk ook met karton gedaan worden, waarbij een hele cirkel uit een rechthoek is geknipt. Collega's die vwo-leerlingen willen laten zien hoe meetonauwkeurigheden doorwerken in het eindantwoord kunnen deze simpele proef gebruiken om uit te leggen dat in de natuurkunde niets exact is. Hubert vond via verhoudingen: $\pi = 3,17 \pm 0,04$ (1,3%)



hele karton:
 $45,35 \pm 0,02$ g (0,4%)
 $24,0 \pm 0,05$ cm (0,2%)
 $34,0 \pm 0,05$ cm (0,1%)

cirkel:
 $25,36 \pm 0,02$ g (0,8%)
 $24,0 \pm 0,05$ cm (0,2%)

Bron: Calculating Pi Using the Monte Carlo Method. *The Physics Teacher* **51**, 468 (2013)