

# PROEFPRIKKELS 13

Periodieke uitgave van STEVIN natuurkunde

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

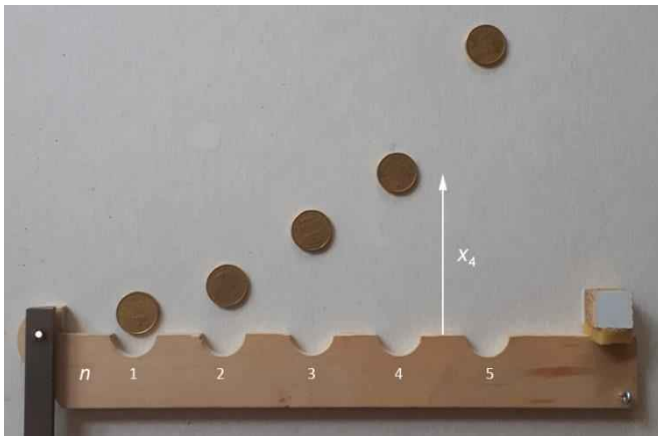
[stevin@stevin.info](mailto:stevin@stevin.info)

mei 2020

## Met geld schieten

In *periScoop 5* van juni 1995 besteedde ik al eens aandacht aan deze ‘gouwe ouwe’ uit de *Nuffield* serie. Omdat ik sindsdien van Ruud geleerd heb hoe je meetresultaten prachtig met *Excel* kunt verwerken, heb ik de proef opnieuw gedaan, nu met halve euro’s in plaats van met guldens. Gelukkig hebben die munten vrijwel dezelfde afmeting zodat de latjes met uitsparingen ook in 2020 nog bruikbaar zijn.

■ Hubert Biezeveld

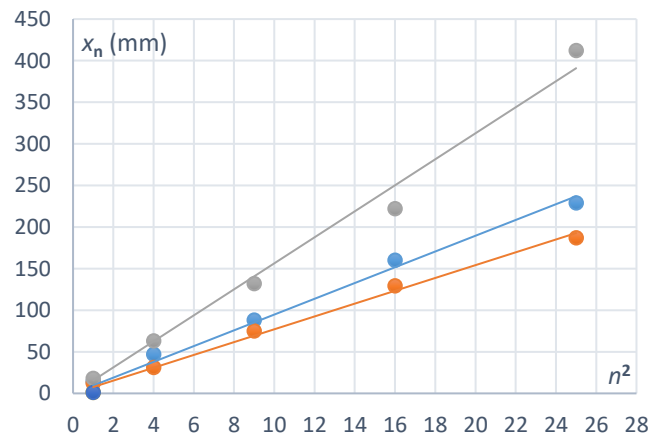


De foto geeft vrijwel alle uitleg. Je schiet met een draaiend latje met vijf uitsparingen vijf munten tegelijk weg. De snelheden waarmee ze aan het einde van de draaiing het latje verlaten, zijn evenredig met de posities  $r_n$  ten opzichte van het draaipunt ( $v_n = \omega r_n$  en  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ ).

$$E_{k,n} \sim v_n^2 \sim n^2 \text{ en } E_{k,n} - F_{\text{rem}} \cdot x_n = 0 \Rightarrow x_n \sim n^2$$

| $n$ | $n^2$ | meting 1 | meting 2 | meting 3 |
|-----|-------|----------|----------|----------|
| 1   | 1     | 12       | 14       | 18       |
| 2   | 4     | 31       | 47       | 63       |
| 3   | 9     | 75       | 88       | 132      |
| 4   | 16    | 129      | 160      | 222      |
| 5   | 25    | 187      | 229      | 412      |

De eindpunten van de remwegen  $x_n$  vormen dus een parabool zoals op de foto prachtig te zien is. In het draaipunt zit een holnetje dat op zijn plaats wordt gehouden door een stift in de tafelklem. Je zwiept de lat met je hand tegen een stootblok voorzien van een stukje schuimrubber. Als je dat schuimrubber weglaat, krijg je slechte resultaten, waarschijnlijk doordat er bij een harde klap een schokgolf in de lat ontstaat die sommige munten extra snelheid geeft.



## Prijsvraag 40



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

*Een zwevend blikje*

# Hoe Bell metaal detecteerde – 1

Op 2 juli 1881 schoot Charles Guiteau de net gekozen president James Garfield neer op het station van Baltimore & Potomac omdat hem een diplomatieke post geweigerd was. De kogel in zijn lijf werd op het perron al gezocht door een vinger in de wond te duwen. Newcomb, een oud-studiegenoot van Garfield, suggereerde in de *Baltimore Sun* op 8 juli een draaiende magneet te gebruiken die door wervelstromen in de kogel zou worden afgezwakt. Alexander Graham Bell las dat en de twee sloegen aan het experimenteren.

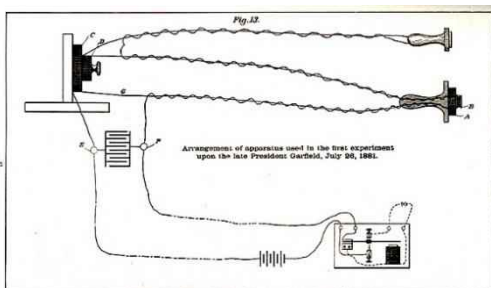


## ■ Louis Mathot

De president kwam onder de hoede van dokter Bliss – voornaam ‘Doctor’ – die cundurango propageerde tegen kanker, syfilis en alle chronische bloedziekten. Hij prikte zonder verdoving met een sonde tot aan een rib en stak zijn ongewassen vinger keer op keer in de wond teneinde het pad van de kogel te vinden. Minstens een dozijn andere artsen deed dat ook. Bliss hechtte geen geloof aan de beweringen van Lister in het VK over bacteriën.

## Inductiebalans

De balans van Bell leek op de brug van Wheatstone met spoelen in plaats van weerstanden. De stroom in de primaire kring (grote spoelen) werd voortdurend onderbroken door een interruptor die nog wel te zien is in oude deurbellen. Of hij gebruikte een microfoon die schakelde op het geluid van een tikkende klok.

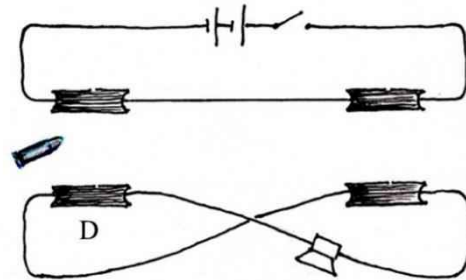


De secundaire kring (kleine spoelen) met de telefoon, compenseerde het wisselende magneetveld van de primaire kring met als gevolg dat er geen geluid uit de telefoon kwam. Tenzij de balans verstoord werd door het lood van de kogel. De condensator tussen de primaire spoelen teneinde het bereik met een centimeter op te voeren was een suggestie van Rowland, bekend van zijn tralie.



## Eerste inductiebalans

Bell, Newcomb en assistent Tainter testten de balans op veteranen van de burgeroorlog en vonden achtergebleven kogels in hun lijven. Op 27 juli togen Bell en Tainter vol goede moed naar het Witte Huis. De president vroeg nog of er geen kans was op elektrocutie; Bell kon hem geruststellen. Toch bleven zijn ogen voortdurend op de zoekspoel gericht. Bliss had de pers laten weten dat de kogel ergens aan de rechterkant moest zitten. Hij stond erop dat hij de detectorspoel D zou vasthouden, aan de rechterzijde, bang als hij was om ongelijk te krijgen. Resultaat: een regelmatig, overal aanwezig patroon. Bell werd in de pers belachelijk gemaakt. Dat gezoem, zo bleek later, was afkomstig van een recente uitvinding: het springveren matras – vooral de knopen daarin – onder dat van paardenhaar dat Bliss niet had vervangen. En dat terwijl Bell had gevraagd alle metaal in de buurt te verwijderen.



## Zoek de kogel

Maak de opstelling met vier luchtspoelen. Let op de aansluiting van de secundaire spoelen. Vervang de spanningsbron door een toongenerator en de telefoon door een koptelefoon, een luidspreker, een oscilloscoop of een gevoelige ampèremeter. Verstop net als Bell en Newcomb een stalen kogel in mond, oksel, ... in een zak met graan, onder een poster, en laat je buurman net als Tainter naar een signaal luisteren en de kogel opsporen.

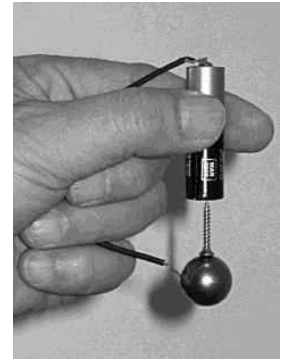
## Bronnen:

*Physics Almost Saved the President*; TPT vol 52, 2014  
*First attempt to Locate a Bullet without Surgery*;  
Kansas State University

# Een simpele motor en trein

Toen Louis Mathot en Hubert Biezeveld in 2010 de [NVOX Oeuvreprijs](#) ontvingen, liet Louis een trilmotor zien, zie ook [Prijsvraag 39](#), en Hubert een homopolaire motor.

De demo met de homopolaire motor bracht mij op het idee om er een *extra punt* opdracht van te maken. Het enthousiasme is groot als het motortje werkt. Natuurkunde met een magneetje, een draadje en spijker blijft toch het leukst.



■ Kim Blankendaal

## Simpele motor

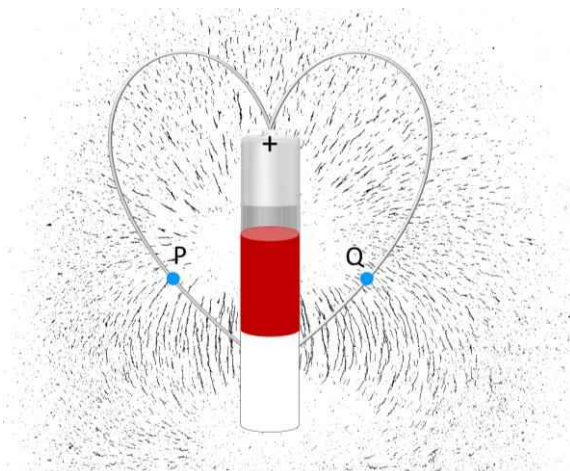
In [Doen](#) van H10 bij het vwo-boek maken leerlingen een simpele motor met een batterij, een neodymium magneet, een schroef en een snoertje. De creatieve leerling maakt van het snoertje een koperdraad in de vorm van een hartje (of iets anders).



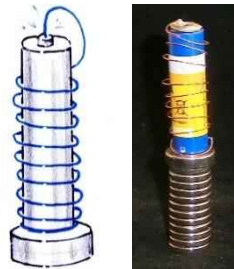
Met een platte magneet kan de opstelling zelf blijven staan en draait het koperdraad om de batterij. Bekijk de [video](#). Wanneer je de opstelling vast hebt aan het koperdraad en op zijn kop houdt, gaat de batterij draaien. Bekijk de [video](#).

### Opdrachten

- Teken  $\vec{I}$  en  $\vec{B}$  op punt P en Q.
- Bepaal de richting van  $\vec{F}_L$  in P en Q en leg uit in welke richting het hartje gaat draaien.
- In de buurt van de + is de grootte van  $\vec{F}_L$  op het draadraam  $\approx 0$  N. Leg uit waarom.



## Trilmotor



Bij een trilmotor wordt het koperdraad als een spoel om de batterij gewikkeld. De onderkant is hier vastgezet; de bovenkant niet. Telkens als de spoel bekrachtigd wordt, volgt afstoting door de magneet onder de batterij en is het contact even verbroken. De spoel trilt dus.

## Trein

Patrick Walravens en Hubert Biezeveld hebben in 2014 op de markt van de WND-conferentie een trein getoond die toen een hype was op YouTube.



De 'trein' op de [video](#) is door twee leerlingen gemaakt. Door elektriciteitsdraad te strippen en vervolgens op een draaibank om een stang te wikkelen, is de soepele lange koperen spoel verkregen. De 'trein' bestaat uit een batterij met aan beide uiteinden een bolvormige magneet. Een bol beweegt soepeler door de spoel.

Wanneer de 'trein' in de spoel wordt geplaatst, is het circuit gesloten en loopt er een stroom door de spoel. Tip: Laat je leerlingen de werking van de trein in de spoel verklaren. Het antwoord wordt in een volgende *Proefprikkel* getekend.

Het lukt ook met één magnetische bol; aan de achterkant een gewone stalen kogel is genoeg. Je moet even pielen met de magneetkogel zodat de trein naar de goede kant gaat bewegen.

# Meting en model

## 2: Remblokje

Leg een vuren houten blokje tegen een ingedrukte BICpen aan. Als je het palletje van de pen indrukt, schiet het blokje weg. Door de glijwrijvingskracht  $F_w = \mu F_N$ , ligt het blokje ongeveer 15 cm verderop weer stil.



### ■ Ruud Brouwer

Van de vertraagde beweging van het blokje is een videometing en een model in Coach 7 gemaakt. Het doel is om de wrijvingscoëfficiënt  $\mu$  op twee verschillende manieren te bepalen.

Met je smartphone is het een fluitje van een cent om een goede film te maken en het numerieke model is niet erg ingewikkeld. Het hele practicum duurt een blokkuur en de proef komt prachtig uit.

### Videometing

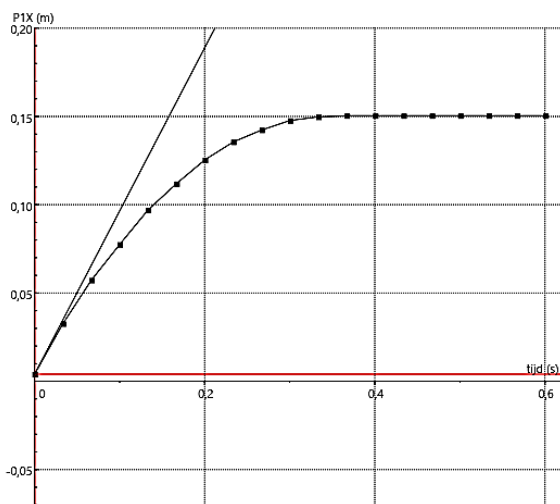
Knip de overbodige beeldjes weg door in de beeldjesbalk (= de spoorrails onder de video waarvan de bielzen overeenstemmen met de individuele beeldjes van de video) de kleine blauwe driehoekjes te verschuiven.

Het *assenstelsel* is zo gericht dat het blokje vanuit 0 in de positieve  $x$ -richting wegschiet.

Bij *tijdijking* is de  $t = 0$  bij het eerst gekozen beeldje.

Met de optie *Analyse/Verwerking* → *Helling* is de beginsnelheid  $v_0$  van het blokje te bepalen:

$v_0 = 0,92$  m/s.



Meting: Run 2  
 Var.: P1X  
 Helling: 0,92 m/s

Met de optie *Uitlezen* is de remtijd nauwkeurig te bepalen:  $\Delta t = 0,33$  s.

Omdat  $\Delta v = -0,92$  m/s is de versnelling

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-0,92}{0,33} = -2,8 \text{ m/s}^2.$$

Het blokje heeft een massa  $m = 9,4$  g

$$\Rightarrow F_w = ma = 0,0094 \cdot 2,8 = 26 \text{ mN.}$$

$$\text{De wrijvingscoëfficiënt } \mu = \frac{F_w}{F_N} = \frac{0,026}{0,0094 \cdot 9,81} = 0,28$$

### Model

Leerlingen van 5 vwo zijn in staat om de blauwe regels 2, 3, 4 en 7 en de startwaarden voor  $v$ ,  $m$  en  $\mu$  in dit numerieke model aan te vullen. Importeer de meting van hierboven als achtergrondgrafiek.

| Model                          | Startwaarden (in basiseenheden) |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 $t := t + dt$                | $t = 0$<br>$dt = 0,01$          |
| 2 $F_n = m \cdot g$            | $x = 0$                         |
| 3 $F_w = -\mu \cdot F_n$       | $v = 0,92$                      |
| 4 $a = F_w / m$                | $m = 0,0094$                    |
| 5 $v := v + a \cdot dt$        | $g = 9,81$                      |
| 6 $x := x + v \cdot dt$        | $\mu = 0,28$                    |
| 7 Als $v < 0$ Dan Stop Eindals |                                 |

Enig nadenken is vereist voor de noodzakelijke min in regel 3. Maar als dat is gelukt, dan zie je dat de blauwe modelgrafiek en de rode meting prachtig op elkaar passen bij  $\mu = 0,28$ .

