

# PROEFPRIKKELS 7

Periodieke uitgave van STEVIN natuurkunde

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

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

juni 2019

## De akoestische chronometer

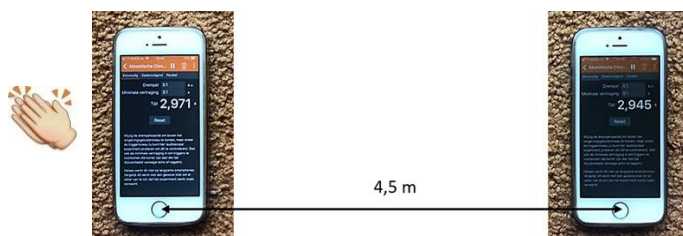
De app *phyphox* (physical phone experiments) is ontwikkeld op de *Universiteit van Aken*<sup>1</sup>. Deze keer een proef met de optie *akoestische chronometer*.<sup>2</sup> Dit is een van de vele opties die je in *phyphox* kunt kiezen. De app is gratis en vertaald in het Nederlands.



### ■ Ruud Brouwer

Met behulp van de optie *akoestische chronometer* op twee smartphones en een rolmaat van 5 m kun je de snelheid van het geluid bepalen. In het [filmpje](#) en op de foto voeren de ontwikkelaars van de app de proef uit. De foto is een momentopname van het filmpje waarin ter illustratie de geluidspuls als een cirkelvormige schijf is weergegeven.

De akoestische chronometer kun je starten en stoppen door in je handen te klappen. Als er veel achtergrondgeluid is, kun je een drempelwaarde instellen.



De twee smartphones A en B liggen een afstand  $d$  uit elkaar, bij mij 4,5 m.

Klap bij A hard in je handen (of laat een ballon knallen). De geluidspuls zal eerst stopwatch A starten en ietsje later stopwatch B.

Je practicumpartner staat rechts bij B. Zij hoeft *niet* meteen te reageren. Als zij na enige tijd  $\Delta t$  in haar handen klapt, stopt B eerst en daarna A. Wannéér je partner in haar handen klapt, doet er niet toe zoals uit het filmpje en dit overzicht van de gebeurtenissen blijkt:



$t = 0$	Klap bij A; stopwatch A start.
$t = \frac{d}{v}$	Geluid komt aan bij B; stopwatch B start.
$t = \frac{d}{v} + \Delta t$	Klap bij B; stopwatch B stopt en wijst $t_B = \Delta t$ aan.
$t = \frac{d}{v} + \Delta t + \frac{d}{v}$	Geluid van tweede klap komt aan bij A; stopwatch A stopt en wijst $t_A = 2 \cdot \frac{d}{v} + t_B$ aan $\Rightarrow 2 \cdot \frac{d}{v} = t_A - t_B$

Bij mijn proef is het tijdsverschil  $2,971 - 2,945 = 0,026$  s ontstaan doordat het geluid  $2 \cdot 4,5 = 9,0$  m heeft afgelegd  
 $\Rightarrow 0,026 = \frac{9,0}{v} \Rightarrow v = \frac{9}{0,026} = 346$  m/s.

Bronnen:

- <https://phyphox.org/experiment/speed-of-sound/>
- The Physics Teacher* 57(2) · April 2018: Simple time-of-flight measurement of the speed of sound using smartphones, S. Staacks, S. Hütz, H. Heinke, C. Stampfer, Institute of Physics I and II, RWTH Aachen University

# Het is een gave

## 2: Koken zonder warmte

In de tijd van Galilei was er in Florence een pomp die meer dan 10 m lang was. Wat bleek? Water in de buis kon niet hoger komen dan ongeveer 10 m. Galilei had geen verklaring. Zijn leerling Torricelli kwam op het idee dat het om de luchtdruk ging. Toen Boyle de controleproef deed en de kwikbuis van Torricelli onder een vacuümklok plaatste, de lucht in de klok wegzoog en het kwikniveau zag dalen, was het zeker: het is de luchtdruk die de kwikkolom omhoog houdt.

Hieronder staan twee illusies waar Torricelli doorheen zou prikken, maar Galilei waarschijnlijk niet.

### ■ Ruud Brouwer

#### Gezeefd water

Doe bij deze natuurkundige truc Jomanda na: zeef eerst het water en straal het vervolgens in.

Vul het wijnglas meer dan volledig met het gezeefde water (dus zorg voor een bolle waterspiegel boven de rand van het glas). Zet nu de zeef bovenop het glas. Draai vervolgens zeef + glas snel en soepel op de kop en ... dan blijft het water in het glas staan! Logisch natuurlijk, want het je had het van tevoren gezeefd en ingestraald.

Van deze illusie is een [filmpje](#) gemaakt.

De illusie lukt ook met een vergiet. Zie foto en [filmpje](#).



## Prijsvraag 34

De bezemsteel ligt los bovenop de wielen. Wat gebeurt er met de bezemsteel als je de wielen tegen elkaar in draait?

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



#### Koken zonder warmte

Leg de zeef opzij en pak een zijden doek. Vul het glas opnieuw met water en leg daar de doek bovenop. Duw met je vingers het doek een beetje het water in. Krul je vingers om de rand van het glas zodat je meteen het doek ook goed vast hebt. Je andere hand ondersteunt het glas. Draai de hele zaak soepel en snel om - net als bij de zeef. Ook nu zal er water in het glas blijven staan. Maar je bent er nog niet: vertel je publiek dat je in staat bent het water in het glas te laten koken *zonder warmte*. Het enige wat je vervolgens doet is de onderkant van het glas met je vinger aanraken. En inderdaad: je ziet de bellen in het water opstijgen ([filmpje](#)). Als ze goed luisteren dan is het koken zelfs te horen.



# ... met een lange snuit

Olifanten in Noord Kenia waarschuwen elkaar voor krijgers van de Samburu-stam, maar ook voor agressieve bijen. Dat doet denken aan een spelletje van vroeger: duim, wijsvinger en pink stonden voor olifant, mens en mier. Een cyclische orde: olifant verslaat mens, mens vertrapt mier en mier kruipt in het oor van de olifant, waardoor die gek wordt. Hoe luisteren olifanten?

■ Louis Mathot



## Voeten

Allereerst door te luisteren naar gestamp, hun voeten bevatten een klomp vet die overdracht van grondtrillingen naar het lichaam mogelijk maakt; te vergelijken met de vloeistof tussen elektrode en huid bij een ECG. Dit geluid met een frequentie van 10 tot 20 Hz kan tot 32 km ver reiken.

- Vergelijk twee verschillende stemvorken door ze aan te slaan en tegen je voorhoofd te houden. Welke toon klinkt harder?

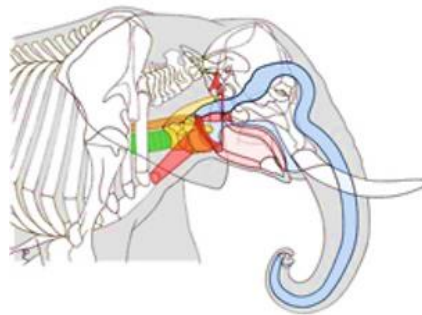
## Oren

Natuurlijk ook via hun grote oren. Bij gevaar waarschuwen ze elkaar met een ronkend geluid door de resonantiefrequenties - de formanten -  $f_1$  en  $f_2$  van hun 'klinkers' te verhogen. In geval van Samburu-krijgers wordt de formant  $f_2$  verhoogd alsof ze een 'o' veranderen in een 'e'.

Op het geluid van bijen reageren olifanten niet alleen met kopschudden en het opwerpen van stof, maar ook met een geronk alsof ze een 'u' veranderen in een 'o'. Daarbij veranderen zowel  $f_1$  als  $f_2$ .

In beide gevallen is het vluchten geblazen.

- Laat met een toongenerator-app op twee aparte mobieltjes de klinkers 'o', 'e', 'u' en 'i' horen. Zoek op internet wat  $f_1$  en  $f_2$  van deze klinkers zijn.



## Slurf

De slurf, waarmee ze de meeste geluiden maken, kan zo'n 3 m lang worden. Neem een flexibele slang van 75 cm als model, blaas koude lucht in de slang met een stille föhn op enige afstand en luister naar de laagst hoorbare toon.

- Bepaal die toonhoogte met een frequentiemeter op je mobiel.
- Is het aangeblazen eind een knoop of een buik?



## Gehoorgang

De gehoorgang van een olifant is 20 cm lang en daardoor extra gevoelig voor bijengezoem.

- Welke frequentie zal dat gezoem vooral hebben? Controleer dat door een grote reageerbuis van die lengte aan te blazen en de toonhoogte te meten.



# 3D-Reflectie

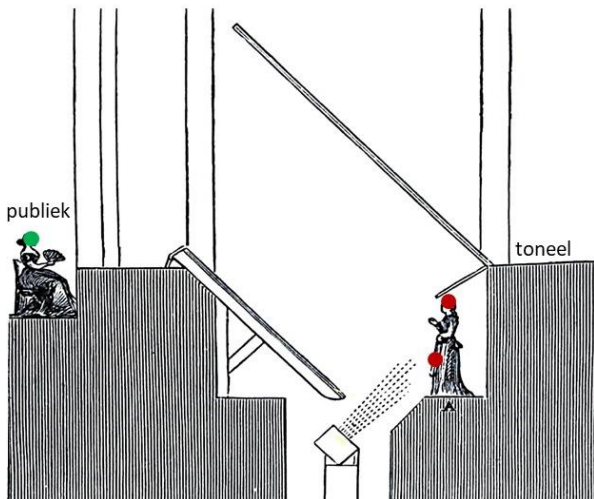
Bij de voorstelling van ‘het meisje met de zwavelstokjes’ in de Efteling wordt de geest van het gestorven meisje op de plek van de pop geprojecteerd en vliegt deze in de armen van haar oma.

■ Kim Blankendaal en Ruud Brouwer

## Verklaring

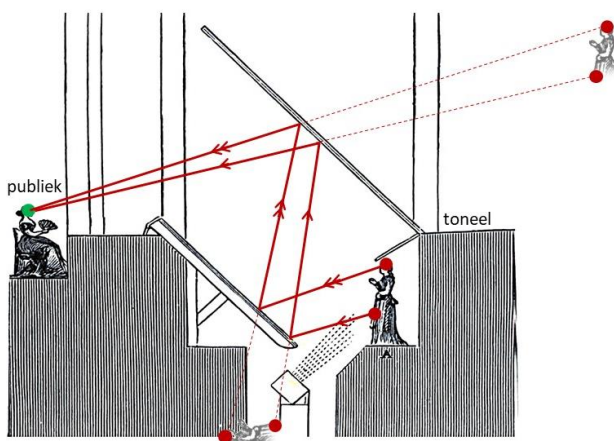
De truc is gebaseerd op Pepper's Ghost, de illusie van een geestverschijning. Zoals in [OuNa 3](#) al werd beschreven, is de verklaring hiervoor nog niet zo simpel.

In onderstaande figuur is schematisch het toneel weergegeven.



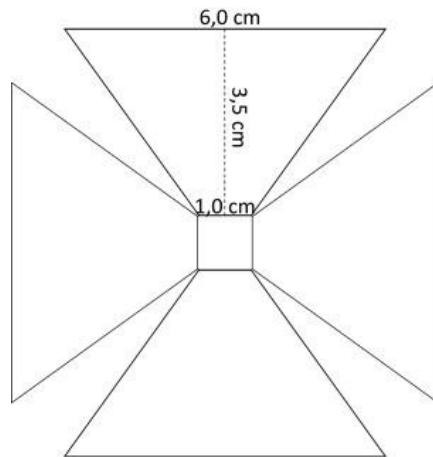
- Construeer de lichtstralen vanuit de twee rode stippen en laat zien hoe de geest op het toneel te zien is door het publiek (groene stip).
- Toon met lichtstralen aan dat het onderste deel van de jurk niet gezien kan worden.

Antwoord:



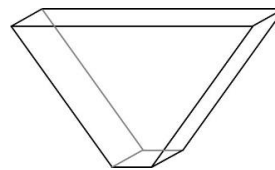
## Zelf maken

Nodig: stevig transparant folie of cd-doosje, mes of schaar, snijplaat, transparant plakband, smartphone.



Werkwijze ([filmpje](#))

- Snijd de 4 trapezia uit het transparant materiaal.
- Plak de schuine randen aan elkaar vast.
- Zet de omgekeerde piramide met de kleine opening op je smartphone.



- Zoek op YouTube een filmpje met als zoekterm: *hologram video template*. Speel deze in een donkere ruimte af op je smartphone.

