

OuNa 12 Tyndall over Geluid

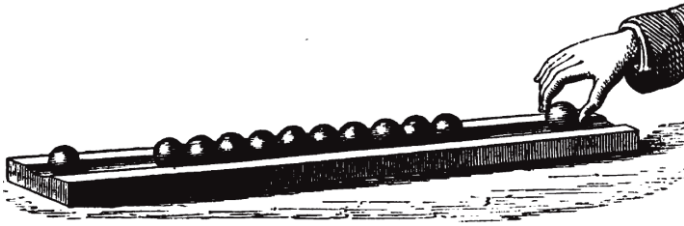
Ruud Brouwer, Don Bosco College te Volendam,

De proef van Tyndall waarbij een gietijzeren staafje breekt als een luciferhoutje en soms meters ver weg springt, is té leuk om in de kast te laten staan. Leerlingen houden van dit soort proeven. Sterkteleer is een nieuw onderdeel in het havo examenprogramma en dan is deze proef relevant als je de relatie tussen F en ΔT bij afkoelen van metalen bespreekt.

Tyndall heeft veel natuurkundeproeven beschreven. Hij was hoogleraar bij *the Royal Institution* in Londen en verzorgde tussen 1861 en 1884 om het jaar een *Christmas Lecture* om wetenschap voor lekenpubliek uit te leggen. Die *Christmas lectures* bestaan nog steeds en worden uitgezonden op BBC Four. In deze OuNa een paar van de in het oog springende proeven uit de lezing van 1865 over geluid.

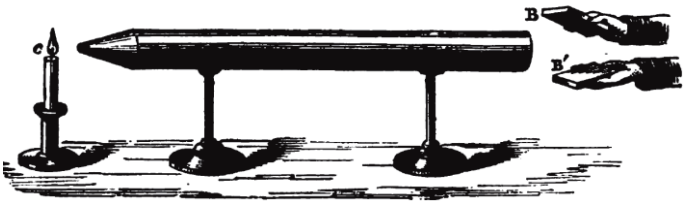
Puls

Tyndall begint zijn uitleg over geluid enerverend: hij laat een waterstofballon knallen. De schokgolf van de knal die in het hele theater te horen was, plant zich voort omdat de moleculen elkaar aanstoten. Om de voortplanting van geluidspulsen uit te leggen laat hij een proef met glazen kogels zien.



Geen kwadratenwet

De kwadratenwet voor geluid gaat niet op als het geluid door een buis wordt geleid.



Als hij links een kaars neerzet en rechts in zijn handen klap, lijkt de vlam c instantaan met de klap mee te bewegen. Slaait hij met boeken B en B' tegen elkaar, dan gaat de vlam zelfs uit. Er lijkt geen waarneembaar tijdsverschil te zijn tussen de klap en het doven van de vlam omdat het geluid onze zintuigen te vlug af is. Bij deze proef ligt wel een misconceptie op de loer. Het is een *puls* die zich door de buis voorplant en de kaars dooft. De kaars gaat niet uit door een windvlaag. Tyndall laat dat zien door de buis te vullen met rook. Er komt geen rook uit de buis. In de delen 2 van *Stevin* staat een variant van die proef, havo p. 87 en vwo p. 129.



S O U N D .

A COURSE OF .

EIGHT LECTURES

DELIVERED AT

THE ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN

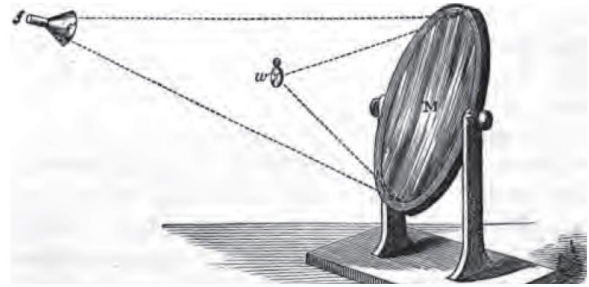
BY

JOHN TYNDALL, LL.D. F.R.S.

PROFESSOR OF NATURAL PHILOSOPHY IN THE
ROYAL INSTITUTION AND IN THE ROYAL
SCHOOL OF MINES.

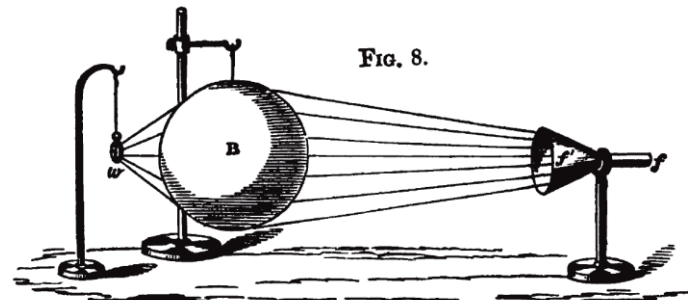
Analogieën met licht

Geluid, licht en warmtestraling houden zich alle drie aan de spiegelwet. Dat wordt duidelijk als je deze proef met een holle spiegel laat zien.



Met een felle lamp in f is plek w te vinden. Plaats in w een thermometer en de temperatuur zal stijgen. Houd in w een horloge vast en laat een ander in f luisteren en vaststellen dat het getik goed te horen is. Omgekeerd wordt wat lastiger, want dan zit je hoofd in de weg. Probeer het ook eens zoals Tyndall deed: plaats in w een kaarsvlam en beeld de vlam af op het hoofd van een slachtoffer. Verwissel de kaars met een tikkend horloge vraag wie het getik kan horen.

Geluid kan – net als licht – ook breken. De ballon B is gevuld met CO_2 -gas. Hang een tikkend horloge vlak bij de ballon in w en luister bij f op ongeveer een meter afstand.



Speel een beetje met de afstand en je hoort een luid getik. De ballon werkt als positieve lens voor geluid. Er geldt:

$$v_{g,\text{CO}_2} < v_{g,\text{lucht}} \Rightarrow n = v_{g,\text{lucht}}/v_{g,\text{CO}_2} > 1.$$

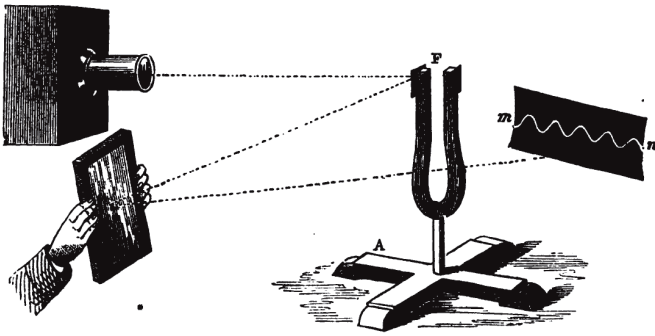
Conversation Piece

Deze opstelling staat in *the Exploratorium* in San Francisco. In de kooi staat de met CO₂ gevulde geluidlens. Op de stoelen voor en achter de ballon kun je elkaar horen fluisteren. Voor een open dag is het vast leuk om zo'n opstelling een keer na te bouwen.



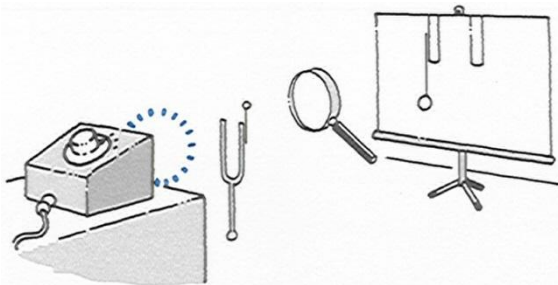
Geluid zichtbaar maken

Tyndall werd door Lissajous op het idee gebracht om de trilling van een lange stemvork zichtbaar te maken.



Het spiegelkje *F* op een been van de stemvork reflecteert de lichtstraal naar de spiegel die met handen wordt vastgehouden. Als je de stemvork aanslaat, zie je op het scherm een lijn die langzaam kleiner wordt. Beweeg je de spiegel, dan zie je de golf *m-n*.

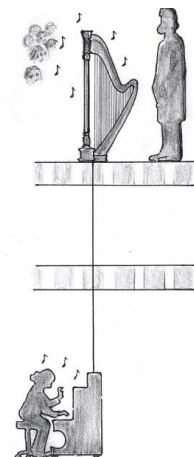
In hoofdstuk 3 van *Stevin* deel 2 staat een variant op deze demonstratie. Door de frequentie van de stroboscoop goed in te stellen kun je de vergrote afbeelding van de speld aan de stemvork stilzetten of langzaam laten bewegen.



Resonantie

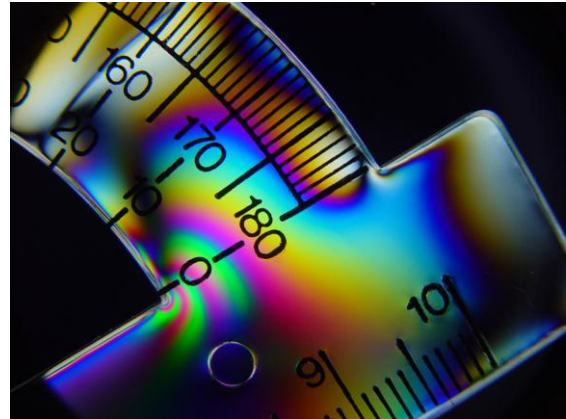
Ik vermoed dat het publiek zich tijdens deze demonstratie met de mond open van verbazing zal hebben afgevraagd hoe de harp uit zichzelf muziek kan maken. De pianist zit in de kelder van het theater.

"I cause the end of the deal rod to press; every note of the piano is reproduced before you. I lift the harp so as to break its connexion with the piano, the sound vanishes; but the moment I cause the sound-board to press upon the rod, the music is restored. The sound of the piano so far resembles that of the harp that is hard to resist the impression that the music you hear is that of the latter instrument. An uneducated person might well believe that witchcraft is concerned in the production of this music."

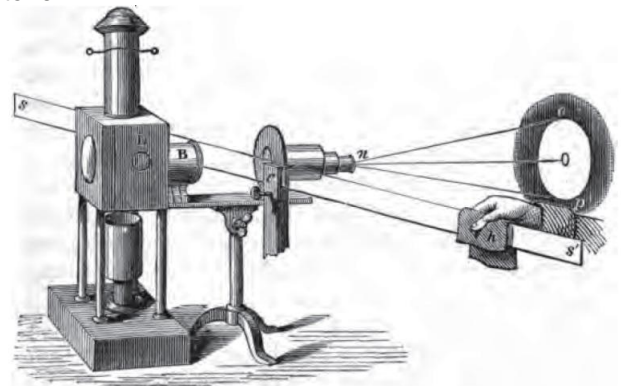


Staande longitudinale golf

Laat, voordat je deze proef doet, eerst aan de klas zien wat polarisatie is aan de hand van de druklijnen bij een geodriehoek.



Tyndall gebruikt dit verschijnsel om een knoop van een staande longitudinale golf in dun stuk glas *ss'* aan te tonen.



Het gepolariseerde licht in *B* schijnt door de glazen strip *ss'* en bereikt het scherm via een tweede polarisator *n*. De assen van *B* en *n* staan dwars op elkaar en het scherm is donker.

Wrijf *ss'* krachtig met een stroeve vochtige doek: er klinkt een toon én op het scherm is plotseling een heldere cirkel te zien. Stop je met wrijven, dan is de heldere cirkel meteen weg. Door het wrijven zijn er drukvariaties in de knoop die het licht polariseren, net zoals bij de geodriehoek.

Staande transversale golf

Natuurlijk behandelt Tyndall ook de proef van Melde. Hij schrijft:

"The number of vibrations varies inversely as the thickness of the string."

Number of vibrations is de golflengte λ .

$$\lambda \sim v \sim 1/\mu \sim 1/\sqrt{\rho V L} \sim 1/\sqrt{A} \sim 1/d$$

Deze foto, die ooit werd gemaakt bij de presentatie van een profielwerkstuk, laat het verschijnsel mooi zien.

