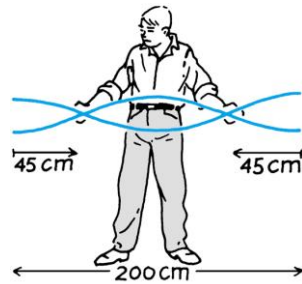


Een eigentrilling

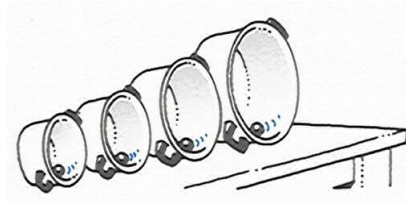
Als je een metalen staaf van 2 m ondersteunt op 45 cm van zijn uiteinden, gaat hij een eigentrilling uitvoeren wanneer je hem in het midden laat aanslaan.



Het lukt ook bij 26 cm en 19 cm, maar dan moet je bij de 26 cm juist naast het midden aanslaan.

De knikkerpan

Laat een knikker in de zijkant van diverse pannen of schalen rollen. Bij benadering geldt $T = 2\sqrt{R}$, waarin R de straal van de pan voorstelt. Als je T tegen \sqrt{R} uitzet, moet je een rechte lijn door de oorsprong krijgen.

**Resonantie in blik**

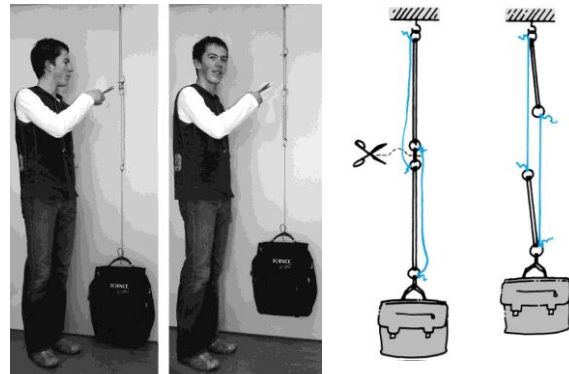
Knip aan één kant van een leeg en schoon conservenblik stroken van ongeveer 1 cm breed met verschillende lengtes. Aan de andere kant knip je slechts één strook. Als je die ene strook aantokkelt, zal aan de andere kant alleen de strook met dezelfde lengte gaan meetrillen.

**De Ja-Nee slinger**

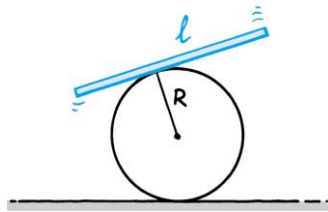
Bouw deze slingers na en je kunt machtige voorspellingen doen! Door de stok *onzichtbaar* kleine duwtjes met een bepaalde frequentie te geven gaat de ene keer de JA slinger bewegen, de andere keer de NEE slinger. Op deze wijze lijkt het net of *geesten* de antwoorden geven.

**De tas die omhoog gaat**

De tas hangt aan twee postelastieken die met een touwtje aan elkaar vastzitten. Als je dat touwtje doorknipt, gaat de tas omhoog. Onderzoek hoe dat komt.



Balanceren



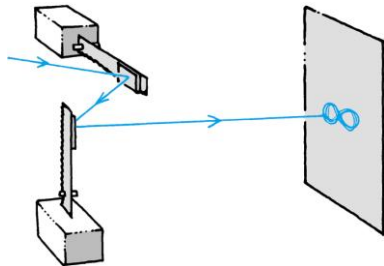
Laat een liniaal schommelen op een cilinder. Neem steeds een andere cilinder (kopje, blik, ...) en meet T als functie van R . Volgens de theorie moet gelden:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell^2}{12gR}} \text{ dus } T^2 \propto \frac{1}{R}$$

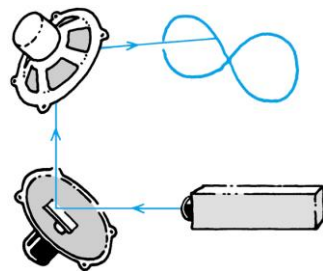
Klopt dat met je metingen? Waarom zul je afwijkingen vinden als je liniaal te dik is?

Lissajousfiguren

Monteer twee spiegeltjes op metalen strippen zodat ze onderling loodrecht kunnen trillen. Door de posities van de massa's aan de trilstaafjes goed te kiezen kun je de frequenties een eenvoudige verhouding geven. Met een lichtbundel (laser) kun je lissajousfiguren op de wand projecteren.

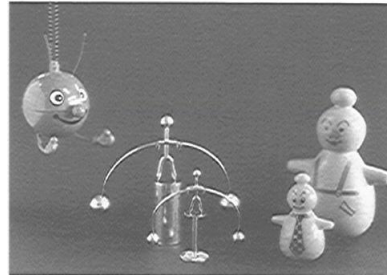


Je kunt ook de spiegeltjes met luidsprekers aan het trillen brengen.



Eigenfrequenties

Onderzoek de eigenfrequenties van zulk speelgoed.



Lopen of slenteren

Voor de eigentrillingstijd van een staaf geldt:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

Als je loopt heb je met die formule te maken want je benen zijn op te vatten als slingerende staven.

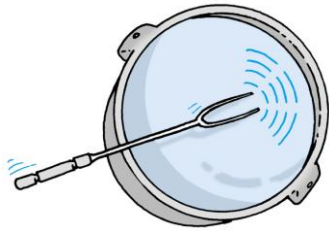
Als je flink doorloopt, zwaaien je benen met hun resonantiefrequentie en word je minder moe dan als je slentert. Je wordt nóg minder moe als ook je armen kunnen resoneren en dat kan bij slenteren niet.

Welke snelheid kost de minste moeite? Meet de lengte van je benen en bereken de frequentie waarmee ze zouden zwaaien als het losse staven waren. Meet ook de lengte van een pas als je lekker loopt. Als je deze gegevens vervolgens combineert, zul je ontdekken dat je op $\approx 4 \text{ km/h}$ uitkomt.

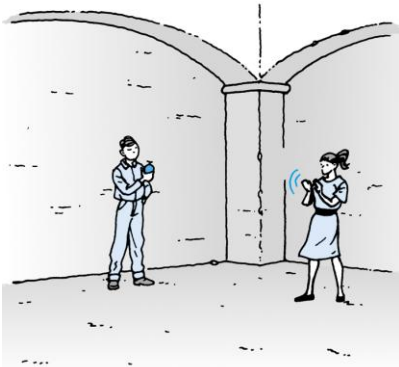


Knopen zoeken

Leg een grote vork met twee tanden op de rand van een bak met water. Trommel op het handvat en bekijk het interferentiepatroon.

**Een echo**

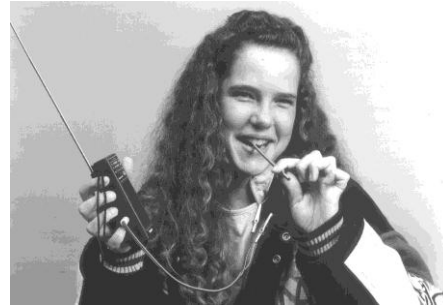
Als je ergens een echo hoort, kun je daarmee de geluidssnelheid bepalen. Dat lukt vooral goed als je in een driekwartsmaat klapt: klap-echo-rust. De afstand tot de terugkaatsende wand wordt twee keer afgelegd. Laat een helper de tijd voor 10 of 20 klappen meten.

**Zingen onder de douche**

De wanden van een douche vormen knoopvlakken waar $\frac{1}{2}\lambda_0$ tussen past. Stel $h = 2$ m dan vind je een resonantie bij $f_0 = 85$ Hz. Dat verklaart waarom jongens vaker galmen dan meisjes.

Hoor, zonder oren

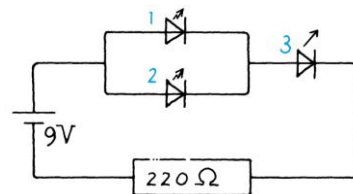
Wikkel een draad minstens $50\times$ om een pen en sluit dit spoeltje aan op de uitgang voor de oortelefoon van een radio. Klem de pen tussen je tanden, bedek je oren en breng het spoeltje in de buurt van een sterke magneet. Je hoort dan de zender dankzij beengeleiding. Als je wilt horen zonder oren, kun je ook gewoon een stemvork aanslaan en de steel tegen je schedel houden.

**Een panfluit**

Als je één octaaf 'volgens de witte toetsen' van de piano wilt maken, heb je deze frequenties nodig: c' 262 Hz, d' 294 Hz, e' 330 Hz, f' 349 Hz, g' 392 Hz, a' 440 Hz, b' 494 Hz, c' 523 Hz. Als je ook over de zwarte toetsen wilt beschikken, moet je ervoor zorgen dat iedere volgende toon $\sqrt[12]{2}$ keer zo hoog is.

Zwevingen met knipper-leds

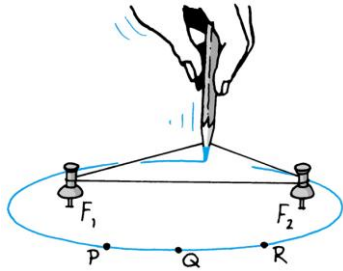
Sluit twee knipper-leds en een gewone led met een weerstand aan op een batterij. Als led₁ en led₂ om beurten knipperen, brandt led₃ continu. Als ze in de pas knipperen, doet led₃ dat ook. Controleer dat led₃ zweeft met $f_z = |f_1 - f_2|$.



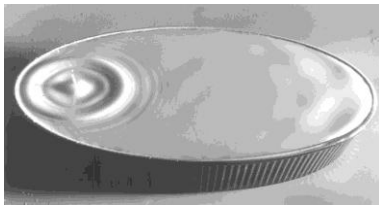
Terugkaatsingen in een ellips

Een ellips maak je met een touwtje en twee punaises. Er geldt:

$$PF_1 + PF_2 = QF_1 + QF_2 = \dots$$

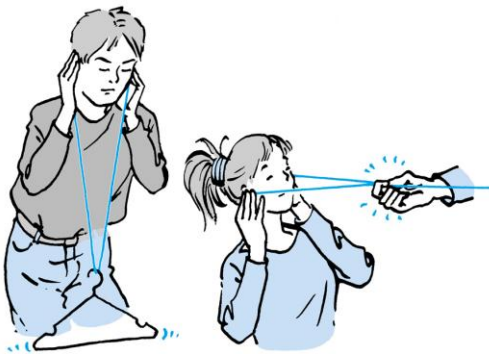


Als een trilling begint in brandpunt F_1 van een ellipsvormige schaal en de wanden weerkaatsen de golven, dan komen die zonder faseverschil in brandpunt F_2 aan. Onderzoek dat.



Klokgeluid of kanongebulder

Hang een metalen klerhanger aan een draad en druk de uiteinden van de draad tegen je oren. Laat je de hanger slingeren en tegen een tafel of een muur botsen dan hoor je een wonderlijk klokgeluid. Of span een dun koord om iemands hoofd en midden over zijn handen en speel als op een gitaar. Afhankelijk van de manier van aanslaan hoort de vrijwilliger kanongebulder of klokgeluid.

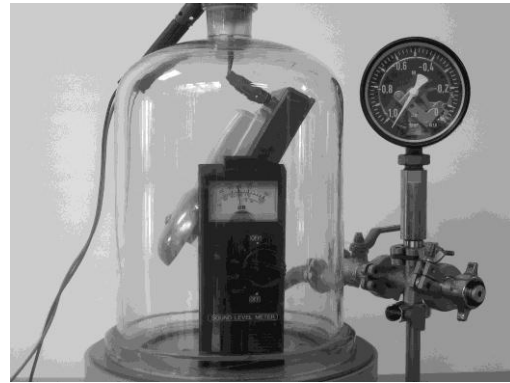


Boventonen

Druk de toetsen van het 'grote terts'-accord c-e-g in zonder ze aan te slaan en sla daarna de c-toets twee octaven lager aan. Het hele accoord gaat dan meeklinken omdat alle tonen boventonen zijn van de aangeslagen c.

Totale terugkaatsing

Vaak lees je dat je een rinkelende bel onder een vacuüm klok niet kunt horen. Dat klopt niet, want er is nog genoeg lucht om het geluid voort te planten. Je hoort alleen niets omdat het geluid weerkaatst op de glaswand. Leg maar eens een tikkend horloge onder water (of zet het alarm aan) dan kun je het goed horen. Stop je het echter eerst in een plastic zak met lucht, dan hoor je niets.



Goochelen met Rijke

Breng de buis van Rijke (Proef 16 van p. 139) aan het zingen terwijl je hem verticaal houdt. Schenk vervolgens de toon in een wijnglas (in de horizontale buis valt het geluid weg) en schenk hem daarna terug in de inmiddels weer verticale buis.

Gloeiende knopen

Stuur zoveel wisselstroom door een metaal draad dat die net gaat gloeien. Houd je er daarna een magneet bij dan ontstaat een staande golf met gloeiende knopen als de spankracht in de draad goed gekozen is.

