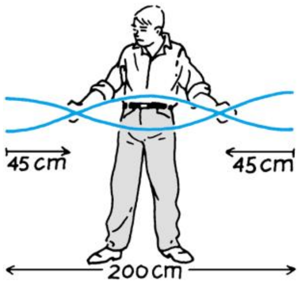
Een eigentrilling

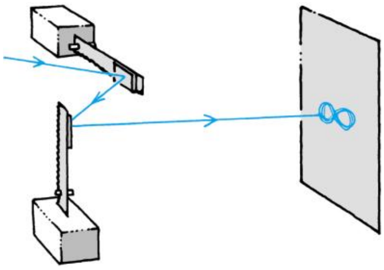
Als je een metalen staaf van 2 m ondersteunt op 45 cm van zijn uiteinden, gaat hij een eigentrilling uitvoeren wanneer je hem in het midden laat aanslaan.



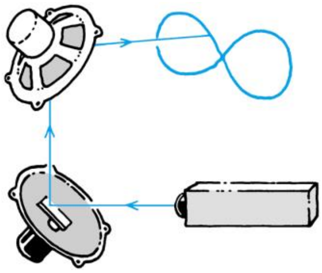
Het lukt ook bij 26 cm en 19 cm, maar dan moet je bij de 26 cm juist naast het midden aanslaan.

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.

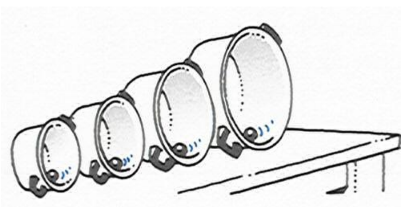


Je kunt ook de spiegeltjes met luidsprekers aan het trillen brengen.



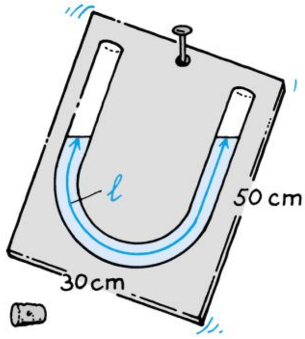
De knikkerpan

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.



Demping

In scheepswanden worden soms watertanks aangebracht, die met elkaar in verbinding staan. Als de waterhoogte goed gekozen is, neemt dit water de energie van het slingerende schip op. Daardoor wordt de slingering van het schip zelf sterk gedempt.
We bootsen dat na met een stuk tuinslang op een plank. Meet de eigentrillingstijd T van plank + slang + water als er een kurk op de opening zit. Kies ℓ daarna zó dat voldaan is aan:

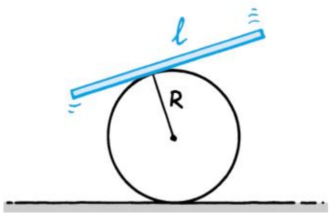


$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{2g}}$$

Zonder kurk treedt sterke demping op. Zie **Extra** voor de afleiding van deze formule.

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:

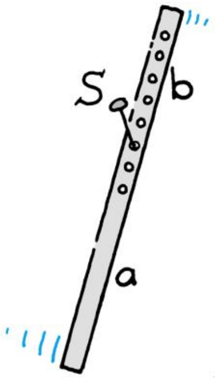
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell^2}{12gR}} \quad \text{dus} \quad T^2 \sim \frac{1}{R}$$

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

Hooke en harmonisch trillen

Bewijs met een model in Coach dat $F = -C{\cdot}u$ leidt tot een sinusvormige $u(t)$-grafiek . Zie ook opgave **39** van p. 298.

Een zwaaiende lat



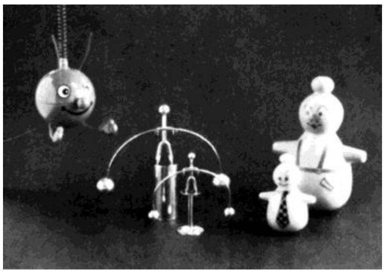
Een lat met massa *m* is opgehangen aan een spijker zodat hij heen en weer kan zwaaien.
Voor de periode geldt:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{3g}\cdot\frac{a^3+b^3}{a^2-b^2}}$$

Boor in een houten lat op verschillende plaatsen gaatjes zodat je a en b varieert en meet de periodes.
Programmeer je rekenmachine voor deze formule en controleer hem.

Eigenfrequenties

Onderzoek de eigenfrequenties van zulk speelgoed.



Een zwever

Deze arend heeft verzwaarde vleugeltoppen. Daardoor ligt zijn zwaartepunt Z onder het steunpunt S. Theoretisch geldt:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgd}}$$

met M de massa van de vogel; d de afstand ZS en I het ‘traagheidsmoment’ ($\approx 3\cdot10^{-5}$ kg m^2).
Meet T en bereken hoe diep Z ligt.

Fourieranalyse

Onderzoek met *Signaalanalyse* de frequenties in gesproken en gezongen klinkers, tonen van fluiten, violen en andere instrumenten.

Glas knippen

Onder water kun je glas knippen met een stevige schaar, want de trillingsenergie wordt door het water afgevoerd als thermische energie. Knip een rondje uit glas en maak daar een filmpje van.

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 nog minder moe als ook je armen kunnen resoneren, maar dat lukt 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 km/h uitkomt.