



HET METEN VAN DE GELUIDSSNELHEID M.B.V. RESONANTIE

Door: Nikki v. Doesburg & Anoir Koolhoven



OKTOBER 12, 2016
MEREWADE FORTES LYCEUM
Natuurkunde Atheneum 5

Inleiding

Wat is de geluidssnelheid / voortplantingssnelheid van geluid?

De geluidssnelheid¹ is de snelheid waarmee geluidstrillingen of geluidsgolven zich voortplanten. Geluid kan zich enkel in een medium voortplanten (vast, vloeibaar of gasvormig) en de voortplantingssnelheid hangt af van de frequentie f (in Hz) en de golflengte λ (in meter).

Een methode om de geluidssnelheid te bepalen wordt gedomstreed in dit onderzoek. Er wordt gebruik gemaakt van resonantie.

Wat is een golflengte?

Afstand tussen twee opeenvolgende pieken van een continue golf.²

Wat is resonantie?

Resonantie (Latijn: *resonare*, weerklinken) is een natuurkundig verschijnsel dat voorkomt bij trillingen. Een trillend voorwerp kan een ander voorwerp in trilling brengen, doordat de trillingen via een tussenstof worden doorgegeven. Als dit andere voorwerp in het ritme van de oorspronkelijke trillingen gaat meetrillen, wordt dat verschijnsel resonantie genoemd. Resonantie treedt op bij bepaalde frequenties, namelijk bij de eigenfrequenties of *natuurlijke frequenties*. Dit zijn frequenties waarbij in het object een staande golf kan optreden. Het zijn ook de frequenties die spontaan ontstaan als het object door een korte tik wordt aangeslagen. Als een kerkklok bijvoorbeeld wordt aangeslagen door de klepel, gaat hij trillen in zijn eigenfrequenties, en juist ook bij die frequenties veel geluid uitstralen. Door de aanslag gaat de klok bij alle frequenties trillen, maar alleen de eigenfrequenties blijven lang hoorbaar, de trillingen bij de andere frequenties sterven snel uit. Resonantie ontstaat als een systeem wordt aangestoten met een frequentie die gelijk is aan een van de eigenfrequenties. Zelfs als de aanstoting zeer gering is, zal het object sterk gaan trillen. Buiten de resonantiefrequenties zal het systeem slechts weinig trillen. Tijdens resonantie is de amplitude van de trilling veel groter dan buiten de resonantie.³

<u>Formules</u>	<u>Grootheid</u>	<u>Eenheid</u>
$\lambda = l/x$	Golflengte, lengte, lengte	In meter, in meter, in meter
$T = \frac{1}{f}$	Trillingstijd, constante, ,frequentie	In seconde, dimensieloos, in Hertz
$v = \frac{\Delta y}{\Delta x}$	Snelheid (velocity), verschil van y-as: $y_2 - y_1$, verschil van x-as: $x_2 - x_1$	In ms^{-1} , in meter, in seconde
$v = \lambda * f$	Snelheid (velocity), golflengte, frequentie	In ms^{-1} , in meter, in Hertz
$\lambda = l/x$	Golflengte, lengte, afstand	In meter, in meter, in meter

Hoofdvraag

Wat is de voortplantingssnelheid van geluid in lucht in meter per seconde m.b.v. van resonantie?

Hypothese

Wij veronderstellen dat de voortplantingssnelheid van geluid in lucht zal afwijken van de standaard gegeven 343 m/s bij een temperatuur van 293 graden Kelvin volgens Binas TB 15A.

Materiaal/Methode

Voor dit experiment is gebruik gemaakt van het volgende:

- | | |
|--|----|
| - Champagne glazen (plastic) | 2x |
| - Maatbeker van glas met een diameter van 6 cm | 1x |
| - Geodriehoek | 1x |
| - Een toongenerator (eventueel een App) | 1x |

Schenk de maatbeker vol met water en gebruik de toongenerator om tonen met een bepaalde frequentie in Hertz te generen. Bij een bepaalde frequentie zal het glas van de maatbeker resoneren. Leg deze frequentie vast bij het resoneren en meet ook de lengte van het gedeelte van de maatbeker dat meetrilt, i.e. het gedeelte zonder water. Herhaal dit viermaal en gebruik het gemiddelde uit deze vier metingen voor een betrouwbaarder resultaat.

Door het gebruik van de maatbeker zal de golflengte een kwart λ zijn. Er is namelijk sprake van een open buis (knoop-buik). Door middel van de opgemeten lengte kunnen we λ uitrekenen met de omgebouwde formule $\lambda = l/x$ afkomstig van de formule $l = x * \lambda$. Met l de lengte in meters en λ de golflengte in meters. “ x ” wordt als $\frac{1}{4}$ genoteerd wegens het zojuist genoemde gebruik van de maatbeker als open buis (knoop-buik).

Wanneer de golflengte (λ) is berekend met de bijbehorende frequentie (f) kan de geluidssnelheid (v) berekend worden. Maak hierbij gebruik van de formule $v = \lambda * f$. Met de snelheid (v) in meter per seconde, l de lengte in meters en λ de golflengte in meters.

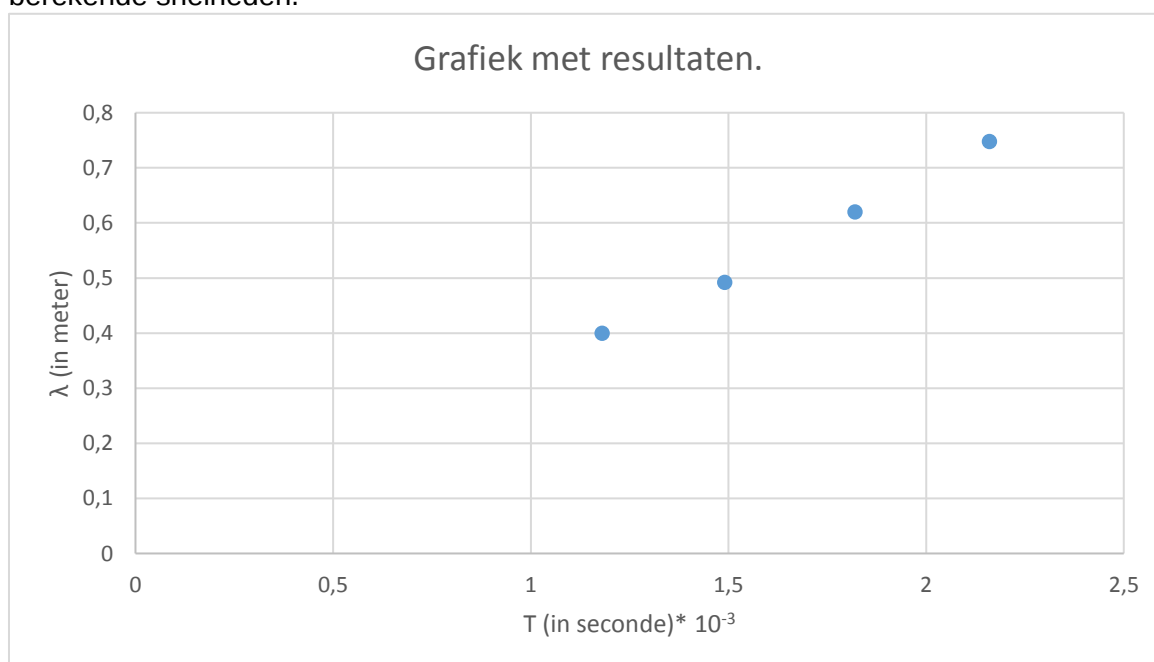
Vervolgens kunnen de resultaten uitgewerkt worden in een grafiek. Op de x-as wordt de trillingstijd T (in seconde) uitgezet op de x-as. De trillingstijd T wordt berekend door de formule $T = \frac{1}{f}$. Op de y-as wordt de golflengte λ (in meter) uitgezet. De richtingscoëfficiënt wordt dan gelijk aan de snelheid v ; $v = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

Resultaten

De *Lambda's* (λ) die zijn berekend in dit experiment staan hieronder gegeven in de tabel met de lengten l in meters. De golflengte λ is berekend met behulp van de eerder genoemde formule $\lambda = l/x$ waarbij de "x" dan ook een waarde van $\frac{1}{4}$, ofwel 0,25 heeft. De frequentie f werd bij elke meting genoteerd. Daarna kan dan ook de snelheid v (in meter per seconde) berekend worden met behulp van de formule $v = \lambda * f$. Om de grafiek te kunnen tekenen zoals uitgelegd werd in *Materiaal/Methode* rest nog het berekenen van de trillingstijd T (in s).

l (in centimeter)	l (in meter)	λ (in meter)	f (in Hertz)	$v = \frac{\Delta x}{\Delta y}$ (in ms^{-1})	T (in $\text{s} * 10^{-3}$)
10	0,10	$0,10 / 0,25 = 0,40$	847,5	$0,40 * 847,5 = 339$	$1 / 847,5 = 1,18$
15,5	0,155	$0,155 / 0,25 = 0,62$	548,4	$0,62 * 548,4 = 340$	$1 / 548,4 = 1,82$
18,7	0,187	$0,187 / 0,25 = 0,748$	462,6	$0,748 * 462,6 = 346$	$1 / 462,6 = 2,16$
12,3	0,123	$0,123 / 0,25 = 0,492$	670,7	$0,492 * 670,7 = 330$	$1 / 670,7 = 1,49$

In plaats van de snelheid v (in ms^{-1}) te berekenen met de formule $v = \lambda * f$, kan men ook uit de onderstaande grafiek de richtingscoëfficiënt(en) aflezen. Deze zijn gelijk aan de berekende snelheden.



De (gemiddelde) geluidssnelheid is bij dit onderzoek $(399 + 340 + 346 + 330) / 4 = 338,8 \text{ ms}^{-1}$

Conclusie

Bij het experiment *het meten van de geluidssnelheid m.b.v. resonantie* blijkt de voortplantingssnelheid van geluid $3,4 \cdot 10^2$. Hij wijkt afgerond 3 ms^{-1} af van de gegeven 343 ms^{-1} in Binas TB 15A. De hypothese was dus juist.

Discussie

Een mogelijke verklaring voor de afwijking kan het verschil in temperatuur zijn in lucht tijdens het experiment, dit in tegenstelling tot de Binas. In Binas TB 15A wordt gesproken van een geluidssnelheid van 343 ms^{-1} bij een temperatuur van 293°K . Bij het bepalen van de snelheden met de bijbehorende golflengten en frequenties in dit experiment is dan ook geen rekening gehouden met de temperatuur wat de afwijking zou kunnen geven.

Voor een vervolgonderzoek zou dus eerst de temperatuur van de lucht gemeten moeten worden m.b.v. bijvoorbeeld een thermometer.

Een volgend punt is dat het constateren dat er resonantie optrad tegenviel. Vaak was er onzekerheid over of er überhaupt wel sprake was van resonantie. In het vervolg zou dit opgelost kunnen worden door een hardere geluidsbron te plaatsen waardoor als resonantie zou optreden dit overduidelijk is.

Referenties

¹ = <https://nl.wikipedia.org/wiki/Geluidssnelheid>

² = <http://www.encyclo.nl/lokaal/10433>

³ = [https://nl.wikipedia.org/wiki/Resonantie_\(natuurkunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Resonantie_(natuurkunde))