

**Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.**

### Opgave 1

Een homogene, dunne metalen staaf wordt verticaal opgesteld en ingeklemd. Met behulp van een trillingsapparaat wordt de staaf in trilling gebracht. We voeren de frequentie langzaam op. Slechts bij zeer bepaalde frequenties leidt interferentie tot een staande golf in de staaf.

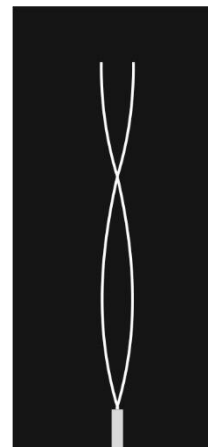
a) Hoe heet dit verschijnsel?

We belichten de staaf met een stroboscoop. Nevenstaande afbeelding. Bij een flitsfrequentie van 104 Hz zien we steeds de opeenvolgende uiterste standen van de staande golfbeweging.

Het deel van de staaf waarin de staande golfbeweging optreedt, heeft een lengte van 49 cm.

b) **Bepaal** de golflengte van de staande golf.

c) **Bereken** de golfsnelheid.



### Opgave 2

Een stemvork van 440 Hz wordt boven een met water gevulde buis gehouden (zie nevenstaande afbeelding).

De buis heeft een totale lengte van 2,00 m en kan tot verschillende hoogten  $h$  met water worden gevuld. Dit experiment wordt in een klaslokaal uitgevoerd bij een temperatuur van 20 °C.

Om te beginnen wordt de buis geheel met water gevuld.

Vervolgens laat men het waterniveau langzaam dalen. Gedurende het dalen van het waterniveau meet men bij de opening van de buis voortdurend de geluidssterkte.

a) **Bereken** voor welke waarde van hoogte  $h$  voor het eerst resonantie optreedt.

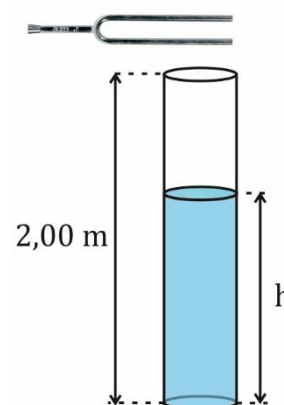
b) **Bereken** alle andere waarden voor  $h$ , waarbij er resonantie optreedt.

Op een zeker moment is de hoogte  $h$  zodanig ingesteld dat er resonantie treedt. Men gaat onderzoeken wat het effect van de temperatuur op dit verschijnsel is. Daartoe gaat men naar buiten waar het op dat moment beduidend kouder is.

c) Meet men nu nog steeds dezelfde resonantie als in het klaslokaal ?

Zo ja, **leg uit** waarom er geen effect van de temperatuur is.

Zo nee, **leg uit** hoe dit komt en geef aan of  $h$  groter of kleiner moet worden om hetzelfde knopen- buikenpatroon in de buis te krijgen als in het klaslokaal.



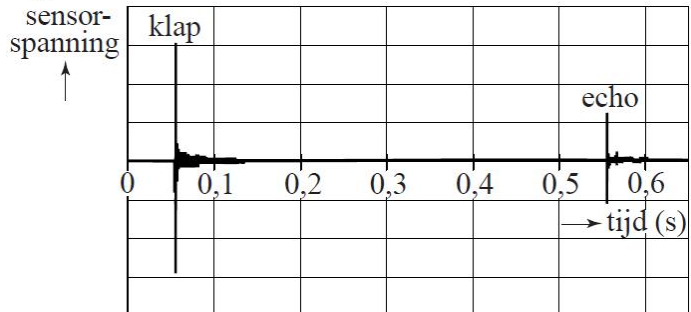
### Opgave 3

In een huiskamer van 8,0 m lang, 4,0 m breed en 2,4 m hoog staat een surround-geluidsinstallatie. Het blijkt dat sommige bastonen veel harder klinken dan andere bastonen. Dezelfde tonen die in de huiskamer zoveel harder klinken, klinken in de buitenlucht even hard als de andere bastonen. Dit effect wordt dus *niet* veroorzaakt door de muziek zelf of de geluidsinstallatie.

- a) **Leg uit** waardoor dit effect in de huiskamer optreedt.  
 b) **Bereken** de twee laagste frequenties waarvoor dit effect optreedt.  
 Neem aan dat de temperatuur 20 °C is.

#### Opgave 4

Nienke staat bij een echoput. Wanneer zij boven de put een geluid maakt, wordt het weerkaatst tegen het water in de put. Even later hoort zij de echo. Het wateroppervlak bevindt zich 86 m onder de rand van de put.



Nienke wil dit controleren met een geluidsmeting. Zij geeft een harde klap en meet hoe lang het duurt

voordat de echo van de klap te horen is. Zij voert de meting uit met behulp van een geluidssensor. De computer registreert de sensorspanning. Zie nevenstaande afbeelding.

- a) **Toon aan** dat deze meting bevestigt dat het wateroppervlak zich 86 m onder de rand van de put bevindt. Neem aan dat de temperatuur van de lucht in de put 20 °C is.

Nienke laat een steen in de put vallen. Even nadat de steen het wateroppervlak raakt, hoort ze de plons.

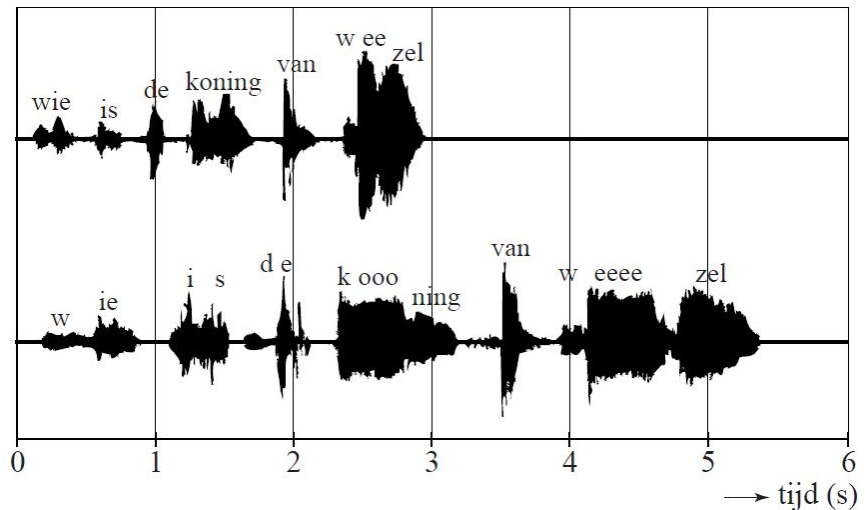
- b) **Bereken** de tijd tussen het loslaten van de steen en het horen van de plons.

Verwaarloos de luchtwrijving op de steen. Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

Als je iets in de put roept, is de echo zwakker dan het oorspronkelijke geluid. Daarom hoor je de echo pas als je zelf bent uitgesproken.

Nienke roept in de echoput: “Wie is de koning van Wezel?”

Zij wil graag als antwoord horen: “ezel”. Het antwoord dat de put geeft, hangt echter af van de snelheid waarmee de vraag wordt uitgesproken.



In onderstaande afbeelding is een registratie te zien van een snelle en van een langzame uitspraak.

- c) **Leg uit** welke van deze twee uitspraken, de onderste of de bovenste, het beste “ezel” als antwoord geeft.

Nienke vraagt zich af of het mogelijk is om in de echoput geluidsresonantie op te wekken. De put lijkt wat vorm betreft op een orgelpijp die aan de onderkant dicht en aan de bovenkant open is. Zij maakt geluiden van verschillende toonhoogte boven de put maar zij hoort geen resonantie optreden.

- d) Geef hiervoor een verklaring.

**Bereken** daartoe eerst de frequentie van de grondtoon van deze ‘orgelpijp’.