14 Geluid

1 Een microfoon M vangt het geluid van een luidspreker L op. L is verbonden met .een

toongenerator. M is verbon­den met een oscilloscoop

(figuur 1). De tijdbasis van de

oscilloscoop is ingesteld op

0,50 ms/div (=0,50

ms/hokje). Op het scherm van

de oscilloscoop verschijnt het

beeld van figuur 2.

fig 1



fig 3

fig 2

a Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de frequentie van het geluid dat M opvangt. Leg uit hoe

je te werk gaat.

Men zet vlak naast luidspreker L een tweede luidspreker L'. Deze is verbonden met een

andere toongenerator. Als men L' aanzet en L uitzet,

verschijnt het beeld van figuur 3 op het scherm. De

instelling van de oscilloscoop is niet veranderd,

b Welk verschil kan men horen op de plaats van M, alsmen

het geluid dat L' uitzendt vergelijkt met het geluid dat L

uitzond?

Vervolgens zet men L en L' tegelijk aan. Op het scherm

verschijnt het beeld van figuur 4.

fig 4

c Wat zal men horen?

**2** Op 1,00 m afstand staan twee kleine (als puntvormig te beschouwen) luidsprekers A en

B. Ze zijn aangesloten op een toongenerator en produceren een even harde en hoge

toon.



 a In welke natuurkundige begrippen zou je "even hard" en "even hoog" kunnen vertalen?

 De luidsprekers trillen met een frequentie van 1700 Hz. Een microfoon wordt langs 1 tot

op 1,60 m afstand van de luidsprekers bewogen. Het geluid dat deze microfoon

waarneemt wordt versterkt en via een luidspreker hoorbaar gemaakt. Het blijkt dat de

geluidssterkte die door de microfoon wordt waargenomen van plaats tot plaats verschilt,

b Geef een verklaring voor dit verschijnsel.

Op de middelloodlijn van de lijn AB wordt vrijwel geen geluid waargenomen,

c Leg uit hoe dit mogelijk is.

17,1 cm aan weerszijden van de middelloodlijn wordt op lijn 1 een maximum aan geluid

waargenomen.

d Bereken de golflengte van de door A en B uitgezonden geluidsgolven,

e Bereken de geluidssnelheid.

f Wat zal men in Q waarnemen als luidspreker B wordt uitgeschakeld?

**3** In de figuur zie je twee groven in het oppervlak van een langspeelplaat. De figuur is

100x vergroot.



Als de naald door de groef loopt, wordt deze in trilling gebracht. Deze trilling wordt omgezet in een wisselspanning. Deze wisselspanning wordt versterkt en op een luidspreker aangesloten. Deze produceert dan een toon die overeenkomt met de trilling van de naald in de groef.

Bij het afspelen loopt het groefdeel dat met een pijl is aangegeven met een snelheid van 35,3 cm/s onder de naald door.

a Bereken de frequentie van de toon die wordt weergegeven bij het afspelen van dit groefdeel.

Het groefdeel dat in de foto is afgebeeld, bevindt zich op 7,5 cm van het midden van de plaat. Op 6,0 cm van het midden van de plaat bevindt zich een groef waarin een toon is vastgelegd met dezelfde toonhoogte,

b Bereken de snelheid waarmee dit groefdeel, op 6,0 cm van het midden, onder de naald doordraait.

c Maak een schets van dit groefdeel en vergelijk deze met het groefdeel op 7,5 cm van

 het midden.

d Leg uit waarom de groeven op zekere afstand van het midden ophouden.

e Bij een langspeelplaat is de kwaliteit van de weergave van de groeven aan de

buitenrand van de plaat in principe beter dan de kwaliteit van de weergave van de

groeven aan de binnenkant. Leg uit.

Door het toerental van de plaat te verkleinen kan men meer muziek op een langspeelplaat kwijt.

f Behalve commerciële motieven is er ook een natuurkundige reden waarom dit niet gebeurt. Leg uit.

5 Een leeg bierflesje is aan de binnenkant ongeveer 21 cm hoog. Door op een bepaalde

manier in het flesje te blazen kan men hierin een staande geluidsgolf opwekken,

a Bereken welke frequentie de grondtoon heeft.

 Met een beetje handigheid kan men ook de eerste boventoon produceren,

b Bereken de frequentie van de eerste boventoon.

Een stukje elektriciteitspijp is aan beide kanten open en is 21 cm lang. Ook hierin kan men door een beetje slim blazen een staande geluidsgolf opwekken,

c Bereken de frequentie van de grondtoon.

6 Een stemvork staat op een klankkast.

Een klankkast is een rechthoekig houten doosje dat aan één kant open is.

Men haalt de stemvork van de klankkast, slaat

hem aan en hoort dan een toon. De sterkte van het

geluid is gering. Vervolgens plaatst men de

aangeslagen stemvork op de klankkast en hoort

dan dezelfde toon met een grotere sterkte. Dit

wordt veroorzaakt doordat in de luchtkolom in de

klankkast een staande longitudinale golfbeweging

ontstaat. Dit verschijnsel heet resonantie.

De frequentie van de stemvork bedraagt 440 Hz.

De meetrillende luchtkolom, die in zijn grondtoon

trilt, heeft 2,0 cm buiten de kast een buik gevormd.

a Hoe groot is de golflengte van de staande golfbeweging in de luchtkolom van de klankkast?

b Bereken de voortplantingssnelheid van geluid in lucht.

De lucht in de klankkast kan behalve in de grondtoon ook in de eerste boventoon trillen,

c Bereken de frequentie van de stemvork die de lucht in de klankkast in de eerste

boventoon kan laten trillen. Neem hierbij aan dat de buik weer 2 cm buiten de opening ligt.



7 De lucht in een blokfluit kan in resonantie gebracht worden. Als alle gaatjes worden

dichtgehouden kan de laagste toon voortgebracht worden. In de figuur is een blokfluit op schaal weergegeven.

Als de luchtkolom in de fluit in de laagste frequentie resoneert is B1 en B2 een buik. Ertussen zit dan slechts één knoop. B2 is een buik die op 0,3.d van de opening zit. d is 2,2 cm. De lucht heeft een temperatuur van 20°C.

a Bereken de frequentie van de laagste toon.

Door iets harder te blazen met alle gaatjes dicht kan men nog een toon produceren,

b Bereken de frequentie van deze toon als je mag aannemen dat buik B2 op dezelfde plaats blijft.

8 Bij speelgoedwinkels zijn holle, plastic buizen te koop, die, aan beide zijden open zijn.

Als je de lucht in zo'n buis op een bepaalde manier aanblaast, blijkt de buis een toon

voort te brengen.

Daarom noemen we de buis een ‘muziekslang’. Zie

figuur a.

Men slingert zo'n muziekslang, die 70 cm lang is,

aan één uiteinde rond- Dit uiteinde blijft hierbij op

zijn plaats.

Het andere uiteinde draait rond met snelheid *v*. Zie

fig a

figuur b

Bij bepaalde waarden van *v* brengt de slang een toon

voort.Van vier tonen bepaalt men de frequentie en de bijbehorende waarde vanv. In

figuur c zijn de meetresultaten weergegeven. De temperatuur van de lucht is 20 °C.



fig b



a Bepaal de omloopstijd van de muziekslang als deze toon 3 voortbrengt.

b Bepaal de golflengte van het

geluid van toon 2.

Bij toon 1 hoort een golflengte

van 0,70 m.

c Beredeneer of de bij toon 1 behorende frequentie de laagst mogelijke is waarmee de

luchtkolom in de muziekslang

kan trillen.

fig c

9 Aan de rand van een stad is men bezig om met een heistelling heipalen in de grond te

slaan. Een wandelaar constateert dat er enige tijd verloopt tussen het tijdstip dat hij het heiblok op de paal ziet vallen en het horen van de klap.

a Leg uit hoe dat tijdverschil ontstaat.

De wandelaar meet vervolgens de tijdsduur ∆*t*

tussen het zien neerkomen van het heiblok en

het horen van de klap. Hij doet dit op

verschillende afstanden van de heistelling. De

meetpunten in het diagram van figuur a zijn

het resultaat van die metingen.

b Bepaal met behulp van figuur a nauwkeurig

de snelheid van geluidsgolven in lucht.

Een tweede waarnemer die zich verder van de

fig a

heistelling bevindt dan de eerste, meet ook

een aantal malen op verschillende afstanden

 hoeveel tijd er verloopt tussen het tijdstip dat hij het heiblok op de paal ziet neerkomen

 en de eerste klap die hij daarna hoort. In figuur b zijn de meetpunten van de tweede waarnemer met rondjes (o) aangegeven. De waarnemingen van de eerste waarnemer

 zijn in figuur b weergegeven met kruisjes (+).



fig b

De tweede waarnemer loopt in de richting van de heistelling. Hij constateert op zeker

moment dat hij tegelijkertijd met het zien neerkomen van het heiblok op de paal ook

een klap hoort.

Het heien gebeurt steeds met een constant tempo: tussen twee opeenvolgende slagen

verloopt steeds evenveel tijd.

c Bepaal met behulp van figuur b hoe ver de tweede waarnemer zich op dat moment van

de heistelling bevindt.

d Bepaal met behulp van figuur b hoeveel tijd er verloopt tussen twee opeenvolgende

slagen van het blok op de heipaal.