

Blok 6 Geluid in beeld

INHOUD

PRACTICUM	
P1	GELUID; WAAR DENK JE AAN?
P2	HINDERLIJK GELUID
P3	GELUID MAKEN EN HOREN
P4	VAN BRON NAAR ONTVANGER
P5	GELUID ZICHTBAAR MAKEN
P6	GELUIDSHINDER; WAT DOE JE DAARAAN?
P7	GELUIDSISOLATIE
P8	DAAR ZIT MUZIEK IN
P9	GELUID OPNEMEN EN WEERGEVEN

BASISSTOF	
TW1	GELUID; WAAR DENK JE AAN?
TW2	HINDERLIJK GELUID
TW3	GELUID MAKEN EN HOREN
TW4	VAN BRON NAAR ONTVANGER
TW5	GELUID ZICHTBAAR MAKEN
TW6	GELUIDSHINDER; WAT DOE JE DAARAAN?
TW7	GELUIDSISOLATIE
TW8	DAAR ZIT MUZIEK IN
TW9	GELUID OPNEMEN EN WEERGEVEN

HERHAALSTOF	
H1	GELUID MAKEN EN HOREN
H2	GELUID EN TRILLINGEN
H3	GRENZEN AAN HET GEHOOR
H4	HINDER DOOR GELUID

EXTRASTOF	
E1	EEN AUDIOGRAM OPNEMEN
E2	GELUID OP WEG
E3	EEN GELUIDSKAART VAN DE SCHOOLOMGEVING
E4	OEFENVRAGEN EN OPGAVEN

TIJDSINDELING

P1, T1, W1,	1 lesuur
P2, T2, W2	1 lesuur
P3, T3, W3	1 lesuur
P4, T4, W4	1 lesuur
P5, T5, W5	1 lesuur
P6, T6, W6	1 lesuur
P7, T7, W7	1 lesuur
P8, T8, W8	1 lesuur
P9, T9, W9	1 lesuur
D-toets	1 lesuur
H/E-stof	2 lesuren
E-toets	1 lesuur
Totaal	13 lesuren

ALGEMEEN

De geluidsleer kent vele aspecten, die zoveel mogelijk aan de hand van contexten worden besproken. De vragen “Hoe ontstaat geluid? Hoe plant het zich voort? Waardoor worden geluidssterkte, toonhoogte en klankkleur bepaald?” zijn vanouds een ‘must’. Nieuw is de grote aandacht voor geluidshinder, die als een rode draad door het blok loopt. De grote invloed die geluidshinder in een dichtbevolkt land als Nederland heeft op ons milieu komt uitgebreid ter sprake. Audiogrammen en frequentiekaracteristieken van luidsprekers worden daarbij niet geschuwd. Met de computer en het programma IP-Coach wordt een snelle en accurate bepaling van de geluidssnelheid uitgevoerd. Ook wordt aandacht gegeven aan de werking van de verschillende soorten muziekinstrumenten, in samenhang met het begrip resonantie.

Er is met opzet gekozen voor een koppeling tussen geluid en geluidshinder om zo de volgende *NME-doelen* te realiseren:

- 1 Het verwerven van kennis en inzicht ten aanzien van:
 - het belang van natuur en milieu voor de mens (gezondheid en veiligheid alsmede de intrinsieke waarde van de natuur);
 - de invloed van de mens op natuur en milieu (vervuiling in de vorm van geluidshinder);
 - aard van de milieuproblemen (conflict vervuiling/gezondheid alsmede vervuiling/intrinsieke waarde);
 - oorzaken en achtergronden van milieuproblemen (bevolkingsgroei en welvaart);
 - criteria voor duurzame ontwikkeling (voorkomen/beperken van geluidshinder);
 - mogelijkheden en beperkingen van maatregelen (opstellen van regels en normen, treffen van geluidwerende maatregelen, bestrijding bij de bron, instellen van stiltegebieden).
- 2 Het verwerven van vaardigheden om:
 - milieuproblemen in kaart te brengen, te onderzoeken en te rapporteren (onderzoeken van het verband tussen fysische eigenschappen van geluid en geluidshinder, geluidssterktes meten, geluidskaart van de schoolomgeving maken);
 - waardering en eigen voorkeur aan te geven voor milieu, problemen en oplossingen (discussie over maatregelen ter voorkoming/beperking van geluidshinder in de eigen (school)omgeving);
 - handelingen uit te voeren die duurzame ontwikkeling bevorderen (walkman tandje zachter?).

BASISVORMING

In blok 6 komen de kerndoelen 12, 13 en 14 van domein F 'Geluid horen en maken' aan de orde.

BIJ BLOK 6

P1

Via een cassettebandje (verkrijgbaar bij Malmberg) beluisteren leerlingen zestien geluiden. Zij moeten de geluidsbronnen noemen en aangeven waaraan ze dat geluid herkend hebben. Ook moeten die geluiden worden gekwalificeerd als 'prettig', 'vervelend' en 'soms prettig, soms vervelend'.

Aan de hand van hun beschrijvingen moeten de leerlingen zelf tot drie algemene eigenschappen van geluid komen (geluidssterkte, toonhoogte en klankkleur).

Benodigd materiaal:

- cassettebandje met 16 soorten geluiden
- cassettedeck

BIJ BLOK 6

P2

De leerlingen moeten aan de hand van de geluiden uit P1 nagaan welke verschillende functies geluid kan hebben. De geluiden worden onderscheiden in 'natuurlijke geluiden' (stromend water, ritselende bladeren, diergeluiden, enz.) en 'onnatuurlijke geluiden' (veroorzaakt door menselijk handelen).

De leerlingen moeten ook aangeven wanneer een geluid hinderlijk is en welke gevolgen geluidshinder kan hebben voor mens en natuur.

BIJ BLOK 6

P3

We vragen ons af: "Hoe ontstaat geluid?" Trillingen als oorzaak worden geïntroduceerd via onze stembanden, de fietsbel, de stemvork en de toongenerator + luidspreker. Maar ook via een simpele trillende liniaal. Leerlingen moeten aan kunnen geven waar de sterkte en de hoogte van het geluid vanaf hangt. Ten slotte worden de gehoorgrenzen kwalitatief onderzocht.

Benodigd materiaal:

- fietsbel
- stemvork op klankkast en tafeltennisballetje aan draadje
- toongenerator met hierop aan te sluiten luidspreker
- liniaal van 50 cm
- toongenerator + luidspreker voor de bepaling van de individuele gehoorgrenzen

BIJ BLOK 6

P4

De leerling onderzoekt hoe geluid van de ene plaats naar de andere komt en welke rol een gas en een vaste stof als voortplantingsmedium spelen. Met een computerproef en IP-Coach wordt de geluidssnelheid in lucht gemeten.

Benodigd materiaal:

- toongenerator met hierop aan te sluiten luidspreker
- kaars (om voor de luidspreker te plaatsen)
- elektrische bel onder stolp van de luchtpomp + laagspanningsbron, vacuümpomp
- draadtelefoon (twee blikjes, verbonden door een touwtje tussen de bodems)
- computer met IP-Coach-programma, meetpaneel en twee microfoons (op 10 m afstand van elkaar opgesteld) (meting geluidssnelheid)

BIJ BLOK 6

P5

Als inleiding op de oscilloscoop wordt de trilling van het slingerende bekertje met zand als functie van de tijd zichtbaar gemaakt. Na onderzoek van de trilling van een stemvork volgt onderzoek van geluiden met microfoon en oscilloscoop. Het onderscheid tussen een enkelvoudige toon (stemvork) en samengestelde toon (blokfluit en gezongen klinkers) wordt op de oscilloscoop onderzocht. Met de 'tijd-per-hokje' kan de trillingstijd uit het oscilloscoopbeeld worden bepaald. Met de toongenerator wordt onderzocht dat bij een hogere toon een kortere trillingstijd hoort.

Benodigd materiaal:

- plastic bekertje met fijn zand aan 1 m touw, opgehangen aan statief
- twee vel tekenpapier (ca. 50 × 100 cm) om onder het slingerende bekertje door te trekken (bij twee transport-snelheden)
- stemvork met naald aan uiteinde, vel wit papier en vel carbonpapier
- oscilloscoop met daarop aangesloten microfoon, twee verschillende stemvorken op hun klankkast

BIJ BLOK 6

P6

Eerst worden de decibelmeter en de 'geluidsliniaal' geïntroduceerd. Vervolgens wordt het verband tussen geluidsterkte en afstand tot de geluidsbron experimenteel onderzocht.

Benodigd materiaal:

- decibelmeter
- toongenerator met twee dezelfde luidsprekers
- computer met IP-Coach-programma, printer en geluidssensor

BIJ BLOK 6

P7

Leerlingen onderzoeken met een computerproef en IP-Coach de geluidsisolatiekwaliteit van een aantal materialen. Ook de invloed van de dikte van de isolerende laag wordt onderzocht.

Beperking van geluidshinder kan via maatregelen bij de bron, tussen bron en ontvanger en bij de ontvanger. Van de leerling wordt gevraagd om gemotiveerd de beste keus tussen deze drie te maken.

Benodigd materiaal:

- vlakke spiegel, zachtboard plafondtegels met gaatjes, plaat tempex van 5 cm dikte, geplastificeerde spaanplaat van 22 mm dikte (onderzoek geluidsisolatie)

BIJ BLOK 6

P8

Wat trilt er eigenlijk bij zestien bekende muziek-instrumenten? Als deze vraag beantwoord is, wordt de leerling gevraagd te proberen deze instrumenten in drie soorten te scheiden (snaar-, blaas- en slaginstrumenten). Via een achterdeurtje wordt naar een vierde soort instrument gevraagd (de menselijke stem). Ten slotte wordt onderzocht hoe je bij blaas- en snaar-instrumenten de toonhoogte kunt veranderen.

Benodigd materiaal:

- stemvork op klankkast
- aantal lege flesjes van gelijke afmetingen (voor het blazen van 'Vader Jacob' zijn minimaal zeven flesjes nodig)
- normaal en dikker stuk elastiek

BIJ BLOK 6

P9

Leerlingen onderzoeken de principes van de microfoon en de luidspreker. Ze mogen ook zelf een luidspreker bouwen. (Zie hiervoor blz. 196 figuur 95 van het leerboek 2mHV Natuurkunde.)

Benodigd materiaal:

- spoel 600 windingen, magneet en luidspreker
- spoel 600 windingen, magneet en blikje
- stevig papier (140 grams), koperdraad (0,2 mm²), magneet
- knip- en plakspullen
- toongenerator of cassetterecorder

BIJ BLOK 6

T1

Twee kenmerkende eigenschappen van geluid zijn: geluidsterkte en toonhoogte. De geluidsterkte met de eenheid dB en de toonhoogte (frequentie) met de eenheid Hz worden geïntroduceerd.

BIJ BLOK 6

T2

Geluid kan al of niet een functie hebben.

Er wordt aandacht besteed aan geluid als communicatiemiddel bij mens en dier, als vorm van ontspanning (muziek), natuurlijke geluiden (stromend water, branding, diergeluiden) en onbedoelde effecten van geluid (verkeer, machines).

De invloed van geluid op ons milieu - met kwade gevolgen als stress en gehoorbeschadiging - besluiten dit blad.

BIJ BLOK 6**T3**

De belangrijkste geluidsontvangers (oor, microfoon) en geluidsbronnen (stem, luidspreker) worden genoemd.

De begrippen trilling en trillingstijd worden nader omschreven. De 'grootte van de uitslag' is een maat voor de geluidssterkte en de frequentie is een maat voor de toonhoogte. Ook wordt de relatie tussen trillingstijd en frequentie gelegd.

BIJ BLOK 6**T4**

Gas, vloeistof en vaste stof als voortplantingsmedia van geluid worden nader bekeken.

Absorptie en terugkaatsing van geluid (nagalm en echo) worden kort besproken.

Het frequentiebereik en de gehoordrempel worden besproken aan de hand van audiogrammen van het menselijk oor. De vermindering van de gevoeligheid van ons oor door ouderdom of gehoorbeschadiging wordt in audiogrammen getoond. De beroepswerkzaamheden van een audioloog worden kort verduidelijkt.

BIJ BLOK 6**T5**

Met microfoon en oscilloscoop wordt het (u,t) -diagram bekeken van een enkelvoudige toon. Uitgelegd wordt hoe je met de knoppen 'uitwijking per hokje' en 'tijd per hokje' het beeld van de oscilloscoop kunt veranderen. Het verband tussen de amplitude en de geluidssterkte en tussen de frequentie en de toonhoogte wordt aan de hand van diagrammen getoond.

Er wordt een duidelijke relatie gelegd tussen de in P5 gemaakte diagrammen met het slingerende bekertje en de trillende stemvork, en het met microfoon en oscilloscoop geproduceerde diagram.

Er wordt uitgelegd hoe je uit de 'tijd-per-hokje' op de scoop de trillingstijd (en dus ook de frequentie) van een trillingsbron kunt bepalen.

BIJ BLOK 6**T6**

Nagegaan wordt door welke maatregelen bestrijding van geluidshinder tot een duurzame ontwikkeling kan leiden.

De (frequentie-onafhankelijke) eenheid voor geluidssterkte dB(A) wordt geïntroduceerd.

De relatie tussen geluidssterkte en afstand wordt besproken.

Enige hoofdzaken uit de wetgeving rond geluidshinder komen aan de orde.

BIJ BLOK 6**T7**

De werking en toepassing van geluiddempende materialen en geluidsschermen ter beperking van geluidshinder worden besproken.

Het werk van een geluidstechnicus wordt kort uiteengezet (akoestiek-beheersing).

BIJ BLOK 6**T8**

De werking van snaar-, blaas- en slaginstrumenten wordt besproken. Het begrip resonantie en invloeden op de klankkleur (de kundigheid van de instrumenten-bouwer!) worden nader besproken, alsmede de twee wijzen waarop je bij een snaarinstrument de toon kunt verhogen.

BIJ BLOK 6**T9**

De werking van microfoon (geluidsontvanger) wordt uitgelegd: bewegende magneet veroorzaakt in spoel elektrische stroom.

Ook de werking van de luidspreker (geluidsbron) wordt besproken: veranderende elektrische stroom in spoel veroorzaakt bewegende magneet.

BIJ BLOK 6**H1**

Hierin staat de vraag "Hoe ontstaat geluid, en hoe plant het zich voort?" centraal. Na enige herhaling van de theorie moeten 5 vragen worden beantwoord.

BIJ BLOK 6**H2**

Hierin komen de vragen "Wat is precies een trilling? Welke invloeden hebben amplitude, trillingstijd en frequentie?" nogmaals ter sprake, alsmede het (u,t) -diagram. Er moeten 9 vragen worden beantwoord.

BIJ BLOK 6**H3**

Hierin komen de begrippen frequentiekenarakteristiek en frequentiebereik nogmaals ter sprake. Er moeten 4 vragen worden beantwoord.

BIJ BLOK 6

H4

Hierin komen de invloeden van geluid op het milieu ('geluidsoverlast') aan de orde. Na enige theorieherhaling moeten 8 vragen worden beantwoord.

BIJ BLOK 6

E1

Aan de hand van dit blad kunnen leerlingen bij elkaar een eenvoudig audiogram opnemen. Ze moeten ook conclusies trekken uit de metingen. Leerlingen krijgen op deze manier enig inzicht in het werk van een audioloog.

Benodigd materiaal:

- toongenerator
- koptelefoon
- twee drukschakelaars
- lampje met fitting
- batterij
- scherm
- logaritmisch grafiekpapier

BIJ BLOK 6

E2

Dit blad gaat nader in op de voortplanting van geluid (voortplanting van verdichtingen en verdunningen). Verder worden echo en nagalm besproken. Er moeten 8 vragen worden beantwoord.

BIJ BLOK 6

E3

Hierin maken de leerlingen een geluidskaart van (een bepaald deel) van de schoolomgeving. Deze proef kan klassikaal worden uitgevoerd door groepjes van twee of drie leerlingen.

Door gezamenlijk onderzoek wordt bepaald of de school in een omgeving ligt met geluidshinder.

Benodigd materiaal:

- plattegronden van de schoolomgeving (voor elk groepje leerlingen één), waarop diverse door leerlingen te onderzoeken waarnemingsgebieden zijn aangegeven
- kopie van de geluidsliniaal voor elk groepje leerlingen (figuur 74 op blz. 200 van het leerboek)
- papier en schrijfgerei om aantekeningen te maken
- een decibelmeter per groepje leerlingen zou mooi zijn, maar is niet per se noodzakelijk.

BIJ BLOK 6

E4

6 uitgebreide vraagstukken over geluid.

ANTWOORDEN BLOK 6

P1

- De volgorde van de geluiden op het cassettebandje:
 - fietsbel* (toonhoogte en klank);
 - scheepstoeter* (lage toon en geluidsvolume);
 - drilboor* (klankvolume en toonhoogte);
 - popgroep* (klankvolume, verschillende tonen en melodie);
 - branding* (regelmatig geruis en klank)
 - verkeer* (klank en toonhoogte);
 - blatend schaap* (klank en toonhoogte);
 - vliegtuig* (hoge fluittoon en klankvolume);
 - tikkende wekker* (klank en opeenvolging van de geluiden);
 - blaffende hond* (klank en duur van de geluiden);
 - klas met pratende leerlingen* (aard van de geluiden en klankvolume);
 - ruisende bladeren* (klank, onregelmatigheden in de geluiden);
 - kettingzaag* (klank, volume en toonhoogte);
 - kraaiende haan* (klank, duur van de geluiden);
 - cirkelzaag* (klank, volume en lichte wisseling van toonhoogte); *SLYP*
 - onweer* (klank, volume en toonhoogte).
- Vervelend geluid is *hard*, *hoog*, duurt *lang* en klinkt *lelijk*.

ANTWOORDEN BLOK 6

P2

- Een bedoeling hebben de geluiden **a, b, d, g, j, en n**.
 - Geluid kan bedoeld zijn als:
 - waarschuwing voor gevaar (**a, b en j**);
 - vorm van amusement (**d**);
 - vorm van communicatie (**g, j en n**).
- 'Natuurlijke' geluiden zijn: **e, g, j, k, l, n en p**. 'Onnatuurlijke geluiden' zijn: **a, b, c, d, f, h, i, m en o**.
 - Als het geluid hard is en onaangenaam om te horen.
 - Veroorzaakt stress bij dieren, verstoring van het biologisch evenwicht en mogelijk uitsterven/verdwijnen van de soort.
 - Veroorzaakt stress, hoofdpijn, misselijkheid, hoge bloeddruk en mogelijk gehoorbeschadiging.

ANTWOORDEN BLOK 6

P3

- Je voelt het trillen van de stembanden.
 - Doordat de stalen ringetjes tegen de binnenkant van de bel geslingerd worden.
 - Het balletje wordt weggeslagen, zodra het een been van de trillende stemvork raakt.
- Je hoort een steeds harder wordend regelmatig dof geluid (of misschien een heel lage bromtoon).
 - Je ziet de conus met steeds grotere uitslag bewegen met dezelfde regelmaat als het geluid.
 - De bewegingen van de conus worden nu steeds sneller.
- Het uiteinde van de liniaal beweegt snel heen en weer en neemt een waaivorm aan.
 - Je hoort een toon.
 - Als de liniaal méér over de tafelrand steekt, wordt de toon steeds lager. Als de liniaal minder over de tafelrand steekt, wordt de toon steeds hoger.
- Als er iets trilt (regelmatig beweegt).
 - Van de grootte van de uitwijking van het trillende voorwerp.
 - Van het aantal trillingen per seconde dat het voorwerp maakt.
- De *oorschelp* dient om het geluid op te vangen. De *gehoorgang* dient om de trillende lucht te geleiden naar het *trommelvlies*, dat de trillingen (via, via) uiteindelijk naar de gehoorzenuw overbrengt.
 - 50 tot 100 Hz
 - 15 000 tot 20 000 Hz

ANTWOORDEN BLOK 6

P4

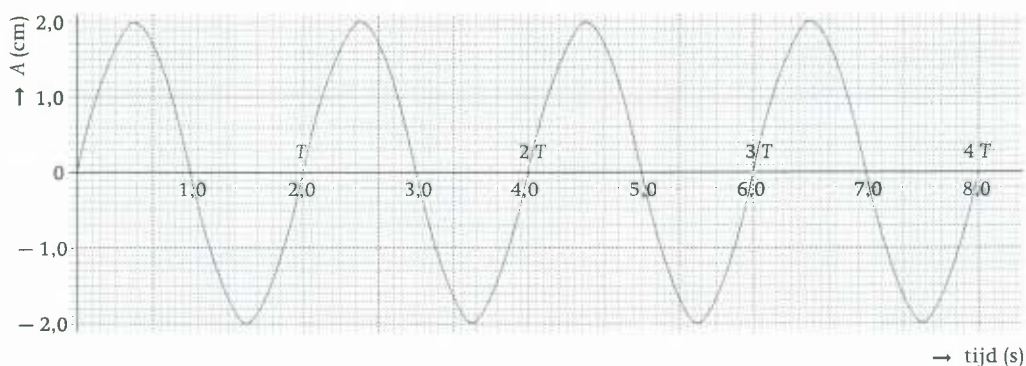
- De kaarsvlam beweegt.
- Het geluid van de bel sterft langzaam weg.
 - Het geluid komt weer terug.
 - De bel.
 - Je oren.
 - Lucht.
- Ja.
- Je hoort de ander duidelijk praten.
 - Via het gespannen touw.
- Het geluid plant zich voort door een gas (lucht) of een andere tussenstof.

ANTWOORDEN BLOK 6

P5

1 **ab** De slingertijd is ongeveer 2 seconde.

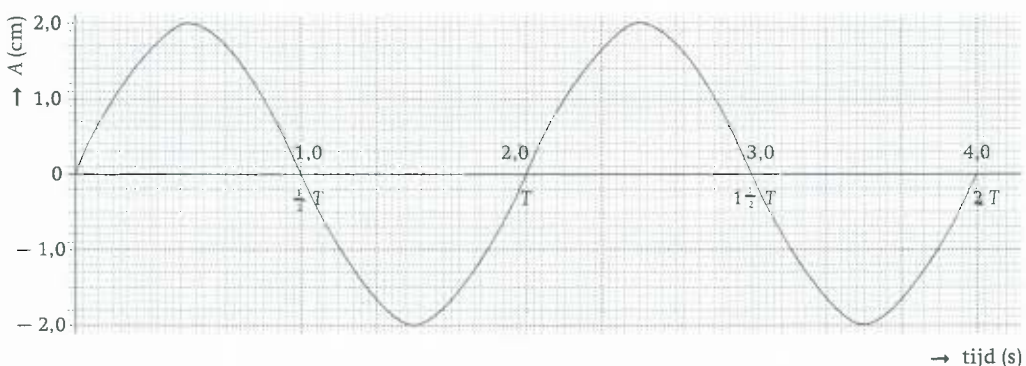
c Zie figuur.



d Op het papier ontstaat een sinusoïde.

e De slingertijd is de tijd die verlopen is gedurende één berg en één dal.

f Zie figuur.



2 **a** Er ontstaat een golflijntje.

b Het lijntje heeft dezelfde vorm als de lijn bij het slingerende beertje.

c Dan ontstaan er méér golfjes op het papier over dezelfde afstand.

d De verandering van de uitwijking van het trillende been van de stemvork met de tijd.

3 **a** De figuur is vergelijkbaar met figuur 17 op blz. 174 van het leerboek.

b De figuren hebben dezelfde vorm.

c Het patroon blijft hetzelfde, de hoogte van de golfjes neemt af.

d Zie leerboek blz. 175 figuur 18.

ANTWOORDEN BLOK 6

P6

2 **c** De geluidsterkte neemt af met de afstand tot de geluidsbron.

ANTWOORDEN BLOK 6

P7

1 **a** De geluidsterkte wordt kleiner.

b De amplitude van de trillingen wordt kleiner.

d De zachtboard plafondtegels met de gaatjeskant naar de luidspreker.

f De geluidsisolatie is (bij hetzelfde materiaal) evenredig met de dikte van het materiaal.

g Zwaar en dik isolatiemateriaal.

h Bij de bron: geluidsvolume minder hard; verschillende luidsprekersystemen (dichter bij de bezoekers).

Tussen bron en ontvanger: de wanden met geluids-isolerend materiaal bekleden (meer geluids-absorptie, minder terugkaatsing).

Bij de ontvanger: gratis oordopjes verstrekken.

i Het verstandigst is natuurlijk om het geluid van de bron te verminderen, want die is de oorzaak van de geluidshinder.

ANTWOORDEN BLOK 6

P8

- 1 a** – gitaar: de *gitaarsnaar* (bij een akoestische gitaar wordt die trilling overgebracht op de klankkast, die de lucht daarin weer in trilling brengt; bij een elektrische gitaar wordt de trilling via de geluidsopnemers onder de snaar overgebracht naar de versterker, die het versterkte geluid doorgeeft aan de luidsprekers);
- trommel: het *trommelvel*;
 - blokfluit: de *lucht in de blokfluit*;
 - viool: de *violsnaar*, die de trillingen via de kam overbrengt op de klankkast, die de lucht weer in trilling brengt;
 - piccolo: de *lucht in de piccolo*;
 - tamboerijn: het *trommelvel* en de tegen elkaar slaande *metalen schijfjes*;
 - mondharmonica: de *metalen tongetjes* waar de lucht tussendoor geblazen wordt;
 - accordeon: als bij de mondharmonica, alleen komt de lucht nu uit de *balg*;
 - piano: de *snaren* (vaak twee of drie per toon), die hun trilling weer overbrengen op het klankbord, dat de lucht weer in trilling brengt;
 - kerkorgel: de *lucht in de orgelpijpen*;
 - cello: zie de viool;
 - klarinet: de *lucht in de klarinet*, die in trilling wordt gebracht door het platte riet waar de lucht wordt langsgeblazen;
 - conga's: de *kogeltjes* waarmee de conga's gevuld zijn;
 - saxofoon: zie klarinet;
 - contrabas: zie viool;
 - triangel: het *driehoekige metalen staafje*.
- b** Snaarinstrumenten, blaasinstrumenten en slaginstrumenten.
- c** Zonder klankkast is de toon veel zachter en sterft veel eerder uit.
- d** De toon is weer vergelijkbaar met die van de stemvork + klankkast. De stemvork brengt de ruit in trilling, die door zijn grote oppervlakte weer veel lucht in trilling brengt.
- e** Bij akoestische instrumenten worden de trillingen overgebracht op een klankkast of klankbord, die de trillingen weer aan de lucht overdragen. Bij een elektrische gitaar of piano is achter elke snaar een geluidsopnemer gemonteerd, die de mechanische trilling omzet in een elektrische trilling. Deze trilling wordt via een versterker aan een luidspreker toegevoerd.
- f** De menselijke stem: hierbij trillen de *stembanden*, die de lucht in de keel- en mondholte in resonantie brengen.

- 2 a** De toon is nu hoger.
- b** Hoe meer water in het flesje, hoe korter de trillende luchtkolom en hoe hoger de toon wordt.
- c** Instrumenten die lage tonen voortbrengen, hebben een veel grotere klankkast of lengte (drum met grote ketel, lange brede orgelpijpen, contrabas véél groter dan viool).
- d** Door de afstand tussen mondstuk en het eerste open gat te veranderen: hoe korter deze afstand is, hoe hoger de toon.
- 3 a** Een meer gespannen elastiekje brengt een hogere toon voort.
- b** Hoe korter het stukje trillend elastiek, hoe hoger de toon.
- c** Een dikker stuk elastiek geeft – bij dezelfde spanning en lengte – een lagere toon.
- Conclusies:*
- Hoe groter de spanning in de snaar, des te hoger is de toon.
 - Hoe groter de trillende massa, des te lager is de toon.
- d** De snaren voor de lagere tonen zijn steeds dikker.
- e** – door op een snaar van andere dikte en spanning te spelen;
- door de lengte van het trillende stuk snaar te veranderen (bij een gitaar gebeurt dit door de snaar over een ribbe – zie practicumboek figuur 25 op blz. 82 – af te klemmen).

ANTWOORDEN BLOK 6

P9

- 1 a** De conus beweegt; je hoort nog niets.
- b** De conus beweegt sneller op en neer; je hoort nóg niets.
- c** De conus zou heel snel op en neer bewegen; zo snel dat je het niet zou zien. Je hoort geluid.
- d** Het membraan, de beweeglijke spoel en de magneet.
- 2 a** De magneet trilt.
- b** Je hoort een laag geluid.
- c** Het geluid wordt hoger.
- d** Spoel en magneet.
- 3 a** Niets.
- b** Geluid; hij doet het!

ANTWOORDEN BLOK 6

W1

- Holle vaten klinken het hardst. (Domme mensen hebben de grootste mond.)
 - Dat klinkt als muziek in mijn oren. (Dat is fijn om te horen.)
 - Dat klinkt als een klok. (Dat is een kernachtig gezegde.)
 - Hij moet een toontje lager zingen. (Hij moet een wat minder grote mond opzetten.)
 - Vogeltjes die te vroeg zingen, zijn voor de poes. (Wie voor zijn beurt spreekt, vindt geen gehoor.)
 - Zoals de ouden zongen, piepen de jongen. (Kinderen praten vaak hun ouders na.)
 - Hij speelt altijd graag de eerste viool. (Hij is altijd graag 'haantje de voorste', wil graag de baas spelen.)
- a** Het ruisen van de zee en mijn vriend(in) aan de telefoon.
 - b** Een ratelende wekker en een cirkelzaag.
- a** Aan de toonhoogte en de geluidssterkte.
 - b** Grootheid: frequentie; eenheid: hertz (Hz).
Grootheid: geluidssterkte; eenheid: decibel (dB).

ANTWOORDEN BLOK 6

W2

- door het maken van gebaren met de handen, de ogen, de mimiek van het gezicht of de houding van het lichaam;
 - door afgesproken geluidscodes hoorbaar te maken (tamtam);
 - door te zingen of een instrument te bespelen: overbrengen van gevoelens.
- Geen functie hebben: de hoefslag van een paard (gevolg van het draven); de wiekslag van een vogel (gevolg van het vliegen); het trippelen van een muis (gevolg van het lopen); enz.
- a** Het optreden van stress, van hoofdpijn, misselijkheid en nervositeit. In ernstige gevallen: verstoring van het biologisch evenwicht: een dier vertrekt blijvend uit zijn biotoop (natuurlijke omgeving) en kan daardoor zelfs uitsterven.
 - b** Door motorvoertuigen te weren, draagbare radio's te verbieden, dus stiltegebieden in te stellen.
- a** Mensen die in de auto of in de trein keihard hun radio of walkman aan hebben staan, regelmatige burenruzies, politie- of ziekenwagens met loeiende sirenes, enz.
 - b** Door met de betreffende personen/instanties te gaan praten of het niet wat minder kan.

- a** Ja, ik speel bas in een rockband en ik hou van harde muziek.
 - b** Een tandje zachter spelen.

ANTWOORDEN BLOK 6

W3

- a** Alle geluidsbronnen produceren min of meer regelmatige trillingen.
 - b** In een luidspreker wordt elektrische trillingsenergie omgezet in mechanische trillingsenergie (geluid).
- a** Microfoon en oor.
 - b** Er zit iets in dat kan meetrillen (membraan, trommelvlies).
- a** Eén trilling is één volledige heen en weer gaande beweging; na één trilling is het trillende voorwerp weer op dezelfde plaats en beweegt in dezelfde richting als bij het begin van die trilling.
 - b** Zie leerboek blz. 170 figuur 10 (liniaal tekenen in diverse tussenstanden).
 - c** De trillingstijd is de tijd die nodig is voor één volledige trilling.
 - d** De frequentie is het aantal trillingen per seconde.
- a** $f = 12\,000/3,00 = 4000 \text{ Hz}$
 - b** $T = 1/f = 1/4000 \text{ s} = 0,000\,25 \text{ s} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$
- $f = 440 \text{ Hz} \rightarrow T = 1/f = 1/440 = 0,0023 \text{ s} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

ANTWOORDEN BLOK 6

W4

- 1** Een tussenstof die de trillingen overbrengt van de bron naar de ontvanger. (Een medium kan zowel gasvormig, vloeibaar als vast zijn).
 - b** De geluidssnelheid is niet voor elk medium hetzelfde.
- 2** Er is geen medium meer dat het geluid naar je oren overbrengt. (Soms hoor je nog een zwak geluid, dat zich via de ophangdraadjes van de bel tot buiten de stolp voortplant.)
- a** Nee, op het maanoppervlak is geen gas aanwezig dat als medium kan dienen. Bovendien kan het menselijk lichaam niet overleven bij zo'n kleine gasdruk.
 - b** In de ruimte tussen planeten bevindt zich (nagenoeg) geen medium waardoor zich geluid zou kunnen voortplanten.

- 4 **a** Een gezond menselijk oor kan frequenties horen tussen ongeveer 20 en 20 000 Hz.
b De frequenties in ons spraakgebied: ca. 600 tot 6000 Hz (zie het audiogram op blz. 172 leerboek figuur 13).
- 5 **a** Je zou met de toongenerator tonen van allerlei verschillende frequenties door de koptelefoon kunnen laten horen en kunnen bepalen bij welk aantal dB de onderzochte persoon die toon *nét* niet meer hoort. Hiervan kun je een grafiek maken.
b Omdat ons oor niet voor alle frequenties even gevoelig is. Er zou voor dat verschil gecorrigeerd moeten worden. (De geluidssterkten zouden in dB(A) moeten worden vastgelegd.)

ANTWOORDEN BLOK 6

W5

- 1 **a** Eén volledige trilling in figuur 24 beslaat 3 hokjes; de 'tijd-per-hokje' is 0,005 s, dus $T = 3 \times 0,005 = 0,015$ s.
b $f = 1/T = 1/0,015 =$ (afgerond) 67 Hz.
- 2 De toon met de kleinste trillingstijd heeft de grootste frequentie ($f = 1/T$ is dan het grootst). In figuur 25 grafiek a beslaat een trilling vier hokjes en in grafiek b acht hokjes. Dus de toon uit grafiek a heeft de hoogste frequentie. (De tijd-per-hokje is voor beide grafieken gelijk.)
- 3 **a** De bron van grafiek b (T beslaat daar drie hokjes, bij grafiek a vier hokjes; T_b is dus het kleinst, dus f_b het grootst).
b Oók de toon van grafiek b, want daar is de amplitude het grootst.
- 4 **a** $A = 2,0$ cm
b $T = 8,0$ ms
c $f = 1/T = 1/8,0 \cdot 10^{-3} = 125$ Hz

ANTWOORDEN BLOK 6

W6

- 1 **a** 1 Zoveel mogelijk vliegtuigen gebruiken met geruisarme motoren.
 2 Landingsbanen zó situeren dat het vliegen boven dichtbewoonde gebieden zoveel mogelijk wordt vermeden.
 3 Vertrek en aankomst van vliegtuigen zoveel mogelijk buiten de uren houden waarin de nachtrust valt.
 4 Geluidsschermen aanbrengen die verspreiding van het lawaai richting woonwijken zoveel mogelijk tegengaan.
b Maatregelen 1, 2 en 3 kunnen *wél* tot een duurzame ontwikkeling leiden, want zij zijn rechtstreeks op de bron gericht. Maatregel 4 niet.

- 2 Ons oor is niet voor alle frequenties even gevoelig. Geluidssterkten in dB zijn voor deze factor *niet* gecorrigeerd, geluidssterkten in dB(A) *wél*.
- 3 **a** Overdag hoeft men minder rekening te houden met slapenden.
b Het stadcentrum trekt nu eenmaal het meeste verkeer aan (transport van goederen en mensen). Het stadscentrum heeft dus ook een groter economisch belang voor de stad. Daarom moet men in de binnenstad wel een hogere norm aanleggen.
- 4 **a** Omdat er niet bij staat op welke afstand van de bron die geluidssterkte gemeten moet worden.
b Bijvoorbeeld: op 1 m afstand van de uitlaat, op een moment dat er geen andere geluidsbronnen in de buurt door de decibelmeter worden geregistreerd.

ANTWOORDEN BLOK 6

W7

- 1 **a** Omdat de trilling zich daar nog niet in allerlei richtingen heeft voortgeplant.
b Maatregelen bij de *bron*:
 – Het volume van de bron verminderen.
 – De bron opstellen op geluidsisolerend materiaal, zodat hij geen trillingen doorgeeft aan de ondergrond (geen contactgeluid).
 Maatregelen bij de *ontvanger*:
 – De wanden bij de ontvanger bekleden met geluidsisolerend materiaal.
 – Oorbeschermers opzetten.
- 2 **a** Zachtboard (met gaatjes), spaanplaat en piepschuim.
b Er zit veel lucht in.
c Hoe dikker het materiaal, hoe beter de demping (absorptie).
- 3 Absorptie en terugkaatsing van geluid.
- 4 Audioloog, geluidstechnicus, viool- of gitaarbouwer.

ANTWOORDEN BLOK 6

W8

- 1 **a** Snaarinstrumenten, blaasinstrumenten en slag-instrumenten.
b Bij akoestische instrumenten worden de trillingen overgebracht op een klankkast (strijk- en tokkelinstrumenten) of klankbord (piano, citer, celesta), die de trillingen weer aan de lucht overdragen.
c Instrumenten die veel lage tonen versterken, hebben een klankkast van grote afmetingen (leerboek blz. 186 figuur 48).
- 2 **a** Hoe langer en dikker de snaar, hoe lager de grondtoon ervan. De contrabas zal dus de laagste tonen voortbrengen.
b De viool: produceert de hoogste tonen van de afgebeelde instrumenten.
- 3 **a** Door de snaar strakker te spannen; door de lengte van de trillende snaar te verkorten.
b Door de snaarspanning te veranderen.

ANTWOORDEN BLOK 6

W9

- 1 **a** In beide apparaten zit een onderdeel dat trilt (membraan en conus), een spoel en een magneet.
b Een microfoon zet geluid (= trilling = beweging) om in een elektrische stroom. Een luidspreker doet het omgekeerde: zet elektrische stroom om in geluid.
- 2 **a** Een geïsoleerde stroomdraad, gewonden op een koker.
b Een elektrische spoel zet de beweging van een magneet om in elektrische stroom. Een spoel maakt van een veranderende elektrische stroom een bewegende magneet.
- 3 *Werking als microfoon:* Als geluid de conus van een luidspreker in trilling brengt, beweegt de magneet in de spoel. Er ontstaat dan een veranderende elektrische stroom zoals bij een microfoon.
Werking als luidspreker: Een veranderende elektrische stroom in een spoel kan een magneet binnen de spoel in trilling brengen. Deze magneet kan de conus in trilling brengen, en deze weer de lucht.

ANTWOORDEN BLOK 6

H1

- 1 Door trillingen, die zich via een medium naar ons oor kunnen voortplanten.
- 2 **a** De beweging van de zuigers in de cilinders van de motor.
b De trillingen van de luidsprekerconus.
c De trillingen van de snaren, die door de klankkast (of de geluidsoptellers + geluidsinstallatie) worden versterkt.
d De trillingen van de klepel die tegen de bel slaat.
- 3 **a** Het zijn beide geluidsontvangers.
b Bij het oor blijven de trillingen mechanisch. In een microfoon worden mechanische trillingen omgezet in elektrische trillingen.
- 4 De trillingen worden via een medium (gas, vloeistof of vaste stof) doorgegeven.
- 5 Geluid dat wordt teruggekaatst, horen we opnieuw maar enige tijd later.

ANTWOORDEN BLOK 6

H2

- 1 **a** Bij grafiek a geldt $A_a = 3$ hokjes en bij grafiek b: $A_b = 0,7$ hokjes.
b Die van grafiek a.
- 2 Na 0,6 s is de veer weer in de evenwichtsstand, dus na $\frac{1}{2}T$. De uitwijking is maximaal na $\frac{1}{4}T$, dus na 0,3 s; de amplitude is de uitwijking op $t = 0,3$ s: 0,8 cm.
- 3 Eén volledige trilling bestaat uit 7 hokjes in figuur 58, dus $T = 7 \times 5 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ of 35 ms.
- 4 $T = 7 \times 1 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ of 7 ms.
- 5 $T = 0,05 \text{ s}$, dus: $f = 1/T = 1/0,05 = 20 \text{ Hz}$.
- 6 **a** $T = 3/12 = 0,25 \text{ s}$
b $f = 1/0,25 = 4 \text{ Hz}$
- 7 **a** De frequentie is het aantal trillingen per seconde, dus 200.
b $T = 1/f = 1/200 \text{ s} = 0,005 \text{ s} = 5 \text{ ms}$
- 8 **a** Eén volledige trilling bestaat uit 3 hokjes; één hokje is 10 ms, dus $T = 3 \times 10 \text{ ms} = 30 \text{ ms}$.
b $f = 1/T = 1/(30 \cdot 10^{-3}) = 33,33 \text{ Hz} = 33 \text{ Hz}$.
- 9 **a** $2\frac{1}{2}$ trilling bestaat uit 12 hokjes, dus één trilling bestaat uit $12/2\frac{1}{2} = 4,8$ hokjes. $T = 1,2 \text{ ms}$, dus de 'tijd-per-hokje' is $1,2/4,8 \text{ ms} = 0,25 \text{ ms}$.
b $f = 1/T = 1/(0,25 \cdot 10^{-3}) = 833,33 \text{ Hz} = 833 \text{ Hz}$.

ANTWOORDEN BLOK 6

H3

- 1 a Tussen 20 en 15 000 Hz
b 35 dB, 5 dB, 0 dB, 0 dB, 10 dB
- 2 Omdat het menselijk gehoor die tonen toch niet kan horen.
- 3 Uit grafiek c in figuur 62 blijkt dat oudere mensen de tonen tussen 200 en 10 000 Hz pas bij een veel grotere geluidssterkte kunnen horen.
- 4 a Tonen beneden ca. 400 Hz en boven ca. 2000 Hz hoort hij slecht.
b Door het langdurig aanhoren van muziek met een veel te grote geluidssterkte.

ANTWOORDEN BLOK 6

H4

- 1 – Als de natuur niet verstoord wordt, kunnen we in de natuur tot rust komen na het voortdurende lawaai van de stad en de vermoeienissen van ons werk.
– Als je bijv. met een walkman op aan het verkeer deelneemt, kun je geen claxon horen, zodat je extra risico's loopt.
– Als we thuis of op het werk voortdurend geluids-overlast ondervinden, gaat dit ten koste van onze gezondheid.
- 2 Er is een grote variëteit aan planten en dieren; de natuur is in evenwicht.
- 3 – Te veel geluid is slecht voor onze gezondheid (hoofdpijnklachten, hoge bloeddruk, stress).
– Te veel geluid kan gehoorbeschadiging veroorzaken.
– Te veel geluid verstoort het ecologisch evenwicht in de dierenwereld. De dieren kunnen in lawaaizones niet leven en kunnen (bij gebrek aan voldoende geschikte leefruimte) soms zelfs uitsterven.
- 4 – Er komen steeds meer mensen. Al die mensen produceren steeds meer geluid. Dat is nadelig voor hun gezondheid en het milieu.
– De toename van vliegverkeer en ander gemotoriseerd verkeer maakt steeds meer gebieden onleefbaar.
– Steeds meer mensen maken steeds meer fabrieken noodzakelijk. Die brengen dus steeds meer schadelijke stoffen (en ook lawaai) in het milieu.
- 5 'Duurzame ontwikkeling' houdt in dat we zó met de natuur omgaan dat de mensen die na ons komen nog net zo veel plezier van natuur en milieu hebben als wij op dit moment.

- 6 a – Trillingen bestrijden bij de geluidsbron, bijv. door deze trilvrij op te stellen en contactgeluid te vermijden.
– Zorgen dat de tussenstof minder geluid doorgeeft, bijv. muren en plafonds van huizen van goede geluidsisolatie voorzien.
– Motoren ontwerpen die geluidsarm zijn.
– Mensen ertoe bewegen zo min mogelijk geluid te produceren dat storend is voor de omgeving.
– In huizen dubbele ramen toepassen, waardoor minder verkeerslawaai in de huiskamers door-dringt (bovendien bespaart dat stookkosten!).
b In bovenstaande reeks: het derde en het vierde voorbeeld.
- 7 Door ter plaatse op allerlei uren van het etmaal met een decibelmeter metingen te verrichten; op grond van die resultaten zou via de gemeenteraad gestreefd kunnen worden naar de aanleg van een geluidswal.

- 8 Als mensen dingen doen die ongezond voor hen zijn, komt dat meestal:
– door gebrek aan kennis van zaken (ze realiseren zich de gevaren onvoldoende of willen er geen moeite voor doen);
– door het onvermogen of de onwil om zich te verplaatsen in de situatie van medemensen die daar last van hebben.

ANTWOORDEN BLOK 6

E1

- 1 Bij de metingen is geen rekening gehouden met de gevoeligheid van het oor voor verschillende frequenties.
- 2 Volumeknop helemaal dicht.

ANTWOORDEN BLOK 6

E2

- 1 a 100 keer
b 100 verdichtingen en verdunningen
c $340/100 = 3,4$ m
- 2 a Eén volledige trilling veroorzaakt één verdichting plus één verdunning. Je oor ontving in 3 seconden 3000 verdichtingen (en óók 3000 verdunningen).
b Het trommelvlies is dus 3000 keer heen en weer gegaan.
- 3 Het zachte materiaal en de lucht erin zullen de trillingsenergie in de verdichtingen en verdunningen absorberen, en dus het geluid dempen.

- 4 **a** In 10 s legt het geluid $10 \times 340 = 3400$ m af.
b Nee, de tijd die het licht over deze afstand doet om je oog te bereiken is te verwaarlozen. (De lichtsnelheid is heel erg groot.)
- 5 Tussen geluid en echo moet minsten 0,1 s zitten. In 0,1 s legt het geluid $0,1 \times 340 = 34$ m af; dat is omlaag én weer omhoog. De put moet dus minstens $34/2 = 17$ m diep zijn.
- 6 Het geluid legt in 1,5 s $2 \times 255 = 510$ m af (heen en terug!). De geluidssnelheid is dus $510/1,5 = 340$ m/s.
- 7 $340 \text{ m/s} = 340 \times 3,6 = 1080 \text{ km/uur}$
- 8 **a** Annemiek heeft gelijk.
b Bij een concert is de muziek op de eerste rij niet anders dan achterin de zaal.

ANTWOORDEN BLOK 6

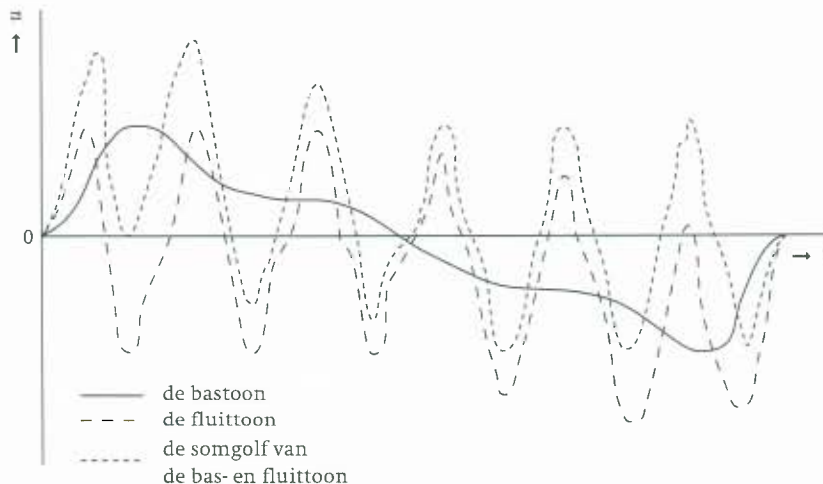
E3

De antwoorden op de vragen zullen voor de meeste groepen duidelijk verschillen.

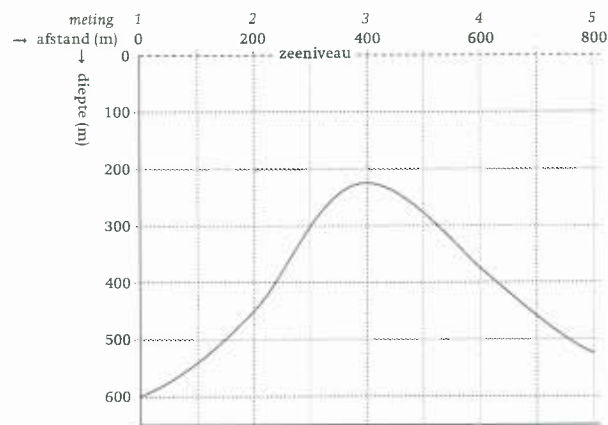
ANTWOORDEN BLOK 6

E4

- 1 **a** De lucht die door een van de rijen met gaatjes wordt geblazen, doet achter de schijf regelmatige luchtstootjes ontstaan. Die trillende lucht geeft de sirenetoon.
b $600 \text{ omw/min} = 600/60 = 10 \text{ omw/s}$. Er passeren dus per seconden $10 \times 44 = 440$ gaatjes:
 $f_{\text{sirene}} = 440 \text{ Hz}$
- 2 **a** $v_{AB} = s_{AB}/t_{AB} = 11\,220/33,0 = 340 \text{ m/s}$
 $v_{BA} = s_{BA}/t_{BA} = 11\,220/34,0 = 330 \text{ m/s}$
b Stel de geluidssnelheid in stilstaande lucht v_g en de windsnelheid v_w . Dan geldt:
 $v_{AB} = v_g + v_w = 340 \text{ m/s}$ (1) en $v_{BA} = v_g - v_w = 330 \text{ m/s}$ (2)
 Uit 1 + 2 $\rightarrow 2v_g = 670 \text{ m/s} \rightarrow v_g = 335 \text{ m/s}$
c Uit 1 - 2 $\rightarrow 2v_w = 10 \text{ m/s} \rightarrow v_w = 5,0 \text{ m/s}$



- 3 **a** 0,20 s
b Bij 20°C is $v_g = 343 \text{ m/s}$; $s = v \cdot t = 343 \times 0,2 = 68,6 \text{ m}$
 Dus de afstand tot de bosrand is $\frac{1}{2} \times 68,6 = 34,3 \text{ m}$.
- 4 **a** Afstand s tot de zeebodem $= \frac{1}{2} \times (\text{afstand die geluid aflegde})$, dus $s = \frac{1}{2}(v_g \cdot t) \rightarrow$
 $s_1 = \frac{1}{2} \times (1500 \times 0,8) = 600 \text{ m}$; $s_2 = 450 \text{ m}$;
 $s_3 = 225 \text{ m}$; $s_4 = 375 \text{ m}$ en $s_5 = 525 \text{ m}$.
b Zie figuur.



- 5 **a** $A = 4 \text{ hokjes} \rightarrow A_{\text{spanning}} = 4 \times 1 = 4 \text{ V}$
b Boven 0 V is de spanning positief; beneden 0 V is de spanning negatief.
c $T = 6 \text{ hokjes} = 6 \times 50 \times 10^{-6} = 300 \cdot 10^{-6} = 0,3 \text{ ms}$
d $f = 1/T = 1/(0,3 \cdot 10^{-3}) = 3333,3 \text{ Hz} = 3,3 \text{ kHz}$
- 6 **a** De bas brengt de laagste frequenties voort.
bcd Zie figuur hieronder.