

MINIMODULES VOOR 3 VWO



Bioethanol
Complex rekenen
Cryptografie
Digitaal!
Evolutie van het oog
Forensisch onderzoek
Fractals
Grafentheorie
Navigatie
Zonne-energie

Ontwikkeld voor



Door

Jeroen Borsboom
Hans van Dijk
Arjan de Graaff
Jeroen Heilig
Peter Keeven
Nicole de Klein
Wim Launspach
Henk Ubbels
De Praktijk
Wessel van de Hoef

Auteurs:

*Jeroen Borsboom, PSG Jan van Egmond, Purmerend
De Praktijk, Amsterdam*

Hans van Dijk, Pieter Nieuwland College, Amsterdam

Arjan de Graaf, Bonhoeffer College, Castricum

Jeroen Heilig, Petrus Canisius College, Alkmaar

Peter Keeven, Keizer Karel College, Amstelveen

Nicole de Klein, Fons Vitae Lyceum

Wim Launsspach, Hermann Wesselink College, Amsterdam

Henk Ubbels, Oscar Romero, Hoorn

Zonne-energie

Grafentheorie

Fractals, Digitaal!

Navigatie

Complex rekenen

Forensisch onderzoek

Cryptografie

De evolutie van het oog

Bioethanol

Eindredacteurs:

Hans van Dijk

*Pieter Nieuwland College, Amsterdam
Amstel Instituut, Amsterdam*

Wessel van de Hoef

*Fons Vitae Lyceum, Amsterdam
Amstel Instituut, Amsterdam*






Beste leerling,

Dit jaar een profiel kiezen, met nieuwe vakken?

Als je een natuurprofiel (natuur en gezondheid of natuur en techniek) kiest, krijg je misschien de gelegenheid ook het vak 'Natuur, Leven en Technologie' (NLT) te kiezen. In dat vak worden interessante modules aangeboden, waarin de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie, aardrijkskunde en wiskunde veelal gecombineerd worden aangeboden. In het vak NLT moet je vooral veel *doen* en kom je vaak in aanraking met onderzoek doen en technisch ontwerpen.

Om je wat van die NLT-modules te laten proeven en je vertrouwd te maken met dit nieuwe vak zijn er lesbrieven ontwikkeld voor leerlingen van klas 3. Deze 'minimodules' geven je een idee van hoe het in NLT en in andere nieuwe vakken, zoals wiskunde D en informatica aan toe gaat.

Alle minimodules hebben dezelfde opbouw, wat het werken ermee vergemakkelijkt. Je zult in de modules veel icoontjes tegenkomen. Deze icoontjes hebben de volgende betekenis:

-  : Leestekst
-  : Achtergrondinformatie
-  : Opdracht
-  : Practicumhandeling
-  : Internetopdracht

We wensen je veel plezier bij het maken van deze minimodule. Hopelijk vind je de inhoud van deze minimodules leuk en interessant genoeg om in ieder geval een natuurprofiel te kiezen en misschien wel NLT, wiskunde D of informatica.

De auteurs

Inhoudsopgave


Hoofdstuk 1	Geluid	Blz. 5
§ 1.1	Inleiding	Blz. 5
§ 1.2	Theorie over geluid	Blz. 6
Hoofdstuk 2	Wat is de snelheid van geluid in lucht?	Blz. 8
Hoofdstuk 3	Afstandbepaling met behulp van geluid	Blz. 11
Hoofdstuk 4	Plaatsbepaling met behulp van drie geluidssensoren	Blz. 12

Studieplanner

Les	Datum	Stof	k/z	Omschrijving
1				
2				
3				
...				


Hoofdstuk 1 Geluid


§ 1.1 Inleiding


-  Sommige dieren kunnen 'kijken met hun oren'. Deze dieren hebben uitermate gevoelige zintuigen ontwikkeld om met behulp van geluid objecten waar te nemen. Deze dieren kunnen daardoor ook in het donker hun omgeving uitermate nauwkeurig waarnemen. Op de website <http://www.techna.nl/Geluid/vleermuizen/vleermuizen.htm> kun je informatie vinden over deze dieren. Bestudeer de informatie op deze site en beantwoord daarna de volgende vragen.

-  1) Wat is de hoogste frequentie die een mens kan horen?

Wat is de laagste frequentie die een kwakende kikker kan voortbrengen?

-  2) De snelheid van geluid in water is 1500 m/s. Hoeveel meter legt het geluid af in drie seconden?

-  3) Je kunt op de site een stukje vinden over echopeiling of sonar. Hoe diep is de zee wanneer het verschil tussen het verzenden en ontvangen vier seconden is?

-  Ook de mens maakt in het dagelijkse leven gebruik van geluid om objecten in een ruimte waar te nemen. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij het maken van een echo tijdens de zwangerschap of bij het onderzoek naar de opbouw van de aardbodem.

Lees onderstaand artikel over bodemonderzoek.

Knallen in Brabant

Dichtbij het plaatsje Boerdonk boren aannemers een tientallen meters diep gat in een bospad dwars door miljoenen jaren aardgeschiedenis. Hierin laten ze de dynamietstaven zakken, met de mobieltjes uit, omdat die de ontsteking kunnen laten afgaan. In de nabij gelegen stal met herkauwende koeien zit het onderzoeksteam ondertussen het experiment uit te werken.

Het in beeld brengen van de aardkorst met behulp van explosieven, 'schieten', is een veel gebruikte manier in de mijnbouw om olie en gas op te sporen. Deze seismische methode lijkt op de manier hoe een vleermuis in het donker met sonar zich een 'beeld' vormt van zijn omgeving. Het dynamiet is als het ware de geluidsbron waarbij de trilling van de explosie door de verschillende aardlagen wordt weerkaatst.

Langs een lijn staat over grote afstand in het landschap meetapparatuur (gefoons) opgesteld, die de geluidsweerkaatsingen kunnen registreren. Voor beeldvorming zijn meerdere gefoons nodig. De verschillende beelden bij elkaar leveren een dwarsdoorsnede op van de structuur van de aardkorst.

Het Parool (bewerkt) 22 oktober 2001

- ✎ 4) Leg uit waarom er voor driedimensionale beeldvorming meerdere detectoren opgesteld moeten worden.
- 📄 Wanneer je er van afhankelijk bent, kun je ook als mens heel veel bereiken met het navigeren met behulp van geluidssignalen. Kijk maar naar het volgende filmpje op YouTube (http://www.youtube.com/watch?v=gkDI_spL0HQ) en beantwoord dan de volgende vragen:
- ✎ 5) Denk je dat dit echt is? Geef tenminste drie argumenten waarom je zou denken dat het waar is wat je op het filmpje ziet.
- ✎ 6) Stel nu eens dat je wel goed kan zien maar je wil met een filmpje op youtube doen alsof je blind bent. Leg uit hoe jij een dergelijk filmpje zou maken. Wat zou je doen om mensen echt te laten geloven dat jij blind bent?
- ✎ 7) Leg uit hoe de jongen in het filmpje een computerspelletje speelt.

§ 1.2 Theorie over geluid

- 📄 Wat is geluid? Geluid is een wisselende druk in lucht, die zich als een golf voortplant. Geluid kan vanuit een geluidsbron ontstaan als de lucht op een of andere manier wordt verstoord, bijvoorbeeld door een trillend object. Geluidsgolven gedragen zich net als bijvoorbeeld watergolven: ze kunnen rond een object buigen (buiging), tegen een ondoordringbare wand afketsen (reflectie) of van richting veranderen wanneer het 'medium', de stof waardoor de golf zich verplaatst, verandert. Als de snelle veranderingen van de druk tussen 20 en 20.000 keer per seconde voorkomen dan is geluid voor de mens hoorbaar (d.w.z. bij een frequentie tussen 20 Hz en 20 kHz, Hz=hertz is de eenheid van frequentie).

Het horen van geluid kan informatie geven over de plaats van de geluidsbron (of de plaats waar geluid weerkaatst wordt). Aan de hand van bijvoorbeeld tijdverschillen of intensiteitverschillen kunnen we de plaats van een geluidsbron in een ruimte bepalen. In de onderstaande opdrachten gaan we dit uitproberen.

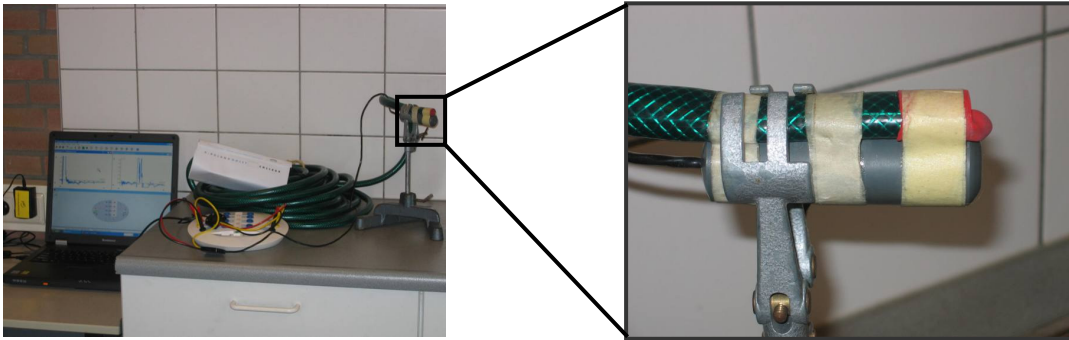
Eerst bepalen we de snelheid van geluid in lucht. Met behulp van een computeranimatie bepalen we vervolgens de afstand van een geluidsbron. Tenslotte proberen we de positie van een geluidsbron te bepalen door gebruik te maken van tenminste drie sensoren.

Hoofdstuk 2 Wat is de snelheid van geluid in lucht?

- ☰ Bij plaatsbepaling met geluid speelt de geluidssnelheid, de snelheid waarmee geluidsgolven zich voortbewegen, een grote rol. De geluidssnelheid hangt af van de vastheid, temperatuur en samenstelling van de stof(fen) waarin geluid zich verplaatst. In onderstaande activiteit gaan we de snelheid van geluid in lucht bepalen, bij verschillende temperaturen.

Het bepalen van de geluidssnelheid in het lokaal

Materiaal: Computer, Meetpakket (Coach 6), twee geluidssensoren, tuinslang, ballonnetje. Zie onderstaande afbeelding voor de opstelling:



Inleiding bij de proef:

Met een ballonnetje dat op een slang zit, maken we een geluidssignaal (ballonnetje even uitrekken en weer terug laten klappen). Dit geluidssignaal wordt direct door de eerste sensor geregistreerd. Hierdoor start de meting (dat is zo ingesteld op de computer). Zoals je in de foto kunt zien, zit de eerste sensor tegen het slanggedeelte met ballon aan. Er gaat dus nauwelijks tijd verloren tussen het maken van het signaal en het starten van de meting. De tweede sensor zit verpakt aan het uiteinde van de slang, in een doosje waardoor het tikje van de ballon gedempt wordt. Het signaal gaat op deze manier de slang in, en bereikt de tweede geluidssensor die aan het eind van de slang zit vastgemaakt. De tijd die de tweede sensor 'achter loopt' bij de eerste meting is precies de tijd die het geluid er over doet om de slang door te gaan. Als we de lengte van de slang weten kunnen we dus de geluidssnelheid berekenen.



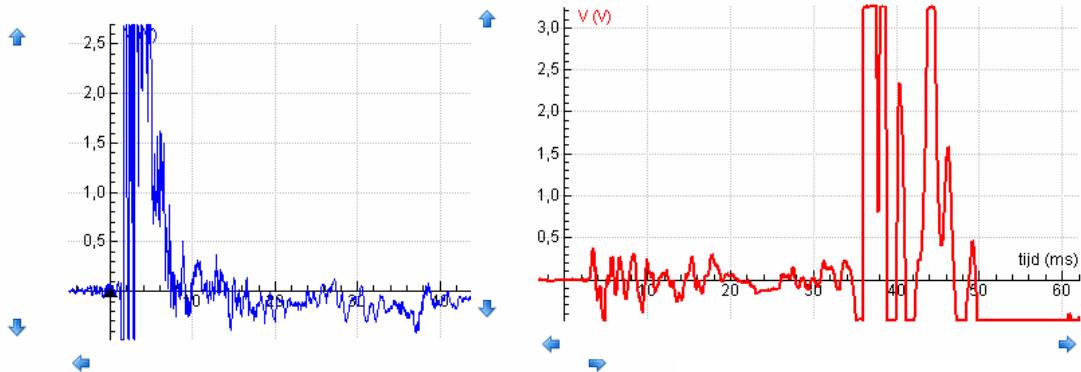
Uitvoering van de proef:

- Start de computer, open het programma Coach 6
- Sluit de twee geluidssensoren aan op de Coachlab II/II+
- Open het project 'geluidsmeting met twee sensoren'
- Maak met behulp van de ballon een geluidssignaal
- Lees de aankomsttijd van het signaal bij de tweede sensor af.

Opmerking:

Deze proef kan ook uitgevoerd worden zonder tuinslang. Je kunt de sensoren gewoon op een statiefje in het lokaal zetten. Het signaal wordt hierdoor wel iets gevoeliger voor ruis. Daarnaast heb je een verlengsnoer voor je sensor en een iets grotere ruimte nodig. Het verlengsnoer voor de sensor komt overigens later in deze minimodule goed van pas.

Verwerken van de meetresultaten om zo de geluidssnelheid te bepalen.



We gaan nu de meetgegevens netjes op een rijtje zetten en berekenen daarna de geluidssnelheid in het lokaal.

Bekijk de twee geluidssignalen van beide sensoren, zijn de signalen bruikbaar om mee verder te gaan? Als dit een bruikbare meting is ga je verder met stap 2. Als dit niet het geval is moet je de proef nogmaals uitvoeren.

- ✎ 1) Bepaal het tijdsverschil tussen het eerste en het tweede signaal. Dit tijdsverschil is ms. De afkorting ms staat voor milliseconde, reken dit om naar seconden. Het tijdsverschil is s.
- ✎ 2) Bepaal de lengte van de slang. De lengte van de slang is m.
- ✎ 3) Reken nu de geluidssnelheid uit: $\text{geluidssnelheid} = \text{lengte slang} / \text{tijdsverschil}$

Opmerking: de grafieken geven een voorbeeld van een meting. De meting zoals die in de klas wordt gedaan kan licht afwijken, vooral uiteraard door de lengte van de gebruikte slang. In het voorbeeld gebruiken we een slang van 11,50 meter. Hiermee bepalen we de geluidssnelheid op $11,50 / 0,035 = 3,3 \cdot 10^2 \text{ m/s}$.



Geluidssnelheid en temperatuur.

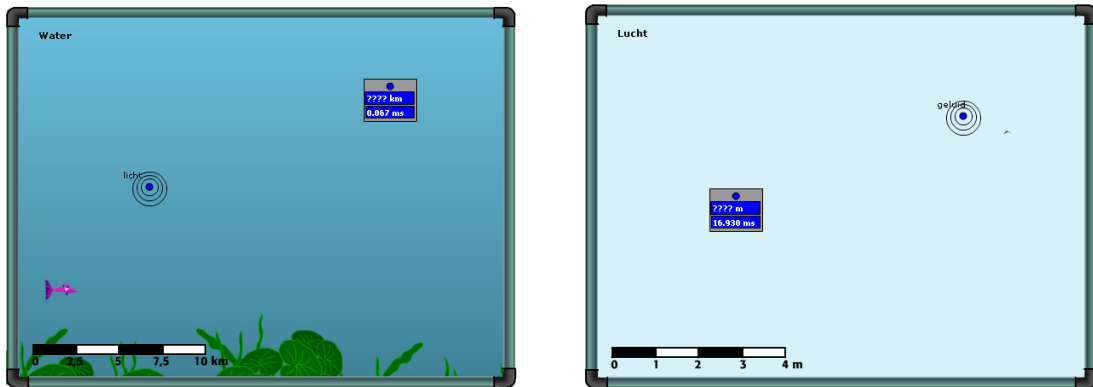
Een tuinslang (lengte tussen de 6 en de 12 meter) wordt gebruikt om de geluidssnelheid te bepalen. Sensor 1 zit naast het begin van de slang, sensor 2 zit aan het eind van de slang. Een ballonnetje, gespannen over de slang als een trommelvel, aan het begin van de slang wordt licht omhoog getrokken en daarna losgelaten. De klap die dit geeft wordt direct opgevangen door sensor 1. Het geluidssignaal gaat ook de slang in en wordt aan het eind van de slang geregistreerd door sensor 2. De hier beschreven methode is uitermate geschikt om de geluidssnelheid te bepalen. Wanneer we de slang onder water leggen, in een teil, kunnen we het water verwarmen. Hiermee is het verband tussen temperatuur en geluidssnelheid te bepalen.

- ✎ 4) Bereken hoe lang het stemgeluid van een docent er over doet om van voor het bord tot achter in de klas te komen, dit is een afstand van 9,5 meter.
- ✎ 5) Jeroen klapt in zijn handen in de buurt van een muur. De echo van zijn klappen, hoort hij precies 0,5 seconde na het maken van de klap zelf. Bereken hoe ver Jeroen van de muur af staat.
- ✎ 6) Katinka ziet op een bouwplaats een heiblok op een heipaal vallen. Even later hoort ze de klap van dit vallende blok. Tussen het zien en het horen van een blok zit 0,8 seconde. Bereken hoe ver Katinka van de heimachine af staat.

Hoofdstuk 3 Afstandbepaling met behulp van geluid

Aan het eind van dit hoofdstuk kan je je kennis toepassen in een simulatie, bij geluid en lichtsignalen, zowel in lucht als onder water.

Zie: http://staff.science.uva.nl/~rvonk/sensor_4.html (simulatie gemaakt door Tom Merkx, dit is een tijdelijk adres, de simulatie zal beschikbaar worden gesteld via een nog te ontwikkelen NLT-site)



Afbeeldingen van de Applet "afstandbepaling".

- Open de simulatie en kies voor de eerste optie. Hierbij krijg je een bron (licht of geluid) in een bepaalde omgeving (water of lucht). Je sleept zelf de sensor naar een plek naar keuze in deze omgeving. In de simulatie lees je af wat de snelheid van het signaal is. Op de sensor lees je af hoe lang het signaal er over doet om deze sensor te bereiken. Bereken de afstand van de sensor tot de bron en vul dit in in de simulatie. Controleer je berekening binnen de simulatie. Doe dit minstens vier maal en houd in onderstaand schema bij wat jouw antwoorden waren.

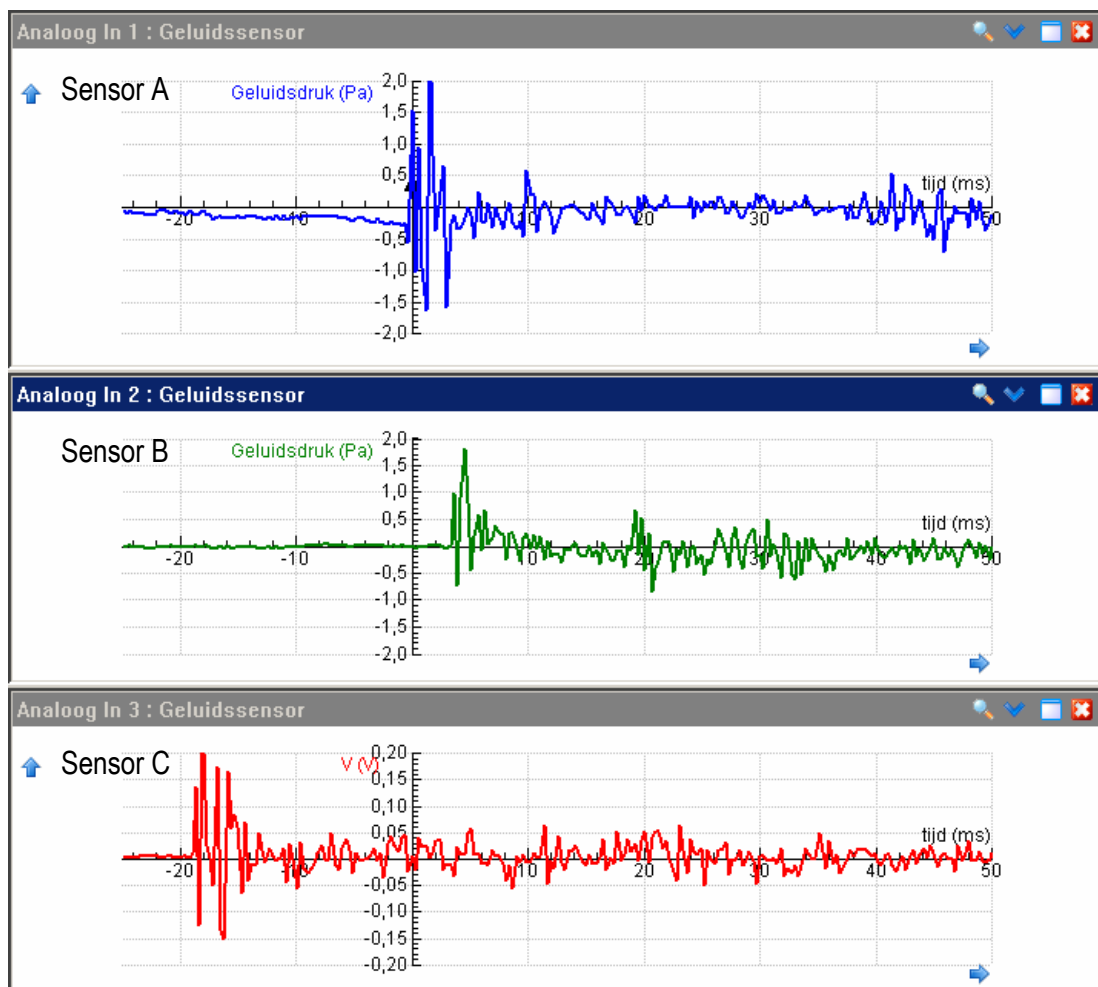
1)

Omgeving	Bron	Signaalsnelheid (m/s)	Tijd (ms)	Berekende afstand	Goed berekend?
lucht / water	geluid/licht				ja / nee
lucht / water	geluid/licht				ja / nee
lucht / water	geluid/licht				ja / nee
lucht / water	geluid/licht				ja / nee
lucht / water	geluid/licht				ja / nee

Hoofdstuk 4 Plaatsbepaling met behulp van drie geluidssensoren

Doel: Positiebepaling met behulp van drie geluidssensoren.

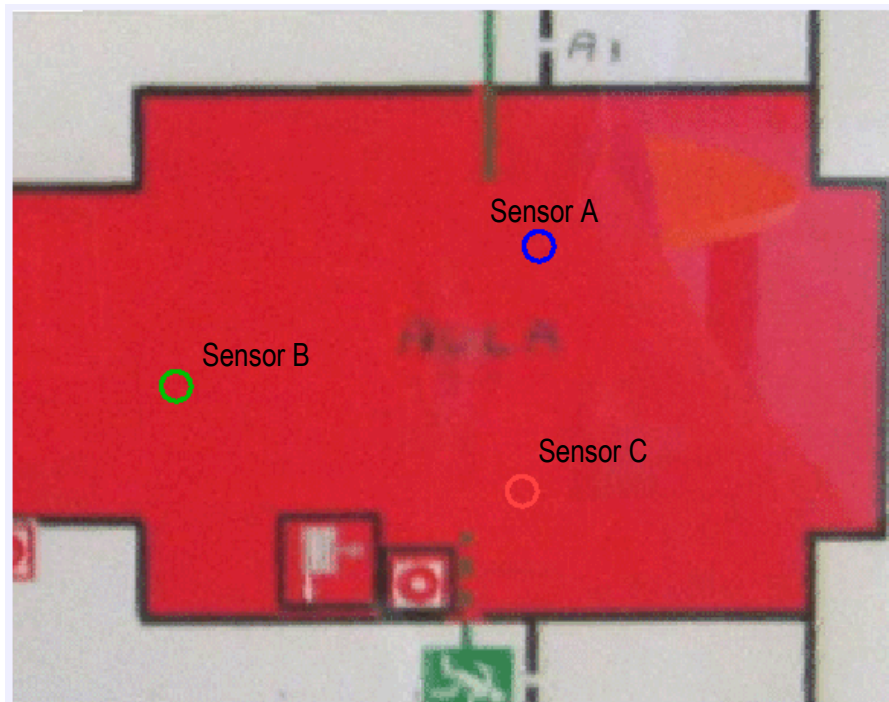
- 🔗 Bekijk het filmpje op youtube: <http://www.youtube.com/watch?v=3DJJeCHNyXg>
- 🔗 Dezelfde meting, uitgevoerd in een klaslokaal: <http://www.youtube.com/watch?v=mdrtflc3tv8>
- 📄 In de kantine van een school staan drie geluidssensoren opgesteld die aangesloten zijn op dezelfde computer. Als een bepaalde sensor een te sterk geluid hoort, start de meting. Dit is het tijdstip $t = 0,0$ s. Het meetresultaat wordt weergegeven waarbij ook een stukje van de meting wordt weergegeven voordat de ene sensor het geluid opving. In onderstaande figuur de meting van een bepaalde tik, zoals de drie verschillende sensoren deze hebben gemeten. Let op, het gaat dus om een en dezelfde tik die geregistreerd wordt door drie verschillende sensoren.










Het meetresultaat van Kantine 6.

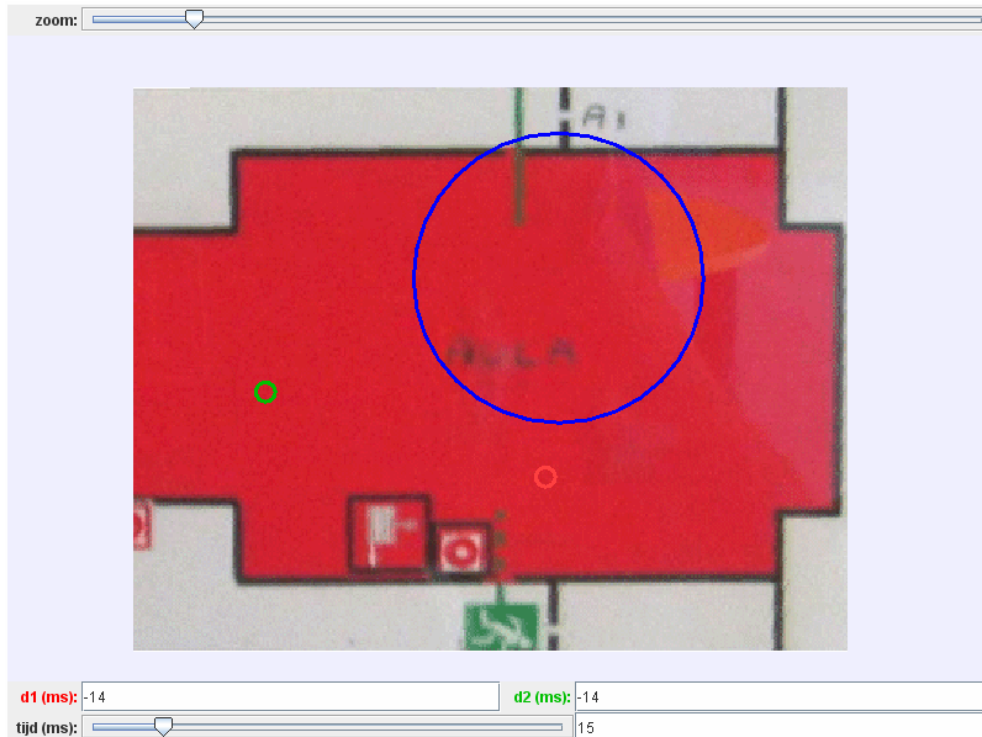
- ✎ 1) Leg uit welk van de drie sensoren (A, B of C) de sensor is die er voor zorgt dat de meting start.
- ✎ 2) Welke sensor staat het verst af van de plek waar het geluid gemaakt werd?
- ✎ 3) Hoe kun je aan de metingen (ongeveer) zien op welke plek het geluid gemaakt werd?

📄 De plattegrond van de kantine waar het geluid gemaakt werd, is weergegeven in onderstaande figuur. De drie kleine cirkeltjes geven de positie aan van de drie sensoren. Daarbij staat de letter van de sensor (A, B of C) geschreven.



- ✎ 4) Arceer in bovenstaande figuur het gebied waar volgens jou het geluid vandaan kan komen.
- 📄 Je krijgt van je leraar (m/v) een nieuwe reeks metingen en een nieuw plattegrondje. Voer voor deze meting de volgende opdrachten uit.
- ✎ 5) Schrijf het nummer van je meting op:
- ✎ 6) Welke sensor staat het verst af van de plek waar het geluid gemaakt werd?
- ✎ 7) Arceer op je antwoordblad het gebied waar volgens jou het geluid vandaan kan komen.

-  Door goed na te denken en te beredeneren, kun je er wel ongeveer achter komen waar het geluid gemaakt werd. Met behulp van een simulatieprogramma kunnen we nog een stapje nauwkeuriger kijken.
Ga daarvoor het volgende adres: <http://staff.science.uva.nl/~rvonk/kringen/start/kringen.html>
-  8) Verplaats de schuif in de onderste balk (tijd) een stuk naar rechts. Wat gebeurt er met de cirkels?
-  9) Verander het getal d1 (rode weergave) in 10 en klik op de enter-toets. Wat gebeurt er met de rode cirkel?
-  10) Verander het getal d2 (groene weergave) in -15 en klik op de enter-toets. Wat gebeurt er met de groene cirkel?
-  11) Schrijf in je eigen woorden op waar elk van de drie invoervelden (d1, d2 en tijd) volgens jou voor dienen.
-  Zoals je misschien al begrepen had, geeft de balk *tijd* aan hoe lang het geluid er over doet om vanaf het moment van geluid produceren, de blauwe sensor (om precies te zijn: de sensor die de meetwaarden blauw weergeeft) te bereiken. Als geluid er bijvoorbeeld 10 ms over doet, dan staat de geluidsbron op een afstand van 3,4 m van deze sensor. Alle punten die op een afstand van 3,4 m van de sensor afstaan, vormen samen een cirkel. Het middelpunt van de cirkel is de plek waar de geluidssensor staat.
-  12) Reken na wat volgens bovenstaande redenering de snelheid van het geluid is. Klopt dit met de metingen uit de eerdere les?




In bovenstaande applet is voor de blauwe cirkel een meettijd ingevoerd van 15 ms (zie afbeelding).

- ✎ 13) Bereken hoe groot de middellijn van de blauwe cirkel is, geef je antwoord in meters.
- ✎ 14) Bepaal uit de tekening hoe groot de afstand is van de ene deur van de kantine (in het midden onderaan, bij het symbool van het weglopende mannetje) naar de andere deur (recht tegenover het eerste punt, valt nog net binnen de blauwe cirkel).
- ✎ 15) Hoe komt het dat de groene en rode cirkel zo klein zijn?
- 📄 Met de schuifbalk tijd kunnen we instellen hoe ver de geluidsbron van de blauwe sensor af zit. Met de waarde voor d1 geven we het verschil aan tussen de rode sensor en de blauwe. Met de waarde voor d2 geven we het verschil aan tussen de groene sensor en de blauwe. Als d1 bijvoorbeeld negatief is, stel -10, dan betekent dit dat de geluidsbron dichterbij de rode sensor staat dan bij de blauwe. In de simulatie is de rode cirkel kleiner dan de blauwe. Als d2 positief is, zeg 15, dan betekent dit dat de geluidsbron verder bij de groene sensor vandaan staat dan van de blauwe. In de simulatie is de groene cirkel kleiner dan de blauwe. Omdat in dit experiment er maar een plek is waar de geluidsbron is, moet deze plek op alle drie de cirkels liggen. We kunnen dus met behulp van de simulatie op zoek naar punt waar alle drie de cirkels elkaar snijden.


Met de variabele tijd stellen we in hoe lang het geluidssignaal onderweg is, op het moment dat het signaal de blauwe sensor bereikt. Met de variabelen d_1 geven we het tijdsverschil aan tussen de blauwe en de rode sensor. Met de variabele d_2 geven we het tijdsverschil aan tussen de blauwe en de groene sensor. Met behulp van de metingen in Coach, kunnen we de waarden voor d_1 en d_2 aflezen. We gebruiken hiervoor weer het meetresultaat uit hoofdstuk 3. Deze tabel staat weergegeven op bladzijde 11.

-  16) Vul in, wat zijn de waarden voor de tijdsverschillen?


$d_1 = \dots\dots\dots$ ms $d_2 = \dots\dots\dots$ ms


-  Met behulp van de schuifbalk 'tijd' kunnen we dan het snijpunt van de drie cirkels bepalen. Schuif met deze tijdbalk zodanig dat de drie cirkels een gemeenschappelijk snijpunt hebben.


-  17) Wat zijn de coördinaten van dit snijpunt?

-  18) Geef de plek van het snijpunt aan op de tekening van bladzijde 13.

-  19) Ligt deze plek in het gebied dat je eerder gearceerd had?

-  Behalve de meetresultaten die afgedrukt zijn in dit boekje (meetresultaat kantine 6), heb je van je docent nog een meetresultaat gekregen. Analyseer ook dit meetresultaat met behulp van de applet.

-  20) Welk meetresultaat heb je van je docent gekregen?


-  21) Lees voor dit resultaat de twee waarden voor de tijdsverschillen af en vul die hieronder in.

$d_1 = \dots\dots\dots$ ms $d_2 = \dots\dots\dots$ ms

-  22) Bepaal de coördinaten van het snijpunt van de drie cirkels, welke coördinaten vind je?

Je docent heeft een plattegrond waarop alle meetresultaten kunnen worden ingetekend.

-  23) Teken de plek in op de plattegrond die de docent heeft.

-  24) Komt jouw gevonden plek overeen met die van andere groepjes leerlingen die dezelfde meting hebben gekregen?

-  25) Komt jouw plek overeen met het antwoordblad van de docent?