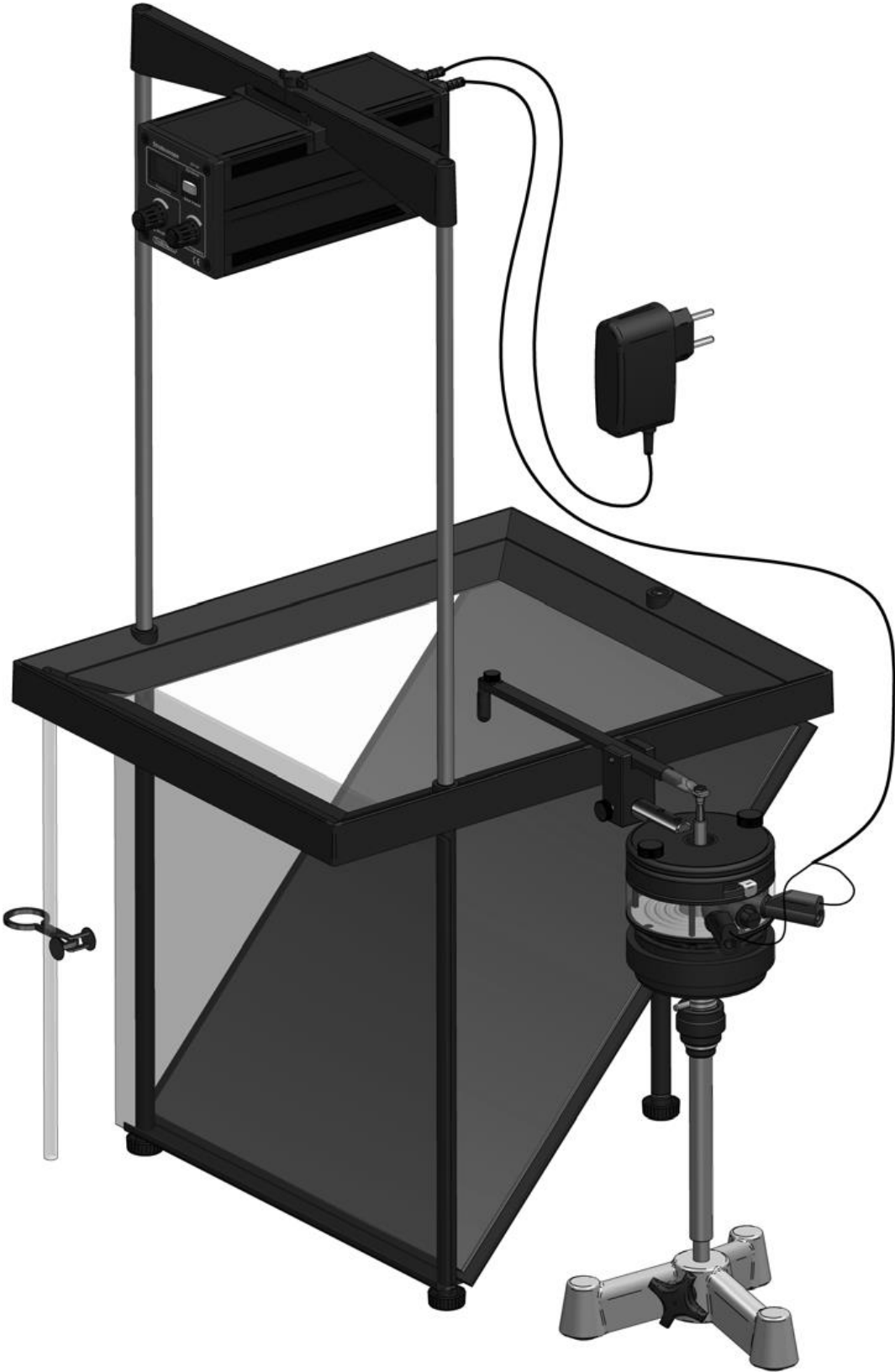


**Golfbak compleet**



### De golfbak set bestaat uit deze onderdelen:

Golfbak (2210.33)	1 Stk
Poten voor golfbak (2210,1013)	3 Stk
Plaatmontage (2210,1013)	1 Stk
Mat glazen plaat (2210,5093)	1 Stk
Spiegel (2210,1011)	1 Stk
Siliconenslang (038530)	1 Stk
Mohr klem (039510)	1 Stk

Statiefstaven voor stroboscoop (221062)	2 Stk
Traverse voor stroboscoop (221062)	1 Stk
Stroboscoop (221101)	1 Stk
Netadapter (355050)	1 Stk

Elektromagnetische vibrator (218500)	1 Stk
Stang met kruisvoet (218506)	1 Stk
Houder voor hefboomarm (218505)	1 Stk
Overbrenging (221032)	1 Stk
Hoogte steleenheid (218507)	1 Stk

Concaaf acrylblok (221028)	1 Stk
Convex acrylblok (221029)	1 Stk
Prisma van acryl (221030)	1 Stk
Enkele golfopwekker (221022)	1 Stk
Dubbele golfopwekker (221023)	1 Stk

Golfopwekker voor parallelle golven (221025)	1 Stk
Enkele golfopwekker ongemonteerd (221022)	5 Stk
Barrière lang (221026)	2 Stk
Barrière kort (221027)	1 Stk
Oplosmiddel in pipetfles	1 Stk

Verbindingskabel voor vibrator (110075)	1 Stk
Afstandsbediening (110080)	1 Stk
Opslagdoos gecompartmenteerd	1 Stk
Handleiding	1 Stk

Artikelnummers tussen haakjes zijn om reserve-onderdelen te bestellen.

### Golfbak:

Afmeting: 314 x 363 x 30 mm. De rechthoekige Golfbak bestaat uit een frame met aan de onderzijde een 3 mm glasplaat. In de golfbak zitten 3 openingen met schroefdraad voor de poten, en 2 openingen met schroefdraad voor de statiefstaven waar de stroboscoop aan komt. Aan de binnenzijde van de golfbak zit schuimrubber om de reflectie van watergolven via de zijkant te voorkomen.

### Poten voor golfbak:

De 3 afneembare poten moeten onderin de golfbak worden geschroefd. De poten hebben

stelvoeten aan de onderzijde om de golfbak mooi horizontaal te kunnen plaatsen.

### Mat glazen plaat:

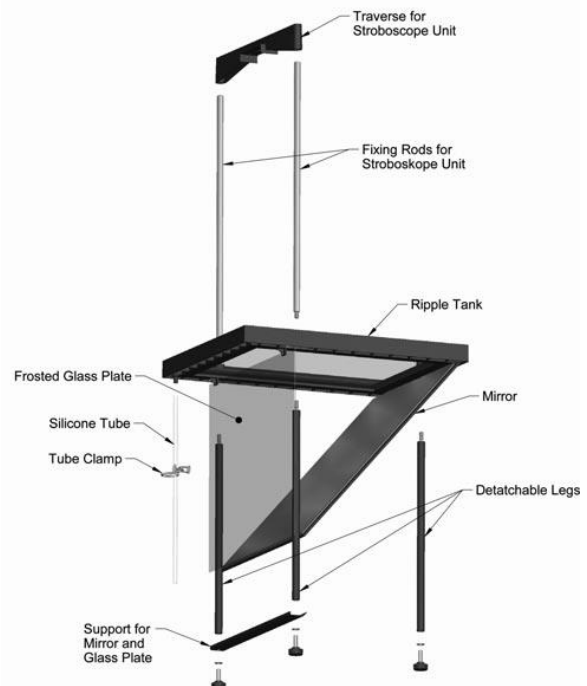
Afmeting: 300 x 330 x 3 mm. Een doorschijnend scherm gemaakt van een speciale soort acryl wat uitermate geschikt is voor projectiedoeleinden.

### Statiefstaven voor stroboscoop:

Gemaakt van Ø10 mm RVS met schroefdraad aan één uiteinde om in de twee voorste bevestigingen van de golfbak te passen - aan de bovenkant.

### Traverse voor stroboscoop:

Traverse met een gefreesde inkeping voor het bevestigen van de stroboscoop, met een gat in elk uiteinde voor de bevestigingsstaven. De traverse kan eenvoudig op de bevestigingsstangen worden gestoken.



### De stroboscoop unit 221060

De stroboscoop heeft de volgende onderdelen:

**LED lamp:** Een witte 3W LED die zeer lang mee gaat, levensverwachting 100.000 uren.

**Display** dat de frequentie aangeeft. De stroboscoop is uitgerust met een digitaal display waarmee u de frequentie van de pulsen (LED en vibrator) kunt volgen.

### Afstandsbediening

Als de knop "Reg. Frequency" volledig tegen de klok in gedraaid is, dan brandt de LED continu. De afstandsbediening kan dan worden gebruikt om de vibrator te besturen, zodat elke keer dat deze wordt geactiveerd de voortplanting van één enkele golf betekent. Handig om de basisprincipes van golfvoortplanting uit te leggen. Breng verder een druppel van het speciale oplosmiddel aan en activeer nogmaals de afstandsbediening om te demonstreren dat golven elkaar kunnen passeren zonder enig zichtbaar resultaat.

### De vibrator en de golfopwekkers

De vibrator wordt verbonden met de stroboscoop om het licht en de trillingen te synchroniseren. De vibrator beweegt op en neer met de ingesteld frequentie, zoals ook een luidspreker. Deze bewegingen worden via de hefboomarm en draaipunt overgebracht naar de verschillende meegeleverde golfopwekkers, wat resulteert in verschillende golven en golfpatronen. Horizontale afstelling van de golfopwekkers kan worden gedaan door de schroef los te draaien waarmee het scharnier van de hefboomarm aan de horizontale houder is bevestigd. Verticale afstelling kan door middel van de verstelbare houder voor de vibrator of de laboratoriumlift (beide zijn optioneel). Montage van de hefboomarm: N.B. Wanneer u accessoires op de beweegbare centrale pin van de vibrator monteert, moet u er altijd voor zorgen dat deze vergrendeld is. Als het niet lukt om in de "Lock" -positie te komen, beweegt u de middelste pin voorzichtig op en neer totdat het slot vastklikt. Monteer de horizontale houder bovenop de vibrator zodat de montagepen in tegengestelde richting van de ingangsklemmen wijst. Bevestig de horizontale houder aan de vibrator met behulp van de 2 meegeleverde duimschroeven. Monteer vervolgens de hefboomarm en draai deze op de montagepen en duw de banaanstekker van de hefboomarmen in de

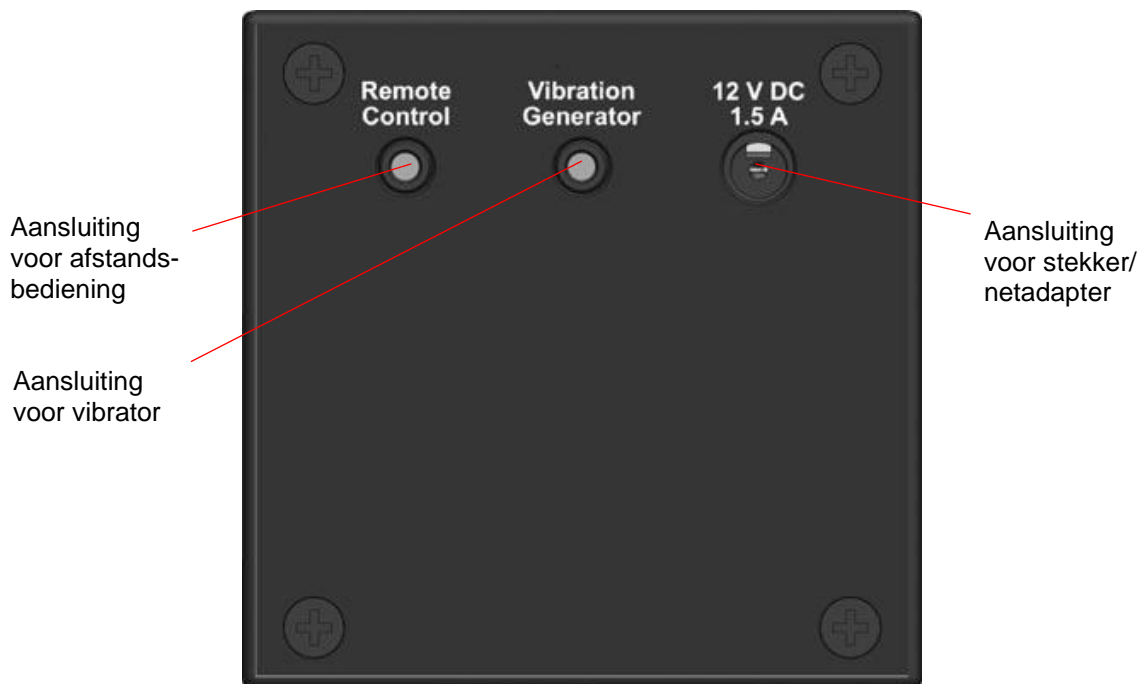
Vooraanzicht stroboscoop



middelste pen totdat de hefboomarm parallel is aan de bovenkant van de vibrator.  
Kies een golfopwekker en monteer deze op het vrije uiteinde van de hefboomarmen en bevestig het draaipunt van de hefboomarmen aan de montagepen door de duimschroef vast te draaien. Het vergrendelingsmechanisme kan nu in de stand "Unlock" worden gezet. De vibrator kan nu op een laboratoriumlift of op de verstelbare houder op de basis worden geplaatst.

Het is erg belangrijk dat de hoogte-instelling van de vibrator vrij eenvoudig kan worden gedaan.  
Verbind de vibrator met de stroboscoop door middel van de meegeleverde verbindingkabel. De vibrator is door middel van een zekering beveiligd tegen overbelasting. Vervang in geval van overbelasting de zekering tussen de aansluitingen alleen door een gelijkwaardige zekering!

Achteraanzicht stroboscoop

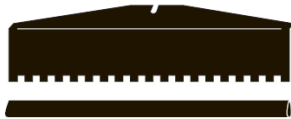




Enkele golfopwekker



Dubbele golfopwekker



Golfopwekker voor parallelle golven



Enkele golfopwekkers (ongemonteerd)



Barrière



Concaaf acrylblok



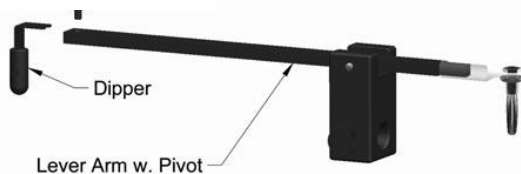
Convex acrylblok



Prisma van acryl

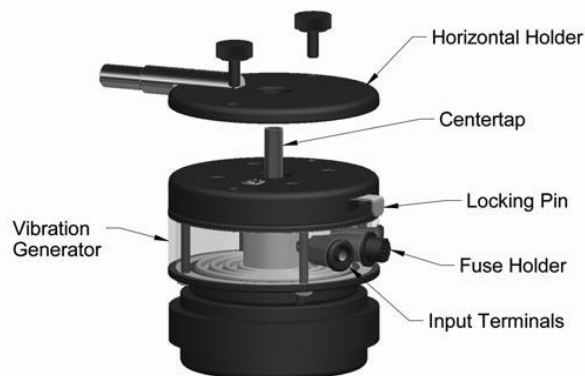


Pipet



Dipper

Lever Arm w. Pivot



Horizontal Holder

Centertap

Locking Pin

Fuse Holder

Input Terminals

Vibration Generator

### De golfopwekkers

**Enkele golfopwekker** wordt gebruikt voor experimenten / demonstratie van de golflengte-formule en het Doppler-effect.

De golflengte kan worden gemeten door de afstand tussen b.v. 10 golven op het projectiescherm, meet dan dezelfde afstand direct boven het wateroppervlak door middel van een schuifmaat terwijl je de projectie van de schuifmaat op het projectiescherm observeert. (delen door 10 voor juiste golflengte) Regel de frequentie en noteer de frequentie in de positie "Synchroon". De metingen kunnen met verschillende frequenties worden gedaan.

Demonstreer het Doppler-effect door de vibrator met eenparige snelheid evenwijdig aan de zijkant van de golfbak te bewegen, terwijl je observeert hoe de golflengte korter wordt in het gebied vóór de bewegingsrichting en respectievelijk langer wordt in het gebied achter de bewegingsrichting. Een tip die hierbij kan helpen, is om een vel papier onder de vibrator te leggen om de wrijving tussen de vibrator en het oppervlak te verminderen.

**Dubbele golfopwekker** wordt gebruikt om interferentiepatronen te maken in de golfbak. De afstand tussen de 2 golfopwekkers is eenvoudig aan te passen door deze langs de houder te verschuiven.

**Golfopwekker voor parallelle golven** kan worden gebruikt voor het demonstreren van reflectie en breking. Verwijder het vlakke opzetstuk om deze golfopwekker te veranderen in een golfopwekker met 19 punten. Kan worden gecombineerd met de enkele golfopwekkers om 7 golfopwekkers in serie te plaatsen.

### De barrières

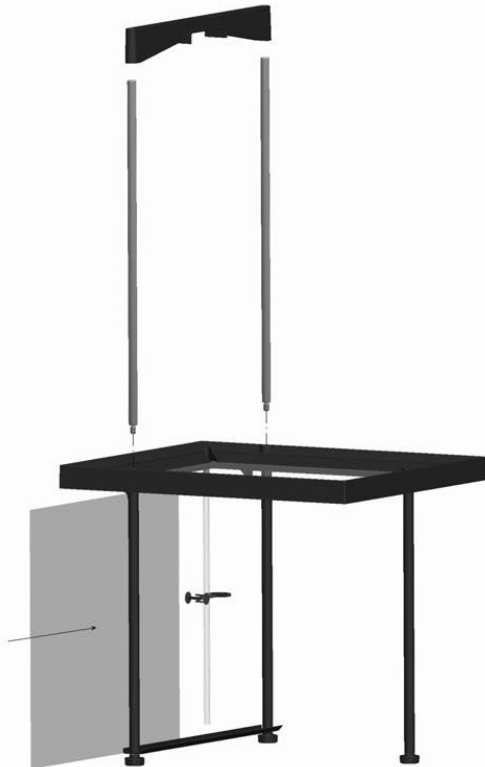
De golfbak-set bevat 2 lange en 1 korte barrière waarmee je 1- of 2-spleten experimenten met breking kunt doen.

### De acryl blokken

De 3 verschillende transparante blokken worden gebruikt om aan te tonen dat de voortplantingssnelheid varieert met verschillende water-diepten. Plaats een blok zo in de tank dat de diepte vrij ondiep is boven het blok maar dieper elders in de tank. Door vlakke parallelle golven over verschillende vormen van acrylblokken te laten gaan, is het mogelijk om aan te tonen hoe de vorm van de blokken de breking van de golven beïnvloedt. Door de waterdiepte te verlagen, kunnen dezelfde blokken worden gebruikt om reflectie te demonstreren.

### De pipet

Een pipet gevuld met water kan worden gebruikt om aan te tonen hoe vallende waterdruppels enkelvoudige golven kunnen opwekken.



### Golfbak in elkaar zetten

De 3 afneembare poten moeten onderin de golfbak worden geschroefd. De 2 hoekhouders moeten tussen de armaturen en de 2 voorpoten worden gestoken. Evenzo wordt de plaathouder tussen de poot en de stelvoeten van de 2 voorpoten gestoken. De schuine rand van de plaathouder moet naar achteren wijzen - in de richting van de derde poot. Monteer de statiefstangen voor de stroboscoop in de opwaartse schroefdraad van dezelfde armaturen waar de 2 voorpoten aan bevestigd zijn. Bevestig vervolgens de stroboscoop aan de traverse in de gefreesde inkeping. De stroboscoop wordt vastgezet door middel van een duimschroef. De traverse kan eenvoudig op de 2 statiefstangen worden gestoken. De stroboscoop moet worden geplaatst met het display naar de voorzijde gericht. De matglazen plaat verticaal plaatsen tussen de 2 achterste poten, en de spiegel wordt schuin geplaatst. (zie foto op volgende pagina)

Stel de waterbak waterpas af met behulp van de stelvoeten. Als De voorzijde waterpas is, kan het voldoende zijn om de achterpoot aan te passen, aangezien deze poot iets korter is dan de 2 voorpoten met de hoekhouders erin. Bij deze klus kan een waterpas handig zijn.

Monteer de horizontale houder en hefboomarm met draaipunt op de vibrator en plaats deze op b.v. een laboratoriumlift of de houder voor de vibrator (niet inbegrepen).

Verbind de stroboscoop met de vibrator en sluit de netadapter aan.

### Vullen met water:

Gedestilleerd of gedemineraliseerd water wordt aangeraden om kalkaanslag te voorkomen. Het vullen en (later) aanpassing van het watervolume kan met een plastic spuitfles van 500 ml. 500 ml water komt overeen met ca. 6-7 mm waterdiepte. Problemen met oppervlaktespanning worden verminderd door 2-3 druppels van het speciale oplosmiddel toe te voegen dat in de pipetfles wordt geleverd. Verspreid het oplosmiddel met de vingertop langs de schuimrubberen voeringen op de tank. Doe ook een klein beetje oplosmiddel op de golfopwekkers voor gebruik.

### Kalibren/aanpassen van golfpatronen:

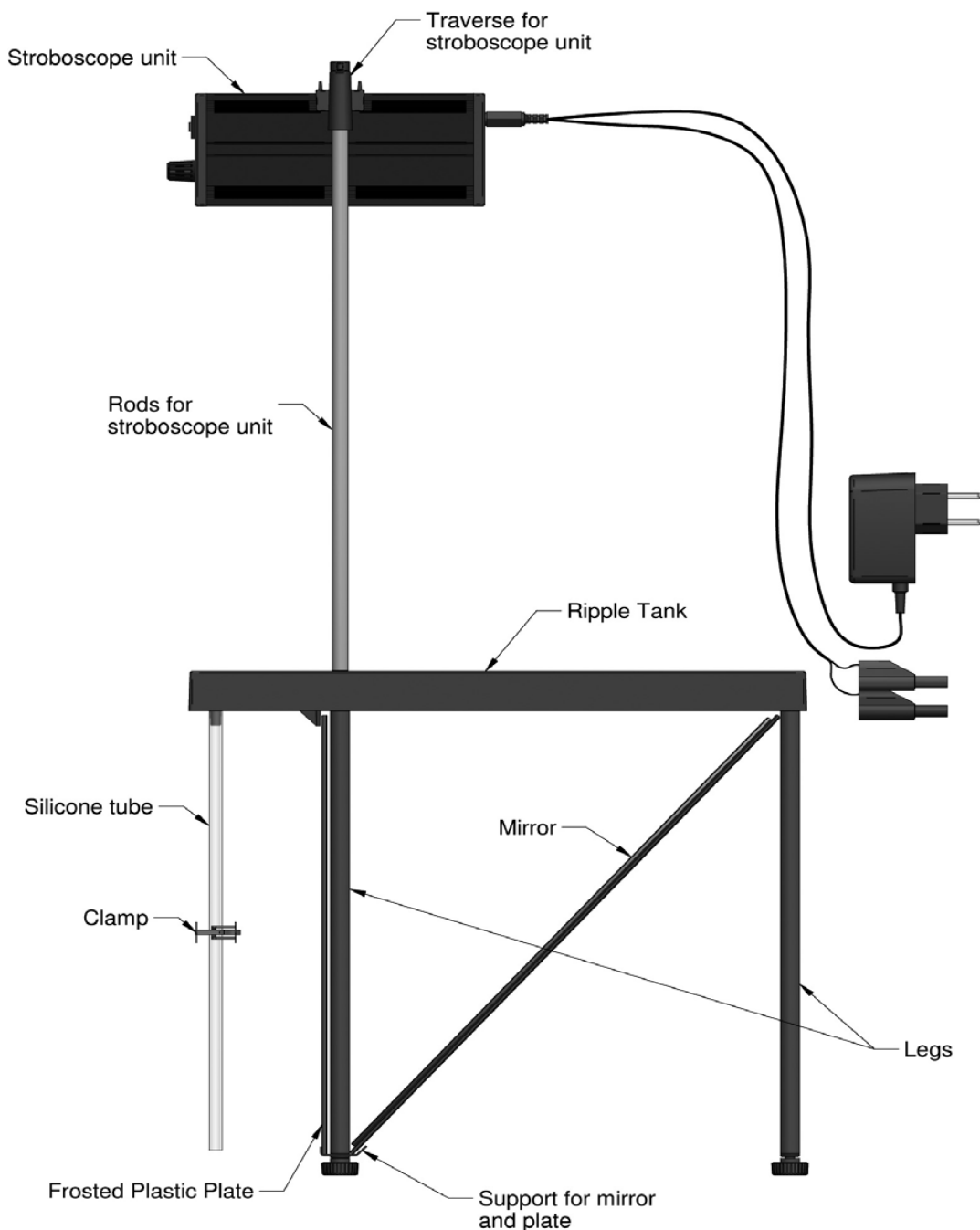
Laat de golfopwekkers in het water zakken, bijv. door middel van een laboratoriumlift. Stel de stroboscoop in op ca. 30 Hz. Varieer het signaal op de stroboscoop d.m.v. de "Reg.

Amplifier" knop (amplitude) en pas de verticale positie van de golfopwekker(s) totdat het golfpatroon zo duidelijk mogelijk is. Het beste is om te beginnen met de golfopwekker(s) laag in het water en ze vervolgens steeds naar boven bij te stellen tot het gewenste resultaat. Te hoge frequenties belemmeren de vorming van golfpatronen over het gehele oppervlak. Het gebruik van een brede golfopwekker kan een verdere aanpassing van de positie noodzakelijk maken, aangezien deze zo

parallel mogelijk aan het oppervlak moet zijn. Draai eenvoudig de schroef los waarmee de hefboomarmen aan de horizontale houder zijn bevestigd en draai deze naar een parallelle positie.

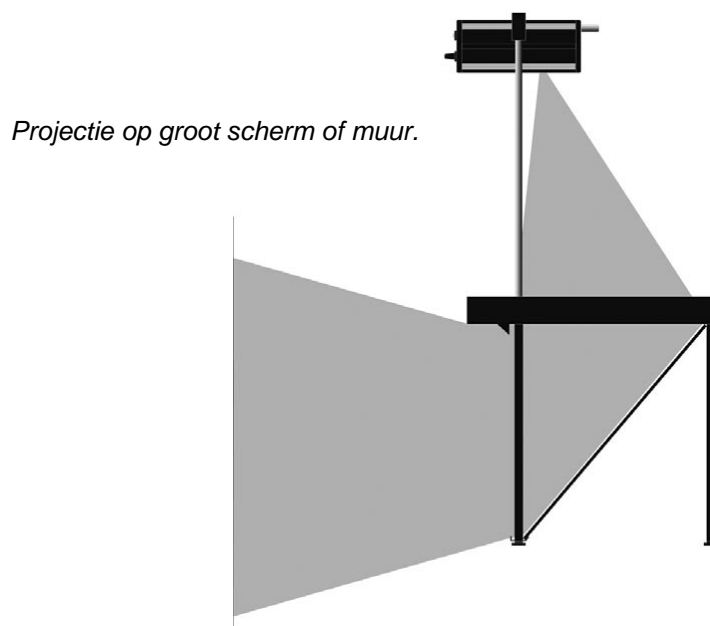
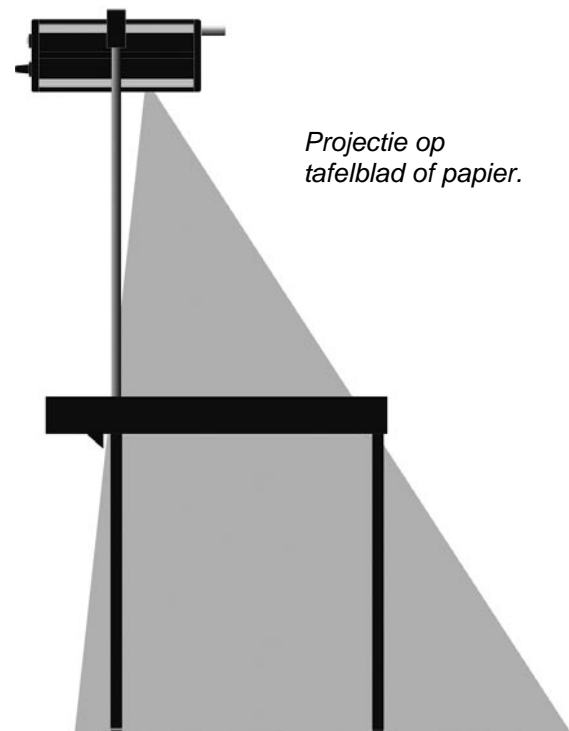
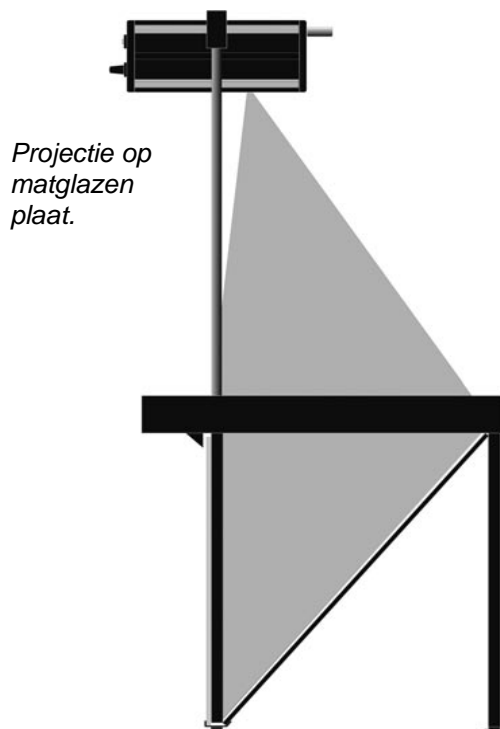
### Projectie

De noodzaak om het lokaal te verduisteren is tot op zekere hoogte afhankelijk van de omstandigheden en het type experiment. (zie volgende pagina)



De golfpatronen kunnen op verschillende oppervlakken worden geprojecteerd. Voor demonstratie in het klaslokaal is de standaardopstelling met de schuine spiegel die het patroon op de matglazen plaat projecteert het beste geschikt. Als de matglazen plaat wordt verwijderd, is projectie op grotere schermen een mogelijkheid, of het nu een projectiescherm is of gewoon een witte muur. De golfbak moet vrij hoog worden geplaatst voor dit soort projecties.

Projectie op het tafelblad is ook mogelijk als zowel de matglazen plaat als de spiegel is verwijderd. Bij dit soort projecties is het plaatsen van een groot vel papier of wit karton op het tafelblad erg handig. Dit type projectie is uitermate geschikt voor groepsprojecten, aangezien de golfpatronen op een vrij groot gezichtsveld worden geprojecteerd. Leerlingen kunnen rond het scherm gaan staan zoals ze willen, en last but not least kunnen ze hun waarnemingen direct op het papier tekenen!



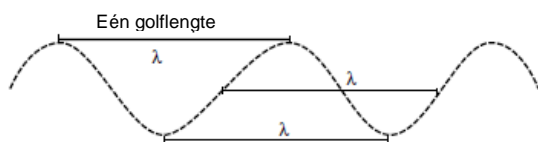


## GOLFBAK EXPERIMENTEN

### 1. Voortplantingssnelheid experiment

Het doel van dit experiment is om de formule aan te tonen:  $v = f \cdot \lambda$  waarbij  $v$  de voortplantingssnelheid van de golf is,  $f$  de frequentie en  $\lambda$  de golflengte.

De waterbak moet worden gemonteerd en op een wit tafelblad worden geplaatst. De golfgenerator moet worden gemonteerd met een vlakke golfopwekker die vlakke, parallelle golven genereert. Op het tafelblad zal een rij lichte en donkere strepen te zien zijn als gevolg van respectievelijk golfpieken en dalen. Het kan nodig zijn om de amplitude van de golfgenerator aan te passen om goede scherpe beelden van op de tafel te zien. Zorg er ook voor dat er geen luchtbellens of andere onzuiverheden in de waterbak of op de golfgenerator zitten.



*Weergave 1: Een harmonische golf*



*De projectie van de watergolven op de tafel zou er zo uit moeten zien ( $\lambda$  is precies één golflengte)*

#### Opgave 1:

Gebruik een liniaal om op de tafel de golflengte in meters te meten en noteer tegelijkertijd de frequentie die op het display van de stroboscoop staat. Kies een andere frequentie en herhaal de metingen van  $\lambda$  en  $f$ . Voer in totaal vijf sets metingen uit.

Tabel met meetresultaten:

a) Bereken de snelheid  $v = f \cdot \lambda$  voor elk paar metingen en noteer het resultaat in de laatste rij van de tabel.

f (Hz)					
$\lambda$ (m)					
$v = f \cdot \lambda$ (m/s)					

b) Is de snelheid redelijk constant?

c) Bereken de gemiddelde waarde van  $v$ .

#### Opgave 2:

De vergelijking  $v = f \cdot \lambda$  kan worden herschreven als  $\lambda = v \cdot f^{-1}$

Dus in een coördinatensysteem met  $\lambda$  uitgezet als functie van  $f^{-1}$  zou een rechte lijn moeten resulteren met de snelheid  $v$  als de helling.

$f^{-1}$ (s)					
$\lambda$ (m)					

Teken een grafiek met deze data. Is de resulterende grafiek een rechte lijn door de oorsprong (0,0)? Bepaal de helling van de lijn en vergelijk deze met de gemiddelde waarde van  $v$  die je in opgave 1 hebt gevonden.

#### Opgave 3:

Omdat het lastig is om  $\lambda$  nauwkeurig te meten, is het een goed idee om de oefening te herhalen maar  $5 \lambda$  te meten in plaats van  $\lambda$ . Doe dit voor ten minste vijf sets van metingen.

Tabel met resultaten

f (Hz)					
$5 \lambda$ (m)					
$\lambda$ (m)					
$v = f \cdot \lambda$ (m/s)					
$f^{-1}$ (s)					

a) Bereken  $\lambda$  en  $v$  voor elke set. Is  $v$  ongeveer constant?

b) Bereken de gemiddelde waarde van  $v$ .

c) Teken opnieuw een grafiek waarin je  $\lambda$  uitzet tegen  $f^{-1}$  en bereken de helling  $v$ .

d) Vergelijk de 4 uitkomsten voor  $v$  (m/s) die je bij oefeningen 1, 2 en 3 gevonden hebt? Welke is het meest nauwkeurig denk je en waarom?

## 2. Variaties in de waterdiepte

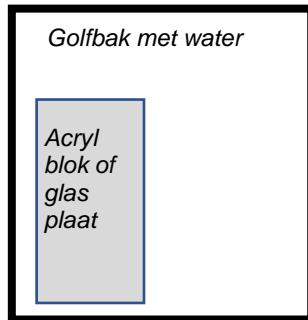
Gebruik nog steeds de golfgenerator met een vlakke golfopwekker. Plaats een stuk glas (of acrylblok) van ca. 2-3mm in het water. NB: Het kan lastig zijn om deze later weer op te tillen; leg daarom een klein stukje (recht) papier onder het blok/de glasplaat. Stel de waterdiepte zó in, dan er slechts een dun laagje water boven het blok/de glasplaat staat.

#### Opgave 1:

Plaats een stuk papier op het tafelblad en teken wat je ziet.

a) Kun je uitleggen wat je ziet gebeuren?

(De golflengte wordt korter in ondiep water omdat de snelheid daar lager is)

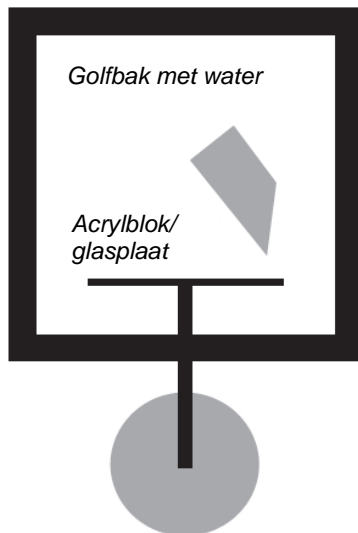


Weergave 2: Golfbak met acrylblok of glasplaat

- b) Bepaal de 2 waarden voor  $\lambda$  één voor diep water en één voor ondiep water. Het nauwkeurigst is om weer  $5 \lambda$  te nemen en delen door 5. (zie experiment 1)  
Bereken de voortplantingsnelheid met de formule  $v = f \cdot \lambda$ .  
c) Herhaal dit experiment met een ander waterniveau of dikkere glasplaat of ander acrylblok. Wat valt je op?

### 3. Breking en reflectie

Maak de volgende experiment opstelling in de golfbak:

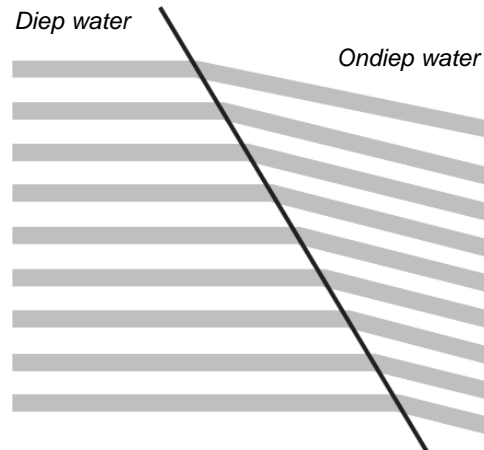


Weergave 3: Opstelling voor breking watergolven

Selecteer een frequentie tussen 15 en 30 Hz. Omdat de voortplantingsnelheid in ondiep water lager is dan in diep water, zal de golf worden gebroken op de grens tussen ondiep en diep water. Dit betekent dat de voortplantingsrichting van de golf zal veranderen. De voortplantingsrichting is altijd loodrecht op van de golffronten.

### Opgave 1:

Leg een vel papier op de tafel en teken het volgende na: de grens tussen diep en ondiep water (d.w.z. de rand van de plexiglasplaat) en 3 tot 5 golfvronten voor diep en ondiep water:



Weergave 4: Breking van watergolven

### Opgave 2:

Als golven een wand raken, worden ze gereflecteerd. In dit geval is de wet van reflectie geldig. In het kort uitgedrukt:

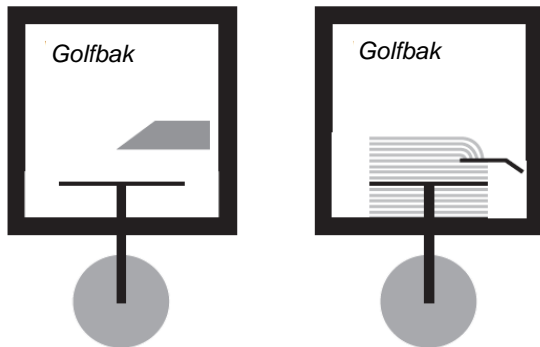
*de invalshoek is gelijk aan de reflectiehoek*

Het is vrij lastig om de gereflecteerde golf in de golfbak waar te nemen, maar met een frequentie van ongeveer 40 Hz is de reflectie redelijk duidelijk. Pas de amplitude aan totdat de reflectie duidelijk zichtbaar wordt. Dezelfde opstelling moet worden gebruikt als in oefening 1 (figuur 3), maar het waterniveau moet zo worden ingesteld dat het acrylblok boven het water uitsteekt. Leg een vel papier op de tafel onder de golfbak en teken de golfvronten en het oppervlak dat de golven weerkaatst. Meet de invalshoek en de reflectiehoek en controleer of ze gelijk zijn.

### 4. Golfbreking bij hoeken en spleten

#### Opgave 1:

Plaats een barrière in de golfbak zoals geïllustreerd in weergave 5 (links). Bekijk of de watergolven bij verschillende frequenties 'om hoeken heen kunnen bewegen'. Herhaal met een ander type barrière. (bv. rechts) Het waterpeil moet lager zijn dan de barrière.

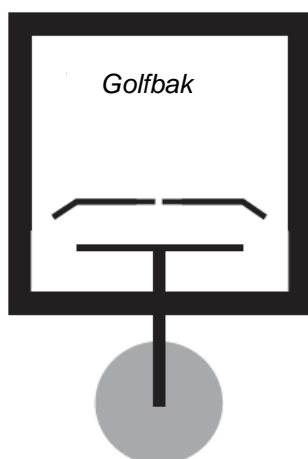


Weergave 5: Golfbak met barrières

#### Opgave 2:

Plaats twee barrières zoals in weergave 6. Door de frequentie te veranderen kan de golflengte  $\lambda$  worden veranderd.

- Wat gebeurt er met de golven rond de hoeken en de spleet als de frequentie  $f$  wordt verhoogd?
- Beschrijf wat je ziet als je naar de golven kijkt.
- Probeer de opstelling zo in te stellen dat de golffronten die de spleet verlaten, cirkelvormig (rond) zijn. Beschrijf wat je moest doen om dit effect te bereiken.

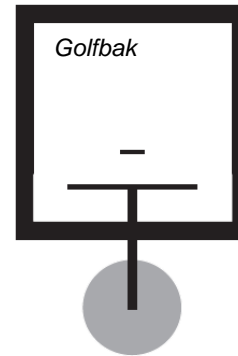


Weergave 6: Parallele watergolven vallen op een spleet tussen barrières.

#### Opgave 3:

Kijk wat er met de golven gebeurt als ze een

kleine barrière tegenkomen, bijv. een "paal" of vergelijkbaar object. Maak een opstelling zoals bij weergave 7 en teken het golfpatroon.



Weergave 7: Golven vallen op een kleine barrière

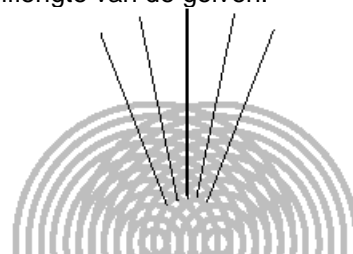
### 5. Interferentie van golven

Als twee golven elkaar ontmoeten, vormen ze een interferentiepatroon. Wanneer de golven elkaar versterken, wordt dit constructieve interferentie genoemd, en wanneer de golven elkaar opheffen, wordt dit destructieve interferentie genoemd. Dit fenomeen kan onderzocht worden door de dubbele golfopwekker op de golfbak te monteren zodat er een interferentiepatroon ontstaat in het water. Wanneer de twee golven elkaar ontmoeten, zullen ze een patroon creëren zoals in weergave 8, waarbij de dunne lijnen punten van constructieve interferentie aangeven.

Het interferentieverschijnsel kan worden beschreven door de formule:

$$\sin \theta_n = \frac{n * \lambda}{d}$$

waarbij  $n$  de 'orde' (nummering) is van de toppen vanaf het midden. (middelste is 0)  $\theta_n$  is de hoek tussen de middelste lijn en lijn  $n$ .  $d$  is de afstand tussen de twee golfopwekkers, en  $\lambda$  is de golflengte van de golven.



Weergave 8: Interferentiepatroon bij 2 puntbronnen

Omdat de golflengte moeilijk te meten is in het interferentiepatroon, gaan we deze indirect meten. De voortplantingssnelheid van de golven gaan we bepalen door eerst één golfopwekker zonder barrières in het water te

plaatsen. De voortplantingssnelheid wordt net als in Experiment 1 bepaald. Aangezien deze snelheid constant is voor een constante waterdiepte, kan de golflengte worden bepaald door de vergelijking:

$$v = f \cdot \lambda \iff \lambda = v / f$$

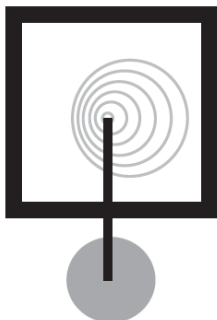
waarbij de frequentie kan worden afgelezen op de stroboscoop.

**Opgave 1:**

Maak de opstelling met twee golfopwekkers en meet de afstand  $d$  tussen de twee punten. Als het interferentiepatroon duidelijk zichtbaar is op de tafel onder de golfbak (het kan nodig zijn om de amplitude aan te passen), teken dit dan op een vel papier. Er zijn enkele duidelijke, lichte strepen te zien - dat is waar er destructieve interferentie plaatsvindt. De constructieve interferentie vindt plaats in het midden tussen de strepen. Teken ook de positie van de twee golfopwekkers, en trek een lijn tussen de twee punten. De interferentiestreep die loodrecht op de lijn tussen de twee golfopwekkers staat, is de 0<sup>e</sup> orde. ( $n = 0$ ) Noteer de frequentie  $f$  van de stroboscoop, en meet de hoeken  $\theta_n$  tussen de verschillende interferentielijnen en de 0<sup>e</sup> orde lijn. Controleer of de formule, waarbij  $\sin \theta_n$  gelijk is aan de waarde  $n \cdot \lambda / d$ , overeenkomt met jouw metingen. Herhaal de meting voor verschillende frequenties. Gebruik de onderstaande table voor het invullen van de gemeten waarden en berekeningen:

$d = \dots\dots\dots$  m

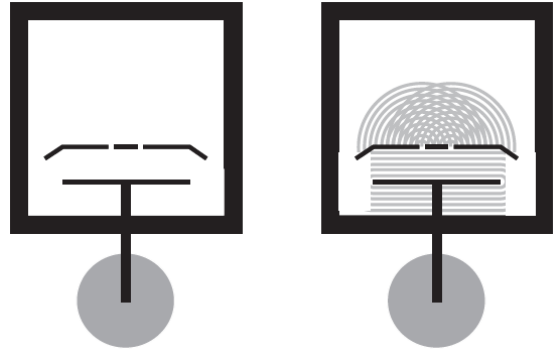
Meting	1	2	3	4	5
$f$ (Hz)					
$\lambda$ (m)					
$n$					
$n \cdot \lambda/d$					
$\theta_n$					
$\sin \theta_n$					



Weergave 11: Het Doppler effect

**Opgave 2:**

Een vergelijkbare opstelling is hieronder te zien, waarbij parallelle golven op een barrière met 2 gaten/spleten vallen. De formule blijft gelijk als hiervoor, maar nu is  $d$  de afstand tussen de twee spleten. Het interferentiepatroon moet er uit zien als in weergave 10.



Weergave 8: Opstelling Weergave 9: Interferentie patroon bij 2 spleten

Herhaal de metingen van opdracht 1 en noteer je bevindingen in de onderstaande tabel. Klopt het dat dezelfde formule bruikbaar is voor twee puntbronnen, alsook voor 2 spleten?

$d = \dots\dots\dots$  m

Meting	1	2	3	4	5
$f$ (Hz)					
$\lambda$ (m)					
$n$					
$n \cdot \lambda/d$					
$\theta_n$					
$\sin \theta_n$					

**5. Het Doppler effect**

Het Doppler-effect wordt gedemonstreerd met de golfbak. Plaats een enkele golfopwekker. (benadert een puntbron) Door de vibrator met een constante snelheid te verschuiven evenwijdig aan de rand, kan het Doppler-effect in de waterbak worden waargenomen, zoals geïllustreerd in weergave 11. Het vereist enige experimenten om de juiste snelheid te bepalen voor een gegeven generatorfrequentie.