



VOS Ripple Tank

VOS-40041



Handleiding

Inhoud van de koffer:

Ripple tank (golfbak)	1 stuks
Afneembare poten (zwart)	3 stuks
Plaathouder	1 stuks
Matglas	1 stuks
Spiegel	1 stuks
Montagepoten voor stroboscoop (chrome)	2 stuks
Brug voor stroboscoop	1 stuks
Stroboscoop unit	1 stuks
Trillingsgenerator (VOS-40042)	1 stuks
Statiefstaaf voor trillingsgenerator	1 stuks
Onderplaat voor statiefstaaf	1 stuks
Montage pin	1 stuks
Houder voor hefboom	1 stuks
Hefboom met spil	1 stuks
Acryl blok, concaaf	1 stuks
Acryl blok, convex	1 stuks
Acryl blok, rechthoekig	1 stuks
Enkelvoudige dipper	1 stuks
Dubbele dipper	1 stuks
Dipper voor parallelle golven	1 stuks
Enkelvoudige dipper (los)	5 stuks
Metalen barrière, lang	2 stuks
Acryl barrière, kort	1 stuks
Druppelflesje met speciale oplossing	1 stuks
Siliconen slang met klem	1 stuks
Connectiekabel voor trillingsgenerator	1 stuks
Afstandsbediening	1 stuks

Ripple tank:

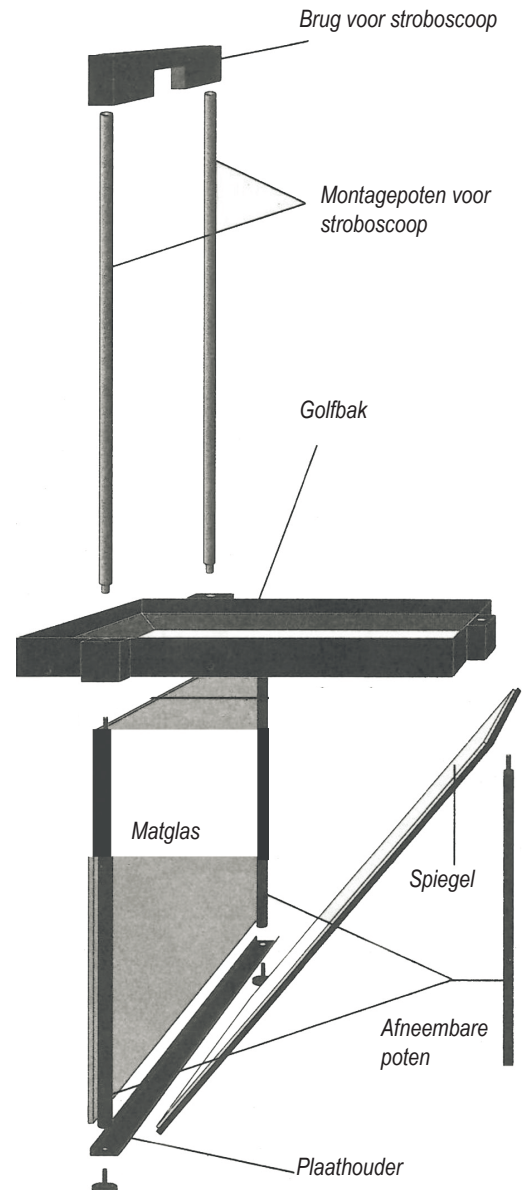
Afmetingen: 314x363x30mm. De rechthoekige ripple tank is gemaakt van zwart gelakt aluminium, de bodem is gemaakt van 3mm dik glas.

De bak is voorzien van 3 externe bevestigingspunten met inwendig schroefdraad. De afneembare poten worden hierin gedraaid. Aan de bovenzijde worden 2 van deze punten gebruikt voor de montagepoten van de stroboscoop. Op hun beurt worden deze poten verbonden met de brug om de stroboscoop op de juiste positie te monteren.

Sluit het siliconen slangetje aan op het korte afvoerpijpje van de tank. Vouw hem dubbel en laat de klem zorgen dat er geen water uit kan lekken.

De zijwanden van de bak zijn voorzien van een kunststof foamrand om weerkaatsing van de metalen randen te elimineren.

De afneembare poten zijn voorzien van stelvoetjes zodat de bak perfect waterpas (belangrijk!) kan worden opgesteld.



De matglas plaat heeft een formaat van 300x330x3mm en is vervaardigd van een acrylsoort dat uitermate geschikt is voor projectie.

De montagepoten voor de stroboscoop zijn vervaardigd uit 10mm rond roestvrijstaal en voorzien van schroefdraad, passend in de 2 gaten aan de voorzijde van de golfbak. De brug voor de stroboscoop wordt hier overheengeschoven.

De trillingsgenerator wordt bevestigd op de korte statiefstaaf die op zijn beurt in de losse onderplaat wordt geschroefd. De hefboom wordt aan de bovenzijde van de trillingsgenerator vastgezet, via de houder (die aan de rechterzijde wordt vastgemaakt) komt hij boven de golfbak terecht.

Stroboscoop:

De stroboscoop dient tevens als voeding voor de trillingsbron. Aan de achterzijde vindt u de aansluitingspunten voor de netvoeding, de afstandsbediening en de kabel naar de trillingsgenerator.

Met behulp van de afstandsbediening schakelt u de stroboscoop en de trillingsbron in.

De frequency knop regelt de frequentie van de stroboscoop.

De Reg. Amplifier knop regelt de amplitude van de trillingsbron.

Met de gele Synchron knop switch u tussen de normaal ingestelde frequentie van de stroboscoop en een lagere frequentie. Hiermee worden de golven óf in slow motion getoond óf 'bevroren'.

De stroboscoop 'hangt' onder de bevestigingsbrug en wordt vastgezet middels de zwarte schroef (met aandraaivleugels, te vinden in het plastic onderdelendoosje).



Hefboom montage:

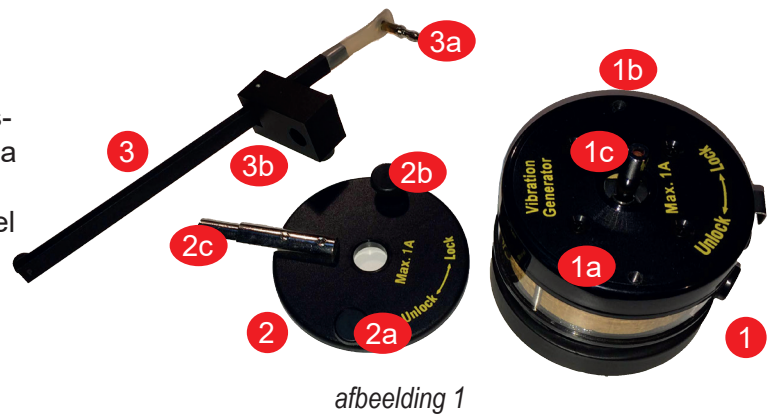
Begin met de montage van schijf 2 op de trillingsgenerator 1. Draai hem vast met de schroeven 2a en 2b in de daarvoor bestemde gaten 1a en 1b.

Let op dat u de schijf goed om monteert: de hevel voor 'Lock en Unlock' moet vrij zijn.

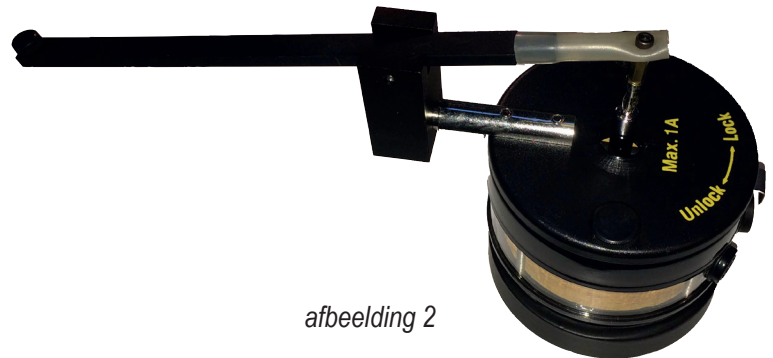
Schuif de het scharnierblok 3b over de pin 2c en schuif de eindpin 3a in de as (1c) van de de trillingsgenerator.

In gemonteerde toestand ziet het er uit als in afbeelding 2.

Aan de kop van de hefboom kunnen de dippers worden gemonteerd.



afbeelding 1



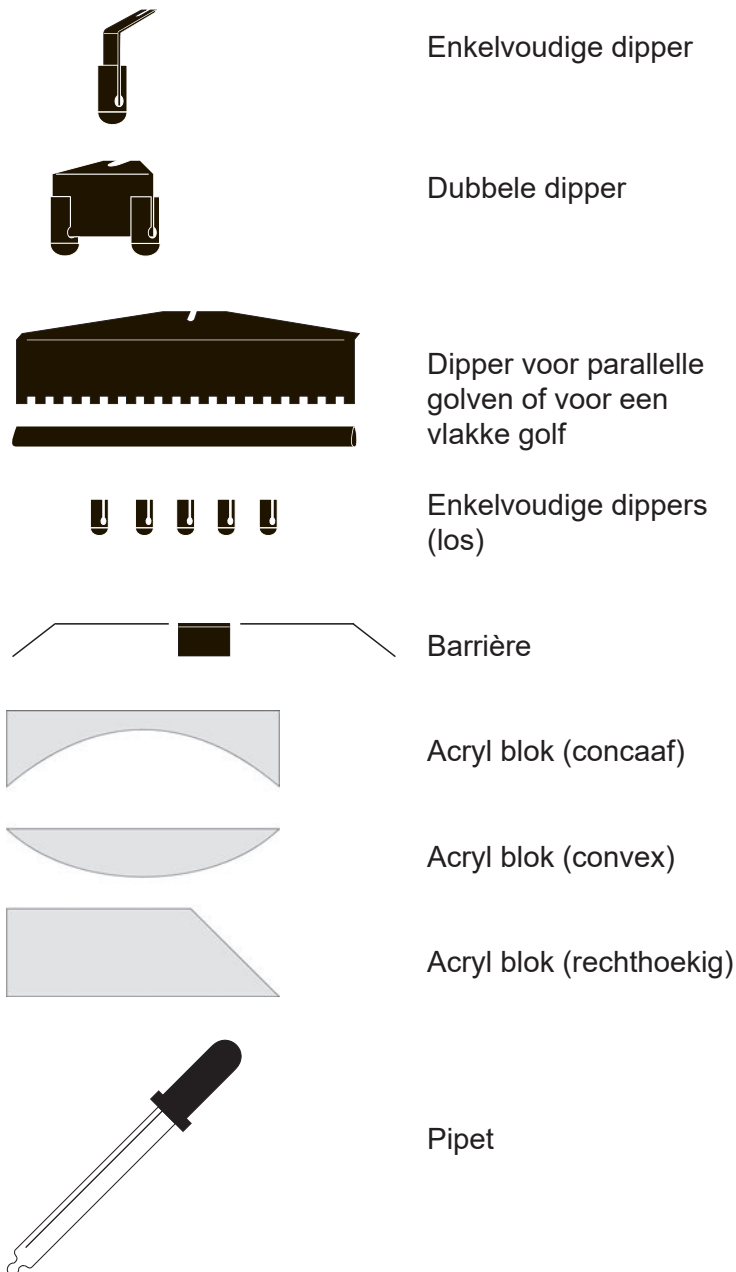
afbeelding 2

Vullen van de tank:

Het verdient de aanbeveling om de tank te vullen met gedestilleerd of gedemineraliseerd water. Dit voorkomt eventuele problemen met kalkafzetting.

Gebruik een spuitfles van 500ml. Dit is ongeveer voldoende om een waterdiepte van 6 à 7mm te verkrijgen. Met de fles kan een precies gewenst level worden verkregen.

Om eventuele problemen met oppervlaktespanning te voorkomen kunt u 2 of 3 druppels van de speciale oplossing uit het druppelflesje aan het bad toedienen. Verspreid de oplossing met uw vingers langs de foamrand van de tank. U kunt ook een beetje van deze vloeistof op de dipper smeren voor gebruik.



Enkelvoudige dipper

Dubbele dipper

Dipper voor parallelle golven of voor een vlakke golf

Enkelvoudige dippers (los)

Barrière

Acryl blok (concaaf)

Acryl blok (convex)

Acryl blok (rechthoekig)

Pipet

Dippers:

Enkelvoudige dipper:

Deze worden gebruikt voor het demonstren van onder andere de golf formule en het Doppler effect.

De golflengte kan berekend worden door de afstand op te meten van bijvoorbeeld 10 golven op het scherm en die te vergelijken met de gemeten afstand vlak boven het wateroppervlak. U kunt dit doen met behulp van een schuifmaat die u boven de waterbak houdt en observeert via het scherm. Regel de frequentie en voer de meting uit op de 'Synchron' stand van de stoboscoop. Voer de meting uit met verschillende frequenties.

Demonstreer het Doppler effect door de trillingsgenerator in een vloeiende beweging langs de ripple tank te bewegen. Zie hoe de golflengte toeneemt vóór en afneemt achter de trillingsgenerator.

(een glad stukje papier onder de trillingsgenerator kan helpen voor een betere vloeiende beweging)

Dubbele dipper:

Een goede manier om interferentiepatronen te demonstreren. De afstand tussen twee dippers kan eenvoudig worden aangepast.

Dipper voor parallelle golven:

Deze dipper kan gebruikt worden voor de demonstratie van reflectie en refractie met het opzetstuk voor de vlakke golf.

Zonder dit opzetstuk verandert dit hulpstuk in een dipper voor parallelle golven met 19 punten. Met behulp van de losse enkelvoudige dippers kunt u een hulpstuk maken voor de voortplanting van golven met maximaal 7 dippers naast elkaar.

Pipet:

Met de pipet demonstreert u hoe vallende druppels water zorgen voor de vorming van golven.

Barrières:

De set bestaat uit 2 lange en 1 korte barrière waarmee u een enkele of een dubbele spleet kunt vormen voor diffractie experimenten.

Acryl blokken:

De 3 acryl blokken dienen ter demonstratie van het verschijnsel dat de voortplanting van golven varieert in verschillende waterdieptes. De blokken zorgen voor ondiepere gedeeltes, deze moeten dus wel onder water liggen. Wanneer er vlakke parallelle golven door de ripple tank bewegen ziet u de invloed van waterdiepte op de golfbeweging.

Door de waterdiepte te verlagen demonstreert u het verschijnsel reflectie met deze blokken.

Op de volgende pagina's worden enkele Engelstalige experimenten beschreven.

WAVE TABLE EXPERIMENTS

Experimental series 1 speed of propagation

The purpose of this experiment is to demonstrate the relationship: $v = f \cdot \lambda$ where v is the propagation speed of the wave, f is the frequency and λ is the wavelength.

The water table should be assembled and placed on a white tabletop. The wave generator should be mounted with a plane wave generator (a plane wave dipper) which generates plane, parallel waves.

A row of light and dark stripes will be observed on the table top due to wave peaks and troughs respectively. One wavelength λ is the distance between two light or between two dark stripes. It may be necessary to regulate the amplitude of the wave generator to obtain reasonably sharp images of the waves on the table. Also, be sure that there are no bubbles or other impurities in the water container or on the wave generator.

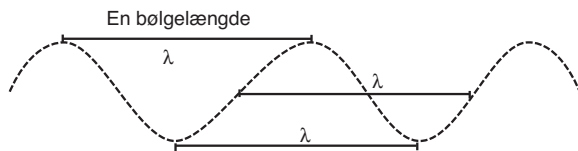


Figure 1: A harmonic wave.



The projection of the water waves on the table should look like this (λ is exactly one wavelength).

Exercise 1:

Using the ruler on the table measure the wavelength in meters, and make a note of the corresponding frequency read from the strobe light. Choose another frequency and repeat the measurements of λ and f . Make five sets of measurements in all.

Data table:

- a) Compute the speed $v = f \cdot \lambda$ for each pair of measurements, and write the result in the last row of the table.

f / Hz					
λ / m					
$v = f \cdot \lambda / (\text{m/s})$					

- b) Is the speed reasonably constant?
c) Compute the average value of v .

Exercise 2:

The equation $v = f \cdot \lambda$ can be rewritten as $\lambda = v \cdot f^{-1}$. Thus in a coordinate system with λ plotted as a function of f^{-1} a straight line should result with the speed v as the slope.

f^{-1} / s					
λ / m					

Draw a graph plotting in your data. Is the resulting graph a straight line through the origin (0,0)?

Find the slope of the line, and compare it with the average value of v which you found in Exercise 1.

Exercise 3:

Because it is difficult to measure λ exactly it is a good idea to repeat the exercise but to measure 5λ instead of λ . Do this for at least five sets of data.

Table for measurements and computations:

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

- a) Compute λ and v for each set. Is v roughly constant?
b) Compute the average value of v .
c) Draw a graph as in Exercise 2 but with λ plotted as a function of f^{-1} . Compute the slope v .
d) Compare the four values for v which you now have found: the average from Exercise 1, the slope from Exercise 2, and the average and the slope from Exercise 3.

Experimental series 2 varying the water depth

Exercise 1:

The wave generator is still the plane wave generator. A piece of glass with a thickness of about 2-3 mm is placed in the water container. (NB: It can be difficult to lift the glass plate up again, as it sticks to the bottom of the water container. This problem can be alleviated by putting a small piece of paper under one corner of the glass plate.) Regulate the water depth so that there is only a thin layer of water above the glass plate. Place a piece of paper on the viewing table and draw what you see.

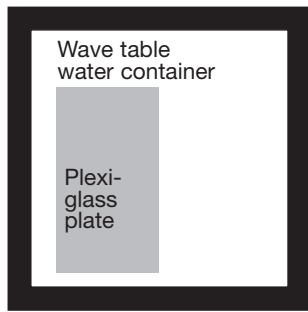


Figure 2. Wave table with an extra glass plate added.

- Can you explain your observation? (The wavelength is reduced in shallow water, because the speed v is reduced.)
- Determine two values for λ one for deep water and one for shallow water. The best results are achieved when you measure e.g. five wavelengths as in Exercise 3 of Experimental Series 1. Compute the speed of the water wave using $v = f \cdot \lambda$.
- Try placing a thicker glass plate in the water. Regulate the depth so that there is just a thin layer of water above the plate. Draw and explain.

Exercise 2:

Set up an experiment as in Exercise 3, Experimental Series 1 but with a different water depth.

Experimental series 3 refraction and reflection

Exercise 1:

Prepare the following experimental setup:

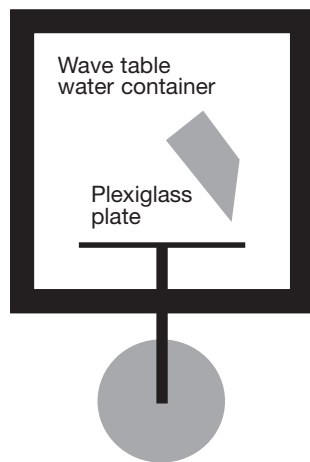


Figure 3: Setup for demonstrating the refraction of water waves.

Choose a frequency between 15 Hz and 30 Hz. Since the speed of propagation is lower in shallow water than in deep water, the wave will be refracted at the border between shallow and deep water. This means that the direction of propagation of the wave will change. The direction of propagation is always normal to the wave fronts.

Place a piece of paper on the table and trace the following: the border between deep and shallow water (i.e. the edge of the plexiglas plate) and 3 to 5 wavefronts both for deep and for shallow water:

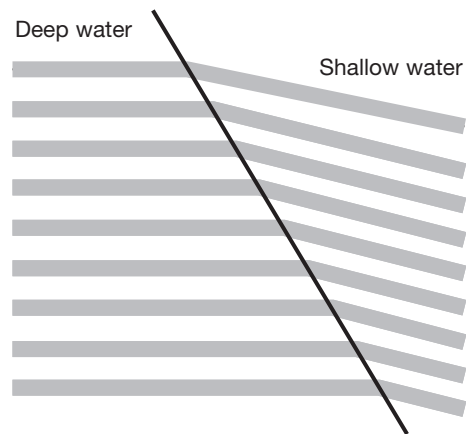


Figure 4. Refraction of water waves.

Data analysis:

Use your drawing to determine the wavelength both for the "shallow" water λ_{shallow} and for the "deep" water λ_{deep} . Measure also the angle of incidence i of the water waves and the angle of refraction b using a protractor. Remember that i and b can be measured as the angle between the wavefronts and the interface border.

$$\frac{\sin i}{\sin b} = \frac{\lambda_{\text{shallow}}}{\lambda_{\text{deep}}}$$

According to the law of refraction (Snell's law).

Exercise 2:

When waves strike a wall they will be reflected. In this case the law of reflection is valid. It can be expressed briefly as follows:

the angle of incidence equals the angle of reflection

It is quite difficult to observe the reflected wave in the water table, but using a frequency of about 40 Hz the reflection is reasonably clear. In this experiment it is important to adjust the amplitude until the reflection becomes clearly visible. The same setup should be used as in Exercise 1 (Figure 3), but the water level should be regulated so that the plexiglas plate is not covered with water. Put a piece of paper on the table under the water table and draw the wave fronts and the surface which reflects the waves. Measure the angle of incidence and the angle of reflection, and check to see if they are equal.

Experimental series 4

Wave Diffraction by corners and holes

Exercise 1:

Place a barrier in the water table as illustrated in Figure 4 (left). Check whether the water waves can "turn corners" using various wave generator frequencies. Repeat with another barrier. The water level should not cover the barrier.

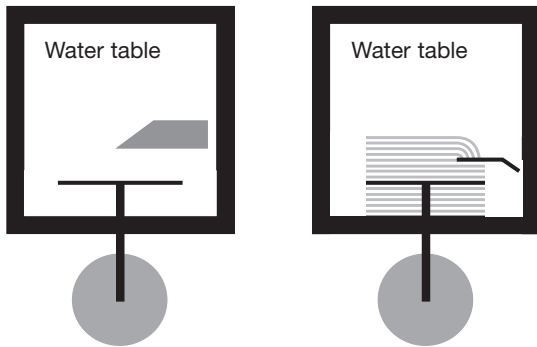


Figure 4: Water table with barriers.

Exercise 2:

Place the two barriers as shown in Figure 5. By changing the frequency the wavelength λ can be changed.

- What happens to the waves at the corner or the hole when the frequency f is increased?
- What do you observe happening to the waves?
- Can you get the waves with leave the hole to look like ring-shaped waves?

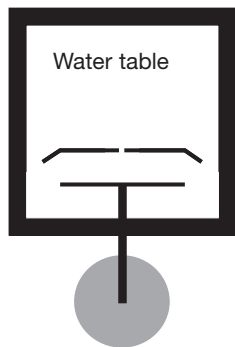


Figure 5: Plane waves striking a hole in a barrier.

Exercise 3:

Check what happens to the waves when they encounter a small barrier, e.g. a "pole" or similar object. Make a setup like the one shown in Figure 6.

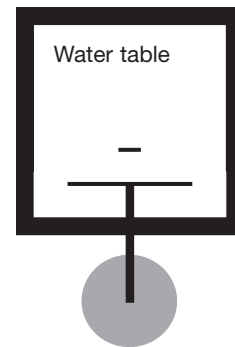


Figure 6: Water waves encountering a small barrier.

Experimental series 5 wave interference

When two waves meet they will form an interference pattern. When the waves reinforce one another it is called constructive interference, and when the waves cancel one another out it is called destructive interference. This phenomenon can be examined by mounting a double dipper unit on the wave generator so that an interference pattern is created in the water table and on the observation surface below. When the two waves meet they will create a pattern as shown in Figure 7, where the thin lines indicate points of constructive interference.

The interference phenomenon can be described by the double slit equation:

$$\sin \theta_m = \frac{m \cdot \lambda}{d}$$

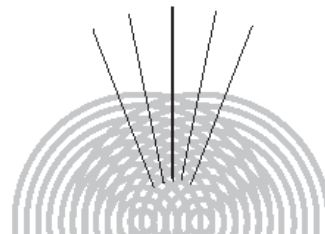


Figure 7: The interference pattern of 2 circular waves.

where m is the order of the interference line, θ_m is the angle between the 0'th order line and the line of interest, d is the distance between the two dippers and λ is the wavelength of the water waves.

Because the water wavelength is difficult to measure in the interference pattern, this should be done indirectly. The speed of propagation of the water waves is determined using just a single dipper and with no barriers in the water.

The speed of propagation is found just as in Experimental Series 1. Since this speed is constant for a constant water depth, the wavelength to use can be found by using the equation:

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

where the frequency can be read on the stroboscope.

Exercise 1:

Mount the wave generator with two dippers. Measure the distance d between them. When the interference pattern is clearly visible on the table below the water table (it may be necessary to adjust the amplitude), trace it on a piece of paper. There are some clear, light stripes – that is where there is destructive interference. The constructive interference occurs at the midpoint between the stripes. Mark also the positions of the two dippers. Connect the two points on the drawing. The interference stripe which is normal to the line connecting the two dippers is the 0th order line. Read off the frequency f from the stroboscope, and measure the angles θ_m between the various interference lines and the 0th order line. Check whether the condition that $\sin \theta_m$ equals the value $m \cdot \lambda/d$ is fulfilled. Repeat for several frequencies. Use the table to collect the measured data and for calculations:

$v_{\text{wave}} =$ m/s $d =$ m

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5
f /Hz					
λ / m					
m					
$m \cdot \lambda/d$.					
θ_m					
$\sin \theta_m$					

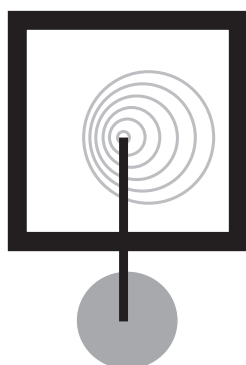


Figure 10: The Doppler effect.

Exercise 2:

This experiment can also be performed by sending plane waves towards a barrier with two apertures (i.e. openings) as shown in Figure 8. The only change compared with Exercise 1 is that now d is the distance between the two apertures in the barrier instead of the distance between the two dippers. The interference pattern will appear as shown in Figure 9.

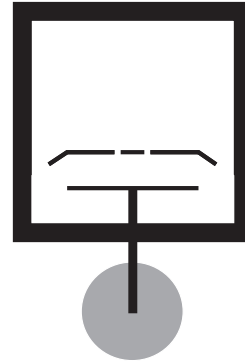


Figure 8: The water table with a barrier with two apertures.

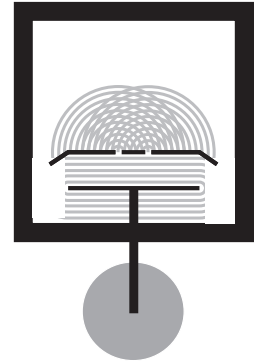


Figure 9: The interference pattern from a double slit.

The measurements from Exercise 1 can be repeated, and it can be demonstrated that the double-slit formula is also valid for a barrier with two apertures.

$v_{\text{wave}} =$ m/s $d =$ m

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5
f /Hz					
λ / m					
m					
$m \cdot \lambda/d$.					
θ_m					
$\sin \theta_m$					

Experimental series 6, the doppler effect

The Doppler effect can be demonstrated using the water table. Mount the wave generator with a single dipper. By moving the wave generator at a constant speed, the Doppler phenomenon can be observed in the water table as illustrated in Figure 10. It will require some experimentation to determine the right speed to use for a given generator frequency.