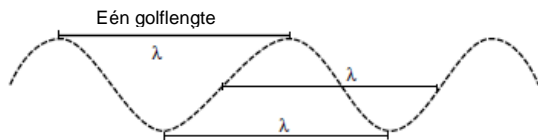


GOLFBAK EXPERIMENTEN

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 λ 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 (λ 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 λ 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)					
λ (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 λ uitgezet als functie van f^{-1} zou een rechte lijn moeten resulteren met de snelheid v als de helling.

f^{-1} (s)					
λ (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 λ nauwkeurig te meten, is het een goed idee om de oefening te herhalen maar 5λ te meten in plaats van λ . Doe dit voor ten minste vijf sets van metingen.

Tabel met resultaten

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

- Bereken λ en v voor elke set. Is v ongeveer constant?
- Bereken de gemiddelde waarde van v .
- Teken opnieuw een grafiek waarin je λ uitzet tegen f^{-1} en bereken de helling v .
- 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

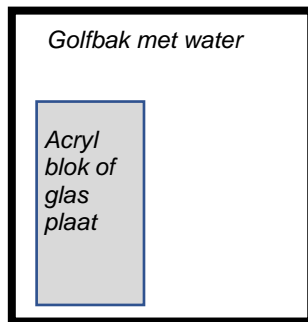
Gebruik nog steeds de golfgenerator met een vlakke golfopwekker. Plaats een stuk glas (of acrylblok) van ca. 2-3mm in het water. NB: Het kan lastig zijn om deze later weer op te tillen; leg daarom een klein stukje (recht) papier onder het blok/de glasplaat. Stel de waterdiepte zó in, dan er slechts een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

Opgave 1:

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

- 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

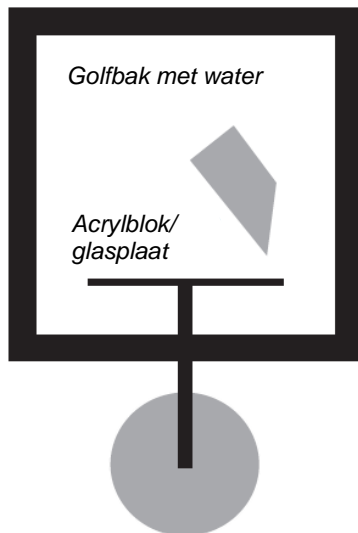
b) Bepaal de 2 waarden voor λ één voor diep water en één voor ondiep water. Het nauwkeurigst is om weer 5λ te nemen en delen door 5. (zie experiment 1)

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:

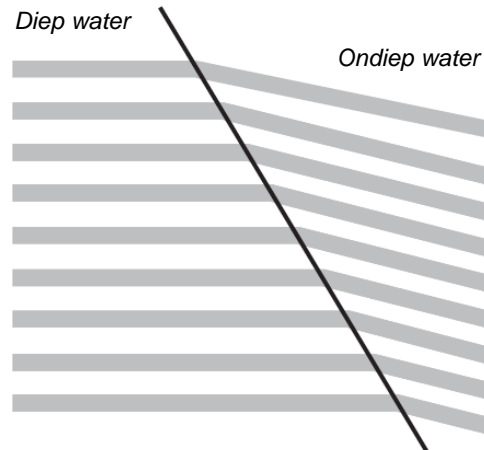


Weergave 3: Opstelling voor breking watergolven

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 golffronten 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:

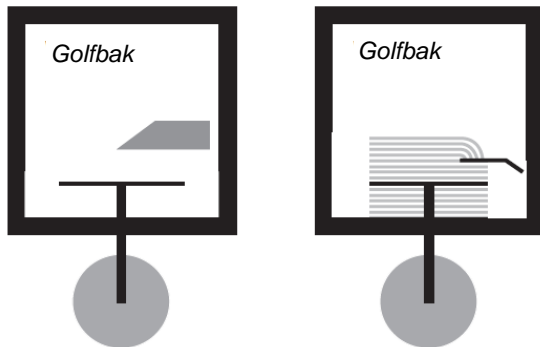
de invalshoek is gelijk aan de reflectiehoek

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 golffronten 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.

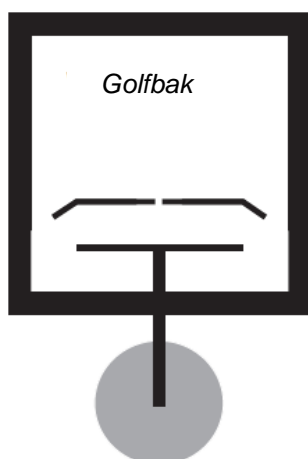


Weergave 5: Golfbak met barrières

Opgave 2:

Plaats twee barrières zoals in weergave 6. Door de frequentie te veranderen kan de golflengte λ 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.

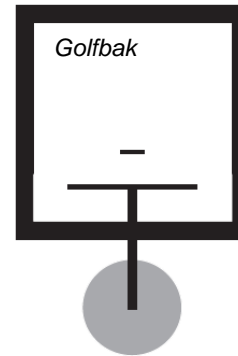


Weergave 6: Parallele watergolven vallen op een spleet tussen barrières.

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

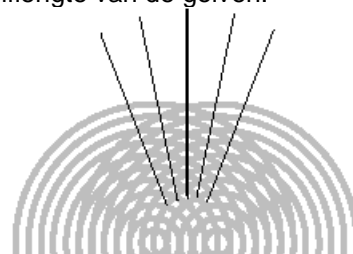
5. Interferentie van golven

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) θ_n is de hoek tussen de middelste lijn en lijn n . d is de afstand tussen de twee golfopwekkers, en λ 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:

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

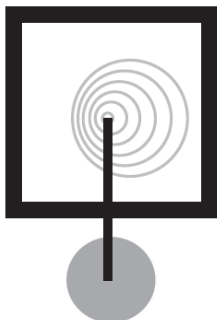
waarbij de frequentie kan worden afgelezen op de stroboscoop.

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^e orde. ($n = 0$) Noteer de frequentie f van de stroboscoop, en meet de hoeken θ_n tussen de verschillende interferentielijnen en de 0^e 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

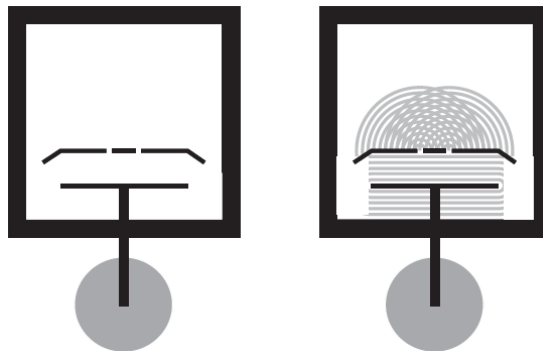
Meting	1	2	3	4	5
f (Hz)					
λ (m)					
n					
$n \cdot \lambda/d$					
θ_n					
$\sin \theta_n$					



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: Interferentiepatroon 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)					
λ (m)					
n					
$n \cdot \lambda/d$					
θ_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.