



Experimentele toets

07 Juli 2015

Algemene aanwijzingen

- De Experimentele toets duurt 5 uur en heeft een maximale score van 20 punten.
- Je mag noch de enveloppe met de opgaven noch de experimentele apparatuur aanraken voordat het begin geluidssignaal ingeluid wordt.
- Benodigde IPhO antwoordbladen worden ter beschikking gesteld voor het opschrijven van de antwoorden. Vul de observaties in de aangegeven tabellen/boxen op het bijbehorende antwoordblad. De grafieken dienen alleen op de ter beschikking gestelde IPhO grafiekpapieren getekend te worden. Daarnaast worden er ook lege bladen (gemarkeerd **B**) ter beschikking gesteld. Als je iets opgeschreven hebt dat niet voor beoordeling bedoeld is, moet je er een kruis door zetten.
- Vul alle velden aan de bovenkant van je blad in (Contestant Code, Pagina nummer etc.).
- Je bent niet gerechtigd zonder toestemming je werkgebied te verlaten. Als je enige hulp nodig hebt (gebroken calculator, toilet break etc.) dien je de surveillant erop te attenderen of met een rode kaart (voor hulp) en of met een groene kaart (voor toilet break).
- Het begin en het eind van de experimentele toets wordt ingeluid met een geluidssignaal. Daartussen zal elk uur een geluidssignaal afgegeven worden. Vijftien minuten voor het einde van de experimentele toets (voor het eind geluidssignaal) zal een zoemer te horen zijn.
- Aan het einde van de experimentele toets dien je onmiddellijk te stoppen met schrijven. Nummer je antwoordbladen en grafiek papieren in volgorde. Stop ze daarna in de ter beschikking gestelde enveloppe en laat de enveloppe achter op tafel. Je bent niet gerechtigd om bladen mee te nemen uit je werkgebied.
- Wacht tot jouw enveloppe opgehaald wordt. Nadat alle enveloppes zijn opgehaald wordt je door de studentguide uit je werkgebied naar buiten begeleid.



Experimentele toets

07 juli 2015

10:00 – 15:00

2015 wordt gevierd als het Internationaal Jaar van het Licht. Optische technieken spelen een belangrijke rol in de experimentele natuurkunde. Diffractie is een geweldige techniek, gebruikt in verschillende takken van de wetenschap, die een grote bijdrage heeft geleverd in het ontrafelen van de structuur van complexe moleculen zoals DNA en voor de gedetailleerde studie van eigenschappen van materialen. Vandaag zal je experimenten uitvoeren met diffractie van laserlicht.

Experiment E-I: **Diffractie door helix-achtige structuren** 10 punten

Experiment E-II: **Diffractie als gevolg van oppervlaktetensioningsgolven** 10 punten

Experimenten E-I en E-II zijn onafhankelijk van elkaar en maken gebruik van dezelfde optische bank, maar met verschillende apparaten en instellingen. Begin daarom eerst met experiment E-I en ga daarna naar experiment E-II.

Noot: Fouten berekeningen zijn NIET vereist

Belangrijke voorzorgsmaatregelen

- Kijk niet in de laserstraal, noch rechtstreeks noch indirect door de tussenkomst van een optisch apparaat.
- Ondanks het feit dat er zichtbare laserstralen met een laag vermogen worden gebruikt tijdens de experimenten, word je toch geadviseerd om tijdens de uitvoering ervan laser brillen te dragen.
- Vermijd om sterk reflecterende objecten (ringen, horloges etc.) te plaatsen in het pad van de laserbundel.
- De opstelling aan de rechterkant is klaar gemaakt voor metingen tijdens experiment E-II. Raak die niet aan voor je begint met E-II.
- De spiegels hebben een coating aan de voorkant. Vermijd daarom deze aan te raken.
- Gebruik de gelijkspanningsbron niet voor de tablet computer.
- Vermijd onnodige bewegingen tijdens de experimentele toets. Vermijd het schudden van de tafel en de wanden van je werkruimte. Experimenten met een laser vereisen stabiele omstandigheden.
- Stel de frequentie van de sinusgenerator niet hoger in dan 500 Hz.

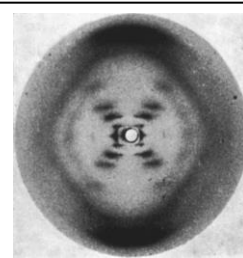
(This page is intentionally left blank)

DiffRACTIE door helix structuren

(Totaal aantal punten: 10)

Inleiding

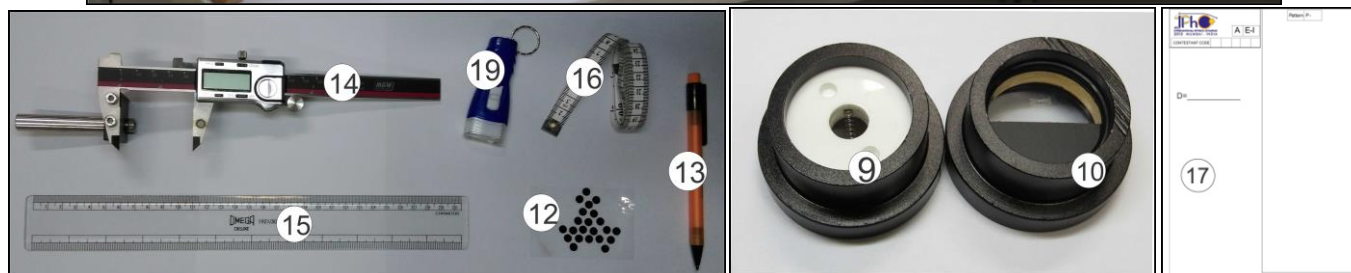
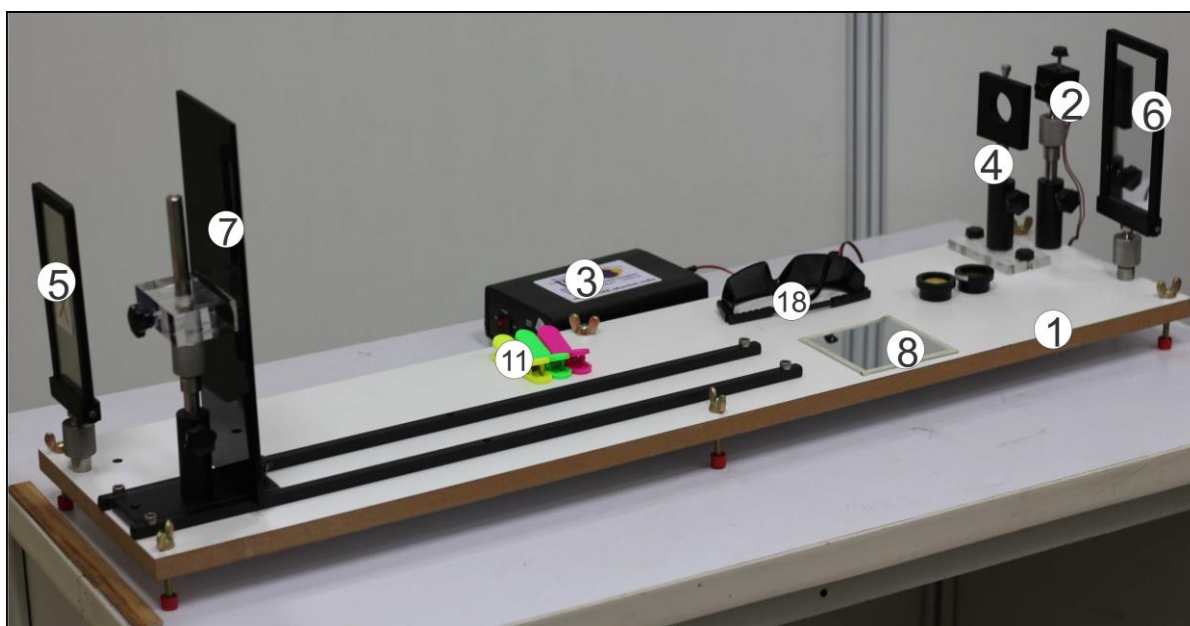
De Röntgen diffractie foto van DNA (Figuur 1), gemaakt in het laboratorium van Rosalind Franklin, staat bekend als 'Photo 51'. Het werd de basis van de ontdekking van de dubbele helix structuur van DNA door Watson en Crick in 1952. Dit experiment helpt je de diffractie patronen van helix structuren te begrijpen door gebruik te maken van zichtbaar licht.



Figuur 1: Photo 51

Doel

Bepalen van de geometrische parameters van helix structuren met behulp van diffractie.



Figuur 2: Apparatuur voor E-I

Lijst van apparatuur

[1]	Houten grondplaat	[11]	Plastic knijpers
[2]	Laser met houder en voet	[12]	Zwarte ronde stickers
[3]	Gelijkspanningsbron voor de laser	[13]	Potlood
[4]	Houder voor sample I [9] en sample II [10]	[14]	Digitale schuifmaat met houder
[5]	Linker reflector (Spiegel met coating aan voorkant)	[15]	Plastic meetlat (30 cm)
[6]	Rechter reflector (Spiegel met coating aan achterkant)	[16]	Meetlint (1.5 m)
[7]	Scherf (10 cm x 30 cm) met houder en voet	[17]	Bladen waar je het diffractie patroon op kan overnemen (markeerblad)
[8]	Vlakke spiegel (10 cm x 10 cm)	[18]	Veiligheidsbril
[9]	Sample I (helix veer)	[19]	Zaklamp
[10]	Sample II (dubbel-helix-achtig patroon op glasplaat)		

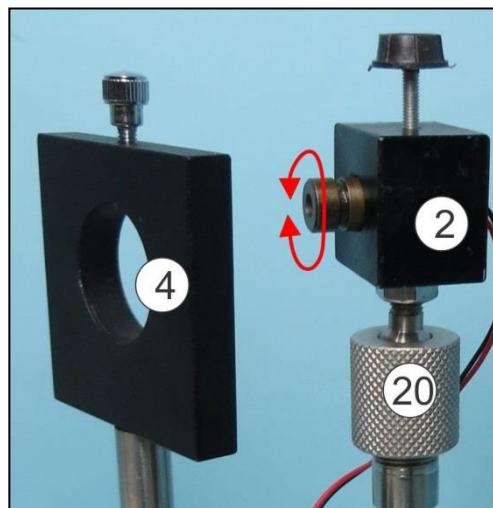
Opmerking: Items [1], [3], [14], [15], [16] en [18] worden ook gebruikt in experiment E-II.

Beschrijving van de apparatuur

Houten grondplaat [1]: Twee geleide rails en houders voor lasers, reflectoren, scherm en sample houders zijn vast gemonteerd op deze grondplaat.

Laser met houder en voet [2]: Laser met golflengte $\lambda = 635 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) is vast gemonteerd in een metalen houder en verbonden met de voet via een kogelgewricht ([20] in Fig. 3) zodat de laserhouder in X-Y-Z richting gedraaid kan worden. De laser zelf kan rondgedraaid worden en vastgezet met behulp van de schroef bovenop. De focus van de laserstraal kan aangepast worden door te draaien aan de lens voorop de laser (rode pijl in Fig. 3). Zo kan een helder en scherp diffractie patroon verkregen worden.

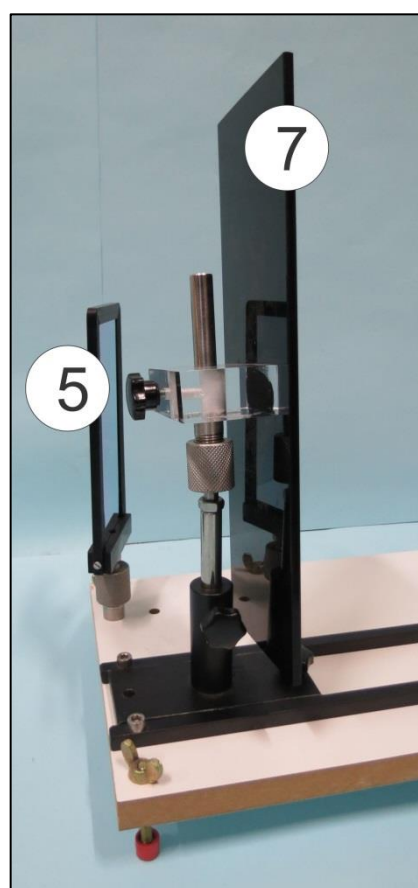
Gelijkspanningsbron [3]: De voorkant heeft een schakelaar voor de intensiteit (high/low), een aansluiting voor de laser en drie USB aansluitingen. De achterkant heeft een on/off schakelaar en een aansluiting voor de netspanning (zie Fig. 4).



Figuur 3: Laser [2] and sample houder[4]. Kogelgewricht [20].



Figuur 4: Gelijkspanningsbron



Figuur 5: Linker reflector [5] en scherm [7]

Sample houder met voet [4]: Gebruik de schroef bovenop om de samples vast te zetten (Fig. 3). De sample houder kan horizontaal, verticaal verplaatst worden, en ook worden geroteerd.

Linker reflector [5]: Deze reflector zit vast aan de grondplaat (Fig. 5). Gebruik de kant gemarkeerd met X niet.

Rechter reflector [6]: Deze reflector zit ook vast aan de grondplaat en kan verwijderd worden. (Deze reflector zal bij experiment E-II verwijderd worden). Gebruik de kant gemarkeerd met X niet.

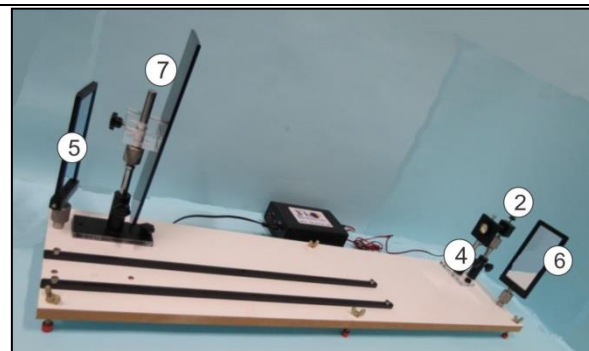
Scherm met houder [7]: Het scherm is gemonteerd op een kogelgewricht en een voet zodat het in alle richtingen kan draaien (Fig 5). Het scherm kan gemonteerd worden zoals te zien is in Fig. 2 of Fig. 6, afhankelijk van de toepassing.

Sample I [9]: Een ‘helix’ veer gemonteerd in een cirkelvormige houder met witte acrylplaatjes.

Sample II [10]: Een dubbel-helix-achtig patroon geprint op glas gemonteerd in een cirkelvormige houder.

Digitale schuifmaat met houder [14]: De digitale schuifmaat is gemonteerd aan een houder (deze houder is nodig in E-II). De schuifmaat heeft een On/Off schakelaar, een schakelaar om de aflezing op nul te zetten, een mm/inch keuze (hou deze op mm), een vastzetschroef en een draaiknop om de rechter helft van het been te verplaatsen. Deze schuifmaat kan goed gebruikt worden om op te meten op de bijgeleverde markeerbladen.

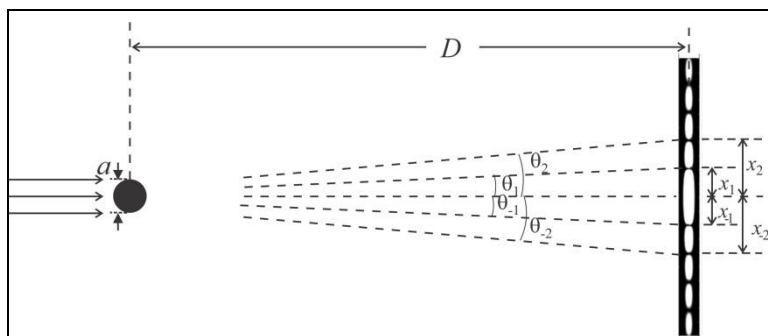
Bladen voor het overnemen van het diffractiepatroon (markeerbladen) [17]: De bijgeleverde markeerbladen kunnen doormidden gevouwen worden en vastgemaakt aan het scherm met behulp van de plastic knijpers. Zorg er voor dat het diffractiepatroon binnen de aangegeven rechthoek valt.



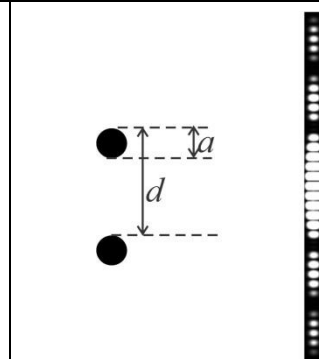
Figuur 6: Alternatieve positie van het scherm vergeleken met die in Fig. 2

Theorie

Een laserstraal met golflengte λ , valt loodrecht op een cilindrische draad met een diameter a . Het licht wordt gebogen in de richting loodrecht op de draad. Het resulterende intensiteitspatroon dat op het scherm ontstaat is weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7: Schematische weergave van het diffractiepatroon als gevolg van een enkele cilindrische draad met diameter a .



Figuur 8: Schematische weergave van diffractie patroon als gevolg van twee cilindrische draden

De intensiteitsverdeling als functie van de hoek θ met de oorspronkelijke richting wordt gegeven door:

$$I(\theta) = I(0) \left[\frac{\sin \beta}{\beta} \right]^2 \quad \text{where } \beta = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$$

De stip in het midden is helder. Voor hoeken waarvoor geldt $\sin \beta$ ($\beta \neq 0$) is nul, wordt de intensiteit nul. De intensiteitsverdeling heeft dus een n^{e} minimum bij een hoek θ_n , gegeven door:

$$\sin \theta_n = \pm n \frac{\lambda}{a} \quad n = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$$

Hierbij verwijst $\pm$ naar beide kanten van de stip in het midden ($\theta = 0$).

Het diffractiepatroon als gevolg van twee evenwijdige identieke draden op een afstand d van elkaar (Fig. 8) is een combinatie van twee patronen: diffractie vanwege een enkele draad en interferentie als gevolg van twee draden. De resulterende intensiteitsverdeling wordt gegeven door:

$$I(\theta) = I(0) \cos^2 \delta \left[\frac{\sin \beta}{\beta} \right]^2$$

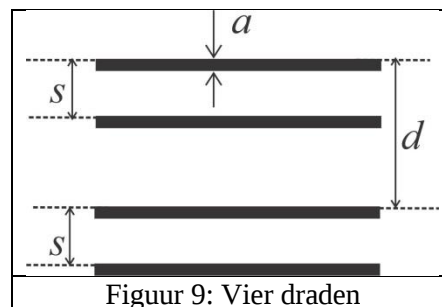
Hierin is $\delta = \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda}$ en $\beta = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$

Voor een scherm, geplaatst op een grote afstand D van de draad, worden de plaatsen van de minima op het scherm door diffractie waargenomen op

$$x_{\pm n} = \pm n \frac{\lambda D}{a}$$

en als gevolg van interferentie op

$$x_{\pm m} = \pm \left(m - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{d} \quad (\text{met } m, n = 1, 2, 3, 4, 5 \dots).$$



Figuur 9: Vier draden

Voor vier evenwijdige draden is de totale intensiteitsverdeling een combinatie van diffractie van elke draad en interferentie van twee paren van draden en dus afhankelijk van a , d en s (Zie Fig. 9).

Anders gezegd: er wordt een combinatie van drie verschillende intensiteitspatronen waargenomen.

Instellingen vooraf

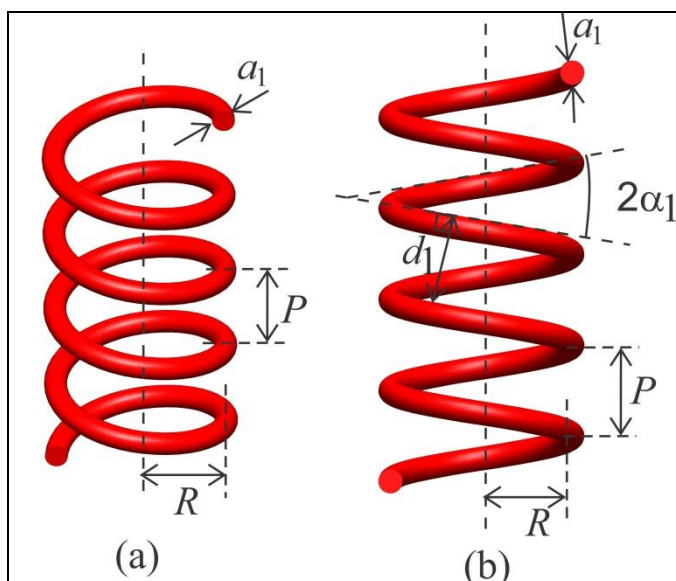
1. Doe de laser aan en stel de twee reflectoren zo af dat de laserstip op het scherm valt.
2. Zorg er met de laserhouder en de reflectoren voor dat de laserstraal evenwijdig loopt aan de houten grondplaat. Gebruik daarbij de plastic meetlat.
3. Zorg er voor dat de laserstip ongeveer op het midden van het scherm valt.
4. Doe de laser uit. Klem een markeerblad [17] aan het scherm.
5. Klem de vlakke spiegel met behulp van de plastic knijpers aan het scherm en zet de laser weer aan.
6. Pas de stand van het scherm zodanig aan dat de teruggekaatste laserstraal weer op de laser zelf valt. Verwijder de spiegel als de uitlijning klaar is.
7. Het licht in de werkruimte kan je als het nodig is aan of uit doen.

Experiment

Onderdeel A: Bepaling van de geometrische parameters van de helix veer

Sample I is een helix veer met een straal R en een spoed P gemaakt van een draad met een uniforme dikte a_1 zoals te zien is in Fig. 10(a).

Loodrecht bekeken is de projectie gelijk aan twee sets van evenwijdige draden van dezelfde dikte, met onderlinge afstand d_1 en een hoek $2\alpha_1$ tussen de twee sets (Fig. 10(b)).



Figuur 10: (a) Helix veer (b) Schematische weergave bij loodrechte kijkrichting

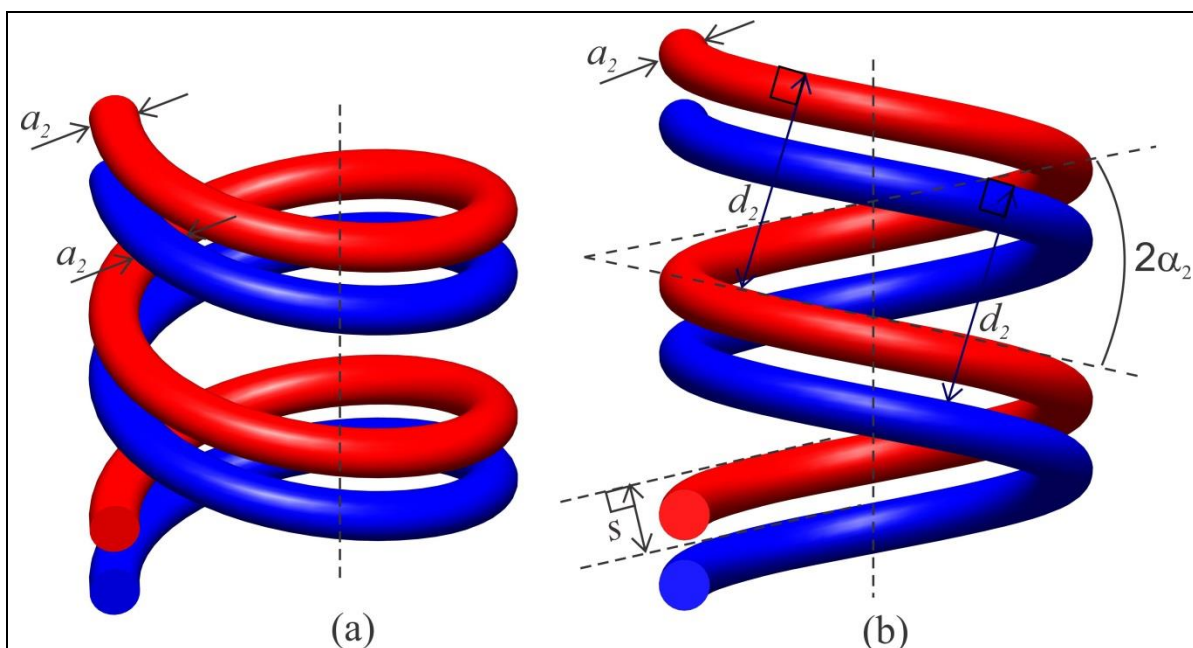
- Plaats sample I in de houder en zorg ervoor dat de veer verticaal staat.
- Zorg voor een helder en scherp X-vormig diffractiepatroon op een markeerblad [17].
- Het is mogelijk dat je hiervoor moet aanpassen:
 - De laserstraal focus (Roteer lens voor op de laser)
 - Oriëntatie van de laserstraal (Roteer de laser zodanig dat slechts twee windingen van de veer belicht worden.)
 - Intensiteit van de laser (Gebruik high/low schakelaar op de voeding)
 - Omgevingslicht (Schakel het licht in de werkruimte aan of uit)

Als het centrale maximum erg helder is, kun je een zwart rond stickertje op het markeerblad plakken om het schitteren te verminderen.

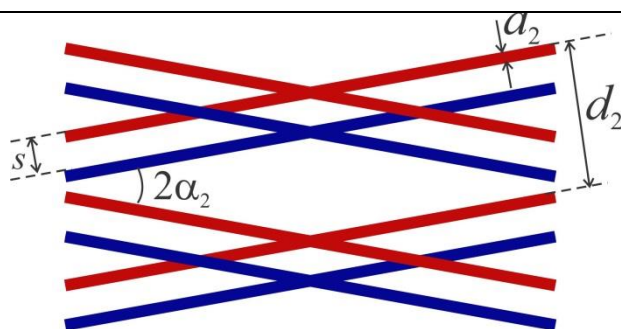
Opdracht	Omschrijving	Punten
A1	Markeer (met behulp van het potlood [13]) de juiste posities van de intensiteitsminima aan beide zijden van de centrale stip op het markeerblad die je nodig hebt om a_1 en d_1 te bepalen. Geef deze markeerbladen aan met de labels P-1, P-2 etc.	0.7
A2	Meet de juiste afstanden voor het bepalen van a_1 met behulp van de digitale schuifmaat en noteer deze in tabel A1.	0.5
A3	Maak een geschikte grafiek, noem deze 'Graph A1' en bepaal met behulp van de steilheid (helling) de waarde van a_1 .	0.7
A4	Meet de juiste afstanden voor het bepalen van d_1 en noteer deze in tabel A2.	0.8
A5	Maak een geschikte grafiek, noem deze 'Graph A2' en bepaal met behulp van de steilheid (helling) de waarde van d_1 .	0.6
A6	Bepaal uit het X-vormige patroon de hoek α_1 .	0.2
A7	Druk P uit in termen (in functie) van d_1 en α_1 en bereken P .	0.2
A8	Druk R uit in termen (in functie) van P en α_1 en bereken R (verwaarloos a_1).	0.2

Onderdeel B: Bepaling van de geometrische parameters van het patroon van de dubbele helix

Figuur 11(a) geeft twee windingen van een dubbele helix weer. Figuur 11(b) is een loodrechte twee-dimensionale projectie van deze dubbele helix. Beide helices hebben een dikte a_2 en een hoek $2\alpha_2$ en een loodrechte afstand d_2 tussen de windingen. De afstand tussen de twee helices is s . Sample II is een dubbel-helix-achtig patroon geprint op glas, zie Figuur 12. Het diffractiepatroon hiervan is vergelijkbaar met het patroon van een dubbele helix. In dit onderdeel bepaal je de geometrische parameters van sample II.



Figuur 11: (a) Dubbele helix veer (b) Schematische weergave bij loodrechte kijkrichting.



Figuur 12: Dubbel-helix-achtig patroon van sample II

- Plaats sample II in de sample houder [4].
- Bevestig een nieuw markeerblad aan het scherm.
- Zorg voor een helder en scherp X-vormig diffractiepatroon op het scherm.

Opdracht	Omschrijving	Punten
B1	Markeer de juiste posities van de minima aan beide kanten van de centrale stip voor het bepalen van a_2 , s en d_2 . Je mag meerdere markeerbladen gebruiken.	1.1
B2	Meet de juiste afstanden voor het bepalen van a_2 en noteer deze in tabel B1.	0.5
B3	Maak een geschikte grafiek, noem deze 'Graph B1' en bepaal met behulp van de steilheid (helling) de waarde van a_2 .	0.5
B4	Meet de juiste afstanden voor het bepalen van s en noteer deze in tabel B2.	1.2
B5	Maak een geschikte grafiek, noem deze 'Graph B2' en bepaal met behulp van de steilheid de waarde van s .	0.5
B6	Meet de juiste afstanden voor het bepalen van d_2 en noteer deze in tabel B3.	1.6
B7	Maak een geschikte grafiek, noem deze 'Graph B3' en bepaal met behulp van de steilheid de waarde van d_2 .	0.5
B8	Bepaal uit het X-vormige patroon de hoek α_2 .	0.2

Onderdeel A : Bepaling van de geometrische parameters van de helix veer

Opdr.	Omschrijving	Punten																																	
A1	Aantal meegeleverde markeerbladen voor deel A: _____ met label(s): P_____																																		
A2	Tabel A1: Observaties voor patroon P_____ <table> <tr> <th>Observatie Nummer</th><th></th><th></th></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Observatie Nummer			1			2			3			4			5																		
Observatie Nummer																																			
1																																			
2																																			
3																																			
4																																			
5																																			
A3	Grafiek A1 voor de bepaling van a_1: _____ versus _____ Steilheid (helling) van grafiek A1 = Berekening van a_1: $a_1 =$																																		

Tabel A2: Observaties voor patroon P _____

Punten

A4

Observatie Nummer		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

A5

Grafiek A2 voor de bepaling van d_1 : _____ versus _____

Steilheid (helling) van grafiek A2 =

Berekening van d_1 :

$d_1 =$

A6

$\alpha_1 =$

A7	Uitdrukking voor P als functie van d_1 en α_1 : $P =$	
A8	Uitdrukking voor R als functie van P en α_1 : $R =$	
Totaal		

Onderdeel B: Bepaling van de geometrische parameters van het patroon van de dubbele helix

Opdr.	Omschrijving	Punten																																										
B1	Aantal meegeleverde markeerbladen voor deel B: _____ met label(s): P_____																																											
B2	Tabel B1: Observaties voor patroon P_____ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Observatie Nummer</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Observatie Nummer			1			2			3			4			5																											
Observatie Nummer																																												
1																																												
2																																												
3																																												
4																																												
5																																												

B5

Grafiek B2 voor de bepaling van s : _____ versus _____

Steilheid (helling) van grafiek B2 =

Berekening van s :

$s =$

B6

Tabel B3: Observaties voor patroon P_____

Observatie Nummer		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

B7	Grafiek B3 voor de bepaling van d_2: _____ versus _____ Steilheid (helling) van grafiek B3 = Berekening van d_2: $d_2 =$	
B8	$\alpha_2 =$	
Totaal		

DiffRACTIE als gevolg van de oppervlaktespanningsgolven op water

Inleiding

De vorming en de voortplanting van golven op een vloeistofoppervlak zijn belangrijke en goed bestudeerde verschijnselen. Voor zulke golven is de teruggedrijvende kracht op de trillende vloeistof voor een deel het gevolg van de zwaartekracht en gedeeltelijk het gevolg van de oppervlaktespanning. Voor golflengtes veel kleiner dan de kritische golflengte, λ_c , is het effect van de zwaartekracht verwaarloosbaar en hoeft er alleen rekening gehouden te worden met de oppervlaktespanningseffecten ($\lambda_c = 2\pi \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}$, waarbij σ de oppervlaktespanning is, ρ de dichtheid van de vloeistof is, en g de valversnelling).

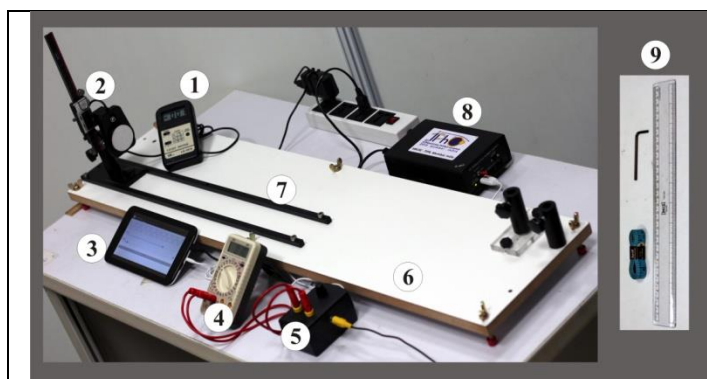
In dit onderdeel bestudeer je oppervlaktespanningsgolven op een vloeistofoppervlak, waarvan de golflengtes kleiner zijn dan λ_c . De oppervlaktespanning is een vloeistofeigenschap waarbij het vloeistofoppervlak zich gedraagt als een membraan. Wanneer het vloeistofoppervlak wordt verstoord, plant de verstoring zich voort als een golf, net zoals op een membraan. Een elektrisch aangedreven trillingsbron wordt gebruikt om golven op te wekken op het wateroppervlak. Als een laserstraal invalt onder een kleine hoek met het wateroppervlak fungeren de oppervlaktegolven als diffractietralie (diffractierooster) waardoor een goed gedefinieerd diffractiepatroon ontstaat.

Als de oppervlaktespanningsgolven zich voorplanten, treedt er demping op (de amplitude neemt geleidelijk af) als gevolg van de viscositeit van de vloeistof, een eigenschap waarbij naburige vloeistoflagen weerstand bieden tegen relatieve beweging.

Doel

Bepaling van de oppervlaktespanning en de viscositeit van het gebruikte watersample door gebruik te maken van de diffractie van de oppervlaktespanningsgolven op het wateroppervlak.

Overzicht van apparatuur



[1]	Lichtmeter (verbonden met lichtsensor)
[2]	Lichtsensor bevestigd op een schuifmaat, geplaatst op de voet van het scherm
[3]	Tablet (te gebruiken als sinusgenerator)
[4]	Digitale multimeter
[5]	Regelaar van de trillingsbron
[6]	Houten grondplaat
[7]	Rails voor het verplaatsen van de lichtsensor
[8]	Gelijkspanningsbron
[9]	Inbussleutel, meetlint en plastic meetlat

Figuur 1 : Opstelling houten grondplaat

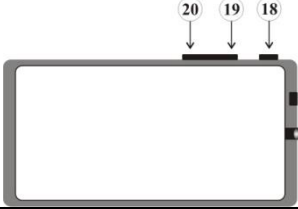


[10]	Schaal en ruiter met de positie-indicator van de trillingsbron
[11]	Trillingsbron met trillingsstrip
[12]	Waterbak
[13]	Plastic hoes
[14]	Opstelling voor het aanpassen van de hoogte van de trillingsbron
[15]	Laser 2 (Golflengte, $\lambda_L = 635 \text{ nm}$, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)
[16]	Water voor het experiment
[17]	Maatcilinder (500 ml)

Figuur 2 : Opstelling trillingsbron/laser

Beschrijving van de apparatuur

a) Tablet als sinusgenerator

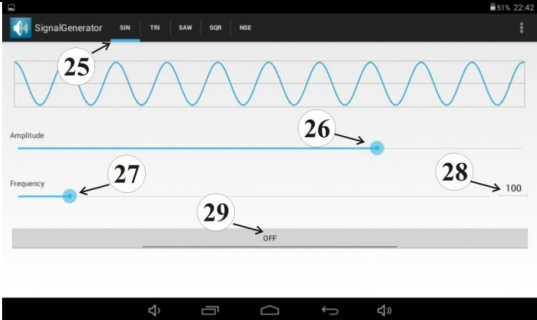
	[18]: Aan/uit knop
	[19]: Volume verhogen
	[20]: Volume verlagen
	[21]: Ingang voor de voedingskabel
	[22]: Uitgang voor audio plug van de kabel afkomstig van de regelaar van de trillingsbron [5]

Figuur 3 : Knoppen en aansluitpunten van de tablet

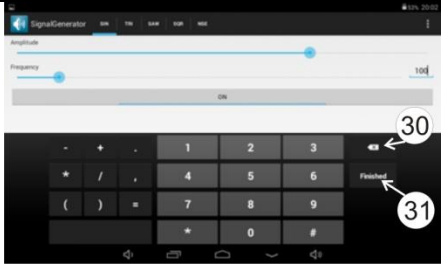
- Opmerking
- Zorg ervoor dat de tablet continu wordt opgeladen.
 - Druk *éénmaal* zachtjes op de aan/uit-knop om het openingsscherm te tonen.
 - Stel de tablet in op zijn maximale geluidsvolume door de “volume verhogen”-knop [19] te gebruiken.

			
	Raak icoon [23] aan en verschuif het om de tablet te ontgrendelen		Klik op icoon [24] om de sinusgenerator te starten

Figuur 4 : Openingsscherm van de tablet

	[25]: Keuze van de golfvorm (gebruik steeds “SIN”)
	[26]: Amplitude regelaar
	[27]: Frequentie regelaar
	[28]: Frequentie-venster (Hz)
	[29]: Status van de app / schakelaar “OFF” – de sinusgenerator staat UIT “ON” – de sinusgenerator staat AAN

Figuur 5 : Sinusgenerator-app

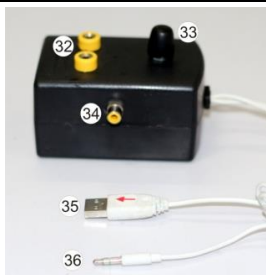
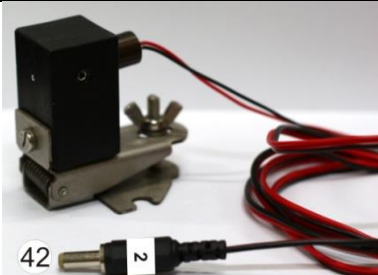
	<i>Aanpassen van de frequentie</i> • Klik op het frequentie-venster [28] (Fig. 5) om de cijfertoetsen weer te geven • Gebruik de backspace toets [30] om de frequentiewaarde te verwijderen • Voer de vereiste frequentie in en druk op “Finished” [31]
---	--

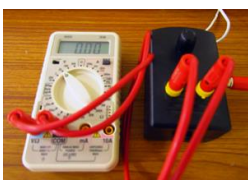
Figuur 6: Scherm met de cijfertoetsen om de frequentiewaarden in te voeren

Aanpassen van de amplitude

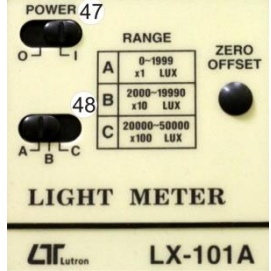
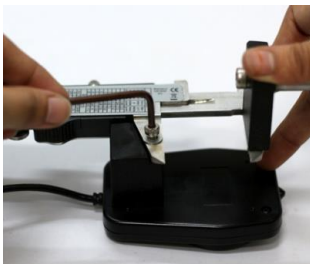
- Gebruik de amplitude regelaar [26] op het scherm of regelknop [33] op de regelaar van de trillingsbron [5] om de amplitude te variëren.

b) Regelaar van trillingsbron, multimeter, gelijkspanningsbron en verbindingskabels

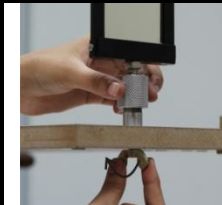
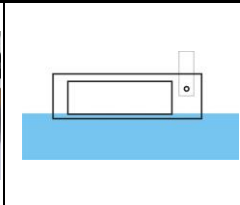
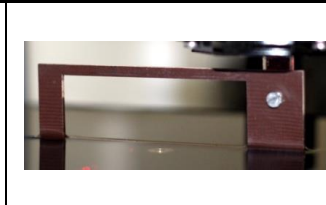
		
[32] : Aansluitingen voor de kabels van de multimeter	[37]: Trillingsstrip	Figuur 10: Laser 2 [15] (geplaatst op een metalen blokje) met plug [42]
[33]: Regelknop voor de amplitude van de sinusgolf	[38]: Plug van de trillingsbron	
[34]: Aansluiting voor de plug van de trillingsbron	Figuur 8: Trillingsbron [11]	[43]: Intensiteitsknop (gebruik de "High" instelling)
[35]: USB plug die moet worden aangesloten op de gelijkspanningsbron	[39]: Keuzeknop (DC/AC) gelijk- of wisselspanning	[44]: USB aansluiting voor de USB plug van de regelaar van de trillingsbron
[36]: Audio plug aan te sluiten op de tablet	[40]: Keuzeknop voor meetbereik	[45]: Aansluiting voor de plug van laser 2
	[41]: Pluggingangen	
Figuur 7 : Regelaar van de trillingsbron[5]	Figuur 9 : Digitale multimeter[4]	Figuur 11: Gelijkspanningsbron[8]

			
[36]→[22]	[38]→[34]	[41]↔[32]	[35]→[44] and [42]→[45]
Figuur 12: Verbindingen tussen tablet, regelaar van de trillingsbron en de gelijkspanningsbron			

c) Lichtsensor en lichtmeter

			
[46]: Cirkelvormige opening op de lichtsensor	[47]: Aan/uit knop van de lichtmeter	Eén been van de schuifmaat past in een opening aan de achterzijde van de lichtsensor	Gebruik de inbussleutel om de schroef vast te draaien
[48]: A, B, C – Meetbereiken op de lichtmeter			
Figuur 13: Lichtsensor en lichtmeter		Figuur 14: Monteren van de lichtsensor	

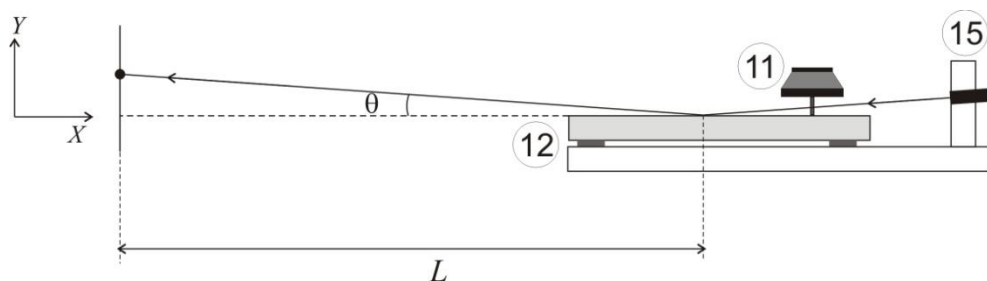
Intitiële aanpassingen

				
Figuur 15: Verwijder de rechter reflector	Figuur 16: Schroeven die het houten stripje raken	Figuur 17: Correcte positie van de trillingsstrip en zwarte knop voor het aanpassen van de hoogte		

1. Ontkoppel laser 1 en plaats de plug van laser 2 in de ingang van de gelijkspanningsbron. Merk op: Laser 2 werd reeds ingesteld op een bepaalde invalshoek. Raak de laser niet aan!
2. Verwijder de rechter reflector die gebruikt werd in E-I door aan de schroef te draaien onder het houten grondplaat (Fig. 15).
3. Verwijder het scherm dat gebruikt werd in E-1 en plaats de lichtsensor in de voet van het scherm. Plaats de voet tussen de rails.
4. Breng het houten grondplaat [6] in de juiste positie zodat de schroeven contact maken met de houten strip die is bevestigd op de werktafel (Fig. 16).
5. Til de zijkant van de plastic hoes over de opstelling met trillingsbron en laser op. Giet exact 500 ml water in de waterbak [12] met behulp van de maatcilinder [17].
6. Zet de laser aan. Lokaliseer de gereflecteerde lichtvlek op de lichtsensor. Als je de lichtsensor naar voor en achteren schuift, zou de lichtvlek zich verticaal moeten verplaatsen en niet onder een hoek met de verticale as. Met een minimale zijwaartse aanpassing van de houten grondplaat en een verticale verplaatsing van de lichtsensor kun je de lichtvlek precies in de opening van de lichtsensor op vangen. Als het centrum van de laservlek samenvalt met het centrum van de opening zal de intensiteit op de lichtmeter een maximum bereiken.
7. De trillingsstrip werd reeds in de juiste positie geplaatst. **Raak de zwarte knop voor de hoogte-aanpassing [14] niet aan (Fig. 17).**
8. De trillingsbron kan horizontaal naar voor en achter worden verplaatst. Met behulp van de positie-indicator kan je de positie van de trillingsbron op de schaal aflezen.
9. Bescherm tijdens het uitvoeren van metingen het wateroppervlak tegen luchtstromen door het zijvlak van de hoes naar beneden te houden.

Experiment

Onderdeel C : Meting van de hoek θ tussen de laserstraal en het wateroppervlak



Figuur 18 : Meting van hoek θ

Opdracht	Omschrijving	Punten
C1	Verplaats de lichtsensor in geschikte stappen langs de rails. Noteer de verplaatsing van het geheel in de X-richting en de bijhorende verplaatsing van de lichtvlek in de Y-richting. Noteer je metingen in Tabel C1. (Kies het geschikte meetbereik van de lichtmeter.)	1.0
C2	Teken een bijbehorende grafiek (noem deze Graph C1) en bepaal de hoek θ aan de hand van de steilheid (helling).	0.6

Deel D : Bepaling van de oppervlaktespanning σ van het aangeleverde water

Met behulp van diffractie theorie kan worden aangetoond dat

$$k = \frac{2\pi}{\lambda_L} \sin\theta \sin\gamma \quad (1)$$

waarbij $k = 2\pi/\lambda_w$ het golfgetal is van de oppervlaktespanningsgolven,

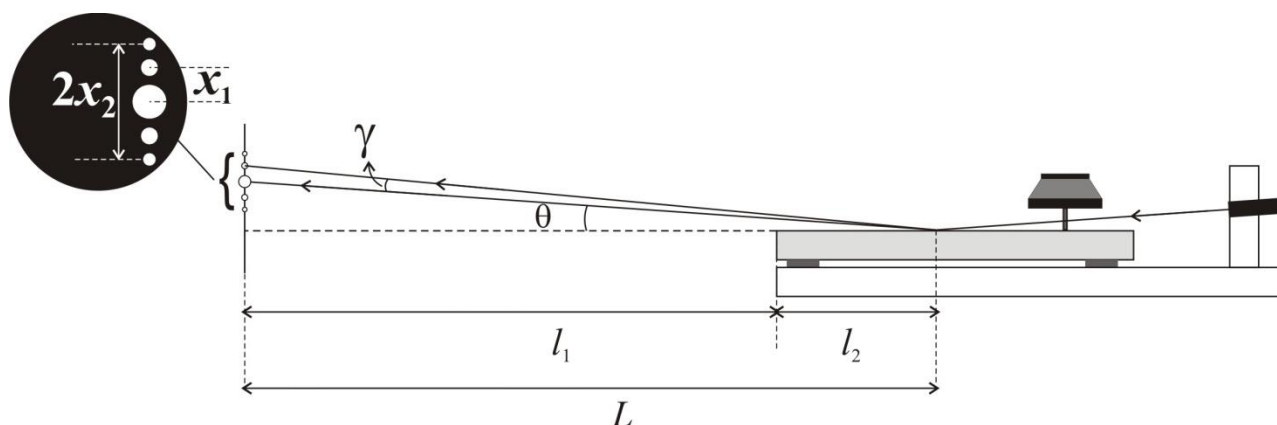
en waarbij λ_w en λ_L respectievelijk de golflengtes van de oppervlaktespanningsgolven en de laser voorstellen.

De hoek γ is de hoek afstand tussen het centrale en het eerste-orde maximum (Fig. 19).

De relatie tussen de vibratiefrequentie (f) en het golfgetal k wordt gegeven door

$$\omega = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} k^q \quad (2)$$

waarbij $\omega = 2\pi f$, ρ de massadichtheid van het water is en q een geheel getal.



Figuur 19 : Schematische weergave van de opstelling

1. Plaats de lichtsensor [2] (door gebruik te maken van de bevestigingsmoeren op de schermvoet) op het einde van de rail in de positie aangegeven in Fig. 1. Selecteer het gepaste bereik op de lichtmeter.

Opdracht	Omschrijving	Punten
D1	Meet de lengte l_1 tussen de opening op de lichtsensor en de rand van de waterbak. Je zal een lijn zien op de plaats waar de laser het wateroppervlak raakt. Het midden van de lijn is het invalspunt van de laser. Meet l_2 , de afstand van dit punt tot de rand. Bepaal L en noteer deze waarde op je antwoordblad.	0.3

2. Plaats de positie-indicator bij 7,0 cm op de horizontale schaal [10].
3. Stel de frequentie van de sinusgolf in op 60 Hz, en pas de amplitude ervan aan zodat de eerste- en tweede- orde maxima van het diffractiepatroon duidelijk zichtbaar zijn (Fig. 19 links boven).

Opdracht	Omschrijving	Punten
D2	Meet de afstand tussen het tweede-orde maximum boven en onder het centrale maximum. Bereken vervolgens x_1 . Noteer je resultaten in Tabel D1. Herhaal deze metingen in geschikte stappen voor toenemende frequenties.	2.8
D3	Ga na welke geschikte variabelen een grafiek opleveren waarvan de steilheid (helling) een waarde voor q geeft. Noteer de waarden van deze variabelen in Tabel D2. Teken de grafiek om q te bepalen (noem deze Graph D1). Geef vergelijking (2) met de juiste gehele waarde van q .	0.9
D4	Ga na, uitgaande van vergelijking (2), welke geschikte variabelen een grafiek opleveren waarvan de steilheid (helling) een waarde voor σ geeft. Noteer de waarden van deze variabelen in Tabel D3. Teken de grafiek om σ te bepalen (noem deze Graph D2). ($\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$).	1.2

Deel E: Bepaling van de dempingsconstante, δ en de viscositeit van de vloeistof, η

De oppervlaktetensingsgolven worden gedempt als gevolg van de viscositeit van het water. De amplitude h van de golven neemt exponentieel af met de afstand, s , gemeten vanaf de trillingsbron,

$$h = h_0 e^{-\delta s} \quad (3)$$

waarbij h_0 de amplitude is op de positie van de trillingsbron en δ de dempingsconstante.

Er is experimenteel gevonden dat er tussen de amplitude h_0 en de spanning (V_{rms}) die wordt aangelegd over de trillingsbron het volgende verband bestaat:

$$h_0 \propto (V_{\text{rms}})^{0.4} \quad (4)$$

Het verband tussen de dempingsconstante en de viscositeit van de vloeistof wordt gegeven door

$$\delta = \frac{8}{3} \frac{\pi \eta f}{\sigma} \quad (5)$$

waarbij η de viscositeit van de vloeistof is.

1. Stel de positie-indicator van de trillingsbron in op 8,0 cm.
2. Stel de frequentie in op 100 Hz.
3. Pas met behulp van de schuifmaat de positie van de lichtsensor zodanig aan dat het eerste-orde maximum van het diffractiepatroon invalt op de opening van de sensor.
4. Pas de amplitude van de sinusgolf (V_{rms}) aan zodat op de lichtmeter een waarde van 100 wordt uitgelezen in meetbereik A. Noteer deze waarde van V_{rms} .
5. Vergroot de afstand tussen de trillingsbron en het invalspunt van de laser in stappen van 0,5 cm en pas V_{rms} zodanig aan dat de lichtmeter telkens opnieuw een waarde van 100 aangeeft. Noteer de bijhorende waarden voor V_{rms} .

Opdracht	Omschrijving	Punten
E1	Noteer je meetresultaten voor elke stap in Tabel E1.	1.9
E2	Teken een geschikte grafiek (noem deze Graph E1) en bepaal de dempingsconstante aan de hand van de steilheid (helling) van deze grafiek.	1.0
E3	Bereken de viscositeit η van het water.	0.3

DiffRACTIE als gevolg van de oppervlaktespanningsgolven op water

Deel C: Meting van de hoek θ tussen de laserstraal en het wateroppervlak

[C1]

Tabel C1

Observatie Nummer.		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Punten

[C2]

Grafiek C1 voor de bepaling van hoek θ : _____ versus _____

$\theta =$ _____

Deel D: Bepaling van de oppervlaktespanning σ van het aangeleverde water

[D1]:

$l_1 =$ _____	$l_2 =$ _____	$L =$ _____
---------------	---------------	-------------

[D2]:

Tabel D1

Observatie Nummer.					
1					
2					
3					
4					
5					
6					

[D3]:

Grafiek voor de bepaling van q : _____ versus _____

Punten

Tabel D2

Observatie Nummer		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Steilheid (helling)

= _____

$q =$ _____

Punten

Vergelijking (2):

Bepaling van de oppervlaktespanning:

[D4]:

Grafiek voor de bepaling van σ : _____ versus _____

Tabel D3

Observatie Nummer.		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Steilheid (helling)

= _____

Punten

Oppervlaktespanning:

$\sigma =$ _____

Deel E: Bepaling van de dempingsconstante, δ en de viscositeit van de vloeistof, η

[E1]: Frequentie van de sinusgenerator = _____ Hz

Tabel E1

Observatie Nummer.				
1				
2				
3				
4				
5				
6				

[E2]:

Grafiek voor de bepaling van δ : _____ versus _____

$$\delta = \underline{\hspace{2cm}}$$

Punten

[E3]:

Bepaling van de viscositeit, η :

$$\eta = \underline{\hspace{2cm}}$$

Punten
