

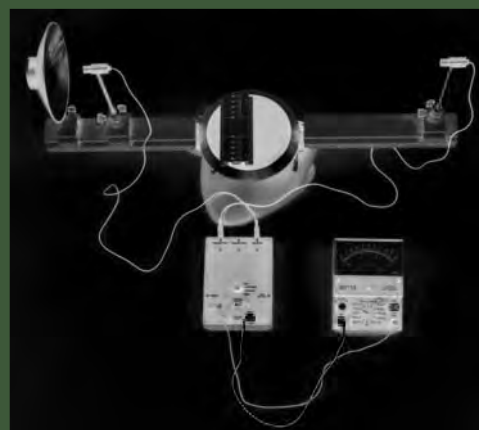


Leerlingexperimenten

HANDLEIDING VOOR PROEVEN

ULTRASOON GELUID

P9110-4U



INHOUDSOPGAVE ULTRASOON GELUID

PROEVEN

US 00	Goniometer - inleiding
US 01	Zender - richtingskarakteristiek
US 02	Ontvanger - richtingskarakteristiek
US 03	Bundeling van golven – Werking van de parabolische spiegel
US 04	De parabolische spiegel als ontvanger
US 05	Omgevingsgeluid
US 06	Superpositieprincipe
US 07	Reflectie
US 08	Absorptie
US 09	DiffRACTIE bij een obstakel
US 10	DiffRACTIE bij enkele spleet
US 11	DiffRACTIE bij dubbele spleet
US 12	DiffRACTIE bij een cirkelvormige opening
US 13	DiffRACTIE bij een cirkelvormige plaat
US 14	DiffRACTIE bij Fresnel-lens
US 15	Interferentie bij twee bronnen
US 16	Interferentie – De proef van Lloyd
US 17	Staande golven bij twee bronnen
US 18	Staande golven door reflectie
US 19	Golflengte – snelheid van het geluid
US 20	Verstrooiing en structureel onderzoek

De Goniometer bestaat uit een voet waaraan - zie de rechter afbeelding - een rail is gemonteerd. In het midden van de voet bevindt zich een draaias, waarmee de linker rail en hoekgradenboog zich vanuit het midden kunnen draaien.

Werking van de stelschroeven: de schroef aan de linkerkant (**S1**) zet de draaibare arm met de rail erop vrij of juist vast, de voorste schroef aan de rechterkant, met de kleinere diameter (**S2**), is voor het vastzetten van de hoekgradenboog. De "grotere" schroef links is bedoeld voor de fijnafstelling van de rail, maar alleen wanneer de andere twee schroeven vastgezet zijn. Omdat de ontvanger geen nauwe ingangsoening heeft, is bij de proeven met ultrasoon geluid geen instelling op decimalen van een graad nodig, dat wil zeggen dat men deze schroef niet hoeft te gebruiken.

Startinstellingen:

1. Maak de schroeven los van de draaiarm S1 en de hoekgradenboog S2.
2. Houd de arm vast en zet de hoekgradenboog op 0° (de pijl van de met de arm verbonden Noniusschaal geeft 0° aan)
3. Het uitrichten van de rails met een lange lineaal, een lange rail of door "af te tekenen"
4. Vastzetten van de hoekgradenboog met de rechter schroef S2

Wanneer u nu de linker rail draait, dan geeft de pijl op de Nonius gradenboog de draaihoek aan (of we moeten het verschil met de hoek na het uitrichten uitrekenen).

Verticale positie van de rails op de hoekgradenboog:
bij punt 2 de pijl instellen op 90°

Tbv metingen met een computer, is de goniometer voorzien van drie uitgangsbussen op de voet (niet afgebeeld). Deze drie vormen samen de aansluitingen van een potentiometer, waarvan de weerstand (gele bus) varieert met de hoek tussen de armen tussen 0V (zwarte bus) en +5V (rode bus). Bij werken met een interface van CMA kunnen deze spanningen via de interface verkregen worden (evt. met behulp van CMA verloper 0519).



We sluiten de zender (bron) (op de rode staaf) altijd aan op de met TRANSMITTER aangegeven uitgangen, en de ontvanger (groene staaf) op de RECEIVER-ingang.

We sluiten de multimeter – goed op de polariteit letten – aan op de ANALOG OUTPUT. Eerst stellen we op de multimeter een bereik van 1 V voor gelijkstroom in, en pas bij overschrijding van de waarde van 0,3V of 0,1V het bereik van respectievelijk 300mV of 100mV.

N.B. Bij gebruik van computermeetapparatuur moeten de bussen met OUTPUT doorverbonden worden met de ingang van de interface (bij CMA apparatuur de gele en zwarte bus. Sluit NIETS aan op de rode bus). Is de interface alleen voorzien van BT-ingangen, dan kan gebruikgemaakt worden van CMA verloper 0520.

Nadat de proefopstelling gereed is schakelen we de geluidsbron om naar CONTINUE. Nu stuurt de aangesloten zender (bron) geluidsgolven uit en de ontvanger bouwt het ontvangen signaal om naar een gelijkspanning, die we op de multimeter kunnen uitlezen.

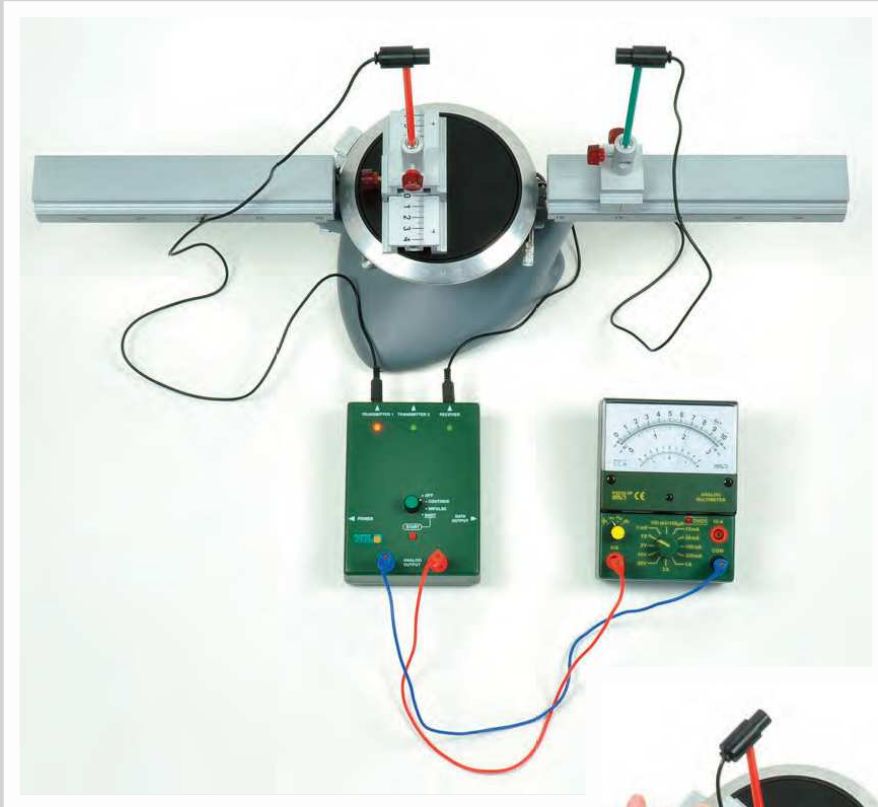
Na beëindiging van de proef moet u niet vergeten de geluidsbron weer uit te schakelen
- Stand OFF.



ZENDER - RICHTINGSKARAKTERISTIEK

US 01

Benodigde SEK doos:
P9901-4U Ultrasoon Geluid



Materiaal:

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Analoge multimeter, 1 mV - 30 V

We onderzoeken hoe zich ultrasoon geluid zich voor en naast de zenderkop verplaatst.

Vorbereitung:

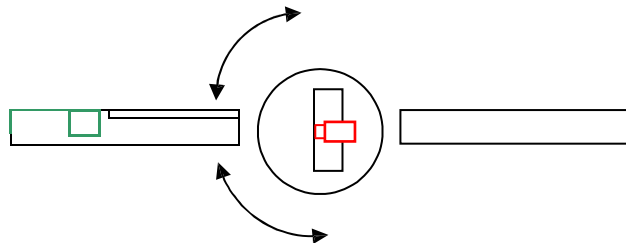
We zetten de hoekgradenboog (het middelste deel van de goniometer) loodrecht - op 90° - vast en maken de glijklem met de zender in het midden vast. We monteren de ontvanger op de draaibare arm. We richten de zender en de ontvanger enigszins uit.

Proef:



Meting van de „geluidsterkte” bij een zelfde afstand tot de zender, in verschillende richtingen.

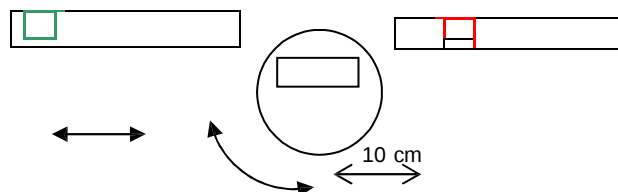
Afstand tot de ontvanger = 20cm (de voorkant van de glijklem wijst 20 aan)



-120°	-90°	-60°	-30°	-10°	0°	10°	30°	60°	90°	120°
mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV

Afbeelding van de verdelingskromme: sterkte als functie van de hoek

Meting van de afstanden, waarvoor in verschillende richtingen dezelfde „geluidsterkte” bestaat. We draaien de beweegbare arm (met vaste hoekgradenboog) en verschuiven de glijklem zo, dat weer dezelfde sterkte wordt getoond.



Een op de geluidsbron aangegeven „geluidsterkte” van bijv. 0,29 geeft de afstanden:

-90°	-60°	-30°	-10°	0°	10°	30°	60°	90°
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm

Tekening van de lijn bij gelijke sterkte (equipotentiaal)

Ter informatie:

De verspreiding voor de zender is slechts zwak naar voren gericht!
De zenderfrequentie kan verschillend weergegeven worden!



Tip:

Hoe u een gerichte zender maakt ziet u in US03!

ZENDER - RICHTINGSKARAKTERISTIEK

US 01

Afstand tot de zender

20 cm

ZENDER 1

ZENDER 2

In de verspreidingsrichting:

RECHTS

LINKS

Uitstraalhoek

-90 -60 -45 -30 -20 -10 0 10 20 30 45 60 90

Ontvangststerkte

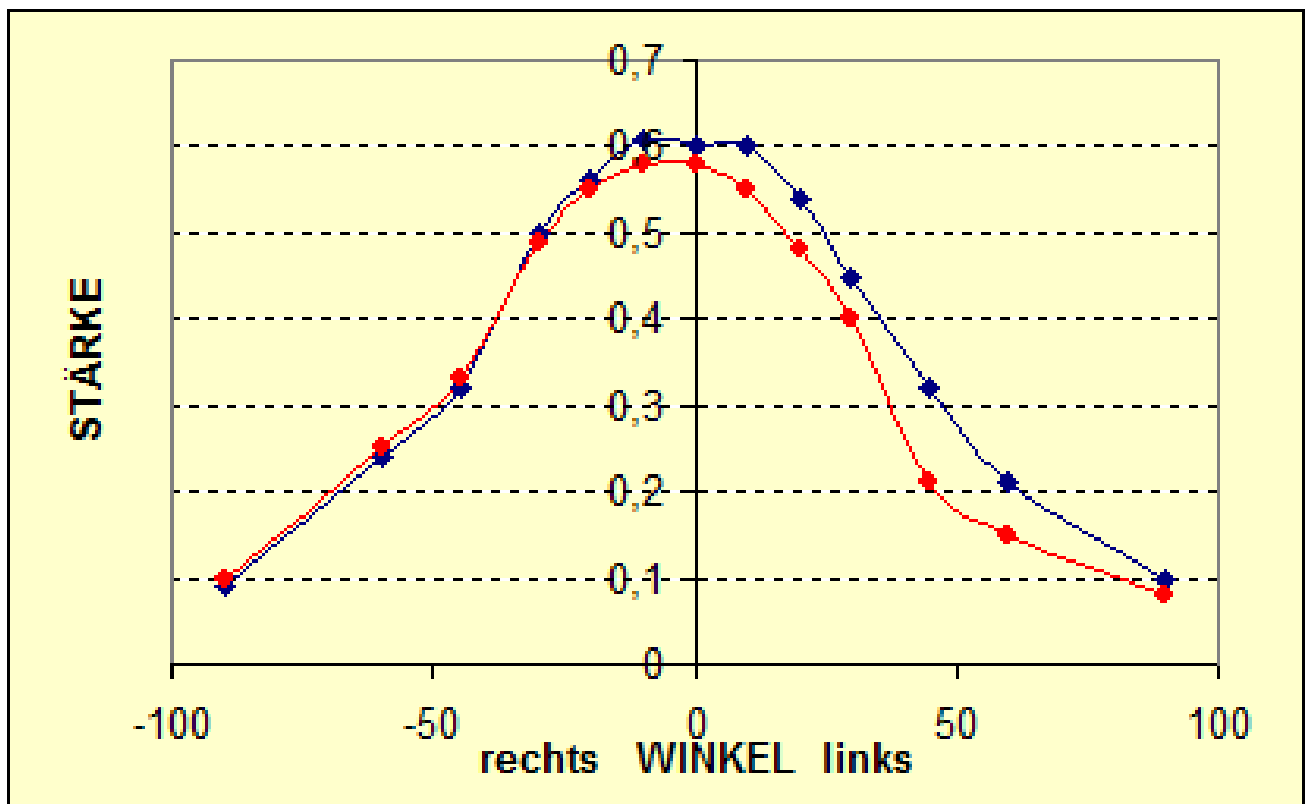
S1

0,09 0,24 0,32 0,5 0,56 0,61 0,6 0,6 0,54 0,45 0,32 0,21 0,1

Ontvangststerkte

S2

0,1 0,25 0,33 0,49 0,55 0,58 0,58 0,55 0,48 0,4 0,21 0,15 0,08



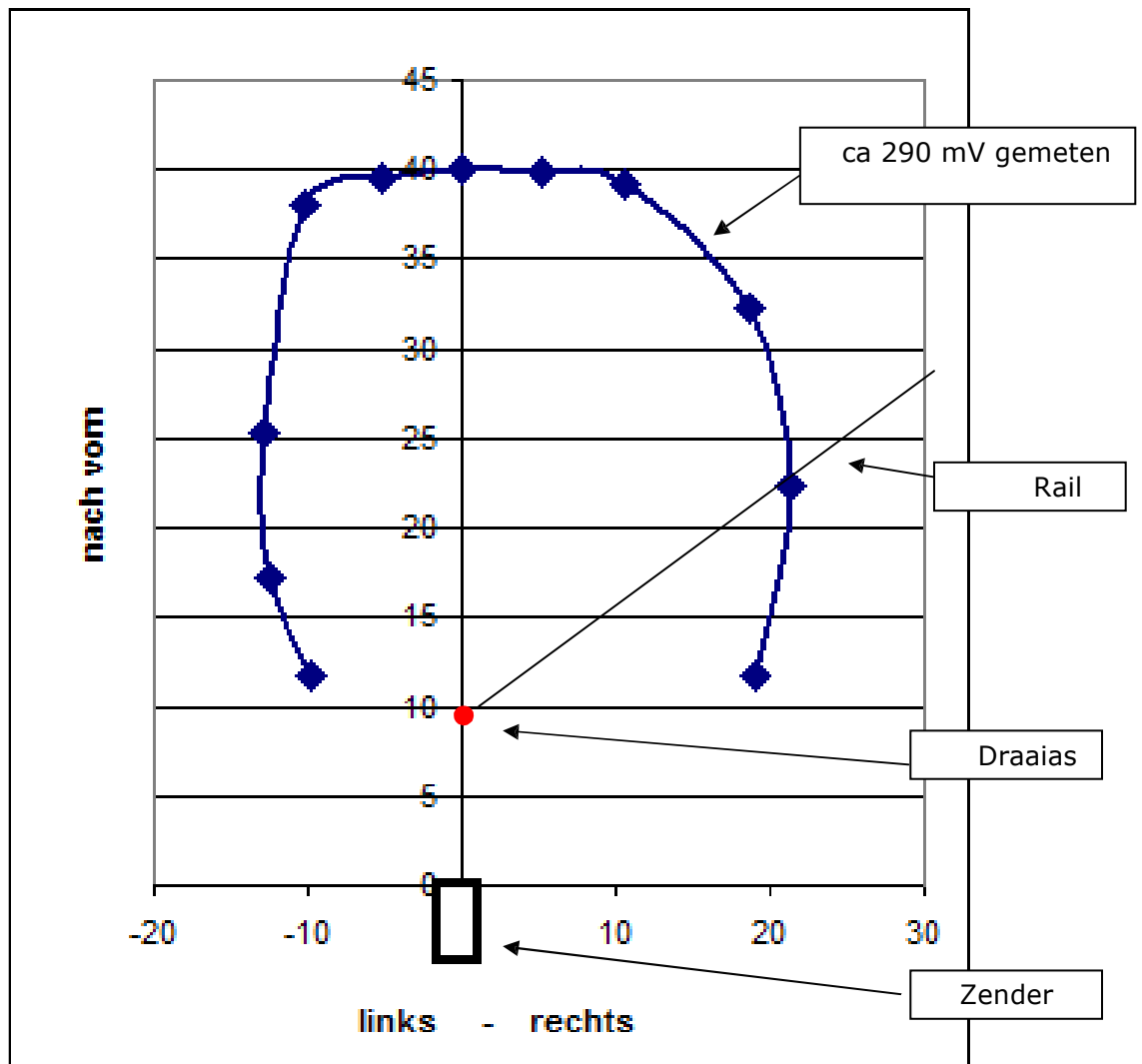
(N.B.: Winkel=Hoek; Stärke=intensiteit)

ZENDER - RICHTINGSKARAKTERISTIEK

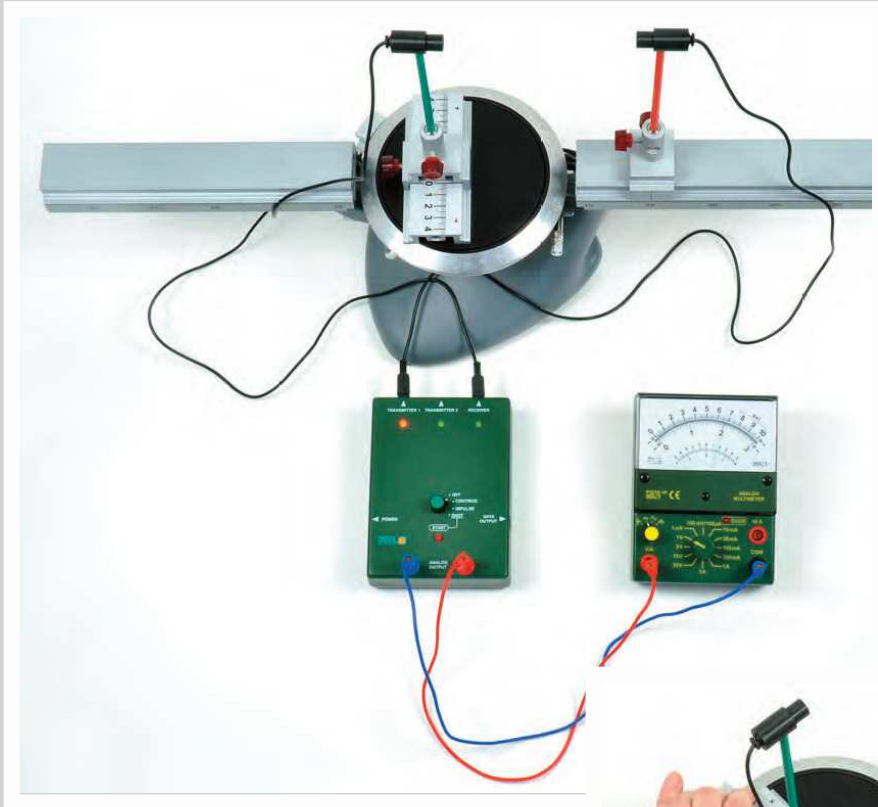
US 01

In de verspreidingsrichting	LINKS					RECHTS						
Hoek (°):	80	60	40	20	10	0	10	20	40	60	80	
Afstand (cm)	10	14,5	20	29,9	30	30	30,3	31	29	24,7	19,3	

x	-9,85	12,6	12,9	10,2	5,21	0	5,26	10,6	18,6	21,4	19	
y	11,7	17,3	25,3	38,1	39,5	40	39,8	39,1	32,2	22,4	11,7	



Benodigde SEK doos:
P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Analoge multimeter, 1 mV - 30 V

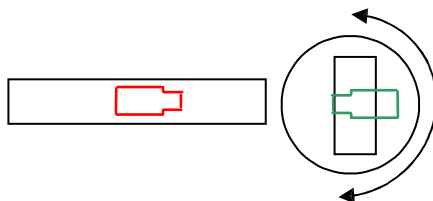
ONTVANGER - RICHTINGSKARAKTERISTIEK

US 02

Komt het ontvangstgedrag – van de ontvanger die op dezelfde manier gebouwd is als de zender – overeen met de zender-frequentie karakteristiek? We wisselen de zender en ontvanger om en meten zoals getoond in Proef 1 in US 01 om vast te stellen hoe de ontvangststerkte afhangt van de hoek van de ontvanger in de hoofdstraalrichting van de zender.

Vorbereitung:

Wanneer we aansluiten bij de metingen van US 01 Proef 1, dan verwisselen we werkelijk alleen de zender en de ontvanger (de glijklemmen blijven op hun plaats en de kabels blijven aangesloten). Afstand tot zender = 20cm, Schroef S1 vastdraaien, Schroef S2 voor de hoekgradenboog losdraaien.



Proef:



We draaien de ontvanger met de hoekgradenboog, de arm met de zender blijft in positie.

We bouwen weer een tabel, waarin we de ontvangststerkte bij verschillende hoeken van de ontvanger ten opzichte van de hoofdstraalrichting van de zender invullen.

-120°	-90°	-60°	-30°	-10°	0°	10°	30°	60°	90°	120°
mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV

Ter informatie:

De ontvangststerkte is op dezelfde manier afhankelijk van de richting als de zendsterkte

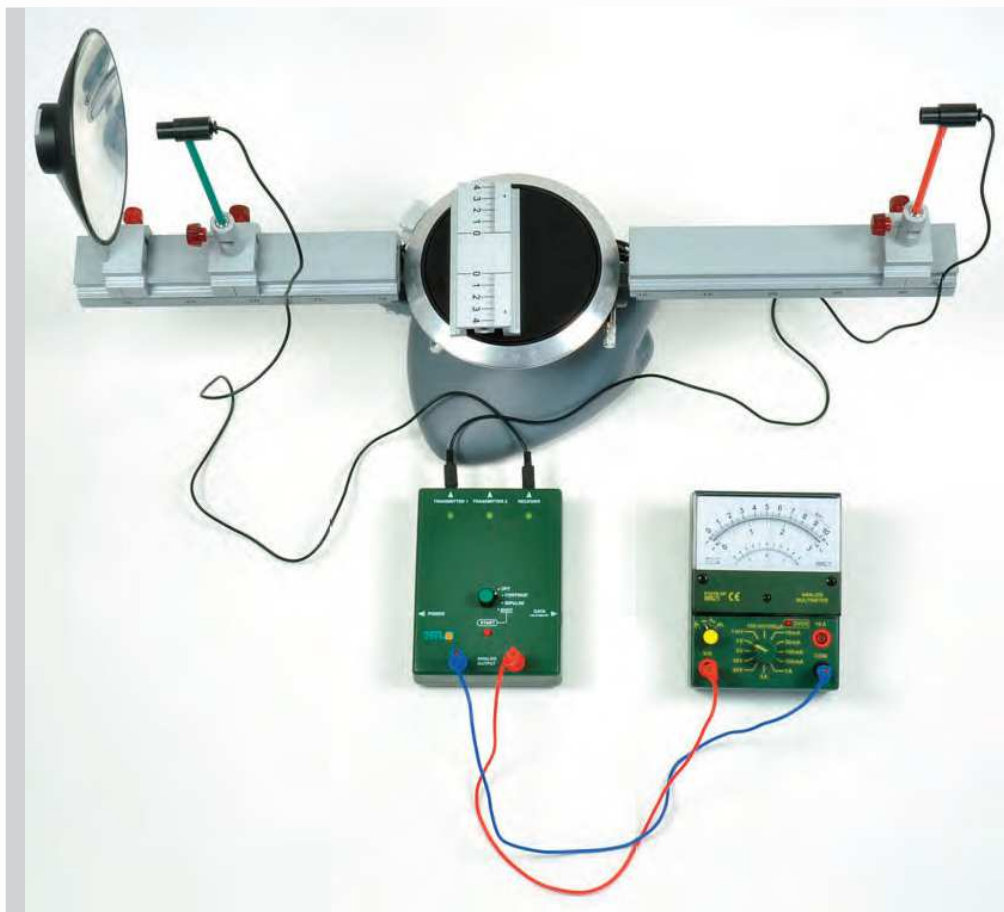


Tip:

Wanneer een zender gepeild moet worden (bijv. peilen van zenders die bij dieren zijn ingebracht), dan is het van belang dat de ontvangststerkte bij het uitrichten en niet uitrichten niet teveel van elkaar verschillen. We gebruiken hiervoor richtantennes (zie US04).

Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid

**Materiaal:**

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijkleem met klemmenzuil
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30 V

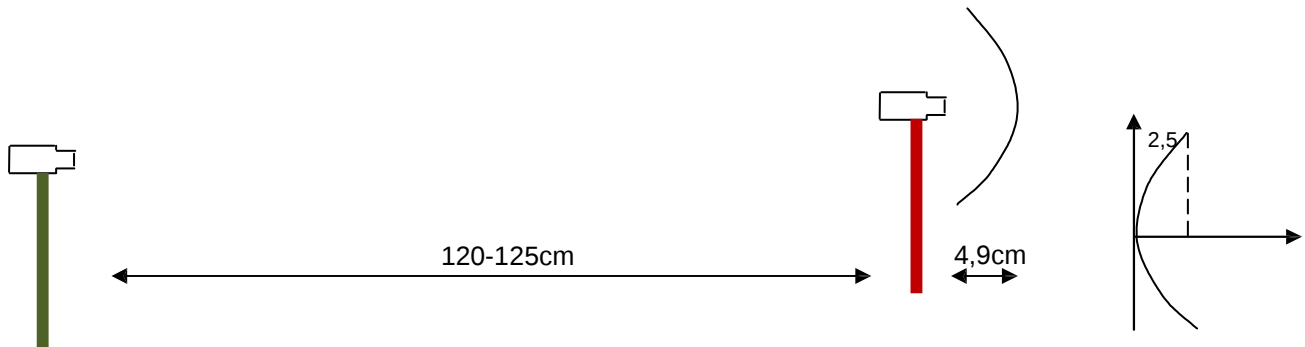
BUNDELING VAN GOLVEN MET EEN PARABOLISCHE SPIEGEL

US 03

Van een parabolische spiegel behouden we praktisch de totale energie die aan de voorkant van de zenderkop verstuurd wordt, gebundeld in een „straal” met de doorsnede van de spiegel.

Voorbereiding:

We bepalen optisch het brandpunt van de parabolische spiegel, bijv. door het afbeelden van een verderop aanwezige lichtbron, of rekenkundig, uit $y^2 = 4 f \cdot x \Rightarrow 49 = 10 \cdot f$, $f = 4,9$



Proef:



We zetten de geluidzender in het brandpunt van de spiegel. Bovendien plaatsen we het glijzadel aan het eind van de rails en stellen tussen de voorkant van het “zenderglijzadel” en de markering op het “spiegelglijzadel” de brandpuntsafstand van de spiegel in, of tussen de glijzadels een ongeveer 2 cm kortere afstand als de brandpuntsafstand.

Dan verschuiven we de ontvanger loodrecht op de uitbreidingsrichting van de geluidsgolven en verkrijgen bij een juiste instelling van zowel spiegel als zender over een breedte van ong. 14 cm een signaalsterkte van 0,8V en meer, 10 cm en buiten deze markering echter slechts 0,1 V en minder.

Om nogmaals een vergelijking tussen de zender zonder spiegel te hebben draaien we de zender 180° rond, zodat de geluidsgolven zich direct richting de ontvanger, en niet in de spiegel uitbreiden. Nu meten we ongeveer 0,15V en deze waarde verandert bij het verschuiven van de ontvanger nauwelijks meer.



Ter informatie:

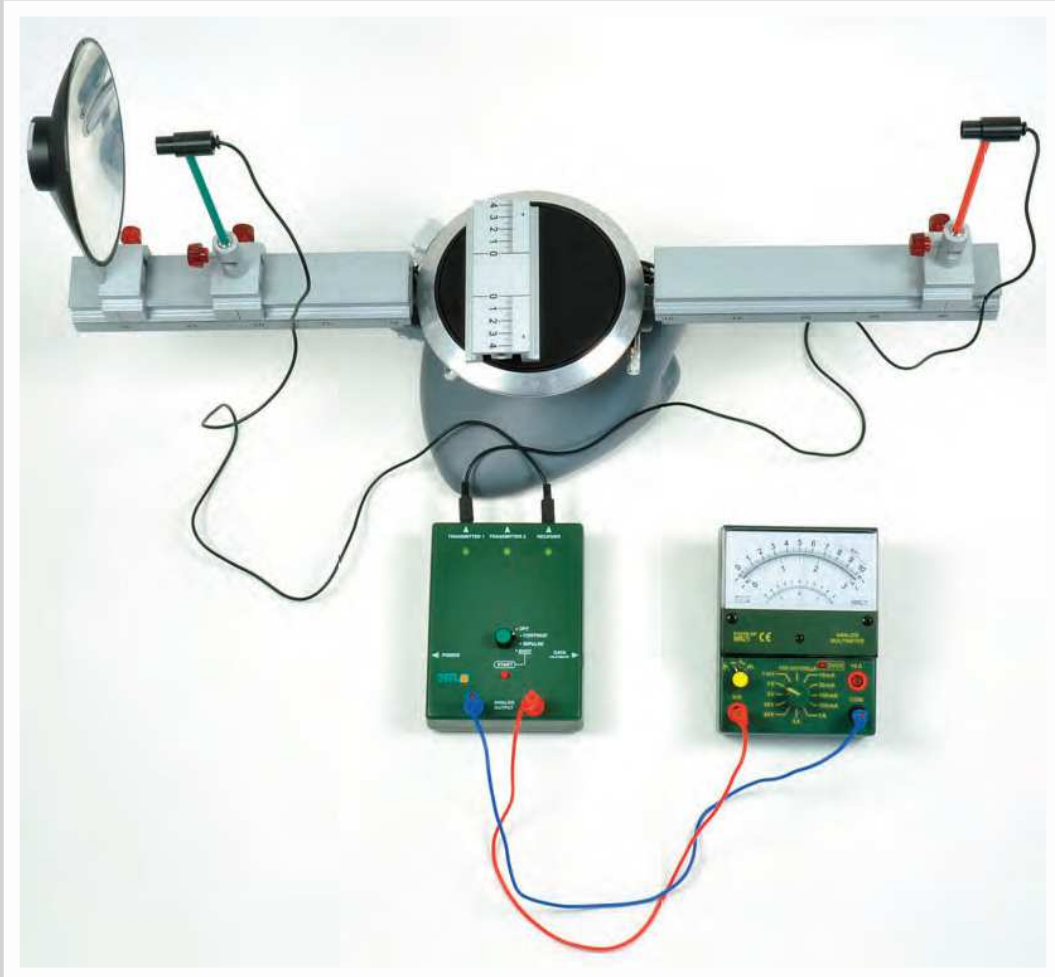
Door bundeling van de energie met een parabolische spiegel wordt de in de breedte stralende zender feitelijk een gerichte zender en bij een afstand van 1,20 m wordt de ontvangst in de straalrichting bijna 10-maal zo sterk als wanneer er geen bundeling plaatsvindt.

Tip:

Om signalen (elektromagnetische golven) bijvoorbeeld uit het heelal richting aarde te sturen moeten de zenderantenne op het ontvangststation gericht zijn.

Ook met een geluidstrechter (megafoon) kan een richtingswerking bereikt worden.

Benodigde SEK doos:
P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische piegel

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

ONTVANGER MET PARABOLISCHE SPIEGEL

US 04

We onderzoeken in welke mate we het "luistergedrag" van de ontvanger met de parabolische spiegel als "oorschelp" kunnen verbeteren.

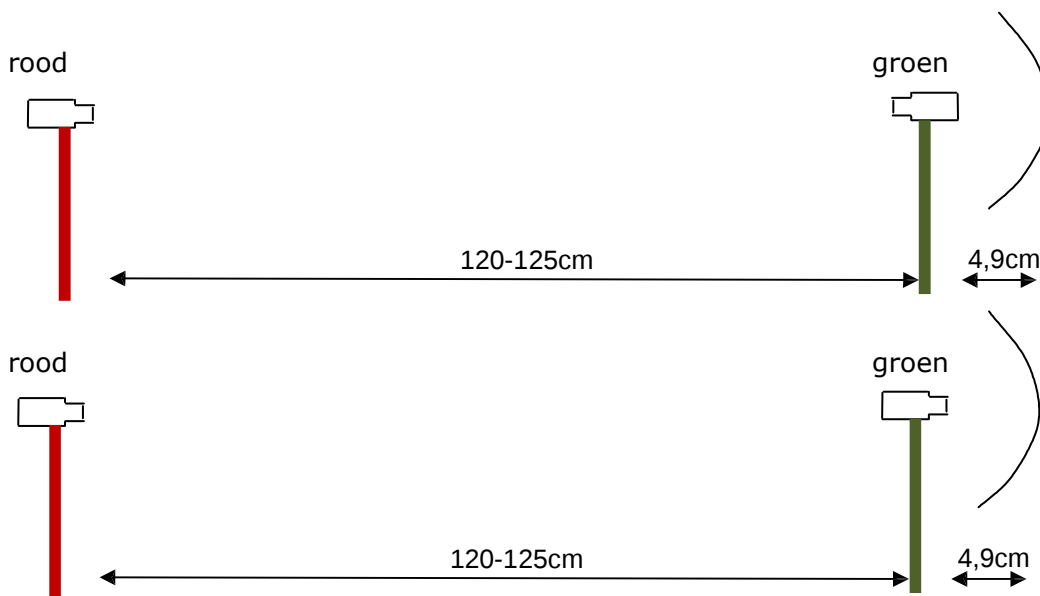
Vorbereitung:

Wanneer we aan willen haken op de metingen van US 03 dan hoeven we alleen de zender en ontvanger maar om te draaien – de kabels kunnen aangesloten blijven.

Proef:



Eerst laten we de ontvanger naar de zender kijken en meten dit ($<0,1V$), dan draaien we de ontvanger om, de spiegel focust zich dan op de geluidsgolven bij de ontvanger, en we meten een zeker 10-maal zo grote waarde.



Verdraaien we de goniometer met de "spiegelontvanger" enigzins weg van de geluidsstraal-richting, dan neemt de ontvangststerkte duidelijk af. Zodoende, door instellen van de optimale ontvangststerkte, kunnen we een antenne op een zender 'scherpstellen'.

Ter informatie:

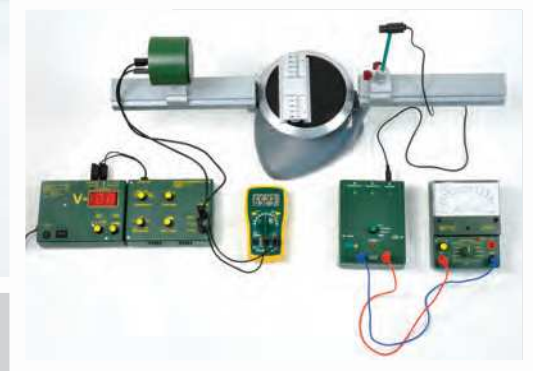
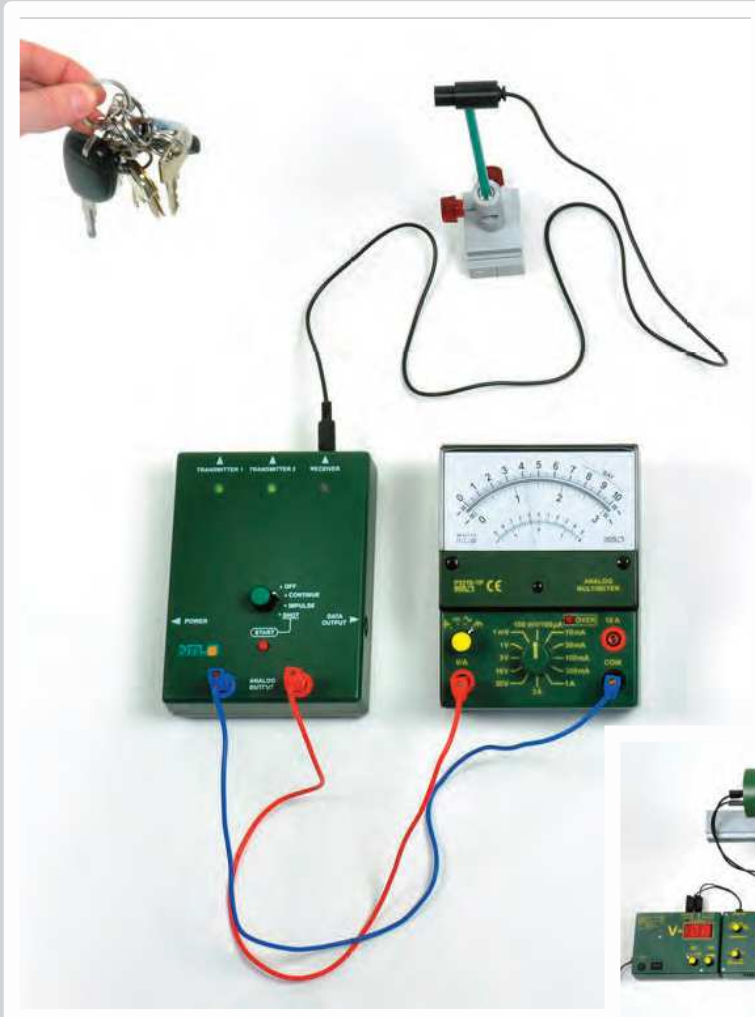
De parabolische spiegel concentreert de golven, die erop vallen ideaal gesproken op één punt. Als u daar de ontvanger neerzet dan heeft u een zeker 10-maal zo sterk signaal. De richting waaruit een zender straalt is door het scherpstellen op maximale ontvangststerkte te bepalen = zenderlocatie



Tip:

De satellietantennes met hun parabolische spiegels worden ook precies op de satelliet (= zender) uitgericht om een goede ontvangst te krijgen.

Benodigde SEK doos:
P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

Voordat we verdere metingen uitvoeren, willen we onderzoeken of geluidsbronnen met gehoorfrequentie storen, oftewel of ultrasoon geluid in onze omgeving bestaat, en of die onze metingen beïnvloedt.

Vorbereitung:

We sluiten slechts de ontvanger aan de ultrasone geluidsbron aan en doen eventueel ook metingen met de ontvangerspiegel.

Geluid



Geluid



Proef:



We meten eerst de „leegloopspanning“, dat is de spanning, die zonder geluid weergegeven wordt (ongeveer 13 mV).

Dan onderzoeken we of door verschillende soorten geluiden een versterkte meteruitslag zichtbaar wordt (piepen, knetteren, knisperen ...).

Tenslotte proberen we het schudden met een sleutelbos vlak voor de ontvanger of voor de ontvanger met spiegel. Door het vanaf de zijkant aanblazen van de ontvangeropening kunnen we ook een uitslag van tussen de 25 – 30 mV of meer waarnemen.

Ter informatie:

Slechts heel weinig soorten geluid uit onze normale omgeving bevatten ultrasongolven met een frequentie rond de 40 kHz.



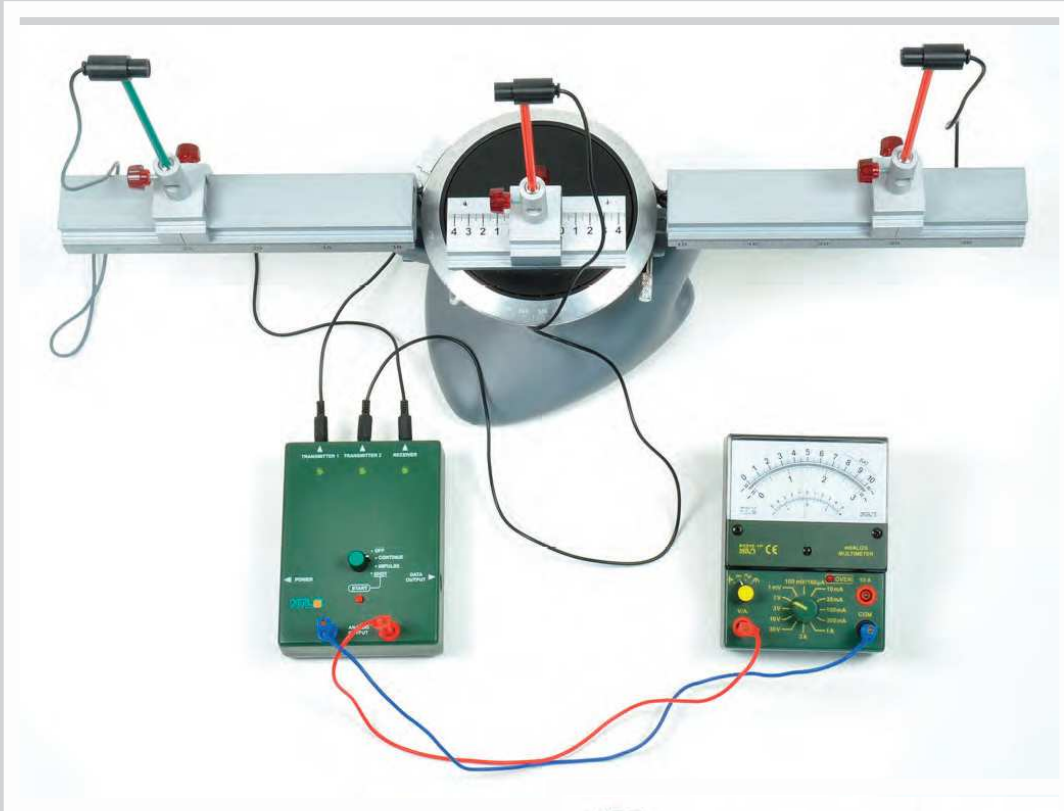
Tip:

Omdat de voortplantingssnelheid in de lengterichting van geluid in ijzer ong. 5000 m/s = 500 000 cm/s bedraagt heeft de bijtoon in de lengterichting van een staf (sleutel) van 5 cm, doordat $c = f \cdot \lambda$ en $5\text{cm} \approx \lambda/2$ een frequentie van ongeveer 50 000 Hz.

SUPERPOSITIEPRINCIPE INTERFERENTIE VAN GOLVEN

US 06

Benodigde SEK doos:
P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 2x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 3x P1861-1R Glijkleem 40 mm

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

SUPERPOSITIEPRINCIPE

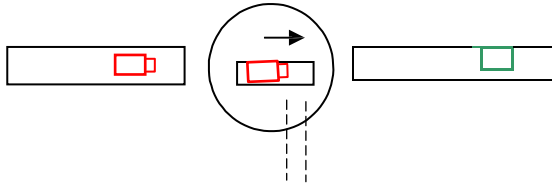
INTERFERENTIE VAN GOLVEN

US 06

We stellen vast dat zich ook bij ultrasone geluidsgolven de uitkomst van de interferentie van twee of meerdere golven uit de optelling van de trillingsvektoren laat berekenen. We meten de afstand tussen meerdere minima en berekenen daaruit de golflengte.

Vorbereitung:

We leggen de drie rails in een denkbeeldige lijn neer en zetten een zender op de vaste rail bij het punt van 13 cm, de tweede zender op de rails met de hoekgradenboog (met de voorkant van de glijklem bij nul) en de ontvanger op de draaibare rail bij het punt van 20 cm.



Proef:



Beide zenders en de ontvanger sluiten we aan op de ultrasone geluidsbron en aan de multimeter met het bereik van 1V. Dan verdraaien we de linker zender (klemzadelschroef losdraaien) op de vaste rails iets (ongeveer 1 cm), totdat de multimeter een kleine uitslag weergeeft. Deze zender zetten we dan weer vast.

Dan draaien we de glijklemmschroef van de zender of de hoekgradenboog los en verschuiven de glijklem met zender langzaam in de richting van de ontvanger. Daarbij letten we op de multimeter en verschuiven net zo lang totdat het punt bij 4 minimaal bereikt wordt. We lezen de verschuivingsweg af.

Tussen naast elkaar gelegen minima ligt een golflengte, dus we moeten het verschuivingstraject door vieren delen, dezelfde golflengte van de ultrasone geluidsgolf.

We laten zien dat de maxima en minima werkelijk slechts door over overlapping van beide golven ontstaan, wanneer we de linker, verst wegstaande zender, bij een maximale en minimale uitslag afdekken. De ontbrekende golf laat het maximum kleiner en het minimum groter worden. Maxima en minima zijn echt alleen ontstaan door overlapping met de golf van de tweede zender.



Ter informatie:

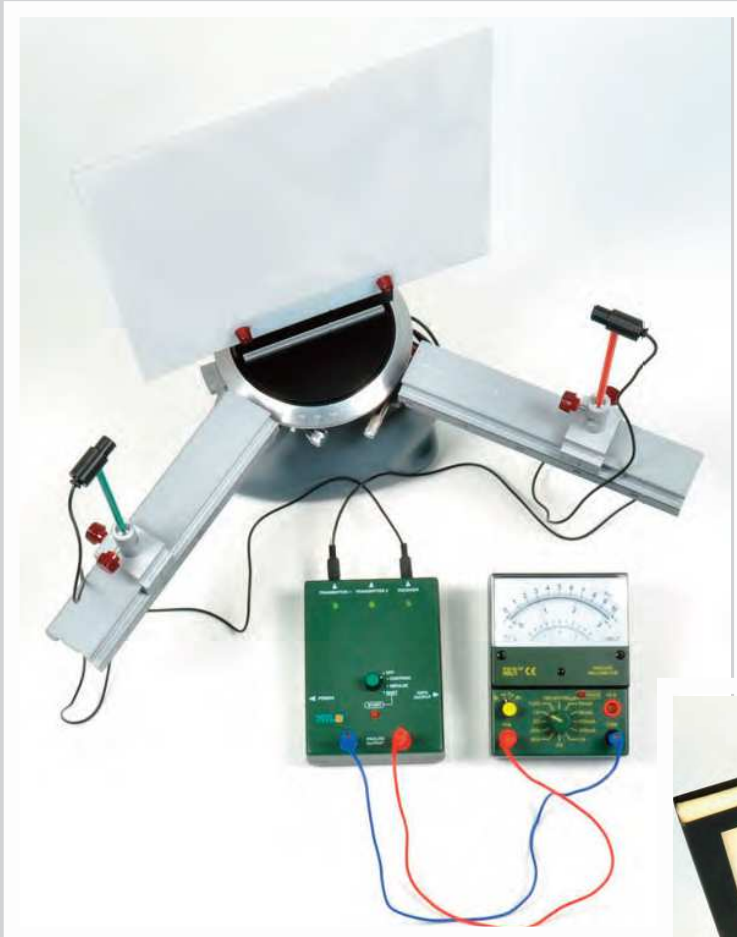
Voor twee ultrasone geluidsgolven met dezelfde frequentie en daarmee ook dezelfde golflengte, geldt: als de golven in dezelfde richting lopen, dan verzwakken ze elkaar bij een snelheidsverschil van oneventallige veelvouden van een halve golflengte en versterkten ze elkaar bij een snelheidsverschil van veelvouden van een golflengte.

Tip:

In proeven US 15 en US 17 komen we nogmaals op de interferentie van golven van twee zenders terug.

Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid

**Materiaal:**

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm
- 1x P1865-BE Ultrasoon scherm, set met houder
- 1x P1865-BR Ultrasoon schermhouder
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

We onderzoeken de reflectiewet voor ultrasone geluidsgolven.

Vorbereitung:

We zetten de hoekgradenboog op de vaste rail in op 170° en de draaibare rail loodrecht op de vaste op 45° nonius (80° rail). Zet de hoekgradenboog vast.

We monteren de zender met parabolische spiegel aan het eind van de vaste rail, de ontvanger op een afstand van 30 cm op de draaibare rail.

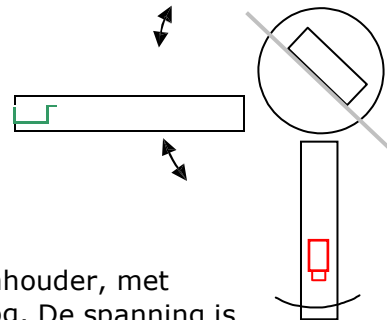
Het volle scherm schroeven we op de schermhouder.

Wanneer de absorptieproef ook direct uitgevoerd moet worden, schroeven we de schermhouder er ook op!

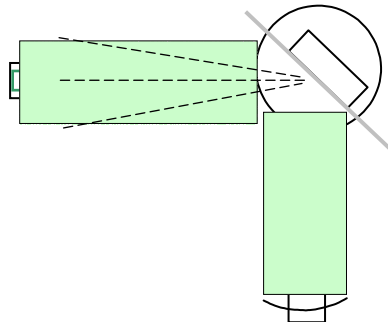
Proef:



We meten eerst de spanning zonder reflecterend scherm (meetbereik 1V meting bijv. 0,07V).



Dan zetten we de schermhouder met schermen of de schermhouder, met er ingeschoven het dichte scherm, aan op de hoekgradenboog. De spanning is tot bijv. 1V gestegen. Verdraaien we de rail met de ontvanger ongeveer 10° tot 15° , dan neemt de ontvangststerkte duidelijk af. Dit kan verklaard worden uit de breedte van de geluidsband. We kunnen ook bij andere hoeken (hoek van inval = hoek van reflectie) metingen verrichten en de reflectiewet bevestigen.



Ter informatie:



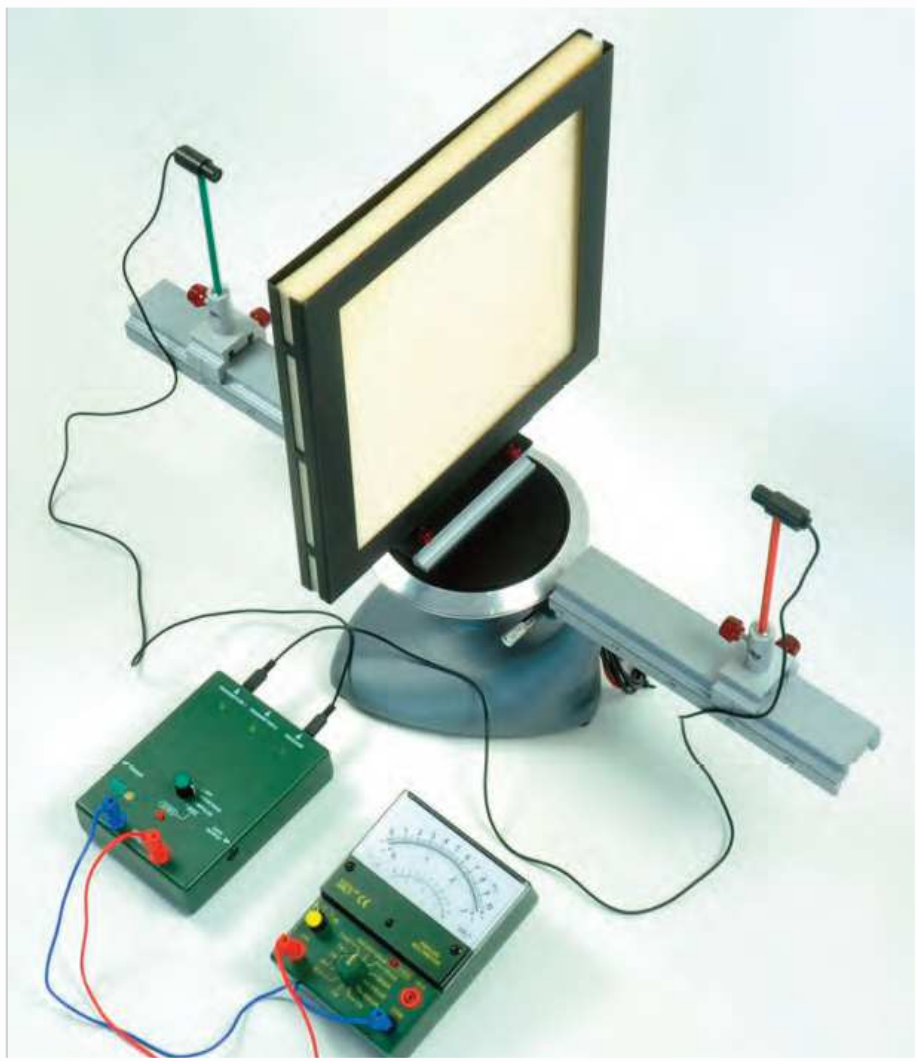
Bij vaste lichamen wordt ultrasoon geluid gereflecteerd en verliest daarbij nauwelijks intensiteit. De reflectiewet geldt.

Tip:

Wanneer we de schermhouder gebruikt hebben, kunnen we het gesloten witte scherm vervangen door die van piepschuim en merken vervolgens direct de sterke absorptiewerking van het piepschuim.

Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid

**Materiaal:**

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm
- 1x P1865-BE Ultrasoon scherm
- 1x P1865-BR Ultrasoon schermhouder voor absorptieproeven
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

Bij het binnendringen van geluidsgolven in poreuze stoffen, zoals bijv. piepschuim, glas- of steenwol, worden de golven heel vaak gereflecteerd en wordt een groot gedeelte van hun bewegingsenergie omgezet in warmte-energie.

Voorbereiding:

Wanneer we aanhaken op de metingen van US 07 hoeven we feitelijk alleen het vaste scherm in de schermhouder om te wisselen met die van piepschuim. Verder vervangen we de schermhouder door het vaste scherm.

Proef:



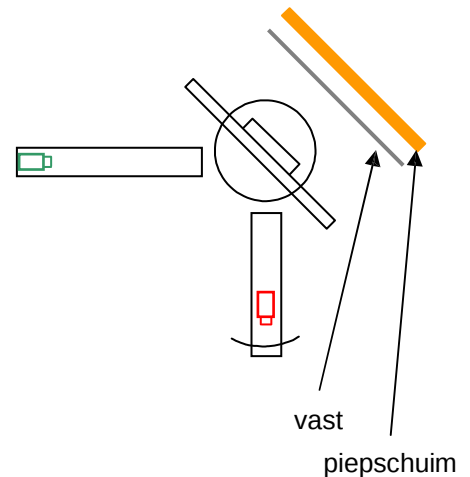
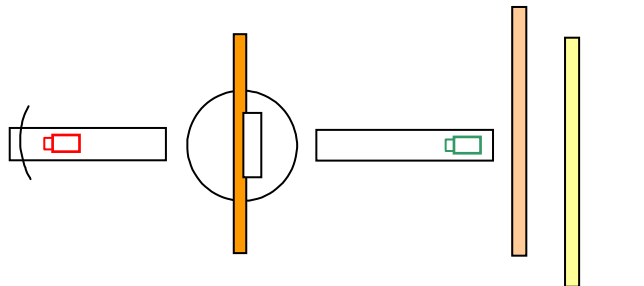
We starten zoals bij de reflectieproef, maar met behoud van de daarbij ingestelde rails en hoekgradeninstellingen. Wanneer we het vaste scherm gebruiken stellen we een grote uitslag vast.

Als we echter de piepschuimen plaat onder een hoek van 45° in de geluidsstraal zetten, dan geeft de uitslag praktisch dezelfde waarde als wanneer we geen reflecterend vlak zouden gebruiken.

Ook bij een plattere invalshoek (grotere invalshoek en terugkaatsingshoek t.o.v. het voorwerp) vergroot de uitslag – anders dan bij het vaste scherm – slechts gering.

Dan meten we nu of, en zoja hoe goed, het geluid door het piepschuim heengaat.

We stellen de rails met schermhouder en piepschuim normaal op de straalrichting. We meten een duidelijke uitslag (praktisch de halve waarde als wanneer we geen piepschuim gebruiken).



Hebben we meer piepschuimplaten ter beschikking, dan verhogen we de dikte van de laag, resp. stellen we de verschillende absorptieeigenschappen van de piepschuimen platen vast. Bij welke dikte vindt er bijna volledige absorptie plaats?

Deze proeven kunnen we ook doen met de zender, zonder spiegel. Daartoe zetten we de zender en ontvanger tegenover elkaar, telkens met een afstand van 10 cm tot aan het midden.

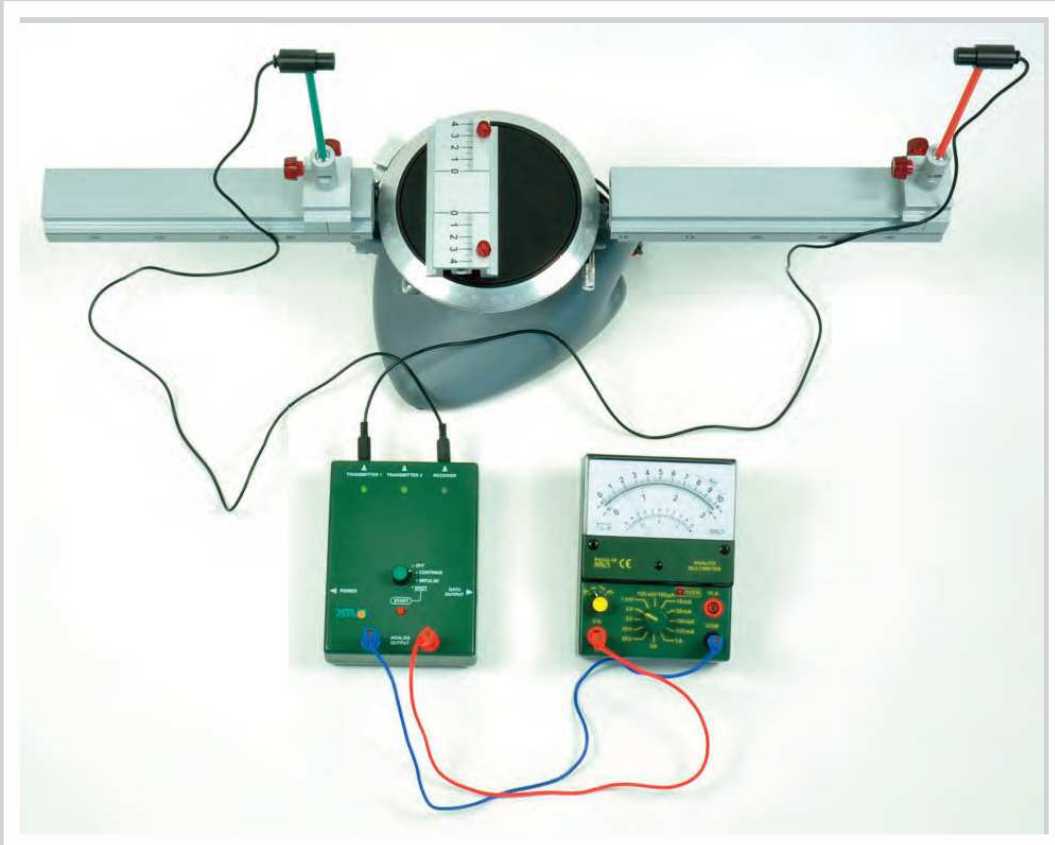


Ter informatie:

Poreuze materialen, zoals piepschuim, glas- of steenwol.... kunnen de geluidsreflectie dempen (bijv om de echo in een ruimte te verkleinen).

Mag het geluid niet uit, of juist in, een ruimte ontsnappen c.q. binnendringen, dan kunt u ook vaste lichamen (wand, raam ...) voor geluidsdemping gebruiken.

Benodigde SEK doos:
P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm
- 1x P1865-BS Ultrasoon scherm, set met houder

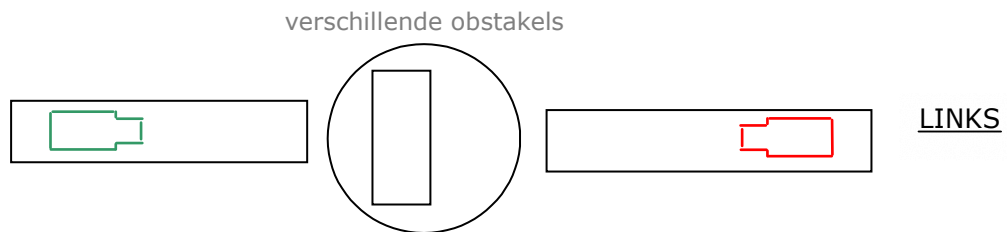
Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

Hoe ver een golf voorbij het obstakel in de 'schaduwruimte' doordringt (afgebogen wordt) hangt af van de golflengte ten opzichte van de grootte van het obstakel. Voor hoorbare geluidsgolven (bijv. 340 – 1000 Hz, golflengte ca. 34 – 1000 cm) zijn voorwerpen, deuren, ramen... niet al te groot. De afbuiging is dus sterk. We kunnen om een hoek heen horen. Hoe gedragen zich ultrasone geluidsgolven, waarvan de golflengte kleiner is dan 1 cm qua om buigen (het 'om de hoek lopen')?

Vorbereitung:

We maken de zender vast aan de vaste rail bij ong. 25 cm, en de ontvanger aan de draaibare rail, tussen de 20 en 25 cm. We draaien de hoekgradenboog 90° om. Zonder obstakel zou de meter voor de ontvangst een volle uitslag moeten laten zien (de maat voor het bereik van 300mV).

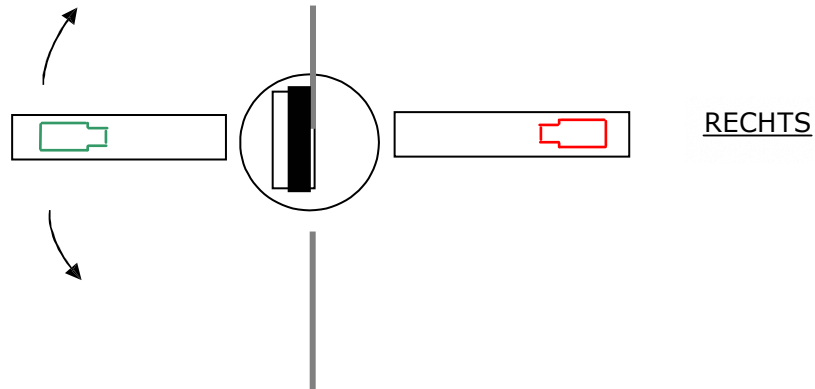


Proef 1: LINKS



We plaatsen tussen de zender en ontvanger eerst enkele grote obstakels. Eenvoudigweg bijvoorbeeld één, twee of drie vingers naast elkaar, verschillende brede linealen of de parabolische spiegel van de zender af, of naar de zender toe gericht. We variëren ook de afstanden van deze obstakels tot de zender, resp. de ontvanger.

De geluidsgolven nemen toe of af, maar worden parktisch niet volledig. (controleer de uitslag bij een volledige vermindering eens met de volledige opening of het dikke piepschuim)



Proef 2: RECHTS



We bevestigen met de raamhouder of het scherm op een 'halve' opening. Dan stellen we de draaibare arm met de ontvanger zodanig op, dat de verbindinglijn tussen zender en ontvanger goed kan passeren bij het obstakel (verschuif de zender zodanig dat er een volledige uitslag plaatsheeft).

Als we nu de ontvanger in de "schaduwruimte" draaien, dan loopt de uitslag terug tot ongeveer de halve waarde, en als we nog verder draaien wordt hij nog kleiner.

Wanneer we de golven met het volle diafragma volledig afsluiten, dan merken we dat de uitslag daadwerkelijk afkomstig is van de kant waar de golf wordt afgebogen, omdat hij bij het afdekken verdwijnt.

Waar directe en afgebogen golven over elkaar heen lopen (buiten het schaduwgebied) kunnen we bij een grotere sterkte als in het schaduwgebied zwakke maximale en minimale waarden constateren.



Tip:

De golflengte van de ultrasone geluidsgolven is met 8,5 mm zo klein, dat zelfs kleine verschuivingen (bijvoorbeeld een lichte afbuiging in het raam), door de verandering in de afgelegde weg, direct van invloed zijn op de uitslag. Daarom is het moeilijk om de zwakke minima en maxima goed vast te stellen.

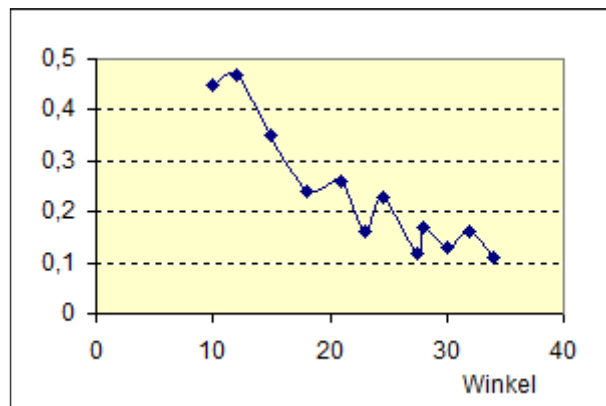


Ter informatie:

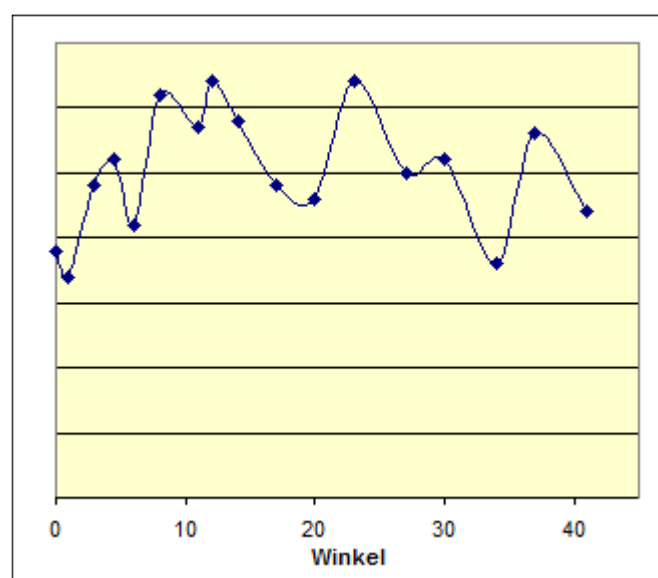
Ultrasone geluidsgolven worden afgebogen wanneer ze een obstakel tegenkomen, dat wil zeggen dat ze zich uitbreiden in het schaduwgebied. In tegenstelling tot hoorbare geluidsgolven bemerken we zelfs kleinere obstakels.

DIFFRACTIE AAN DE RAND

10	0,45
12	0,47
15	0,35
18	0,24
21	0,26
23	0,16
24,5	0,23
27,5	0,12
28	0,17
30	0,13
32	0,16
34	0,11



0	190
1	170
3	240
4,5	260
6	210
8	310
11	285
12	320
14	290
17	240
20	230
23	320
27	250
30	260
34	180
37	280
41	220



P9901-4U Ultrasoon geluid

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijkleem 40 mm
- 1x P1865-BS Ultrasoon scherm, set, met houder
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

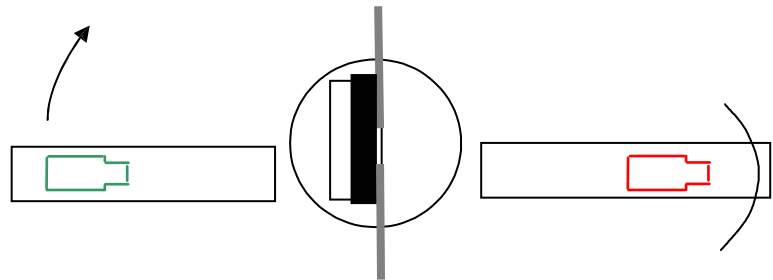
1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

We onderzoeken hoe ultrasone geluidsgolven zich na het passeren van een spleet verder uitbreiden.

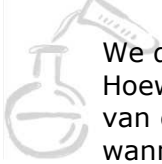
Vorbereitung:

We stellen de hoekgradenboog loodrecht op t.o.v. de vaste rail. Aan het uiteinde van de rail zetten we de spiegel neer, en daarvoor een zender (stralend in de richting van de spiegel).

We maken de ontvanger vast aan het uiteinde van de draaibare rail. We zetten de zender aan en verschuiven hem zoveel (mm-bereik) uit het brandpunt, dat we bij een rechte opstelling een volledige uitslag (1V) bereiken.



Proef:



We draaien aan de zwenkarm en lezen telkens opnieuw de hoek en de spanning af. Hoewel de gevoeligheid weer heel groot is, kunnen we proberen de sterkte (in de vorm van de gemeten spanning) als functie van de hoek (zie US01) weer te geven. Of, wanneer het snel moet gaan, meten we alleen die hoeken, waarbij een eerste of zelfs een tweede minimum, of maximum optreedt.

Ter informatie:



De ultrasone geluidsgolven die door de spleet gaan tonen wanneer ze rechtdoor lopen weliswaar een duidelijk maximum, maar wanneer de verspreiding diagonaal is zien we nog meer maxima optreden.

Tip:

Wanneer we op de plaats van de spleet een even breed obstakel neerzetten, dan zien we bij normaal gesproken gelijke volgorde minima en maxima in diagonale richting bij de spleet optreden. (Bevestiging van de stelling van Babinet voor lichtbronnen: spleten en even dikke draden roepen – buiten de geometrische spreiding – een zelfde mate van diffractie op. (zie de diffractie bij de ronde plaat en het ronde diafragma)

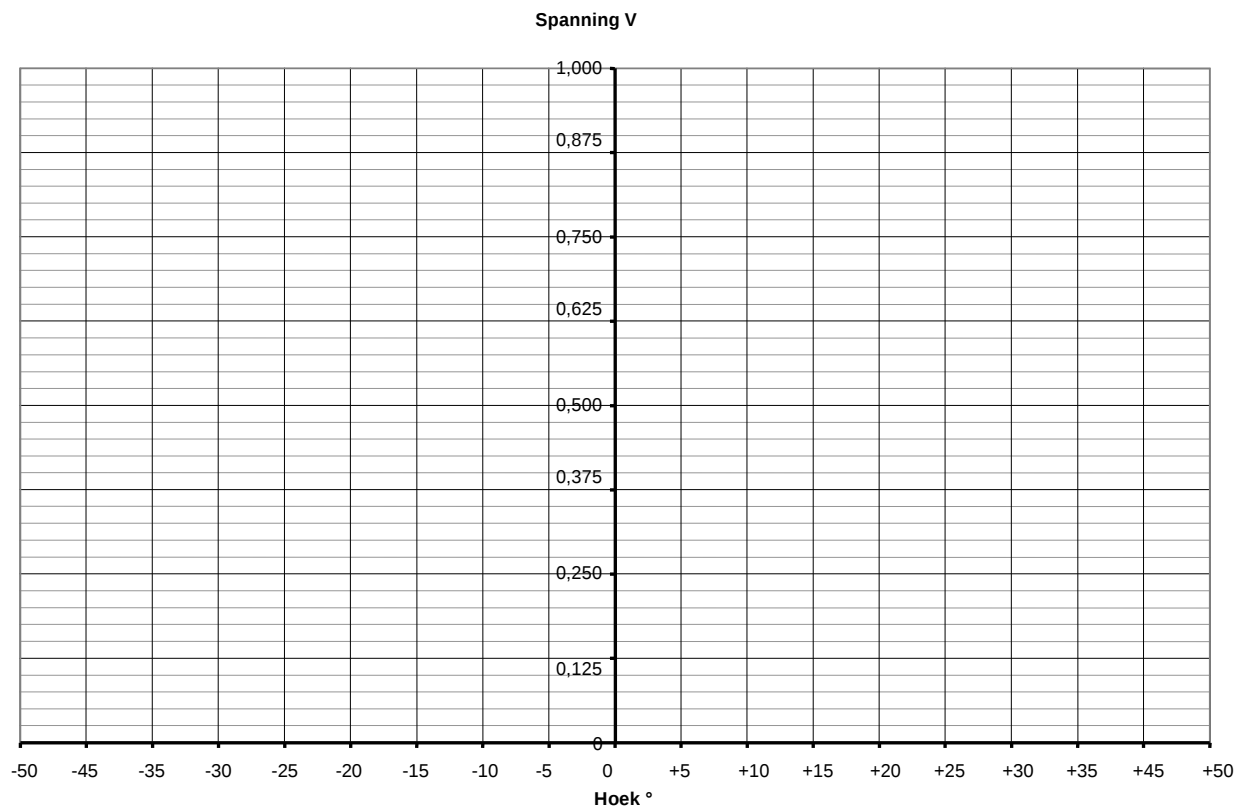
DIFFRACTIE BIJ EEN ENKELE SPLEET

US 10

Weergave van gemeten minima en maxima

Naar links draaien											
Hoek in °											
Spanning in V											
Naar rechts draaien											
Hoek in °											
Spanning in V											

Geef na het voltooien van de tabel de meetwaarden nu grafisch weer:

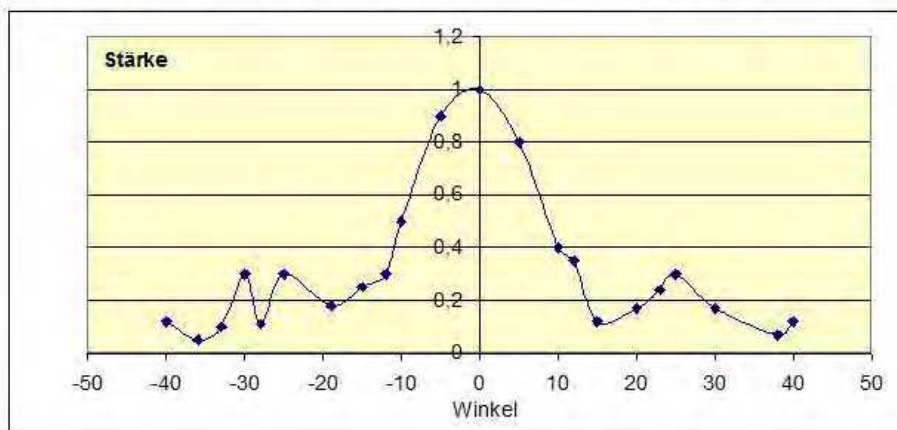


US 10

Theorie						
Erstes Minimum bei φ mit $\sin \varphi = \lambda/b$	λ	=	0,85	b	=	3
	φ	=	16,45924963			
Erstes Maximum bei φ mit $\sin \varphi = 3\lambda/2b$	φ	=	25,15066341			

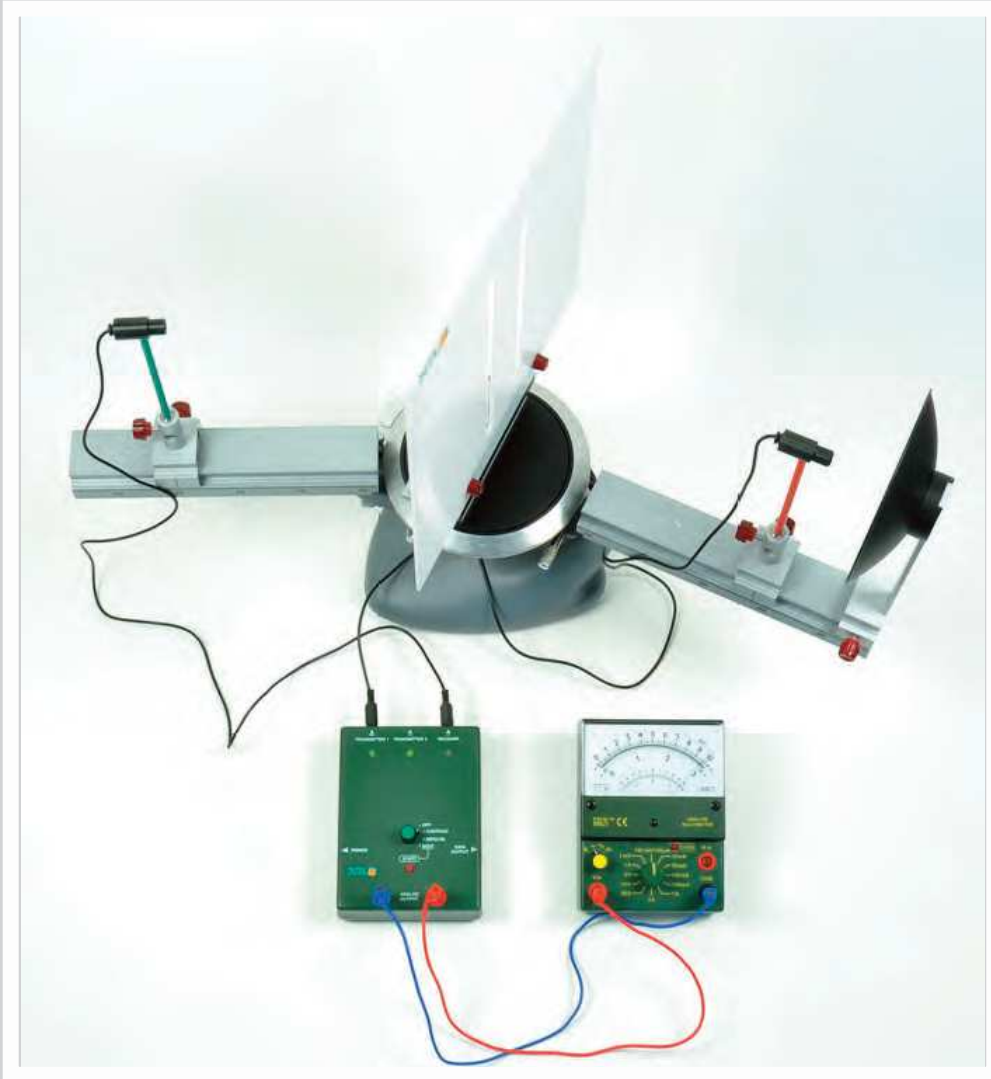
RECHTS

Winkel	-40	-36	-33	-30	-28	-25	-19	-15	-12	-10	-5	0	5	10	12	15	20	23	25	30	38	40
Spannung	0,12	0,1	0,1	0,3	0,11	0,3	0,18	0,25	0,3	0,5	0,9	1	0,8	0,4	0,35	0,12	0,17	0,24	0,3	0,17	0,07	0,12



Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid

**Materiaal:**

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm
- 1x P1865-BS Ultrasoon scherm, set met houder
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

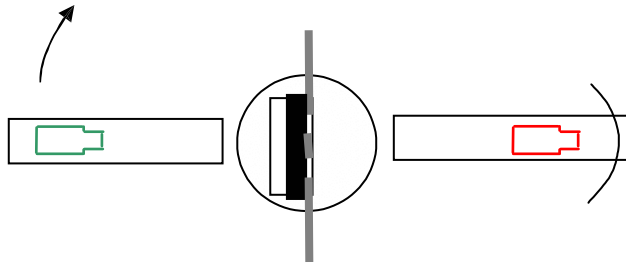
DIFFRACTIE BIJ EEN DUBBELE SPLEET

US 11

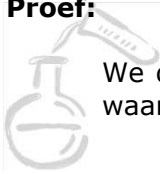
De klassieke proef met dubbele spleet. Laten we de golven nu op twee plaatsen (spleten) passeren, dan vindt er een wederzijdse versterking plaats van de afgebogen golven, wanneer het verschil van de afgelegde weg het veelvoud bedraagt van een golflengte.

Vorbereitung:

Op de plaats van het raam met de enkele spleet zetten we het scherm met de dubbele spleten met 5 cm tussenruimte in de raamhouder.



Proef:



We draaien aan de zwenkarm en lezen telkens de hoek met de bijbehorende spanning af, waarbij zowel minima als maxima voorkomen.

Wanneer we voldoende tijd hebben meten we – ook vanwege een mogelijk minder precieze oriëntatie – ook in de linker richting.

We kunnen de maxima en minima weergeven met de daarbij horende spanningswaarden, en ze via een curve met elkaar verbinden.

Om te begrijpen dat met name de overlapping van de bij de twee spleten afgebogen golven de specifieke maxima en minima oproepen, bedekken we de ene spleet, draaien aan de arm met de ontvanger, en letten op het display. Bij de smalle spleet ontstaat een vrijwel gelijkmatige diffractie in alle richtingen – die alleen iets afneemt bij grotere hoekwaarden.

Ter informatie:

De bij de beide spleten afgebogen golven overlappen elkaar zo, dat het leidt tot goed herkenbare maxima en minima. Naar buiten toe neemt de omvang van de maxima af.



Tip:

Via de hoek φ_n tot het n-de maximum kunnen we de golflengte van de afgebogen golven berekenen uit $\sin \varphi_n = n \cdot \lambda / a$, waarbij a de spleetafstand van 5 cm is.

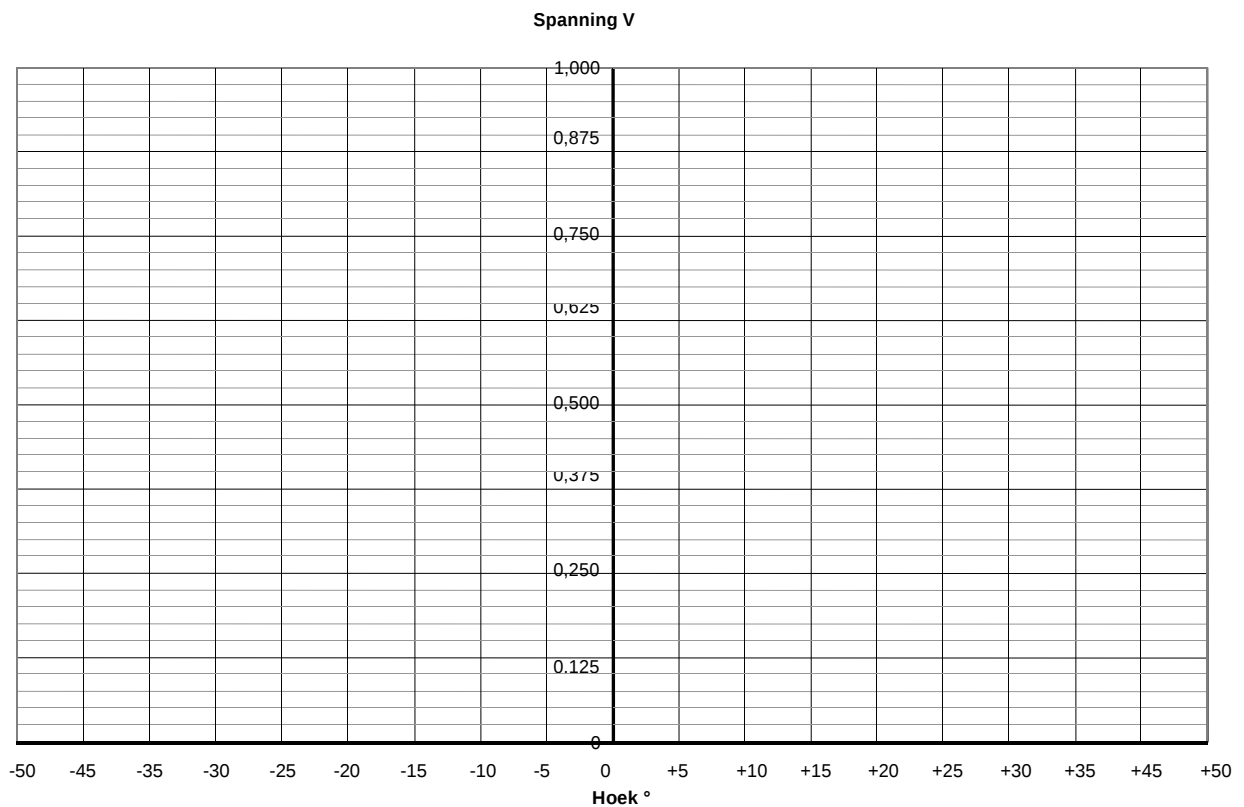
DIFFRACTIE BIJ EEN DUBBELE SPLEET

US 11

Weergave van gemeten minima en maxima

Naar links draaien											
Hoek in °											
Spanning in V											
Naar rechts draaien											
Hoek in °											
Spanning in V											

Geef na het voltooien van de tabel de meetwaarden nu grafisch weer:



DIFFRACTIE BIJ EEN DUBBELE SPLEET

US 11

Werte: Spaltbreite = 1cm Wellenlänge(λ) = 0,85
Spaltabstand(a) = 5

Theorie

Maxima treden auf, wenn: $\sin \varphi = n \cdot \lambda / a$

$\varphi_1 = 9,79$ $\varphi_2 = 19,9$ $\varphi_2 = 30,7$

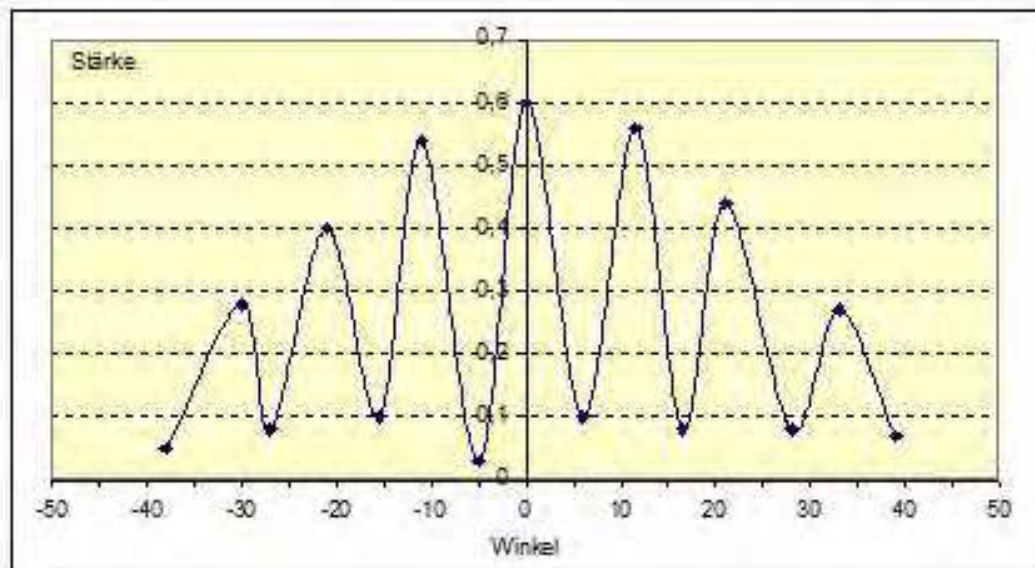
Messungen

Richtung:

LINKS

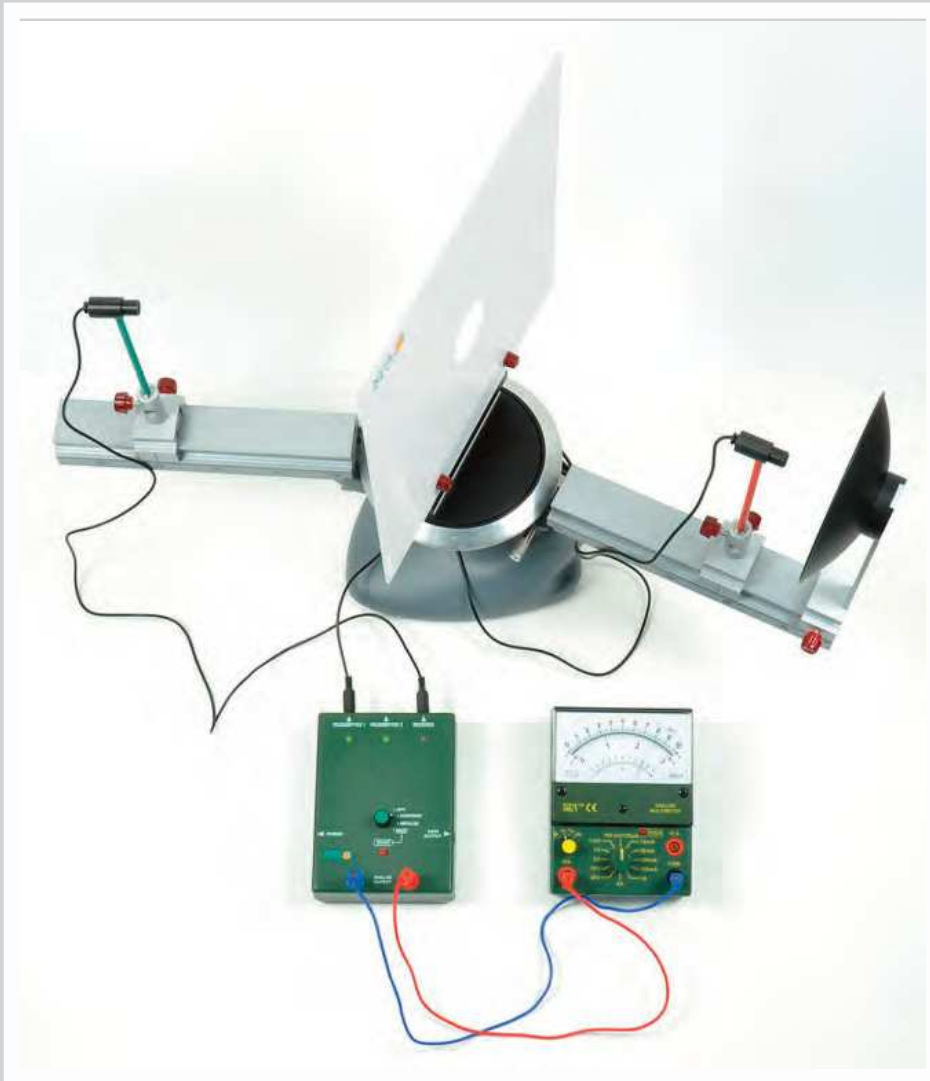
RECHTS

Winkel	-38	-30	-27	-21	-16	-11	-5	0	8	11,5	16,5	21	28	33	39
Spannung	0,05	0,28	0,08	0,4	0,1	0,54	0,03	0,6	0,1	0,56	0,08	0,44	0,08	0,27	0,07



Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid

**Materiaal:**

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijkleem 40 mm
- 1x P1865-BS Ultrasoon scherm, set met houder
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

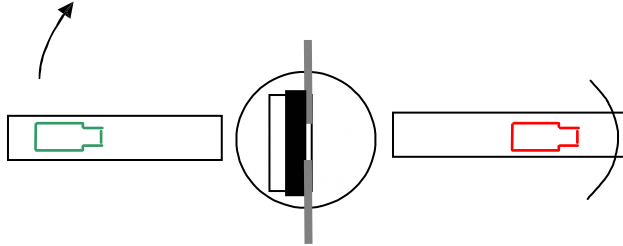
DIFFRACTIE BIJ CIRKELVORMIGE OPENING

US 12

Enerzijds onderzoeken we de diffractie bij de cirkelvormige opening in vergelijking met de enkelvoudige spleet, anderzijds willen we vervolgens vaststellen hoe de diffractie zich gedraagt bij de aan de cirkelvormige opening complementaire ronde schijf.

Vorbereitung:

We vervangen het scherm (met enkele of dubbele spleet) door het scherm met de ronde opening.



Proef:



We draaien aan de zwenkarm en lezen telkens de hoek met de bijbehorende spanning af, waarbij zowel minima als maxima voorkomen.

Wanneer we voldoende tijd hebben meten we (omdat de oriëntatie altijd een rol speelt) aan twee kanten

We draaien de schroef los die dient om de stang van de ontvanger vast te zetten, en bewegen de ontvanger langzaam naar boven, om ook in verticale richting de maxima en minima te kunnen bepalen.

Ter informatie:



Net als bij de enkele spleet treden zowel links als rechts (nu echter ook in alle andere richtingen) minima en maxima op. De bijbehorende hoeken zijn voor de diafragmaopening van 5 cm doorsnede iets kleiner dan bij de opening van 3 cm doorsnede.

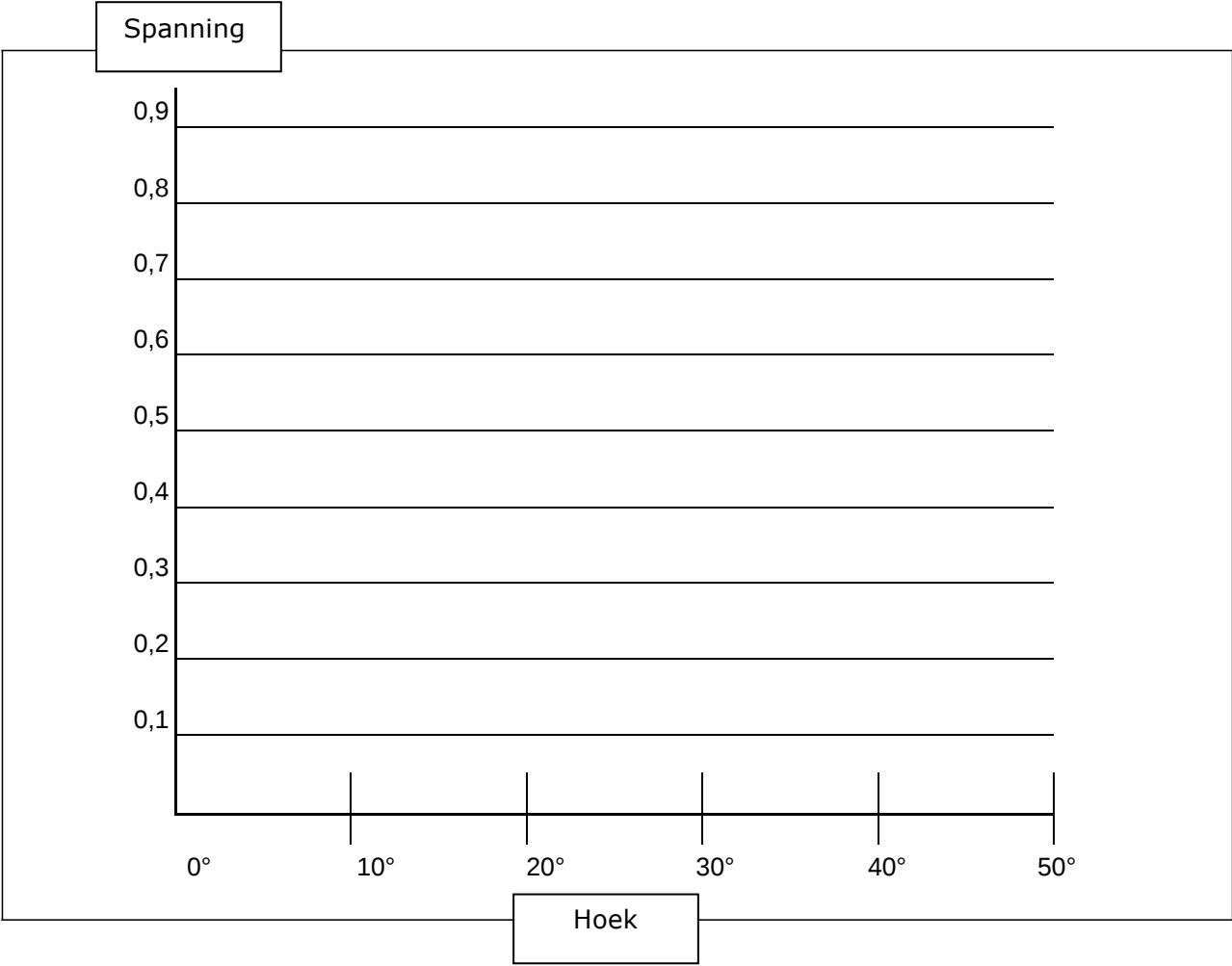
Tip:

De theorie laat voor een diafragma met een straal r een eerste minimum voor $\sin \varphi_1 = 0,61 \cdot \lambda/r$ en een eerste maximum voor $\sin \varphi_1 = 0,819 \cdot \lambda/r$ dit betekent bij $r = 2,5 \text{ cm}$ 12° en $16,2^\circ$.

DIFFRACTIE BIJ CIRKELVORMIGE OPENING

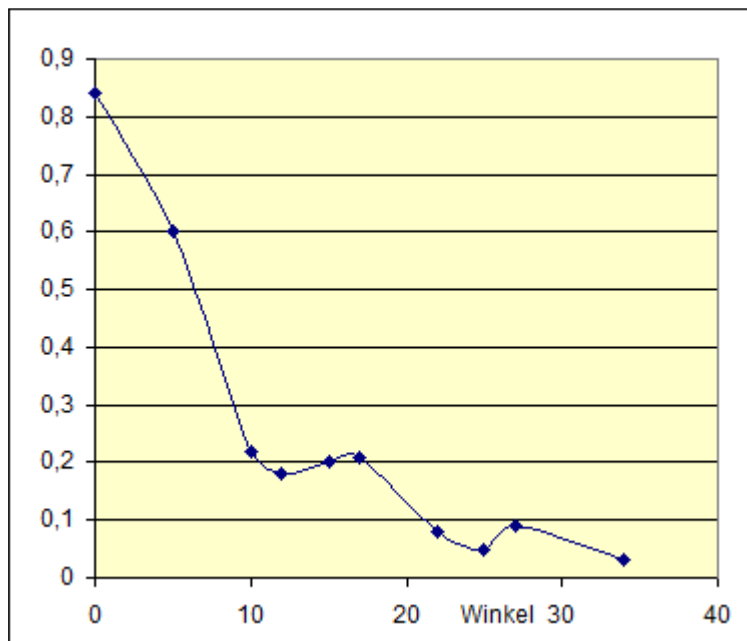
US 12

Hoek in °										
Spanning in V										



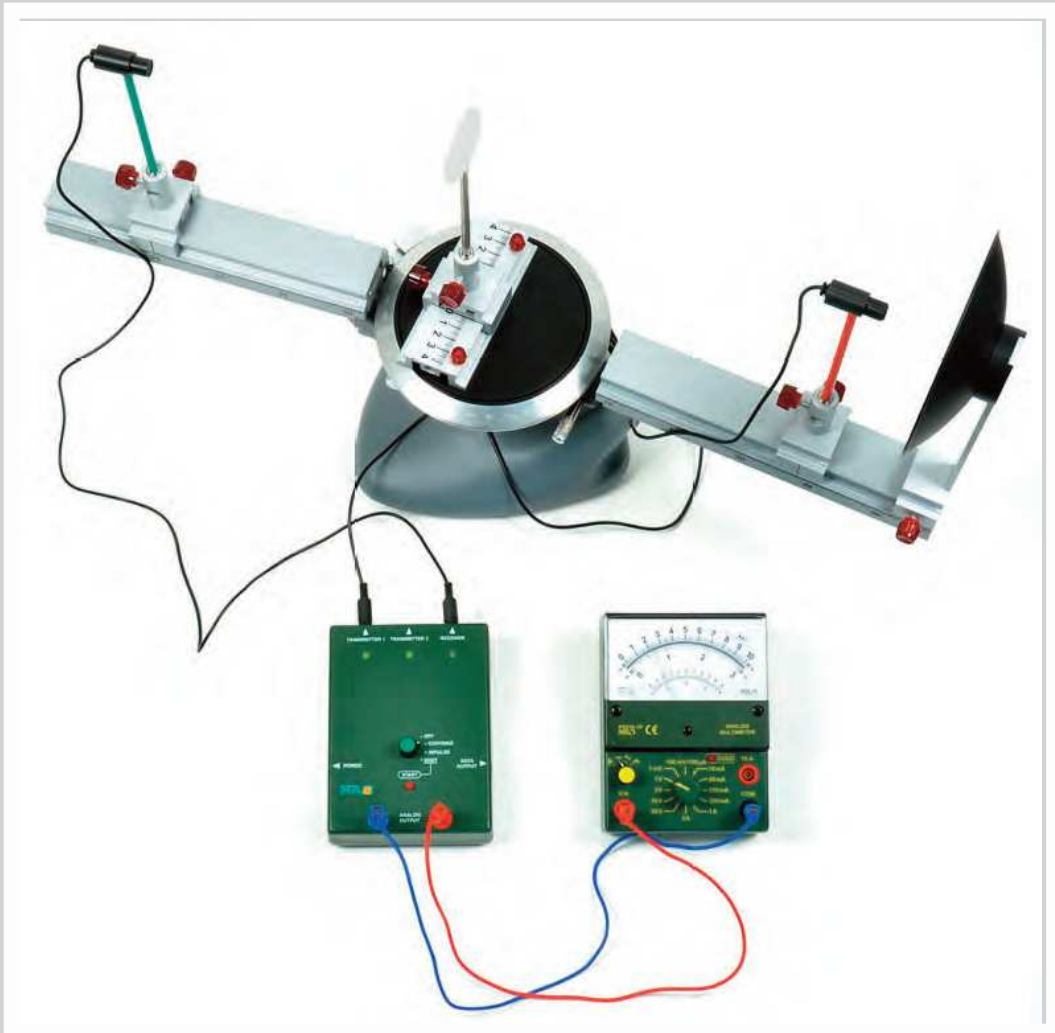
CIRKELVORMIGE OPENING

0	0,84
5	0,6
10	0,22
12	0,18
15	0,2
17	0,21
22	0,08
25	0,05
27	0,09
34	0,03



Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid

**Materiaal:**

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijklem 40 mm
- 1x P1865-BE Ultrasoon scherm, set met houder
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

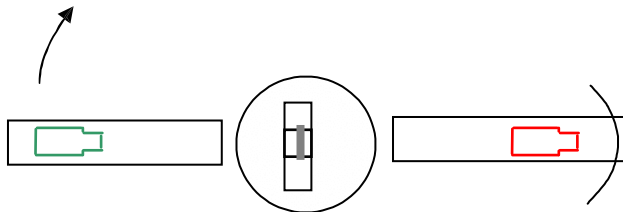
Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

De cirkelvormige plaat (deze past precies in het gat van het cirkeldiafragma) is het voorwerp dat het cirkelvormige diafragma opvult. Is de diffractie dan ook navenant?

Vorbereitung:

We verwijderen de diafragmahouder van de rails, plaatsen een glijklem in het midden van de rail, steken de cirkelvormige plaat er in en lijnen deze op een normale manier uit in de golfrichting.



Proef:



We draaien aan de zwenkarm en lezen telkens de hoeken af, die bij de minima en maxima voorkomen.

We vergelijken de hoeken van de minimale en maximale waarden met de hoeken die bij het cirkeldiafragma ontstonden!

Ter informatie:



De golven die bij het obstakel afgebogen werden, roepen buiten de geometrische uitbreiding, ofwel de geometrische schaduw, dezelfde vorm op.

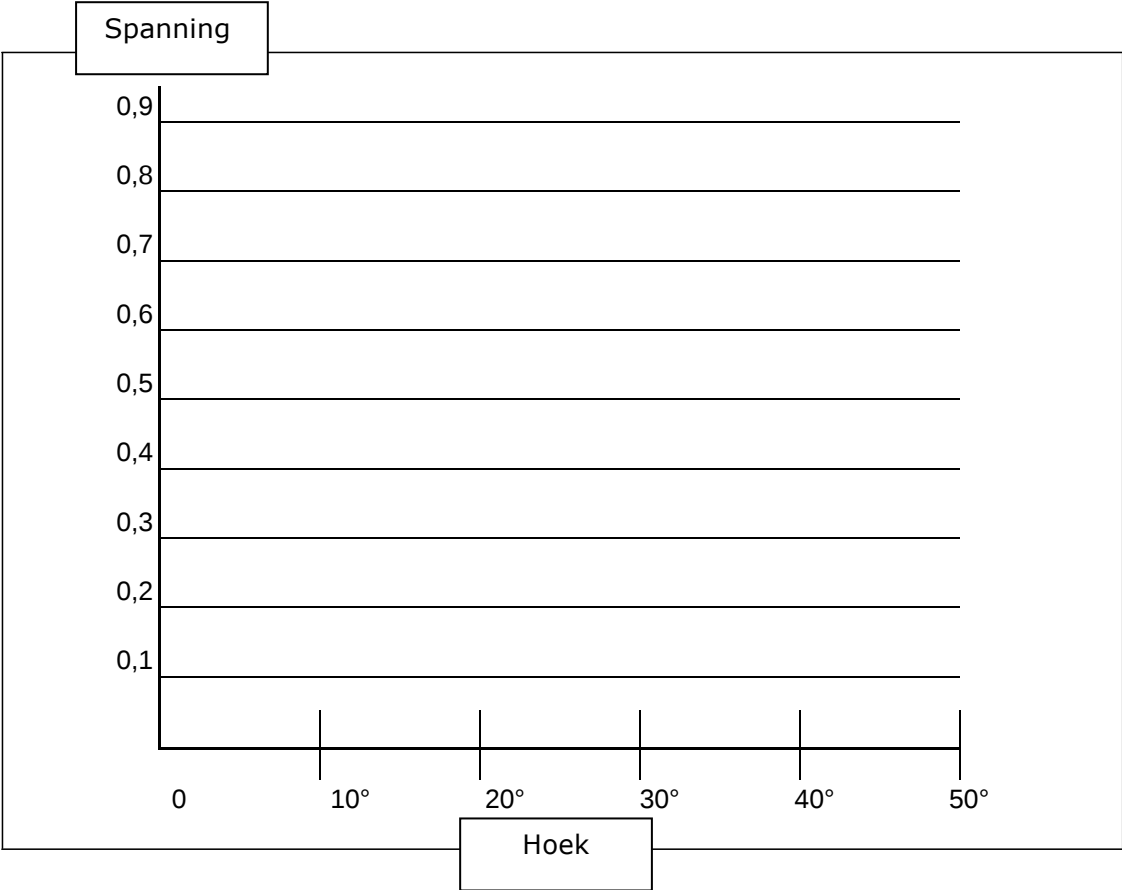
Tip:

De golfintensiteit van bijvoorbeeld de maximumwaarden is groter op die plaatsen waar van de uitgezonden golf het grootste deel in werking komt – in dit geval bij het cirkeldiafragma.

DIFFRACTIE BIJ EEN CIRKELVORMIGE PLAAT

US 13

Hoek in °										
Spanning in V										



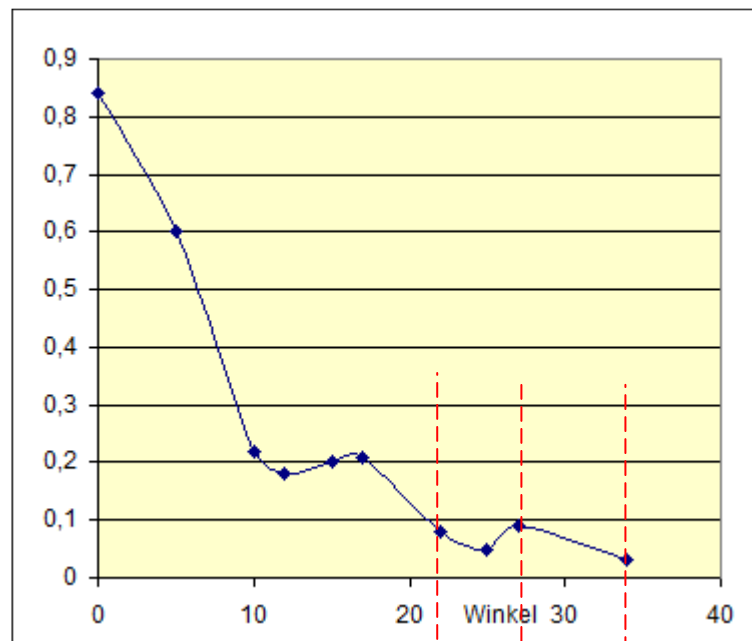
DIFFRACTIE BIJ EEN CIRKELVORMIGE PLAAT

US 13



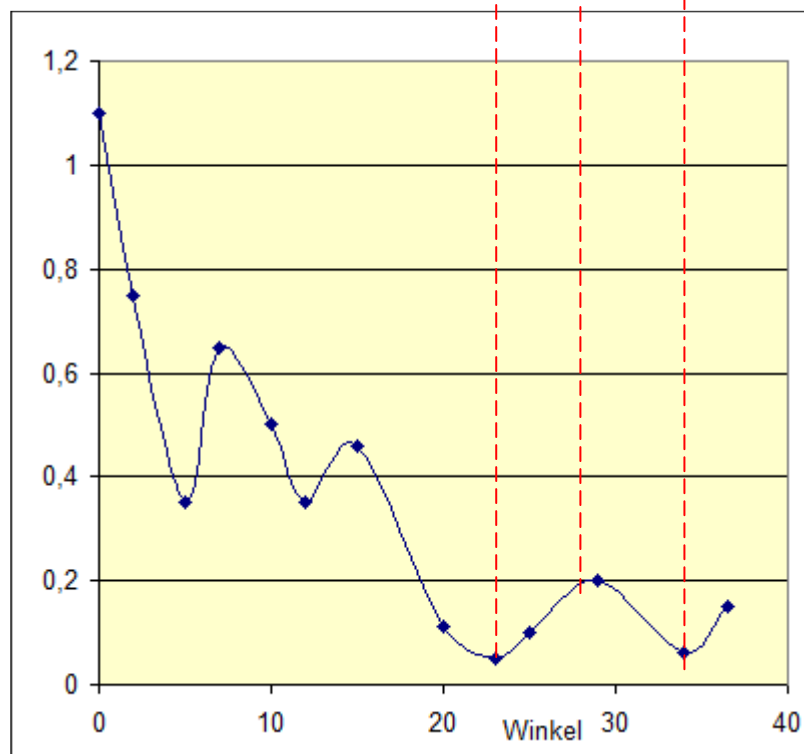
CIRKELDIAFRAGMA

0	0,84
5	0,6
10	0,22
12	0,18
15	0,2
17	0,21
22	0,08
25	0,05
27	0,09
34	0,03



CIRKELVORMIGE PLAAT

0	1,1
2	0,75
5	0,35
7	0,65
10	0,5
12	0,35
15	0,46
20	0,11
23	0,05
25	0,1
29	0,2
34	0,06
36,5	0,15



Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid

**Materiaal:**

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijkleem 40 mm
- 1x P1865-BS Ultrasoon scherm, set met houder
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

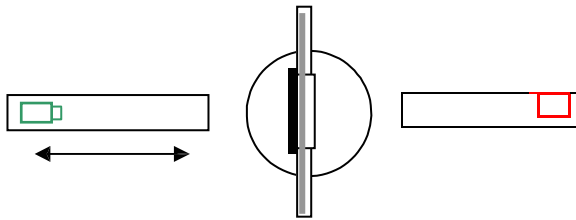
Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

Door diffractie bij de complementaire diafragma's kunnen we een focus creëren. Complementaire diafragma's (openingen en ondoorzichtige gedeelten worden omgewisseld) genereren overeenkomstige diffractiepatronen.

Vorbereitung:

We gebruiken de zender zonder spiegel (wanneer de stralen vanuit één punt ontstaan, dan spreken we in de optiek van Fresnel-achtige diffracties). We zetten de zender op een afstand van ongeveer 30 cm neer. Op de rail van de hoekgradenboog (in 90°-positie) schroeven we de schermhouder vast. Op de draaibare rail komt de ontvanger te staan.



Proef:



We verschuiven de ontvanger in de richting van de Fresnel-lens tot we een duidelijk maximum in de uitslag op de meter zien. Dan halen we de lens uit het raam; de uitslag loopt weer terug.

Wanneer we nu de aanvullende lens erin zetten zien we vrijwel de zelfde scherpstellende werking optreden.

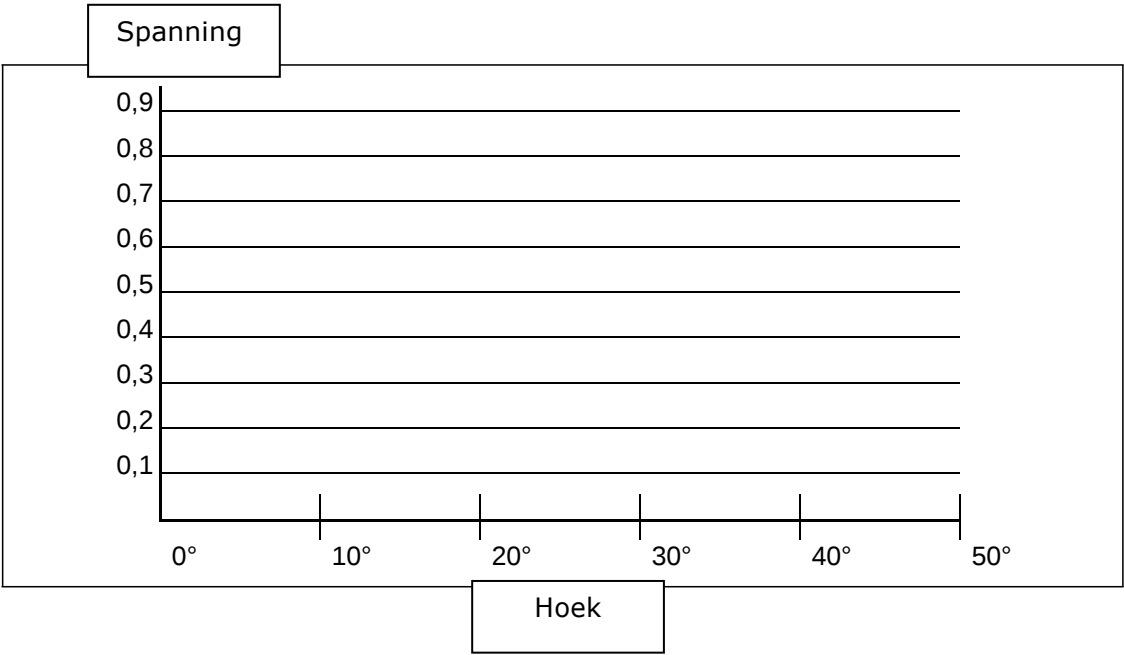
Door aan de rail met de ontvanger erop te draaien kunnen we ook nog de hoek voor de maximale en minimale waarden bepalen en daarmee ook de werking van de aanvullende lenzen vergelijken.

Ter informatie:

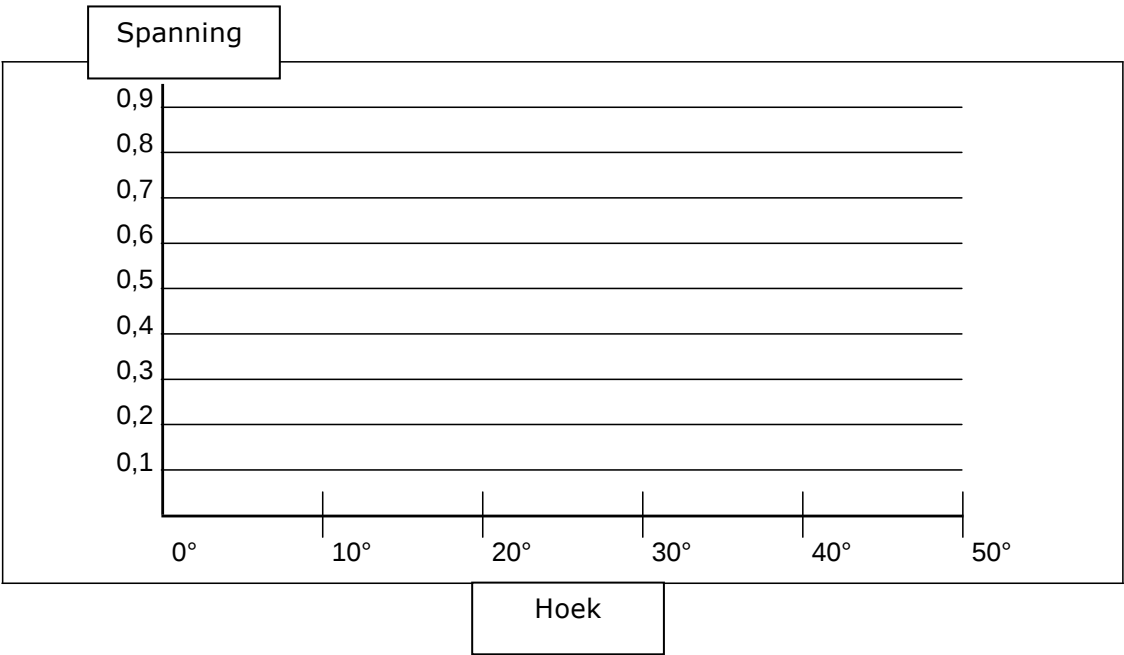
Een scherpstellende werking kan niet alleen bereikt worden via breking (lens) of door reflectie (spiegel), maar ook door speciaal daarvoor gebouwde diafragma's. Complementaire diafragma's roepen overeenkomstige diffractiepatronen op.

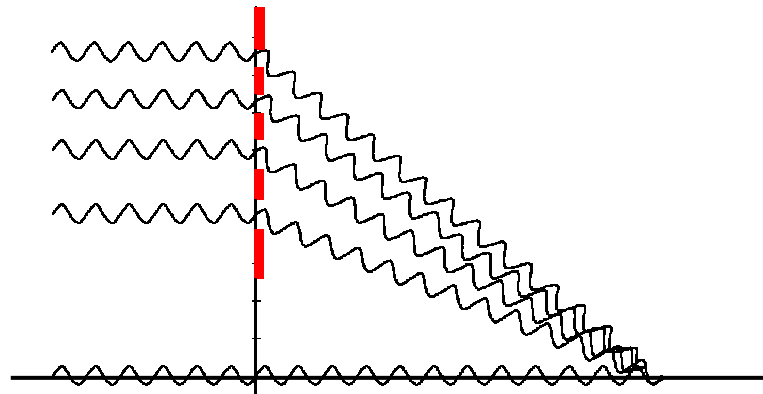


Hoek in °										
Spanning in V										

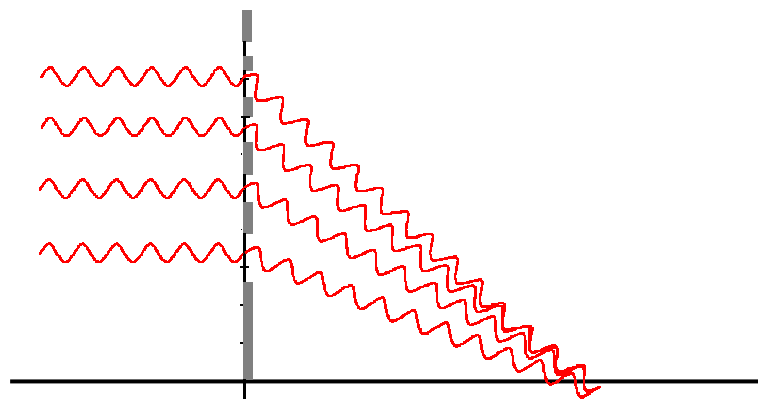


Hoek in °										
Spanning in V										

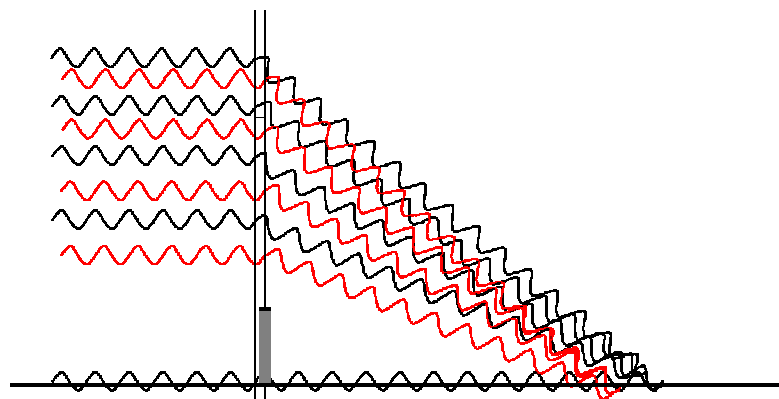




Fresnel rasterdiafragma met een gat in het midden



Fresnel rasterdiafragma met een volledige cirkelplaat in het midden



Stralen uit het grijze gebied zouden destructief werken

Benodigde SEK doos:
P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 2x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 3x P1861-1R Glijklem 40 mm

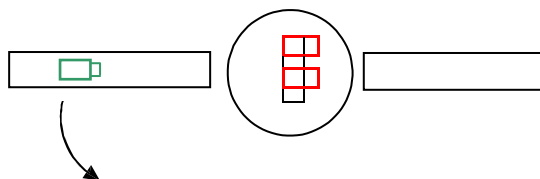
Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

We laten de twee geluidsbronnen naast elkaar in dezelfde richting zenden en onderzoeken de overlappings van beide golven.

Vorbereitung:

We draaien de hoekgradenboog 90° om en plaatsen de glijklemmen met de zenders op de rails. Voor de onderlinge afstand tussen de zenders nemen we eerst 5 cm. We richten ze uit op een afstand van 25 cm tot de ontvanger op de draaibare rail.



Proef:



We draaien aan de rail met de ontvanger en lezen de hoeken af, waarop maxima respectievelijk minima voorkomen.

We brengen de hoekmeting voor de grootste en kleinse waarden tot stand, bijv. ook bij een afstand tot de zender van resp. 4, 6 en 7 cm.

Ter informatie:



Om op één punt voor de zenders uit te komen, moeten de golven vaak afstanden van verschillende lengtes afleggen. Als deze afstanden verschillen met een meervoud van de golflengte in gehele getalle, dan ontstaat daar een maximum. En bij een verschil in een veelvoud in gebroken getallen van de halve golflengte tot een minimum.

Liggen de golflengtes dicht bij elkaar, dan moet de hoek groter zijn om hetzelfde snelheidsverschil te veroorzaken.

Tip:

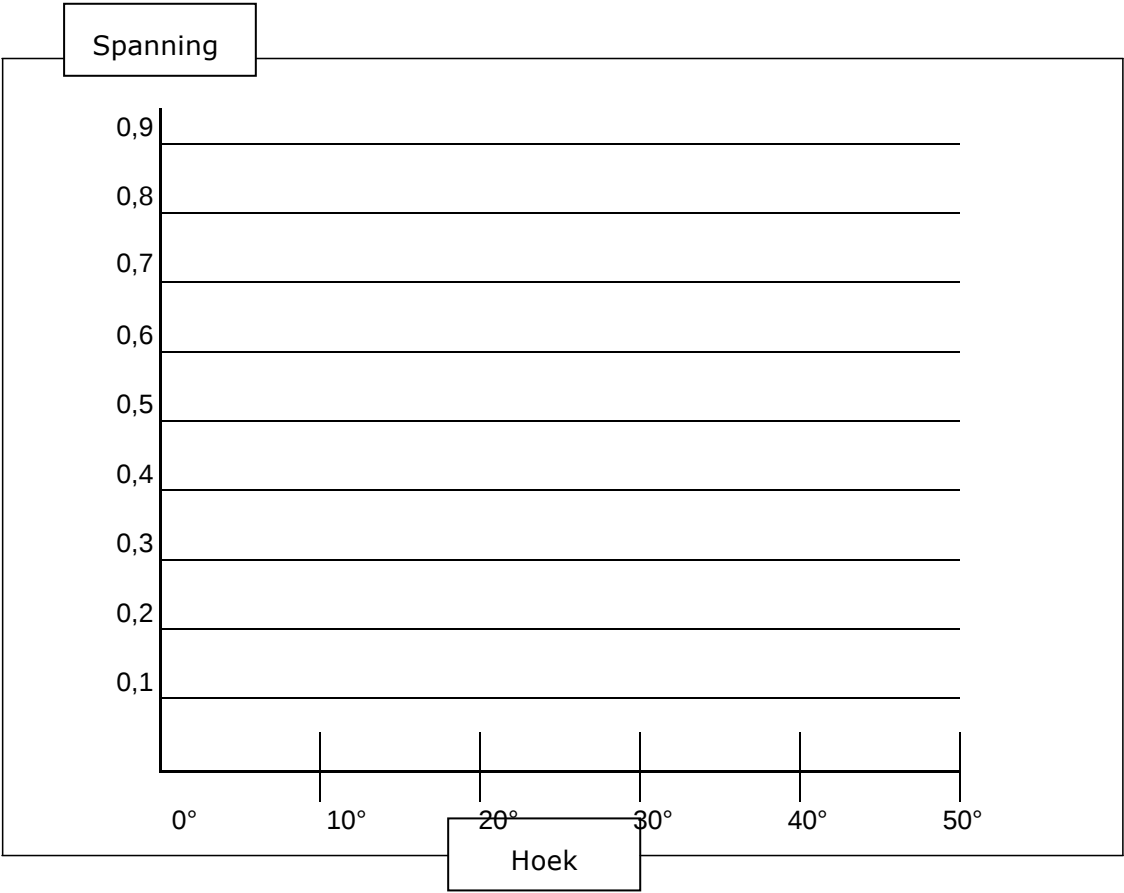
Hebben de zenders dezelfde afstand als de spleten bij het dubbele spleetvenster, dan ontstaat hetzelfde interferentiemodel.

De maximumwaarden nemen bij de interferentie tussen beide zenders echter niet zo snel af als bij de dubbele spleet, omdat de golfamplitude, die naast de zender wegloopt, groter is dan die van de afgebogen golven van de spleten.

INTERFERENTIE BIJ TWEE BRONNEN

US 15

Hoek in °										
Spanning in V										

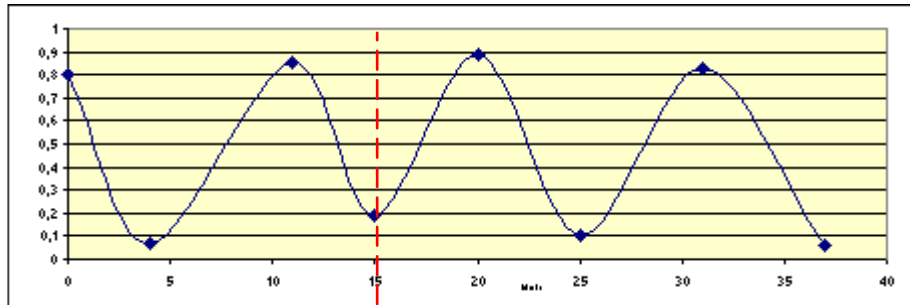


Hoek in °										
Spanning in V										

Hoek in °										
Spanning in V										

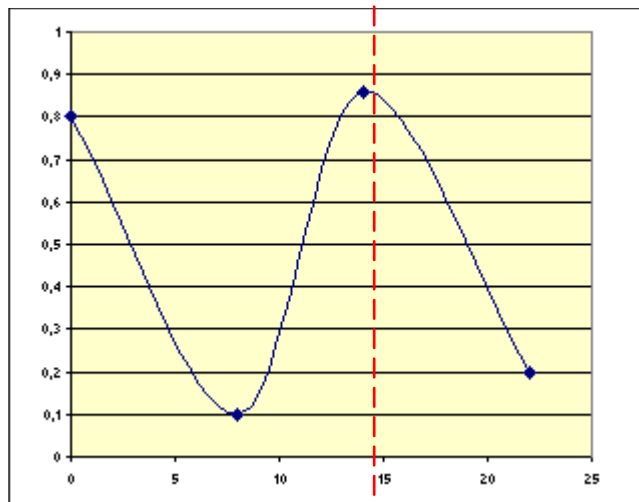
$a = 5 \text{ cm}$ als bij de dubbele spleet

0	0,8
4	0,07
11	0,85
15	0,19
20	0,89
25	0,1
31	0,83
37	0,06



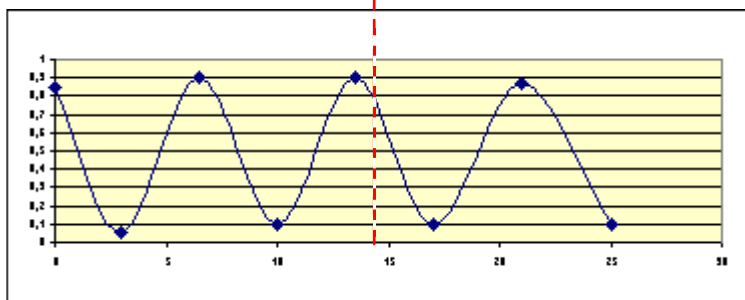
$a = 4 \text{ cm}$

0	0,8
8	0,1
14	0,86
22	0,2



$a = 7 \text{ cm}$

0	0,85
3	0,05
6,5	0,9
10	0,1
13,5	0,9
17	0,1
21	0,87
25	0,1



Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid

**Materiaal:**

- 1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
- 1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
- 1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
- 1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
- 2x P1861-1R Glijkleem 40 mm
- 1x P1865-BE Ultrasoon scherm, set met houder
- 1x P1865-1P Ultrasoon parabolische spiegel

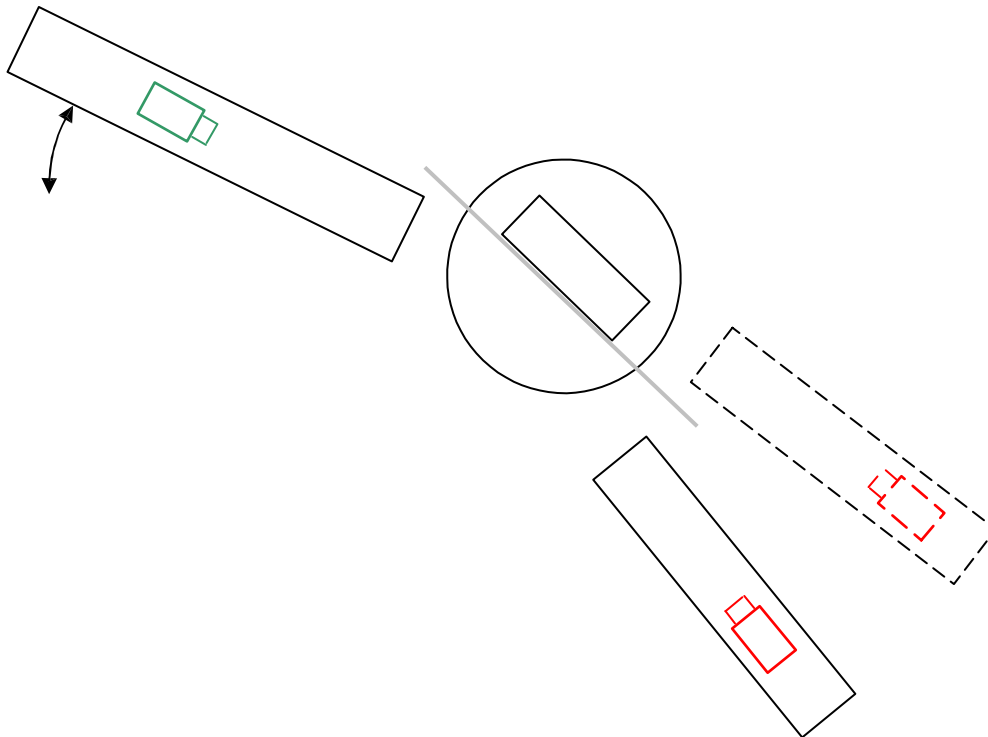
Bovendien vereist:

- 1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

Uit de optiek is de opstelling van Lloyd bekend, waarbij door terugkaatsing onder een grote invalshoek de lichtbron en haar spiegelbeeld vlak naast elkaar liggen. We willen onderzoeken of het ons lukt om op dezelfde wijze een interferentie bij ultrasone geluidsgolven tot stand te brengen.

Vorbereiding:

We kiezen dezelfde opstelling als bij de terugkaatsingsproef, de zender zonder spiegel en een grotere invalshoek. Zender en ontvanger op een afstand van 25 cm van elkaar.



Proef:

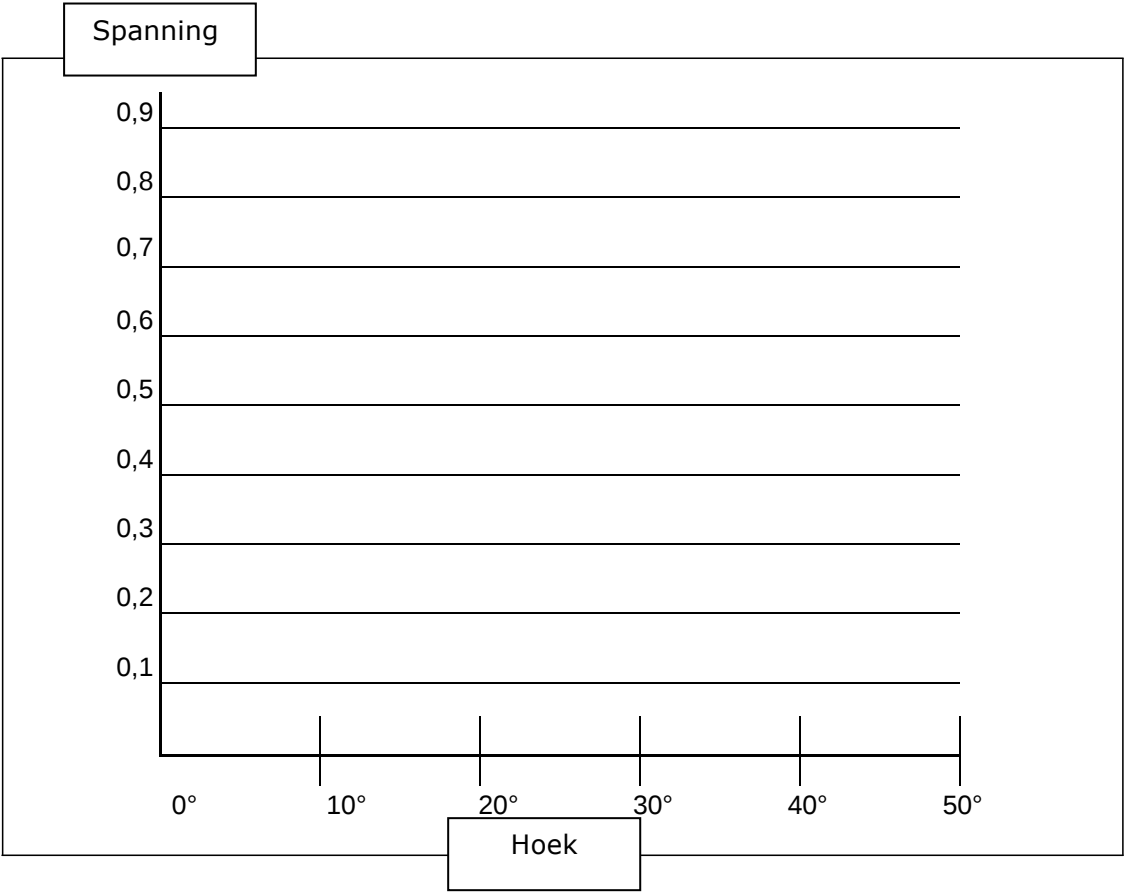


Alleen daar, waar de direct landende golf én de teruggekaatste golf elkaar overlappen kan er interferentie optreden.

We kiezen een invalshoek van ongeveer 8° (210° tot het midden van de vast rail) en draaien dan de ontvanger langzaam we van de 0° stand.

Bij ongeveer 10° , 20° en 30° zien we minima ontstaan, en er tussenin maxima.

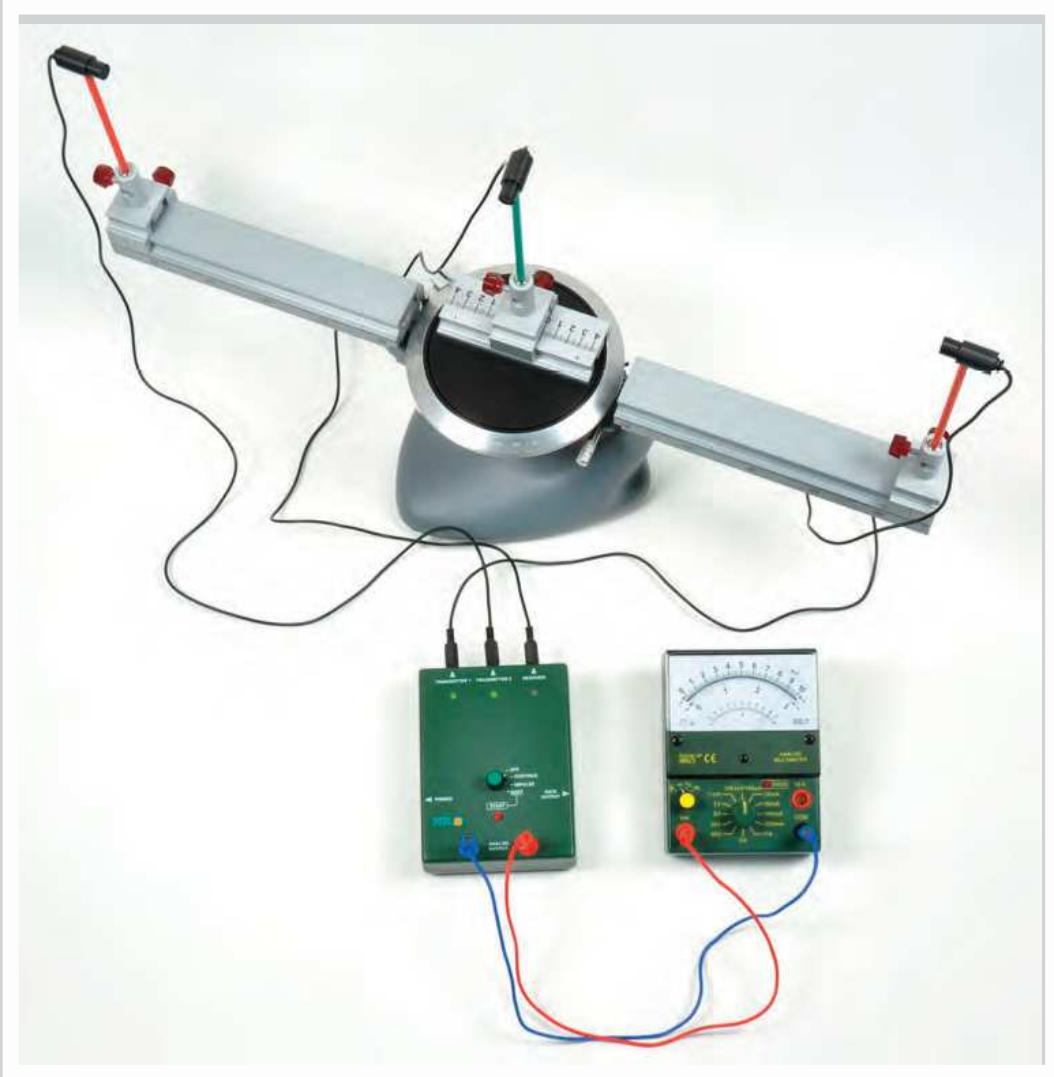
Hoek in °										
Spanning in V										



Hoek in °										
Spanning in V										

Hoek in °										
Spanning in V										

Benodigde SEK doos:
P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
2x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
3x P1861-1R Glijklem 40 mm

Bovendien vereist:

1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

STAANDE GOLVEN BIJ TWEE BRONNEN

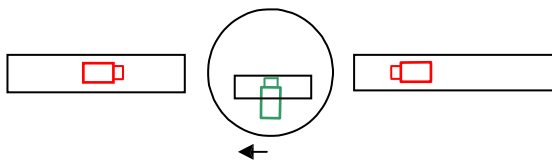
US 17

We onderzoeken de vorming van een staande golf, die ontstaat wanneer gelijksoortige golven in tegengestelde richting lopen.

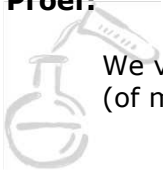
Vorbereitung:

We draaien de hoekgradenboog naar een parallelle opstelling (180° bij de pijl). We zetten de ene zender vast aan de rail op een afstand van 15 cm, en de andere op de draaibare rail op een afstand van 18 cm.

We zetten de ontvanger zo neer op de rail van de hoekgradenboog, dat het uiteinde van de linker glijklem 0 aanwijst, en lijnen deze uit op het midden.



Proef:



We verschuiven een van de twee zenders een klein beetje, totdat we een maximum (of minimum) registreren.

Dan verschuiven we de losgemaakte glijklem met de ontvanger langzaam naar links, totdat we het volgende maximum (of minimum) constateren. Dit proces herhalen we vier- of vijfmaal.

Wanneer we de afgelegde verschuivingsafstand delen door het aantal geconstateerde maxima (of minima) kunnen we de halve golflengte afleiden.

Ter informatie:

Wanneer twee gelijksoortige (ultra-)geluidsgolven in tegengestelde richting lopen, vormen zich staande golven. Door meting van de knooppuntsafstand kunnen we de golflengte bepalen.

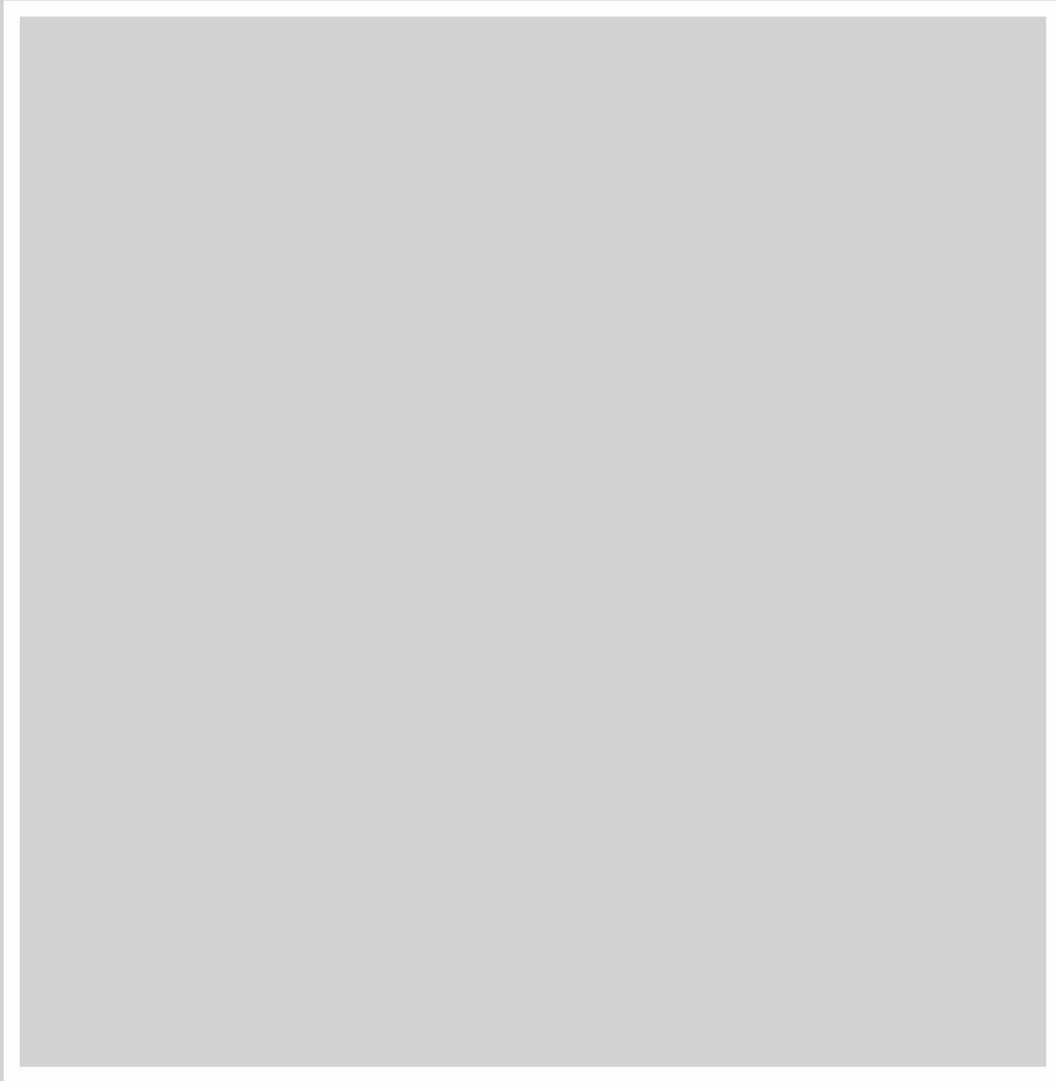


Tip:

Bij de overlapping van gelijksoortige golven, die in dezelfde richting lopen, verspreidt de ontstane golf (die een grotere of kleinere amplitude heeft dan de enkele golf) zich verder. Bij de staande golf is in het overlappende gebied geen voortzetting te zien en zien we verdeeld over de hele afstand tegelijkertijd zowel maxima als minima. Vergelijk met US 06!

Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
1x P1860-1S Ultrasoon geluid zender
1x P1860-1E Ultrasoon geluid ontvanger
1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
2x P1861-1R Glijklem 40 mm

Bovendien vereist:

1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

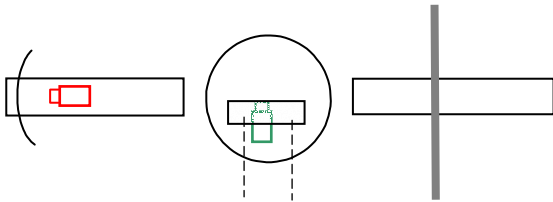
STAANDE GOLVEN DOOR REFLECTIE

US 18

Ook de terugkaatsende golven staan haaks op elkaar! We onderzoeken de zo ontstane staande golf.

Vorbereitung:

We zetten de zender met spiegel op de draaibare rail. We stellen de hoekgradenboog in op 180° (Nonius) en monteren de glijklem met ontvanger erop. We schroeven het volledige diafragma vast aan de schermhouder.



Proef:



We maken het scherm met de schermhouder vast aan de rail en verschuiven de ontvanger; of we laten de ontvanger op zijn plaats en verschuiven het scherm.

Wanneer we het juiste meebereik gekozen hebben, bekijken we hoe bij verschuiving een duidelijk heen- en weer gaan van de aanwijzer.

Ter informatie:



Door de spiegeling ontstaat een soortgelijke situatie, als bij twee tegenover elkaar staande zenders (het spiegelbeeld ligt achter het scherm) en tussen het scherm en de zender ontstaat een staande golf.

Tip:

Bij watergolven kunnen we een staande golf waarnemen aan kademuren, wanneer de loodrecht bij elkaar komende golven interfereren met een teruggekaatste golf.

GOLFLENGTE - SNELHEID VAN HET GELUID

US 19

We hebben de golflengte van de ultrasone geluidsgolven op drie manieren gemeten:

1. Overlapping van de golven van twee zenders, die in dezelfde richting stralen
2. Maximale diffractie bij de dubbele spleet, waarvan we de spleetafstand kennen
3. Afstand tussen de buiken en de knopen van de staande golven

De golflengte bedraagt ongeveer 0,8 cm.

De frequentie van de zender bedraagt 40 kHz

Berekening van de snelheid van het geluid:



Met de formule voor de voortplantingssnelheid van de golven – waarbij we aannemen dat deze niet afhangt van de frequentie, d.w.z. dat er geen dispersie optreedt – kunnen we de snelheid van het geluid berekenen.

$$c = \lambda \cdot f \Rightarrow c = 0,85 \cdot 40000 \text{ cm/s} = 34000 \text{ cm/s} = 340 \text{ m/s}$$

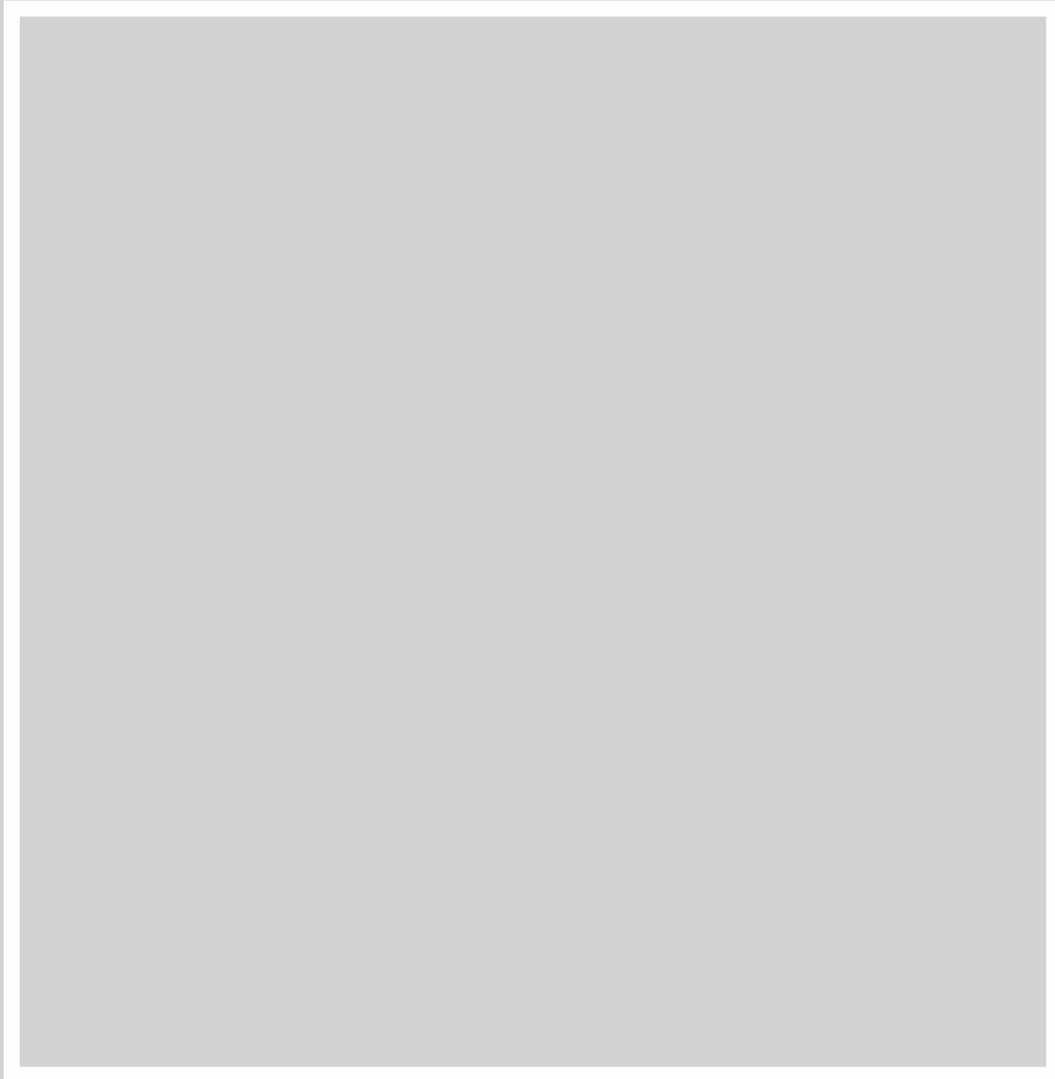
Ter informatie:

Is de frequentie van een golf bekend – of kunnen we deze meten – en bepalen we de golflengte uit interferentieverschijnselen, dan kunnen we de voortplantingssnelheid berekenen.



Benodigde SEK doos:

P9901-4U Ultrasoon geluid



Materiaal:

1x P1860-1B Ultrasoon geluidsbron
1x P1860-1S Ultrasoon zender
1x P1860-1E Ultrasoon ontvanger
1x P1860-1G Ultrasoon geluid goniometer
2x P1861-1R Glijkleem 40 mm

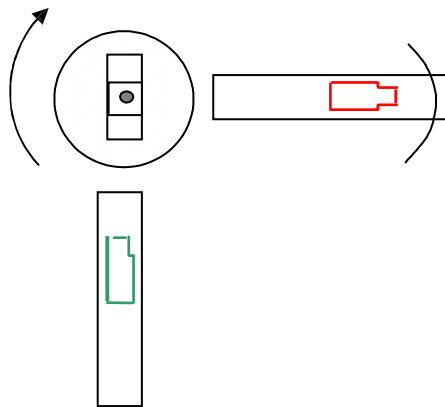
Bovendien vereist:

1x P3210-1P Multimeter analoog, 1 mV - 30V

We zetten voorwerpen van verschillende grootte in de parallelle geluidsstraal, draaien ze en onderzoeken het verstrooide c.q. reflecterende geluid dat loodrecht op de geluidsstraal staat.

Vorbereiding:

We bevestigen de glijklem op de rail met de hoekgradenboog.



Proef:



We draaien de tafel met de hoekgradenboog en leggen de gemeten waarden vast tijdens een ronddraaiing van 180° .

Ter informatie:



Bij voorwerpen die klein zijn in vergelijking tot de golflengte, wordt het voorwerp tot startpunt van een kogelgolf en spreekt men van verstrooiing. Naarmate het voorwerp kleiner wordt, wordt ook de verstrooiing kleiner.

Bij een grootte van enkele golflengtes kunnen we uit de hoekverdeling van de sterkte ook de vorm (structuur) van het voorwerp concluderen.

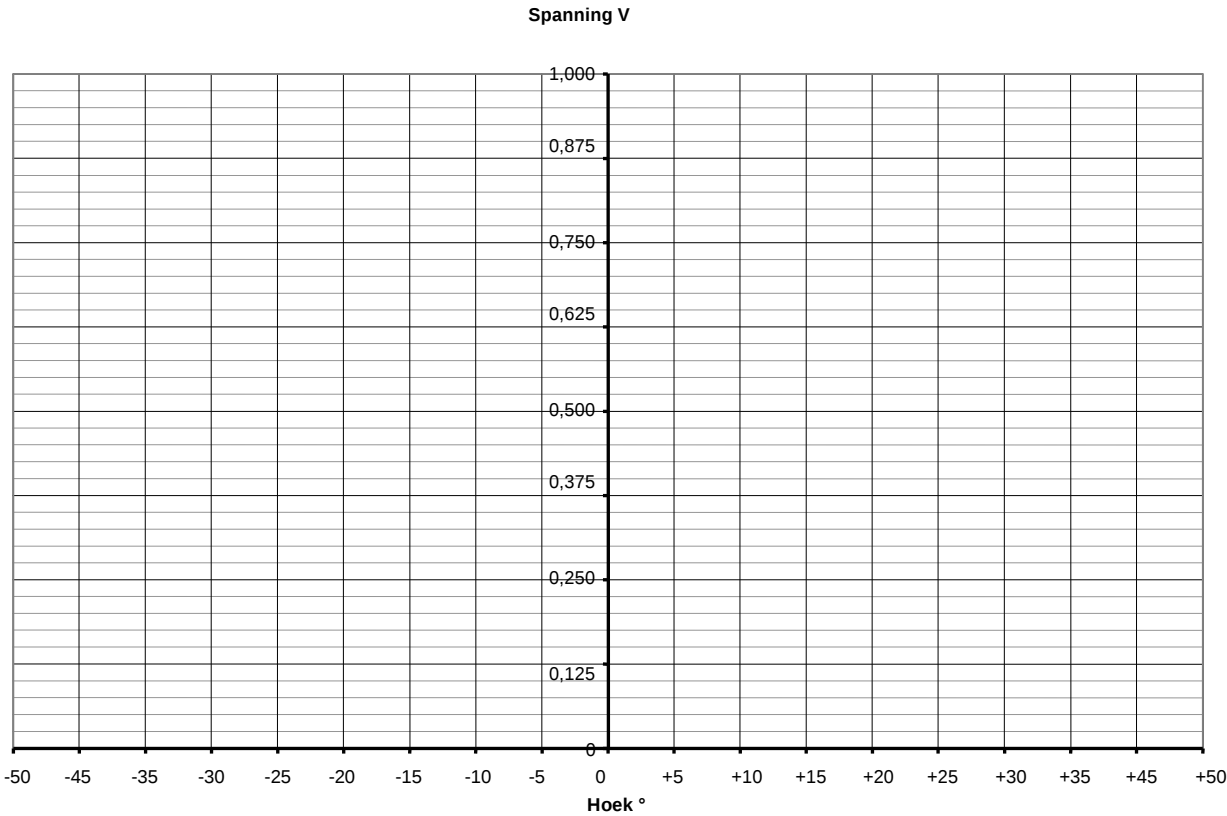
Tip:

Bij structuuronderzoek in het atomaire bereik gebruikt men deeltjesstralen, die op het voorwerp (doel) gericht worden. Een grotere energie van de deeltjes komt overeen met een kortere golflengte.

VERSTROOIING EN STRUCTUURONDERZOEK

Naar links draaien											
Hoek in °											
Spanning in V											
Naar rechts draaien											
Hoek in °											
Spanning in V											

Geef na het voltooien van de tabel de meetwaarden nu grafisch weer:





L e e r l i n g - E x p e r i m e n t e n

© Fruhmann GmbH
NTL Manufacturer & Wholesaler
Werner von Siemens-Straße 1
A-7343 Neutal, Austria

www.ntl.at