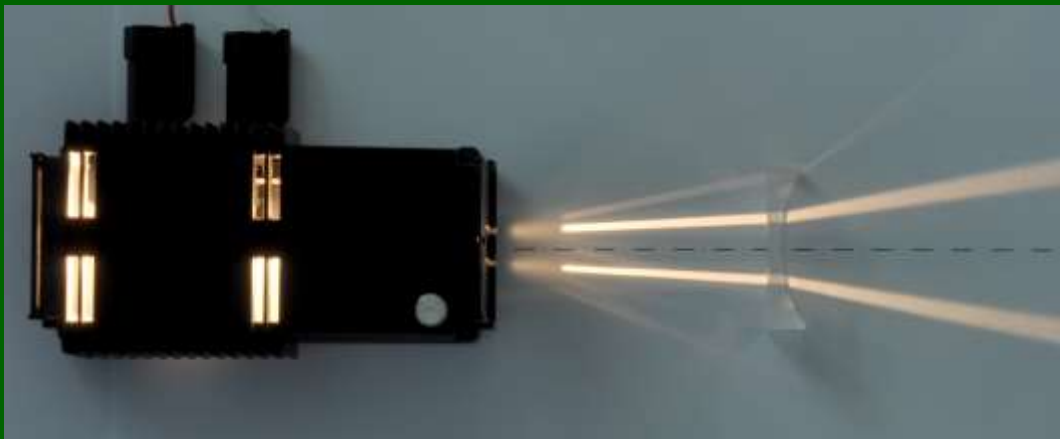


Leerlingexperimenten

HANDLEIDING
OPTICA 1
P9160-5G



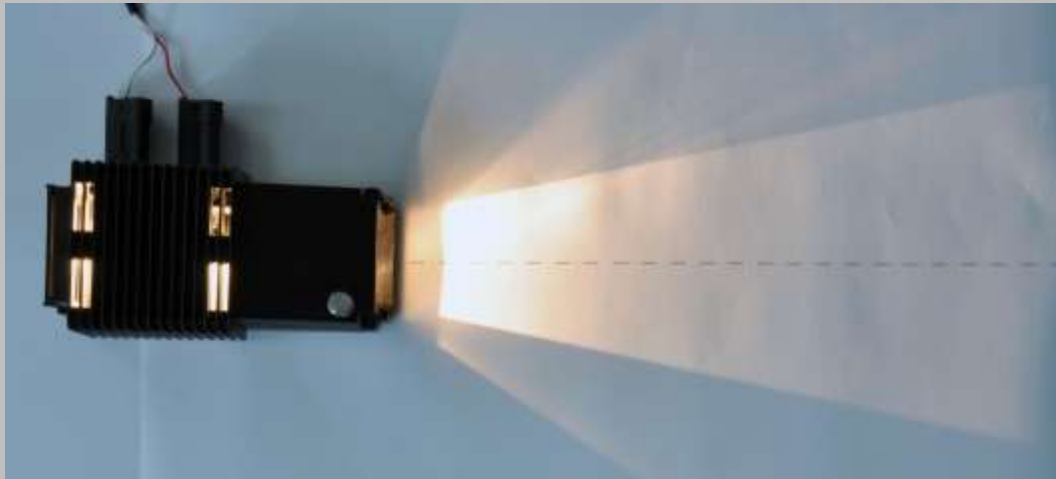
INHOUDSOPGAVE

1. VOORTPLANTING VAN LICHT	3
1.1. Licht plant zich voort in rechte lijnen	3
1.2. Schaduwen.....	5
2. SPIEGELS	7
2.1. Weerspiegeling in een vlakke spiegel	7
2.2. Beelden in een vlakke spiegel	9
2.3. Weerspiegeling in een holle spiegel.....	11
2.4. Beeldconstructie voor een holle spiegel	13
2.5. Weergave van een punt door een holle spiegel	15
2.6. Weerspiegeling in een bolle spiegel.....	17
2.7. Beeldconstructie voor een bolle spiegel	19
2.8. Weergave van een punt door een bolle spiegel	21
3. BREKING.....	23
3.1. Breking tussen twee grensvlakken.....	23
3.2. Brekingindex van glas.....	25
3.3. Breking bij de overgang van lucht naar water	27
3.4. Hoek van inval en hoek van breking	29
3.4.1. Brekingindex voor vaste stoffen	31
3.4.2. Berekeningen aan parallelle verschuiving	33
3.5. Overgangen van glas naar lucht	35
3.6. Verschuivingen en omkering bij een prisma	37
3.7. Breking van een prisma	39
4. LENZEN.....	41
4.1. Breking in bolle lenzen	41
4.2. Constructiestralen	43
4.3. Beeldconstructie bij een bolle lens	45
4.4. Beeldpunten bij een bolle lens	47
4.5. Breking in holle lenzen	49
4.6. Beeldconstructie bij een holle lens	51
4.7. Beeldpunten bij een holle lens	53
5. KLEUREN.....	55
5.1. Kleurdispersie	55
6. HET OOG.....	57
6.1. Normaal zicht	57
6.2. Bijziendheid	59
6.3. Verziendheid	61
6.4. Oudziendheid	63
Annex. Gebruik van de lichtbron	65

1. VOORTPLANTING VAN LICHT

1.1. LICHT PLANT ZICH VOORT IN RECHTE LIJNEN

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1

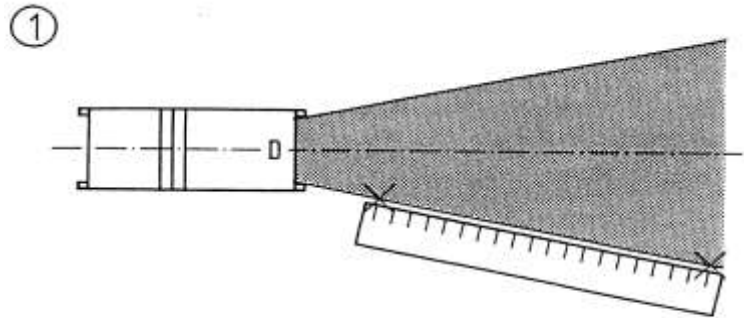


Materiaal:
Lichtbron
Scherm met enkele en dubbele spleet
2 Snoertjes
Elektrische voeding

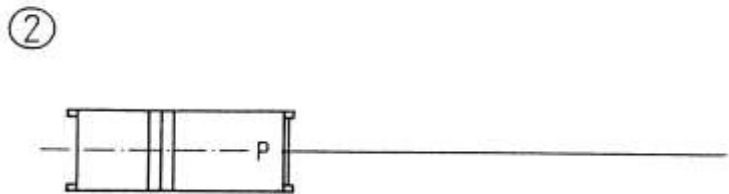


Vorbereitung:

We plaatsen de lichtbron volledig op een vel papier. De rechthoekige lichtopening gebruiken we voor divergerend licht (haal de beschermende laag eraf en bevestig hem omgekeerd, draai de lamp indien nodig). Het licht mag niet door de geplaatste lens vallen. De omtrek van de lamp wordt overgetrokken.

**1. Experiment:**

We markeren meerdere punten van de omtrek van de stralen en halen de lamp dan weg. Vervolgens trekken we een lijn langs alle gemarkeerde punten met een liniaal en trekken de rechte lijn door tot aan het snijpunt. Dit punt vormt de positie van de gloeilamp. We vergelijken de getekende positie van de experimentele lamp met de werkelijke positie van de gloeilamp.

**2. Experiment:**

We gebruiken vervolgens de rechthoekige lichtgleuf voor het parallelle licht. Het licht valt door de geplaatste lens. Opnieuw zien we een rechtlijnige voorplanting van het licht. Een smalle lichtstraal gaat door de enkele gleuf. We markeren twee punten van deze lichtstraal. We trekken weer een lijn van deze lichtstraal met de liniaal nadat de lamp is weggehaald.

Conclusies:

1. Licht plant zich rechtlijnig voort vanaf de lichtbron.
2. Een smalle lichtbundel is bij benadering laten een enkele lichtstraal.

1.2. SCHADUWEN

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:
Lichtbron
Transparante plastic bak
2 Snoertjes
Elektrische voeding



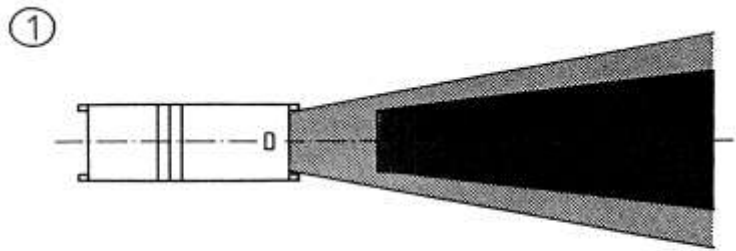
Vorbereitung:

We plaatsen de lichtbron volledig op een vel papier. De rechthoekige lichtopening gebruiken we voor divergerend licht.

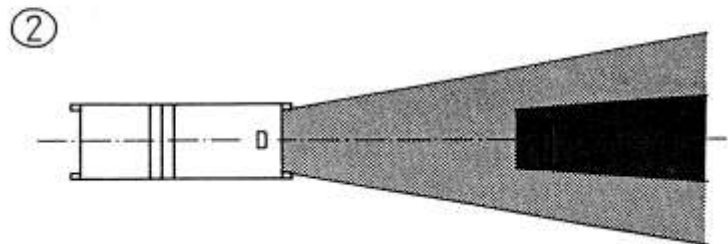
De omtrek van de lamp wordt overgetrokken.

1. Experiment:

We plaatsen het plastic bakje ongeveer 6 cm voor de lamp aan de smalle zijde, zodanig dat de doorschijnende bodem tegenover de experimentele lamp ligt. We markeren twee punten aan beide hoekpunten van de schaduw. Deze punten verbinden we op het papier met een liniaal nadat het bakje is verwijderd.

**2. Experiment:**

We plaatsen het bakje op een grotere afstand van de lamp. We verbinden de hoekpunten van de schaduwen opnieuw. Dan vergelijken we de omvang van beide schaduwen. De twee hoeken van de schaduw verlengen we naar de linkerkant van het snijpunt, dat overeenkomt met de positie van de gloeilamp.

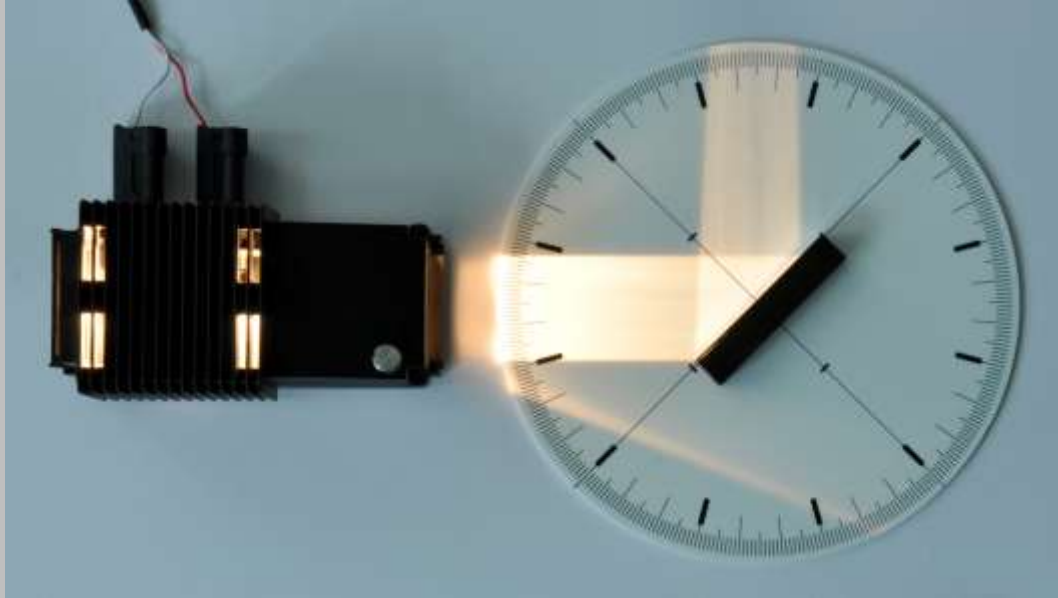
**Conclusies:**

1. De schaduw wordt groter naarmate het voorwerp dat de schaduw werpt zich dichterbij de bron van het licht bevindt.
2. Schaduwen zijn een bewijs voor de rechtlijnige voortplanting van het licht.

2. SPIEGELS

2.1. WEERSPIEGELING IN EEN VLAKKE SPIEGEL

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron
Scherm met enkele en dubbele spleet
Vlakke spiegel op blok
Optische schijf
2 Snoertjes
Elektrische voeding



Vorbereitung:

We zetten de optische schijf voor de lichtbron. We gebruiken het met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We zetten de vlakke spiegel op het blok op de optische schijf langs het coördinaten op zo'n manier dat de spiegel precies tegenover de lijn wordt geplaatst in de breedte van het glas.

1. Experiment:

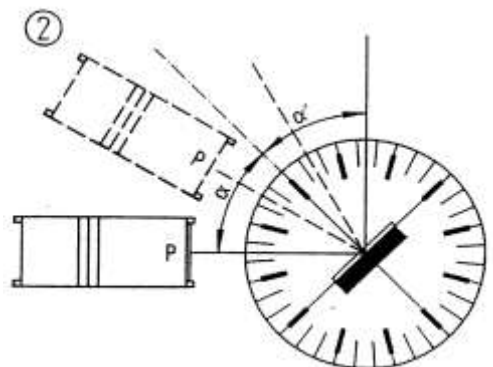
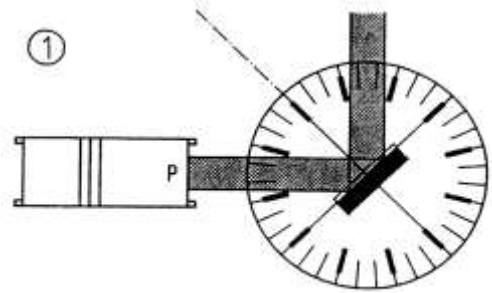
De parallelle lichtstralen weerkaatsen op de spiegel onder een hoek van 0° en worden dan naar zichzelf teruggekaatst. We draaien de lichtbron langs de optische schijf (het draaipunt is ook het nulpunt van het coördinatensysteem), zodat het licht ongeveer op de spiegel valt. Let wel op dat het teruggekaatste licht ook een parallelle lichtbundel vormt.

2. Experiment:

We monteren de enkele gleuf op de lichtbron. Zo richten we de lichtbundel precies op het midden van de optische schijf. De hoek van inval (gemeten langs de verticale lijn!) en de hoek van terugkaatsing worden gemeten en we herhalen deze meting voor verschillende invalshoeken.

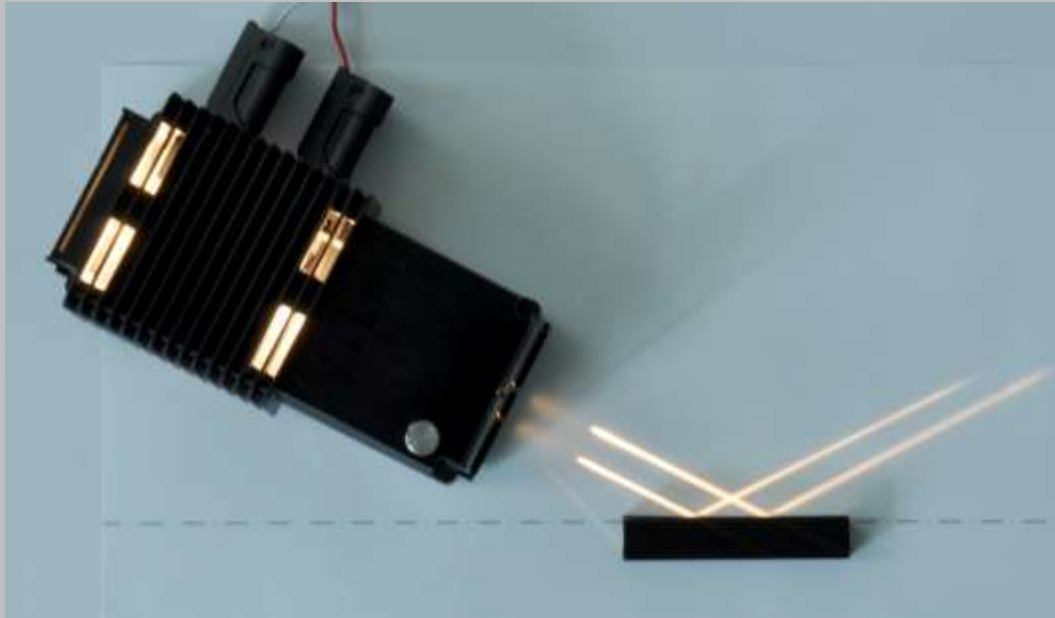
Conclusies:

1. Een parallelle bundel van licht wordt ook als een parallelle bundel van licht gereflecteerd.
2. De hoek van inval is gelijk aan de hoek van terugkaatsing.



2.2. BEELDEN IN EEN VLAKE SPIEGEL

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:
Lichtbron
Schermpje met enkele en dubbele spleet
Vlakke spiegel op een blokje
2 Snoertjes
Elektrische voeding



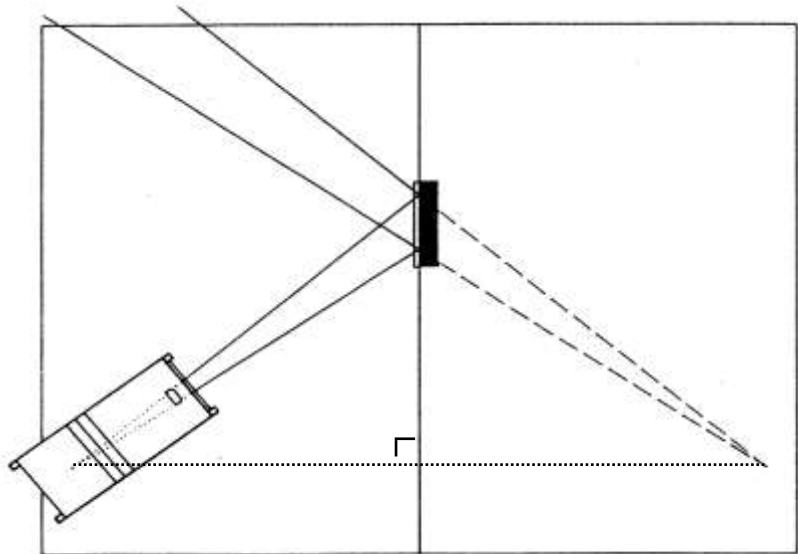
Vorbereiding:

We trekken een rechte lijn in het midden van een vel papier van de bovenkant tot aan de onderkant. We zetten de vlakke spiegel precies tegen de lijn aan.

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor divergent licht. We plaatsen het schermje met de dubbele spleet voor de lichtbron.

Experiment:

We plaatsen de lichtbron zodanig op de ene helft van het papier dat de twee lichtstralen schuin op de spiegel vallen. De gloeilamp in de lichtbron moet zich nog in de buurt van het vel papier bevinden. De lichtstralen die door de lichtbron worden uitgezonden en de teruggekaatste lichtstralen worden elk door twee punten gemarkeerd. We trekken ze over met een lijn nadat we de lichtbron en de spiegel hebben weggehaald. We verlengen de lichtstralen tot aan hun snijpunt. Dit snijpunt geeft de positie van de gloeilamp aan.



We verlengen de teruggekaatste stralen ook tot aan het snijpunt. Ze lijken uit een punt te komen, dat het spiegelbeeld is van de lichtbron.

We vergelijken de positie van het spiegelbeeld met de positie van de lichtbron. Wat kunnen we zeggen over de individuele afstanden tot de spiegel?

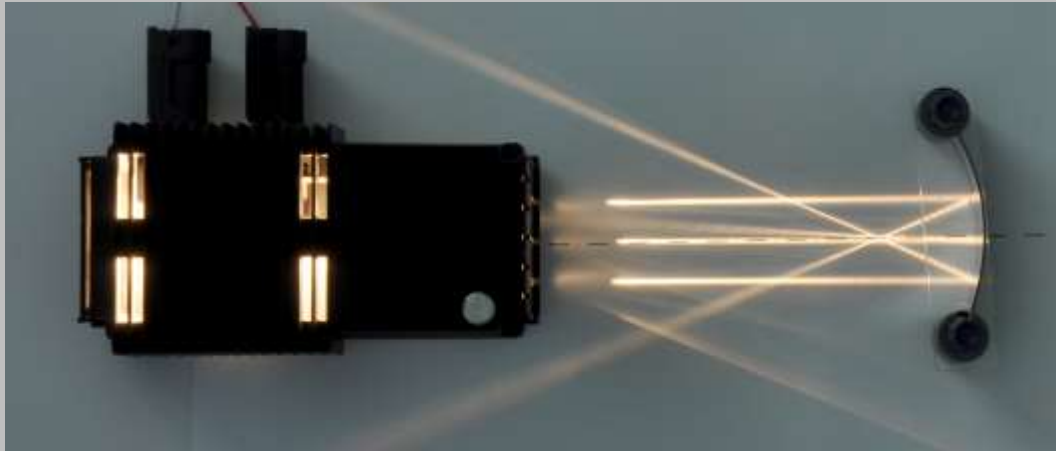
Conclusie:

Voorwerpen en spiegelbeelden bevinden zich op gelijke afstand tot de spiegel.

2.3. WEERSPIEGELING IN EEN HOLLE SPIEGEL

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met drie en vijfvoudige gleuf

Holle/bolle spiegel

2 Snoertjes

Elektrische voeding



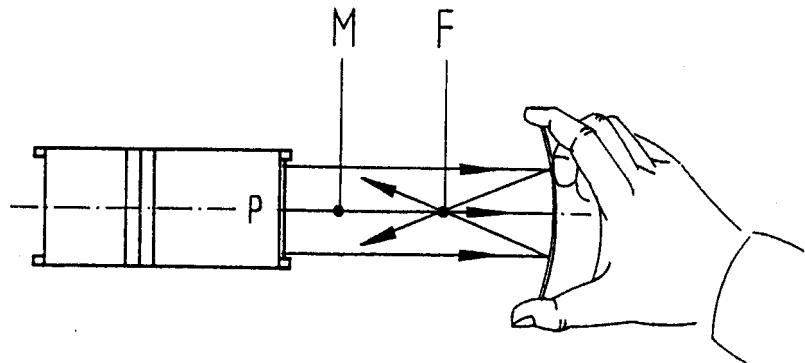
Vorbereiding:

We zetten de lichtbron op de linkerkant van een vel papier waarop vooraf een rechte lijn is getekend (optische as). We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. Het schermje met de 3 spleten maken we vast aan de lichtbron.

We houden de holle/bolle spiegel vast met twee vingers en we buigen hem iets naar binnen. De straal van de spiegel kunnen we veranderen met behulp van de klemband en de schroeven. We plaatsen de holle spiegel op het papier in een rechthoekige positie t.o.v. de rechte lijn.

1. Experiment:

De lichtstralen worden weerspiegeld door de spiegel. We zien dat ze samenkomen in één punt – het brandpunt. We markeren dit punt. De afstand tot de spiegel nemen we de brandpuntsafstand. Ook het krommingsmiddelpunt markeren we. De afstand daarvan tot de spiegel is twee keer zo groot als de brandpuntsafstand.

**2. Experiment:**

We herhalen dit experiment met het schermje met 5-voudige spleet. De middelste lichtstraal bedekken we met onze vingers of met een strookje papier. We markeren het brandpunt weer.

3. Experiment:

We draaien de schroef, die de spiegel vasthoudt los en buigen de spiegel nog een beetje extra (en zetten deze stand daarna weer vast met de schroef!). Het schermje met de 3 spleten maken we weer aan de lichtbron vast. We vergelijken de standen van het brandpunt bij verschillende buigingshoeken.

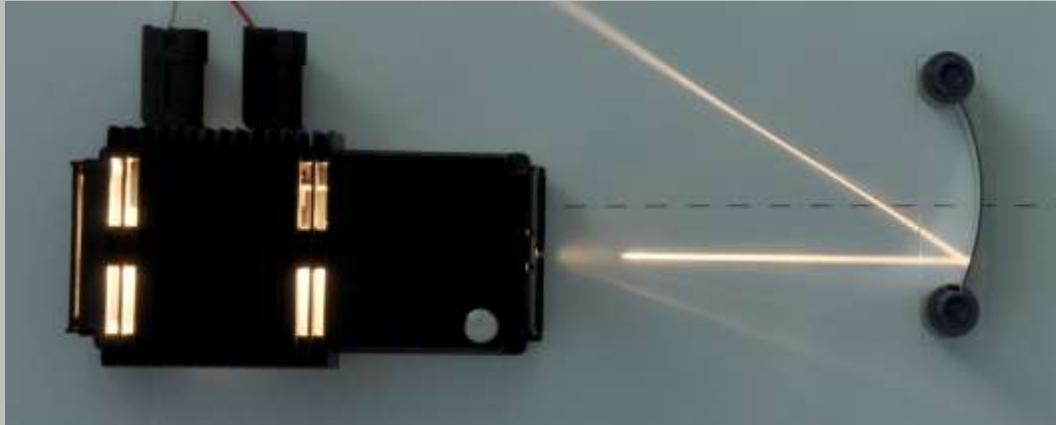
Conclusies:

1. Lichtstralen die parallel lopen aan de optische as spiegelen in een holle spiegel zodanig, dat ze samenkomen in het brandpunt van deze spiegel. Dit punt bevindt zich bijna in het midden tussen de spiegel en het krommingsmiddelpunt.
2. Hoekstralen hebben een ander brandpunt dan stralen dicht bij de as.
3. Hoe meer een holle spiegel wordt krom gebogen, des te korter is de brandpuntsafstand.

2.4. BEELDCONSTRUCTIE VOOR EEN HOLLE SPIEGEL

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Holle en bolle spiegel

2 snoertjes

Elektrische voeding



De beeldconstructie in een holle spiegel vereist de kennis van de terugkaatsing van drie specifieke stralen.

Vorbereitung:

We plaatsen de lichtbron op de linkerkant van een stuk papier, waarop al een rechte lijn getrokken is van links naar rechts (op de optische as). We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We maken het scherm met de enkele spleet vast aan de lichtbron.

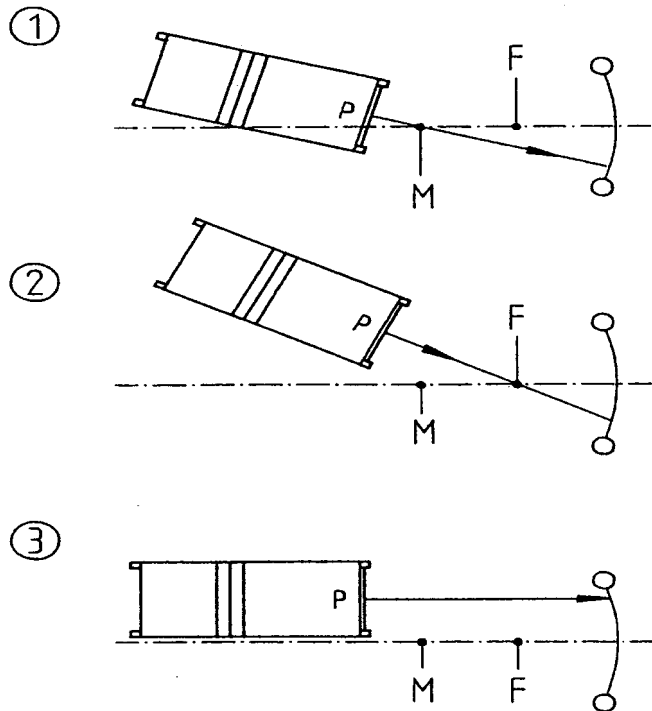
We houden de holle/bolle spiegel vast met twee vingers en buigen hem iets naar binnen. We kunnen de spiegel vastzetten met behulp van de vastzetband en de schroeven. We zetten de holle spiegel op een vel papier in rechthoekige positie t.o.v. de rechte lijn. We markeren de positie van de spiegel. Het brandpunt stellen we vast door middel van de stralen die parallel lopen t.o.v. de as. Het krommingsmiddelpunt van de spiegel markeren we, dat is de dubbele brandpuntsafstand.

Experiment:

We zenden de volgende lichtstralen één voor één naar de spiegel: een lichtstraal door het midden van de kromming M (hoofdstraal), een straal door het brandpunt F (brandpuntstraal) en een parallelle straal (aan de hoofdas) met een afstand van 2 cm t.o.v. de optische as. De weerspiegelde stralen markeren we elk met twee punten en trekken de lijnen door met een liniaal nadat de spiegel is weggehaald.

Resultaten:

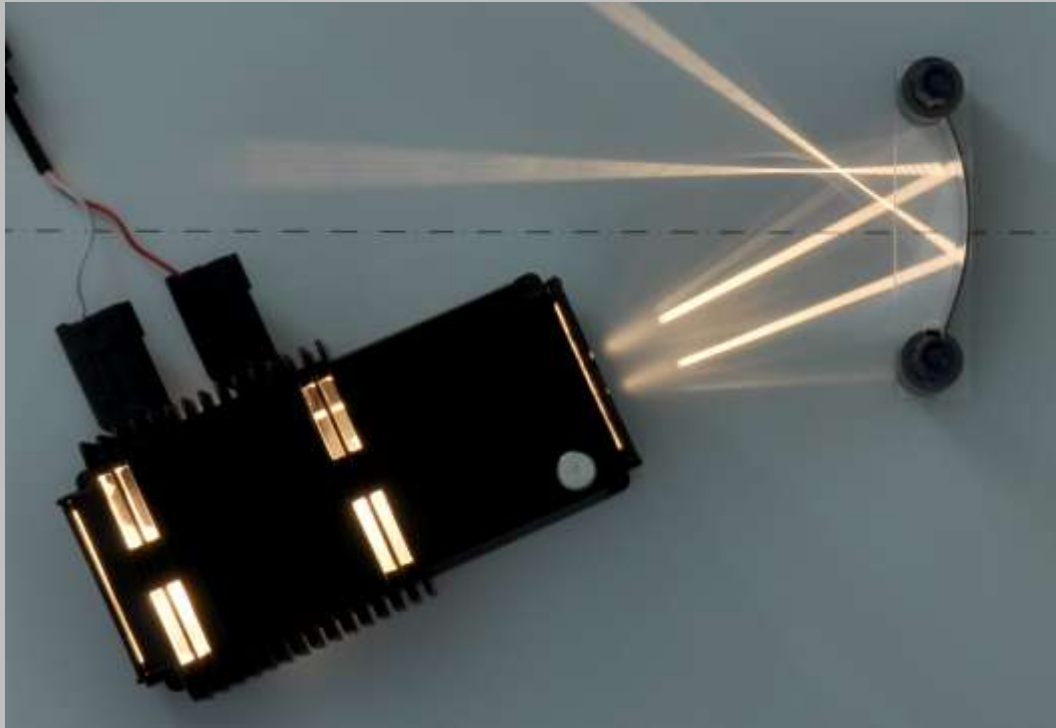
1. De hoofdstraal weerspiegelt in zichzelf.
2. De brandpuntstraal loopt parallel aan de as nadat hij is weerkaatst.
3. De parallelle straal wordt weerkaatst als lichtstraal door het brandpunt.



2.5. WEERGAVE VAN EEN PUNT DOOR EEN HOLLE SPIEGEL

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermje met enkele en dubbele spleet

Holle/bolle spiegel

2 Snoertjes

Elektrische voeding



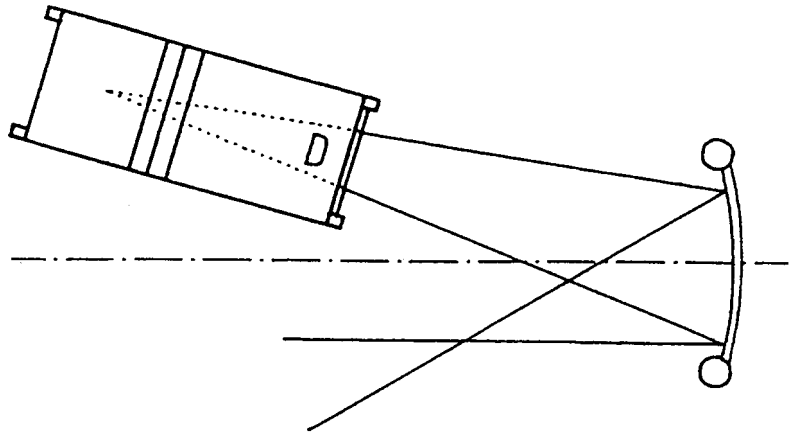
We produceren het beeld van de puntvormige lichtbron met behulp van een holle spiegel.

Vorbereiding:

We plaatsen de lichtbron op een vel papier, waarop een rechte lijn van links naar rechts (langs het optische midden) is getekend. We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. Het schermje met dubbele spleet maken we vast aan de lichtbron. We houden de holle/bolle spiegel vast met twee vingers en buigen hem een stukje naar binnen. De krommingshoek van de spiegel zetten we vast met behulp van de klemband en de schroeven. We zetten de holle spiegel in een rechte hoek t.o.v. de optische as en stellen zo het brandpunt van de spiegel vast.

Experiment:

We gebruiken de lichtopening voor het divergerende licht. Het schermje met de dubbele spleet maken we vast aan de lichtbron. De twee lichtstralen moeten de spiegel onder een lichte hoek raken. De lichtbron moet zich buiten de brandpuntsafstand van de spiegel bevinden. De teruggekaatste stralen raken elkaar in één punt, welke het projectiepunt (beeldpunt) is van de lichtbron. De invallende en terugkaatsende lichtstralen worden weergegeven met punten en de stralen worden doorgetrokken nadat we de spiegel en de lichtbron hebben weggehaald.



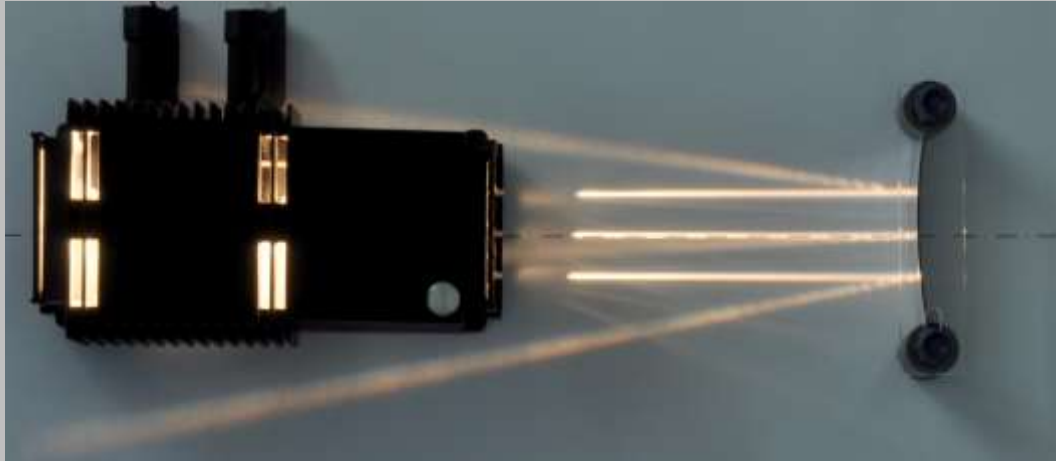
Conclusie:

Licht dat vanaf een voorwerppunt van buiten de brandpuntsafstand van een holle spiegel valt, komt samen in een beeldpunt na de terugkaatsing. Omdat de lichtstralen worden uitgezonden vanaf de lichtbron wordt er een beeld van de lichtbron gevormd.

2.6. WEERSPIEGELING IN EEN BOLLE SPIEGEL

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met drievoudige en vijfvoudige spleet

Holle en bolle spiegel

2 Snoertjes

Elektrische voeding



Vorbereitung:

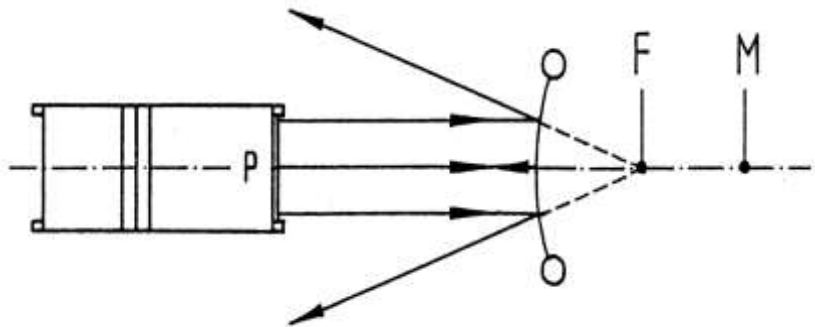
We plaatsen de lichtbron op een vel papier, waarop een rechte lijn van links naar rechts (langs het optische midden) is getekend. We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We maken het schermje met de driefvoudige spleet vast aan de lichtbron.

We houden de holle/bolle spiegel met twee vingers vast en buigen hem iets naar buiten. De krommingshoek van de spiegel zetten we vast met behulp van de klemband en de schroeven. We plaatsen de bolle spiegel op het vel papier in een rechte hoek t.o.v. de rechte lijn.

We markeren de plaats van de spiegel. De lichtstralen raken de spiegel parallel t.o.v. de rechte lijn.

Experiment:

De lichtstralen worden door de spiegel weerkaatst. De teruggekaatste lichtstralen markeren we met twee punten per straal en trekken we door met behulp van een liniaal nadat de spiegel is weggehaald. Ze zijn divergent. We verlengen de weerkaatste stralen tot aan hun snijpunt. Dit ogenschijnlijke brandpunt (virtuele brandpunt) ligt achter de spiegel. De afstand tot aan de spiegel is de brandpuntsafstand.



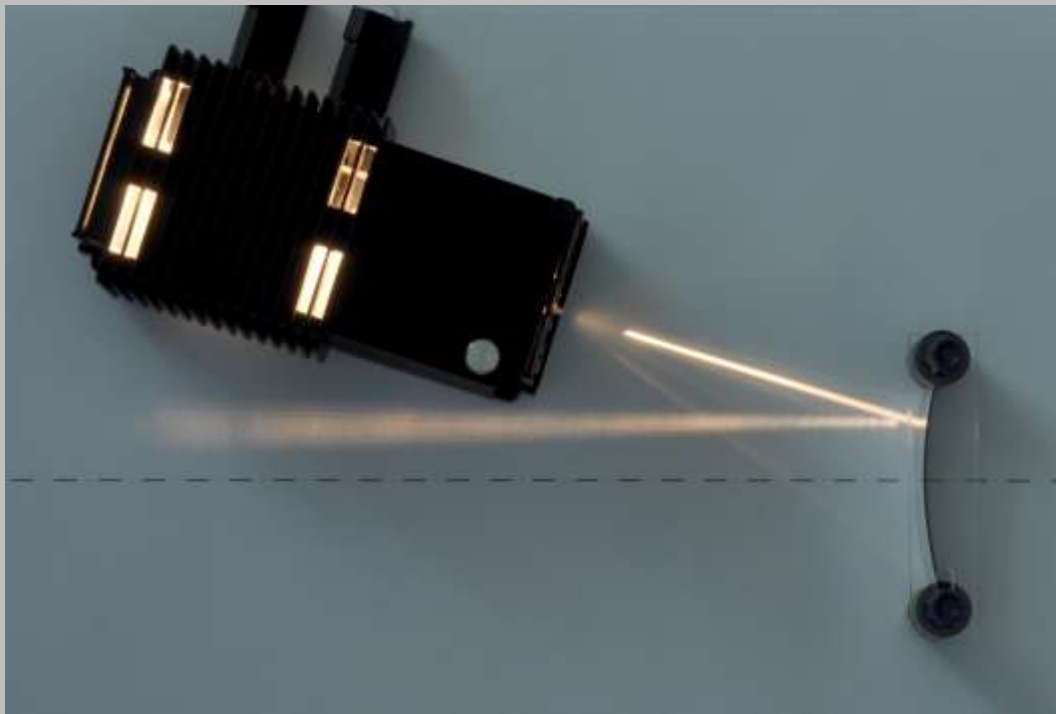
De afstand tot aan het krommingsmiddelpunt van de spiegel is twee keer zo lang als de brandpuntsafstand.

Conclusie:

Parallelle lichtstralen worden weerkaatst op een bolle Spiegel, zodanig dat het lijkt alsof ze uit één punt afkomstig zijn (het virtuele brandpunt) achter de spiegel.

2.7. BEELDCONSTRUCTIE VOOR EEN BOLLE SPIEGEL

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:
Lichtbron
Schermpje met enkele en dubbele spleet
Holle en bolle spiegel
2 snoertjes
Elektrische voeding

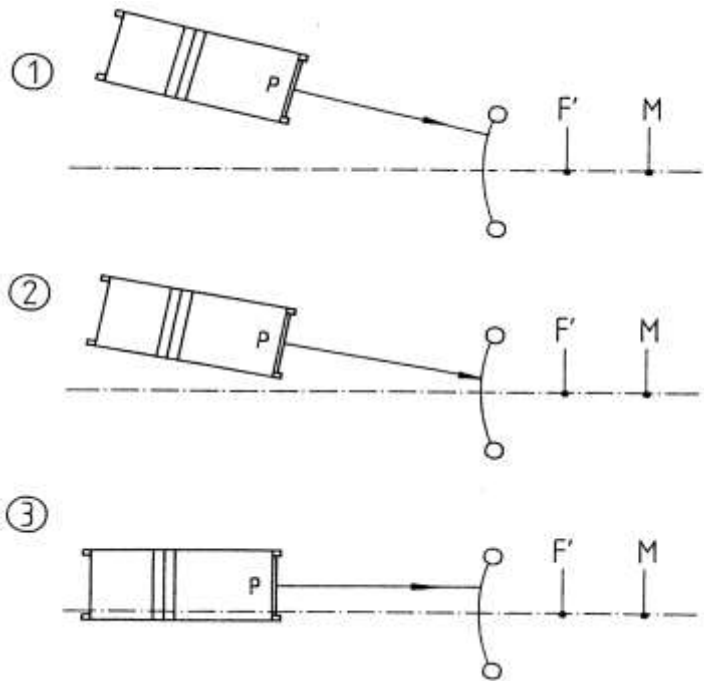


Beeldconstructie bij een bolle spiegel vereist kennis van de weerkaatsing van drie typische lichtstralen.

Vorbereitung:

We plaatsen de lichtbron op een stuk papier waarop een rechte lijn (langs het optische midden) is getekend van links naar rechts. We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor parallel licht. We maken het schermje met enkele spleet vast aan de lichtbron.

We houden de holle/bolle spiegel met twee vingers vast en buigen hem iets naar buiten. De krommingshoek van de spiegel zetten we vast met behulp van de klemband en de schroeven. De bolle spiegel plaatsen we in een rechte hoek t.o.v. de rechte lijn. We markeren de plaats van de spiegel. We stellen het krommingsmiddelpunt van de spiegel vast met behulp van de lichtstralen die dan loodrecht op de spiegel vallen, deze kun je door stippelen tot op de optische as en we markeren ook op de helft van deze afstand het brandpunt (F).



Experiment:

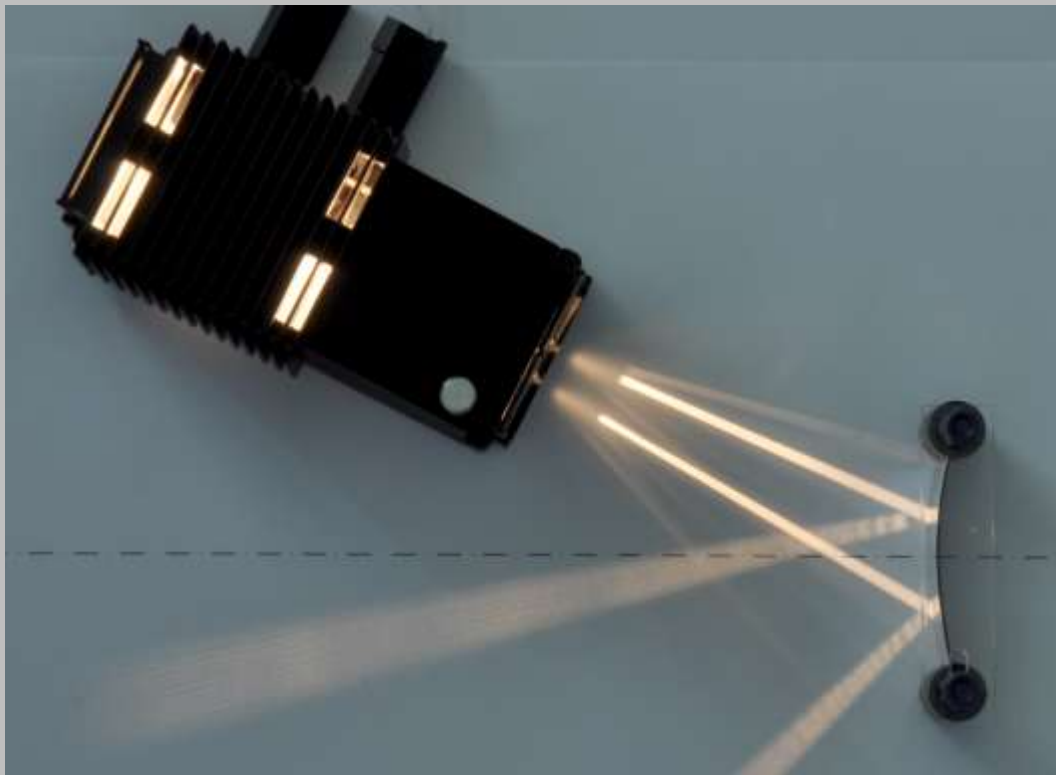
We zenden de volgende lichtstralen één voor één naar de spiegel: een lichtstraal door het krommingsmiddelpunt M (de hoofdstraal), een straal in de richting van het virtuele brandpunt F' (brandpuntsstraal) en een parallelle lichtstraal op een afstand van 2 cm t.o.v. de optische as. De weerspiegelde stralen markeren we elk met twee punten en we trekken de lijnen door met een liniaal nadat de spiegel is weggehaald.

Conclusies:

1. De hoofdstraal weerspiegelt in zichzelf.
2. De brandpuntsstraal loopt parallel aan de as na de weerspiegeling.
3. De parallelle straal wordt zodanig weerspiegeld alsof het afkomstig is uit het virtuele brandpunt.

2.8. WEERGAVE VAN EEN PUNT DOOR EEN BOLLE SPIEGEL

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron
Schermpje met enkele en dubbele spleet
Holle en bolle spiegel
2 Snoertjes
Elektrische voeding



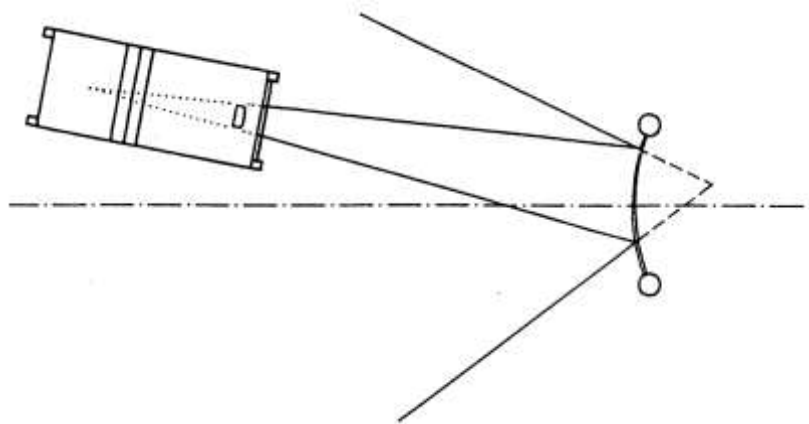
We produceren het beeld van een puntvormige lichtbron met behulp van een bolle spiegel.

Vorbereiding:

We plaatsen de lichtbron op een vel papier waarop een rechte lijn van links naar rechts (langs het optische midden) is getekend. We gebruiken de lichtbron eerst met de rechthoekige opening voor divergerend licht. Het schermje met de dubbele spleet maken we vast aan de lichtbron. De holle/bolle spiegel houden we met twee vingers vast en buigen hem iets naar buiten. De krommingshoek van de spiegel zetten we vast met behulp van de klemband en de schroeven. We plaatsen de bolle spiegel op een vel papier in een rechte hoek t.o.v. de optische as.

Experiment:

De twee stralen vallen onder een kleine hoek op de spiegel. De weerkaatste stralen zijn divergent. De gebeurtenis en de weerkaatste stralen markeren we met punten en trekken de lijnen door nadat de spiegel en de lichtbron zijn weggehaald. We verlengen de weerkaatste stralen tot het snijpunt dat het ogenschijnlijke beeld vormt van de lichtbron.



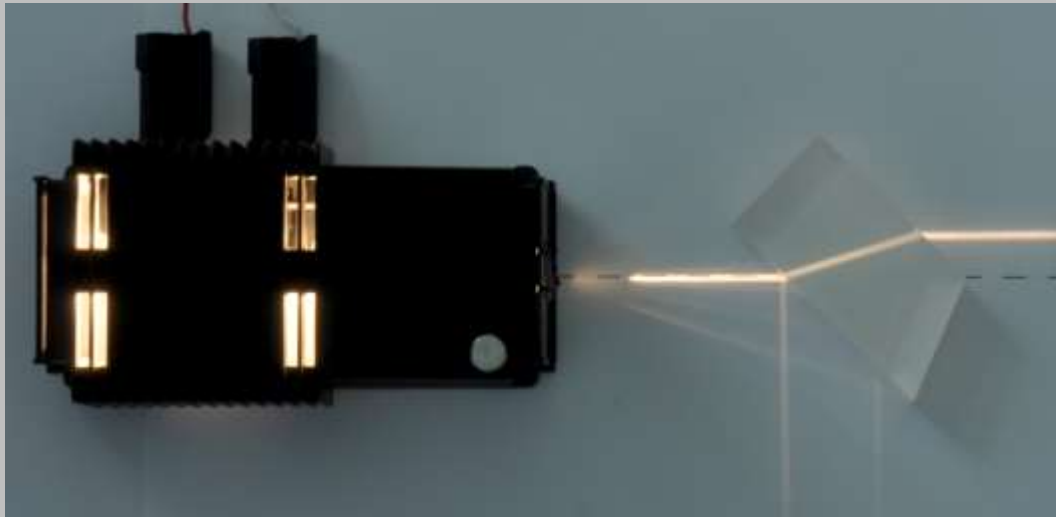
Conclusie:

Lichtstralen die op een bolle spiegel vallen vanaf een voorwerp zullen (meer) divergent worden na weerkaatsing. De doorgetrokken weerspiegelde lijnen vormen het ogenschijnlijke (virtuele) (bij-)brandpunt op een denkbeeldig punt achter de spiegel.

3. BREKING

3.1. BREKING TUSSEN TWEE GRENSVLAKKEN

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Trapezevormig blok

2 snoertjes

Elektrische voeding



Vorbereiding:

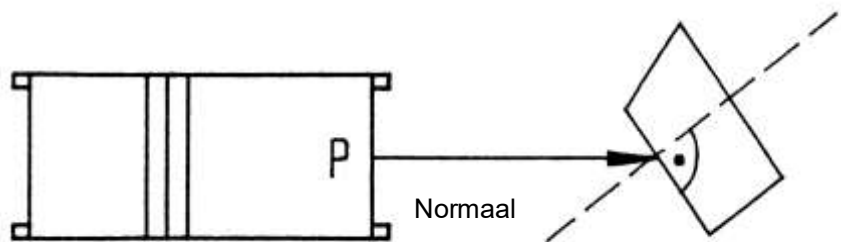
We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We gebruiken hem met de rechthoekige opening voor het parallelle licht (verwijder de bescherming indien gewenst en bevestig hem omgekeerd). We maken het schermje met de enkele spleet vast aan de lamp. We plaatsen het trapezevormige blok op het vel papier als een planparallele plaat en we trekken de parallelle hoeken door volgens de schets. We tekenen een normaal (lijn loodrecht op de rand van het trapezium waar de lichtstraal invalt). Waar de normaal de rand van het blok raakt zetten we een streepje.

1. Experiment:

We sturen een straal over de normaal, richting het blok.

2. Experiment:

We stellen nu een lichtstraal in die het streepje raakt onder een hoek met de normaal (zie schets). We stellen het punt vast waar de straal tevoorschijn komt aan het andere uiteinde en we markeren de baan voor en achter het glazen blok met nog wat meer punten. Nadat we het model van de trapezoïde hebben weggehaald trekken we de baan van het licht over. Deze baan tekenen we voor het glas, door het glas en nadat het door het glas heen is gegaan.

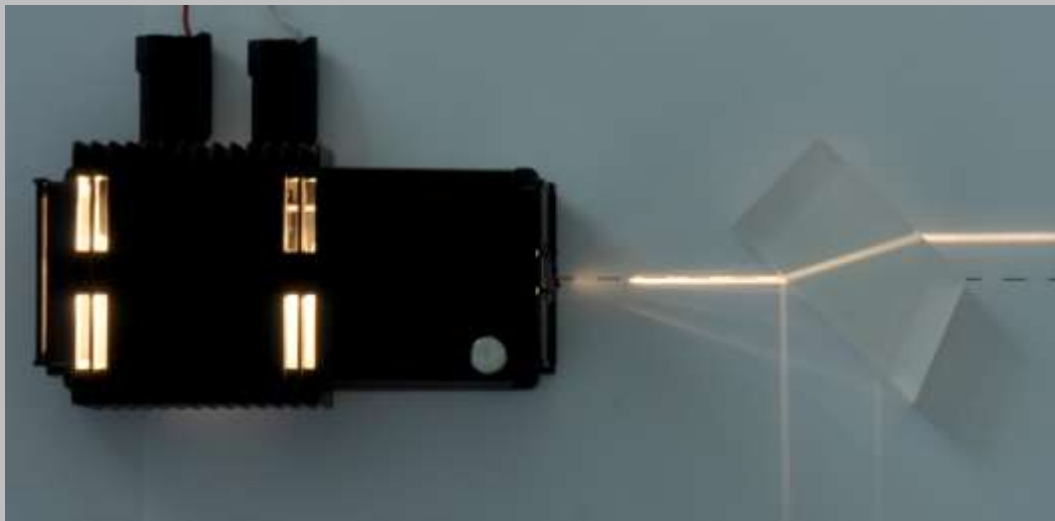
**Conclusies:**

1. Als een lichtstraal het grensvlak van verschillende materialen loodrecht treft, dan vindt er geen richtingswijziging plaats.
2. Als de lichtstraal het grensvlak onder een hoek raakt, vindt er wel een richtingsverandering plaats.
3. Na het verlaten van een planparallele plaat loopt de lichtstraal parallel aan de invalshoekstraal. De lichtstraal is op die manier een parallel verschoven.

3.2. BREKINGINDEX VAN GLAS

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Trapezevormig blok glas

2 Snoertjes

Elektrische voeding



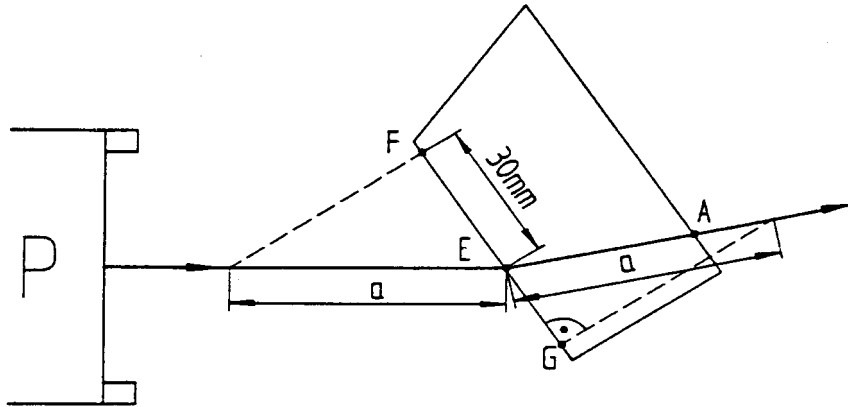
De brekingsindex geeft de mate van richtingsverandering aan wanneer een lichtstraal doordringt in een bepaald materiaal.

Vorbereitung:

We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We gebruiken hem met de rechthoekige opening voor parallel licht. Het schermpje met de enkele spleet maken we vast aan de lichtbron. We plaatsen het trapezevormige blok glas op het vel papier als een planparallelle plaat, en de parallelle hoeken tekenen we erop. We trekken er een normaallijn (invalshoek) heen naar één punt (trefpunt van de lichtstraal).

Experiment:

Een lichtstraal raakt punt E onder een bepaalde hoek en we markeren het uitgangspunt A op de tegenoverliggende hoek. We markeren ook nog een verder gelegen punt van de invalstraal. Nadat we de lamp en de plaat hebben weggehaald verlengen we de lijnen van inval en breking tot achter punt A.



De lijn, die het invalspunt markeert wordt vanaf E verder getrokken naar boven. We markeren 3 cm vanaf E tot aan punt F. We trekken een normaallijn naar het invalspunt in F. Daaruit is het vlak A op de invalstraal af te leiden.

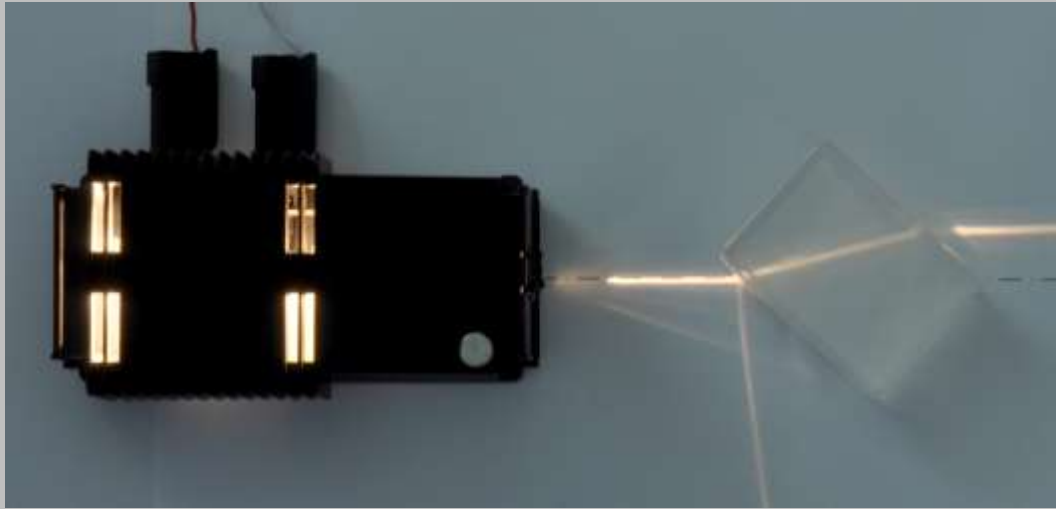
De afstand zetten we over op de weerkaatste straal. We trekken een normaallijn vanaf het eindpunt van deze afstand naar het grensvlak (voetpunt G). We bepalen de lengte van de afstand EG. We delen het dimensiegetal EF door het dimensiegetal EG en hebben daarmee de brekingsindex bepaald.

Resultaat: De brekingsindex van glas (voor de overgang van lucht naar glas) is 1,5.

N.B. De brekingsindex is ook te bepalen door de normaal te tekenen. Deze hulplijn is loodrecht op de zijde van het trapezevormig blok. En begint bij het invalspunt van de lichtstraal. De hoek tussen lichtstraal en normaal kun je bepalen en ook de hoek van de lichtstraal in het materiaal en de normaal is op te meten. Met de wet van Snellius is dan een waarde voor de brekingsindex te bepalen.

3.3. BREKING BIJ DE OVERGANG VAN LUCHT NAAR WATER

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron
Schermpje met enkele en dubbele spleet
Transparant plastic bakje
2 Snoertjes
Elektrische voeding



Analoog aan de experimenten met het trapezoid model onderzoeken we de richtingsverandering van de lichtstraal bij de overgang van lucht naar water. Tevens bepalen we de brekingsindex van water.

Vorbereitung:

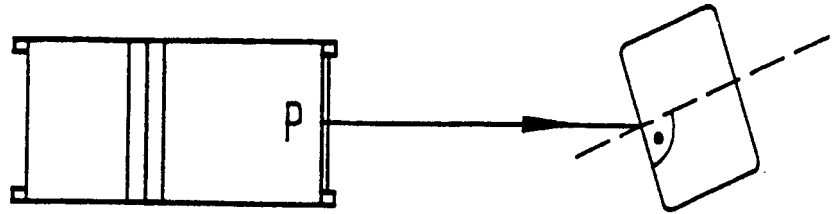
We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We gebruiken hem met de rechthoekige opening voor parallel licht (verwijder de bescherming en plaats het in omgekeerde richting). We bevestigen het scherpje met enkele spleet aan de lichtbron. We vullen het transparante plastic bakje met water en plaatsen het op het vel papier zoals aangegeven op de schets. We tekenen zowel de parallelle lijnen als de normaallijn (invalshoek) erheen in één punt (trefpunt van de lichtstraal).

1. Experiment:

Een lichtstraal raakt het bakje in de normaalrichting. Het komt er zonder breking aan de andere kant uit.

2. Experiment:

We laten een lichtstraal op het bakje vallen in een bepaalde hoek (bijv. 45°). We markeren het invalspunt E en het uitgangspunt A van de straal, plus telkens een verder gelegen punt. Nadat we het bakje hebben weggehaald trekken we de lijnen door met een liniaal. De straal wordt in parallelle richting verplaatst, zowel bij het invalspunt in het water als bij het uitgangspunt weer naar de lucht.



3. Experiment:

We beoordelen het resultaat van het tweede experiment om de brekingsindex van water te bepalen. We verlengen de afgebroken lichtstraal vanaf punt A. De lijn die het grensvlak markeert verlengen we bij punt E naar boven toe. We markeren 3 cm vanaf E tot aan punt F. We trekken een normaallijn naar het raakpunt in F. Daaruit is het vlak A op de trefstraal af te leiden.

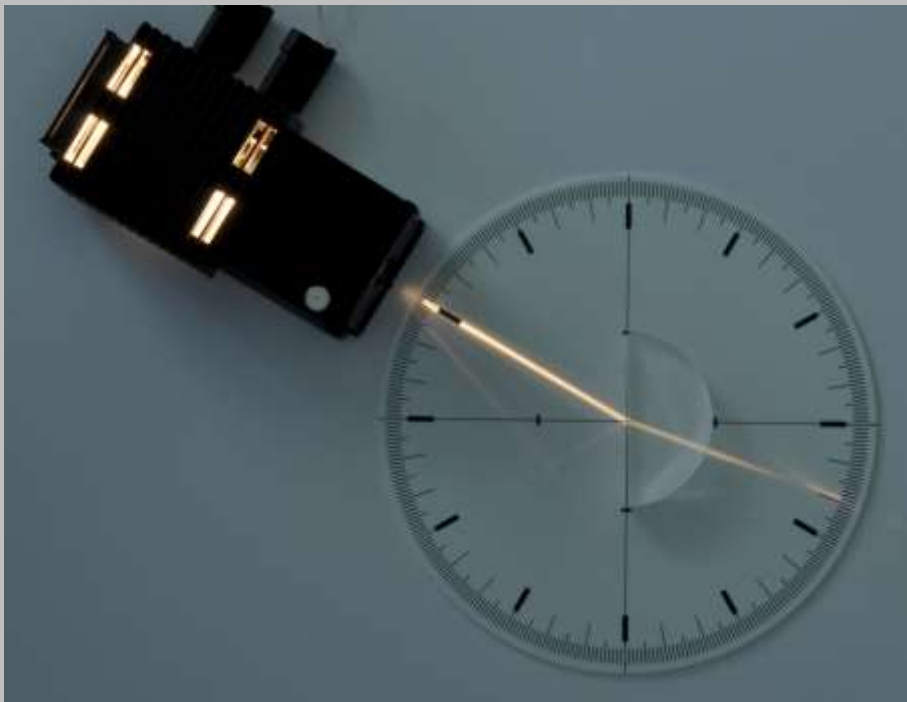
De afstand zetten we over op de weerkaatste (gebroken) straal. We trekken een normaallijn vanaf het eindpunt van deze afstand tot aan het grensvlak (voetpunt G). We bepalen de lengte van de afstand EG. We delen het dimensiegetal EF door het dimensiegetal EG, en hebben daarmee de brekingsindex van water bepaald.

Resultaat:

De brekingsindex van water (voor de overgang van lucht naar water) is 1,3.

3.4. HOEK VAN INVAL EN HOEK VAN BREKING

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron
Schermpje met enkele en dubbele spleet
Halve cirkel
Optische schijf
2 Snoertjes
Elektrische voeding

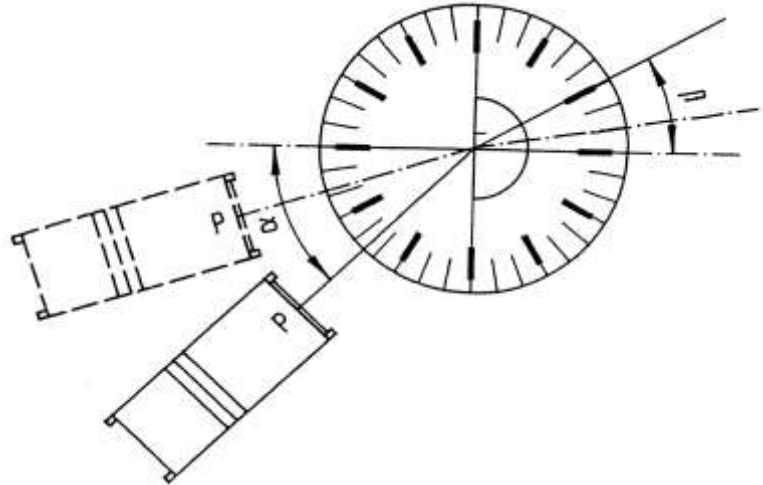


We willen de samenhang tussen de invalshoek en de brekingshoek voor de overgang van lucht naar glas onderzoeken.

Vorbereiding:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht (verwijder de bescherming indien gewenst en plaats hem omgekeerd). We maken het schermje met enkele spleet vast aan de lichtbron. We plaatsen het halve cirkel glazen blok op de optische schijf langs een lijn die precies symmetrisch loopt aan de normaallijn. We plaatsen de lichtbron tegenover de optische schijf, zoals in de tekening aangegeven.

Experiment: De lichtstraal moet het halfronde blok *precies in het midden* raken, volgens de gegeven invalshoek (de hoek tussen de lichtstraal en de normaal) in de onderstaande tabel. Omdat een deel van de invallende lichtstraal ook reflecteert op het halve cirkelblok kan de hoek van inval (i) ook afgelezen worden bij de teruggekaatste lichtstraal. Deze hoeken moeten aan elkaar gelijk zijn. (Spiegelwet)



We meten de bijbehorende brekingshoek (tussen de lichtstraal en de invalslijn).

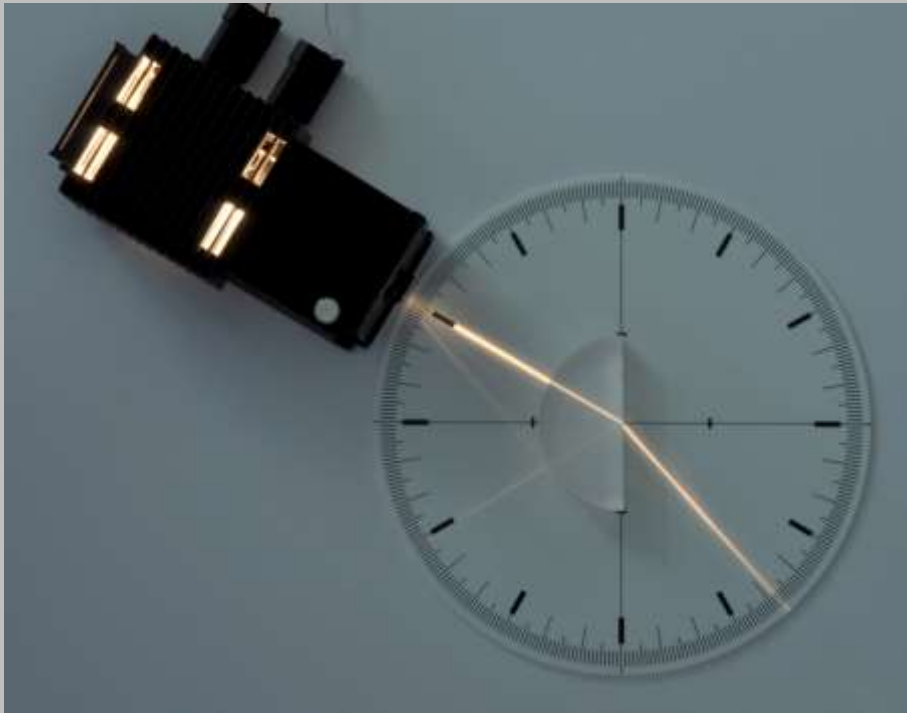
Invalshoek (i)	0°	10	20°	30°	40°	60°	80°	85°
Brekingshoek (r)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Conclusie:

De brekingshoek van het licht in het glas is altijd kleiner dan de invalshoek van de lichtstraal (in lucht). Als de invalshoek ongeveer 90° is, dan bereikt de brekingshoek hooguit een maximum van 42° .

3.4.1. BREKINGINDEX VOOR VASTE STOFFEN

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



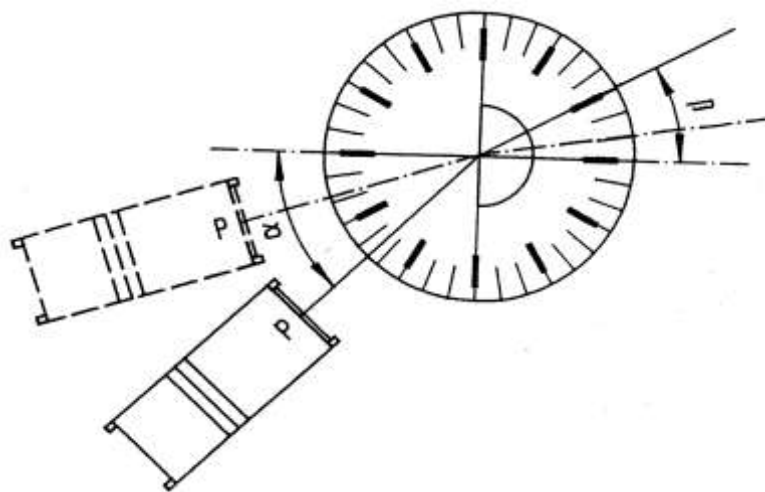
Materiaal:
Lichtbron
Schermplaat met enkele en dubbele spleet
Optische schijf SE
Halfcirkelvormig blok SE
2 Snoertjes
Elektrische voeding



De brekingsindex geeft de mate van richtingsverandering aan van een lichtstraal aan bij de overgang naar een ander materiaal. Deze brekingsindex willen we uitrekenen.

Vorbereiding:

We plaatsen de lichtbron recht voor de optische schijf. We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht (verwijder de bescherming en plaats hem omgekeerd). We maken het scherm met de enkele spleet vast aan de lichtbron. We plaatsen het halfronde glazen blok op de optische schijf zoals aangegeven op de tekening.



Experiment:

We laten een lichtstraal precies in het midden van het halfronde blok onder de aangegeven invalshoek vallen. We meten de bijbehorende brekingshoek en noteren in de tabel hieronder.

Invalshoek i	0°	20°	40°	60°	80°
Brekingshoek r	.....	.....	.....	.....	.....

De brekingsindex n van het gebruikte glas kunnen we nu berekenen met de gegeven formule.

$$\frac{\sin(i)}{\sin(r)} = n$$

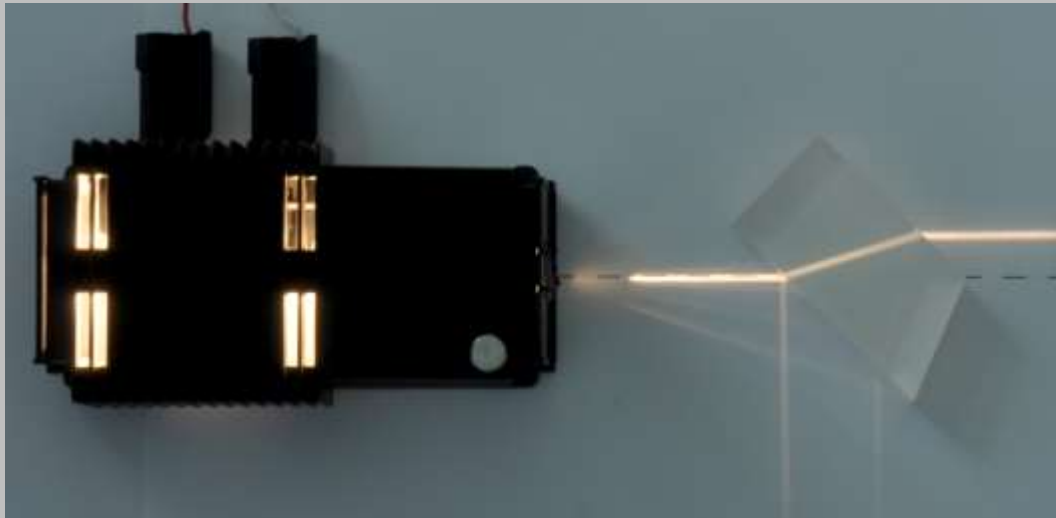
Bereken de waarde van n voor alle meetpunten. De berekende waarde van n zou ongeveer gelijk zijn.

Conclusie: De brekingsindex voor het gebruikte type glas is

3.4.2. BEREKENINGEN AAN PARALLELLE VERSCHUIVING

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Experimentele lamp

Schermpje met enkele en dubbele spleet

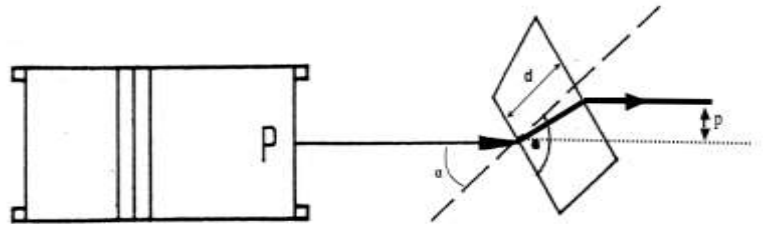
Trapezevormig blok

2 Snoertjes

Elektrische voeding



We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We gebruiken hem met de rechthoekige opening voor parallel licht (verwijder de bescherming en plaats het omgekeerd). We bevestigen het schermje met de enkele spleet aan de lichtbron. We plaatsen het trapezevormige blok op het vel papier als een planparallel vlak volgens de schets. De parallelle hoeken tekenen we op het papier en ook een normaallijn trekken we, naar één punt (het trefpunt).



1. Experiment: We willen een lichtstraal laten vallen met een hoek ten opzichte van de normaal. Markeer de plek waar de lichtstraal het trapezevormig blok ingaat en uitgaat. We markeren de richting van de lichtstraal door verdere punten voor en achter het glazen blok te tekenen. Nadat we het trapezevormige blok hebben weggehaald tekenen we het pad van de lichtstraal zowel voor, als in en na verlaten van het glas.

De parallelle verplaatsing (p) van de lichtstraal kunnen we berekenen door middel van de bekende dikte van het stuk glas (d). De brekingsindex (n) voor de overgang van lucht naar glas moet ook bekend zijn.

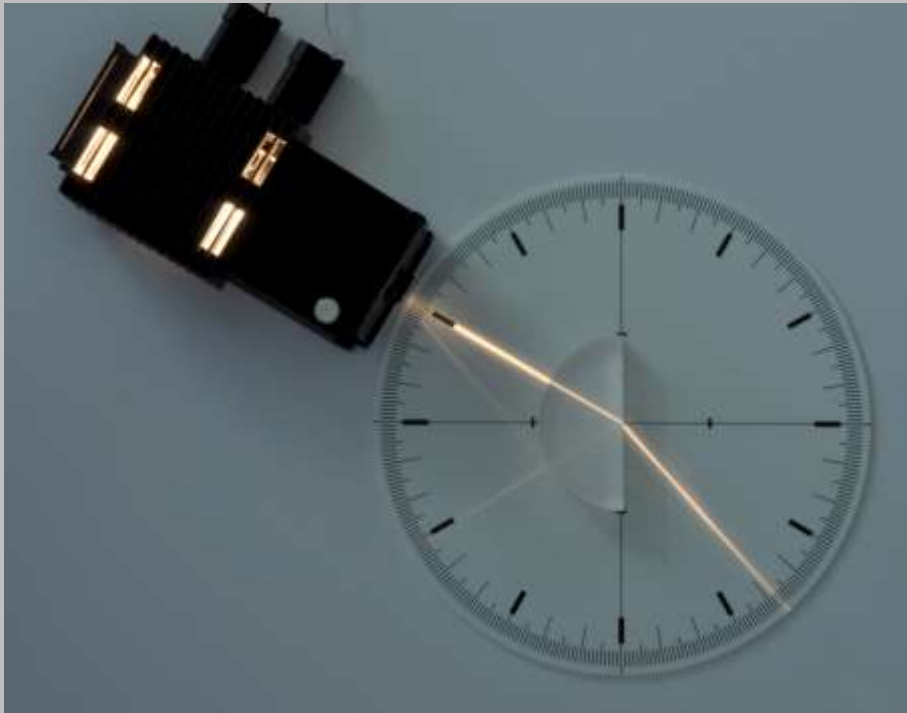
$$p = d \cdot \sin(\alpha) \cdot \left(1 - \frac{\cos(\alpha)}{n^2 - \sin(2\alpha)}\right)$$

$$p = \dots\dots$$

Conclusie: De breking in een plan-parallel vlak is zodanig dat de lichtstralen voor en achter het vlak parallel lopen. De parallelle verschuiving hangt af van de dikte van het vlak, van de brekingsindex en van de invalshoek van de lichtstraal.

3.5. OVERGANGEN VAN GLAS NAAR LUCHT

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



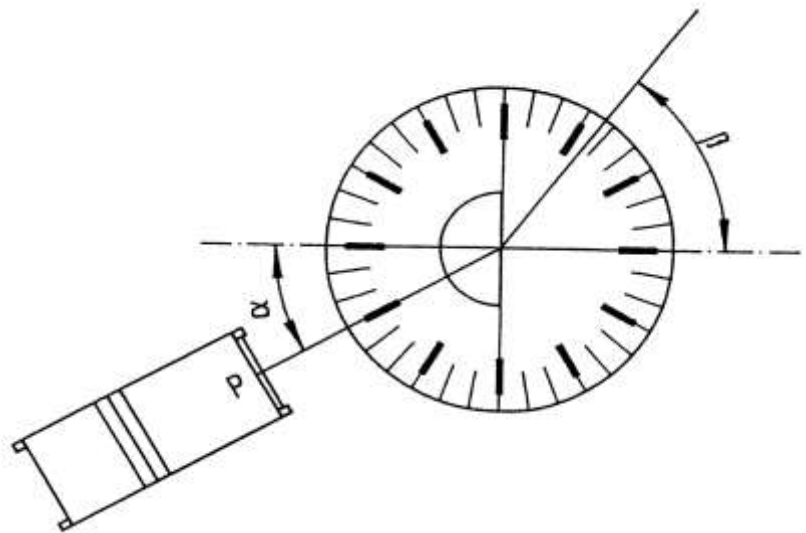
Materiaal:
Lichtbron
Schermje met enkele en dubbele spleet
Halfmond glazen blok
Optische schijf
2 snoertjes
Elektrische voeding



Vorbereitung:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor parallel licht (verwijder de bescherming en maak hem indien gewenst omgekeerd vast). We bevestigen het schermpje met de enkele spleet. We plaatsen de lichtbron tegenover de optische schijf.

We plaatsen het halfronde glazen blok langs de eerste as, en symmetrisch t.o.v. de tweede as. Het halfronde blok staat recht tegenover de lichtbron. De lichtstraal gaat door het glas naar het middelpunt van de halve cirkel.

**1. Experiment:**

De brekingshoeken van lucht worden gemeten volgens de gegeven invalshoeken van glas.

Invalshoek (in glas) i	20°	30°	35°	38°
Brekingshoek (in lucht) r	.....	.....	.....	.....

2. Experiment:

We draaien de schijf van een invalshoek van 38° naar een invalshoek van 44° . Wat gebeurt er?

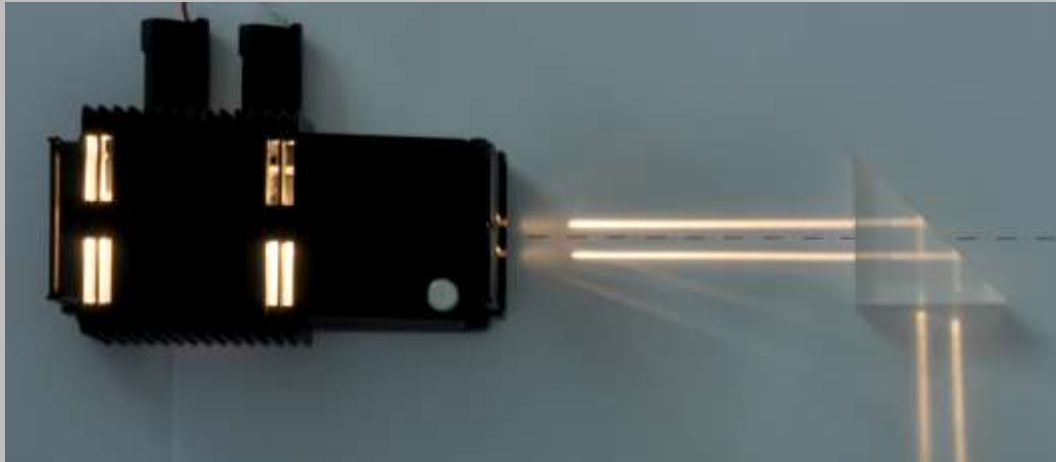
Conclusies:

1. De brekingshoek bij de overgang van glas naar lucht is altijd groter dan de invalshoek van licht in glas.
2. Er is een grenshoek in glas, wanneer deze wordt overschreden treedt er geen breking meer op. Het licht wordt dan weerspiegeld op het grensvlak glas/lucht (totale reflectie/weerspiegeling).
3. De kritische hoek van de totale reflectie bij de overgang van glas naar lucht is ongeveer 42° .

3.6. VERSCHUIVINGEN EN OMKERING BIJ EEN PRISMA

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Gelijkzijdig prisma

2 Snoertjes

Elektrische voeding



Omdat de grenshoek van de totale reflectie van glas 42° is, wordt deze overschreden bij een invalshoek van 45° en wordt het licht in dit geval totaal gereflecteerd.

Vorbereitung:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor parallel licht. We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We maken het scherm met de dubbele spleet eraan vast. We plaatsen het prisma op het vel papier volgens de schets.

1. Experiment:

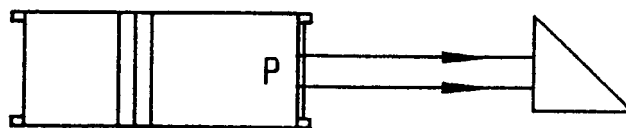
Verschuivend prisma:

De lichtstralen vallen loodrecht in op het prisma.

De lichtstralen raken de rechthoekszijden van de driehoek en worden dus gereflecteerd.

Totale reflectie vindt plaats bij de basis van het prisma, omdat de stralen het prisma raken met een invalshoek van 45° .

①



Resultaat:

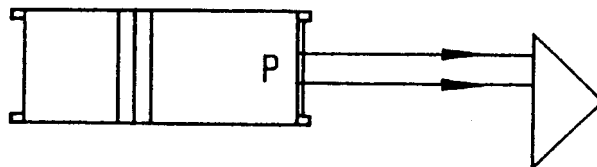
Lichtstralen verlaten het prisma onder een hoek van 90° met de invallende lichtstralen.

2. Experiment:

Omkerend prisma:

De lichtstralen vallen loodrecht in op de basis van de driehoek. De lichtstralen raken de rechthoekszijden met een invalshoek van elk 45° en worden volledig gereflecteerd. Bij de basis komen de stralen te voorschijn uit het glazen blok.

②



Dek de bovenste lichtstraal af.

Welke uitkomende lichtstraal verdwijnt er dan?

Dek de onderste lichtstraal af.

Welke uitkomende lichtstraal verdwijnt er dan?

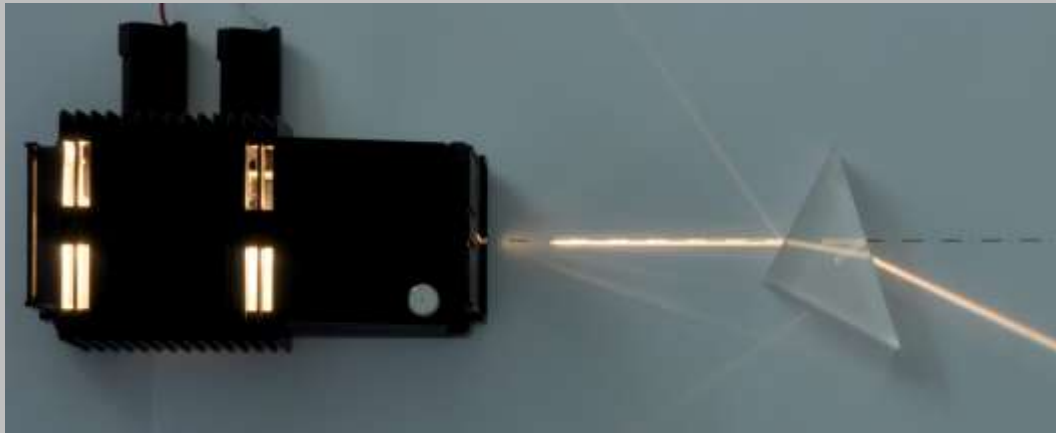
Resultaat:

De lichtstralen komen in tegenovergestelde richting uit het prisma. Daarbij worden de bovenste en onderste straal omgedraaid.

3.7. BREKING VAN EEN PRISMAREKING IN EEN PRISMA

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Gelijkzijdig prisma

Trapezevormig glazen blok

Transparante plastic bak

2 Snoertjes

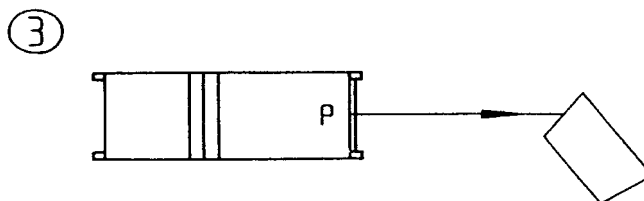
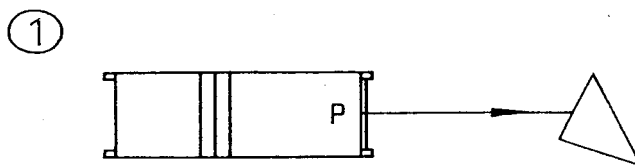


Vorbereitung:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor parallel licht (verwijder de bescherming en bevestig hem omgekeerd). Het scherpje met enkele spleet maken we vast aan de lichtbron. We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We plaatsen het model van het prisma eerst op het vel papier en daarna het trapezevormige blok.

1. Experiment:

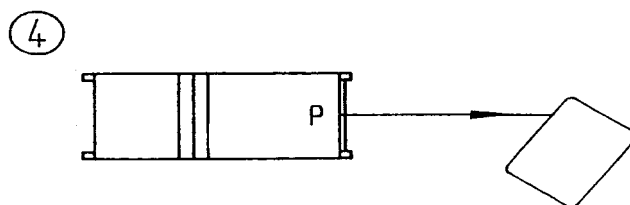
De lichtstraal valt op het gelijkbenige rechthoekige prisma onder een hoek van 45° met de normaal (zie tekening 1). We trekken het prisma over en de lichtstraal markeren we op twee punten, zowel voor als achter het prisma. Nadat we het prisma hebben weggehaald volgen we de stralen en de hoek tussen invallende en gereflecteerde lichtstraal wordt bepaald. (verschuivingshoek).



Resultaat: De verschuivingshoek is

2. Experiment:

We draaien het prisma en bekijken de verschuivingshoek.



Resultaat: Op een bepaalde plaats is de verschuivingshoek het kleinst. De baan van de lichtstralen door het prisma heen is in dit geval het kleinst. We tekenen de stralen voor deze hoek en meten de hoek.

Deze hoek is

3. Experiment:

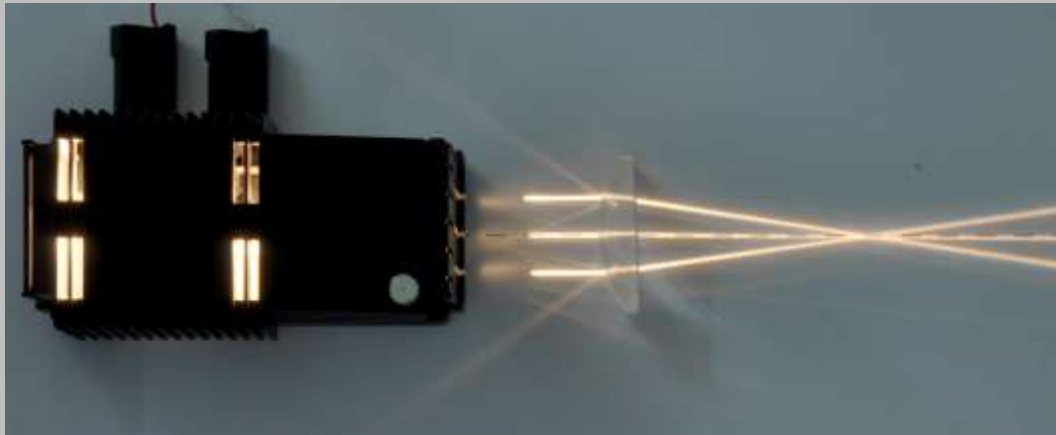
Dan gebruiken we een hoek van 70° van lichtstraal met het trapezevormige blok. We draaien het trapeze blok op zo'n manier dat de verschuiving het kleinst is (symmetrisch traject van de stralen). Opnieuw traceren we de brekingshoeken en markeren we de stralen met punten. Na het weghalen van het trapezevormige blok bepalen we de verschuivingshoek.

Resultaat: De verschuiving is groter als er een grotere brekingshoek is.

4. LENZEN

4.1. BREKING IN BOLLE LENZEN

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron
Schermpje met drie- en vijfvoudige spleet
Vlak-bolle blokken
Halfrond blok
2 Snoertjes
Elektrische voeding

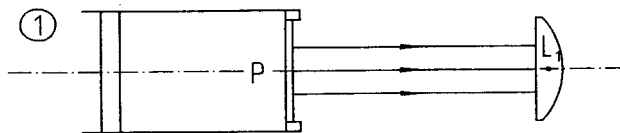


Vorbereiding:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallel licht (verwijder de bescherming indien nodig en maak omgekeerd vast). We plaatsen hem op een vel papier waarop in het midden een rechte lijn van links naar rechts is getrokken (langs de optische as). We maken het schermje met drie spleten vast aan de lichtbron. Het vlak-bolle blok plaatsen we als getekend in figuur 1. We trekken het vlak-bolle blok over en noemen het midden van de lens L.

1. Experiment:

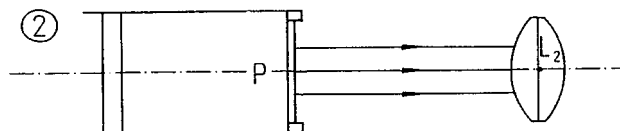
De drie parallelle stralen gaan evenwijdig aan de optische as naar de lens. De weerkaatste stralen komen samen in één punt (het brandpunt). Dit punt markeren we en noemen het F. De afstand tussen L en F is de brandpuntsafstand (f) van de lens.

**Resultaat:**

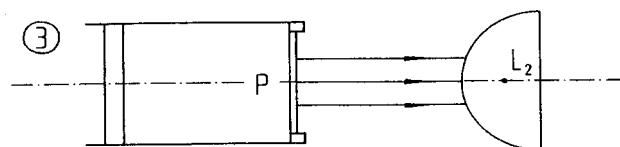
De brandpuntsafstand van de lens is mm.

2. Experiment:

Dan plaatsen we de tweede bolle lens met de vlakke zijde tegen de vlakke zijde van de eerste lens, volgens tekening 2. Het zodoende bepaalde midden L van de lens bevindt zich nu precies op de scheidslijn van de vlak-bolle lenzen. Opnieuw bepalen we de brandpuntsafstand.

**Resultaat:**

De brandpuntsafstand van de lens is mm.

**3. Experiment:**

Dan gebruiken we het halfronde blok als een bolle lens. We plaatsen het op zo'n manier op een vel papier dat de stralen de gebogen zijde raken, zie tekening 3. Het punt L zal zich ongeveer in het midden van het halfronde blok bevinden. De lichtstralen komen weer in één punt samen na de lens. We meten de brandpuntsafstand.

Resultaat:

De brandpuntsafstand van deze lens is mm.

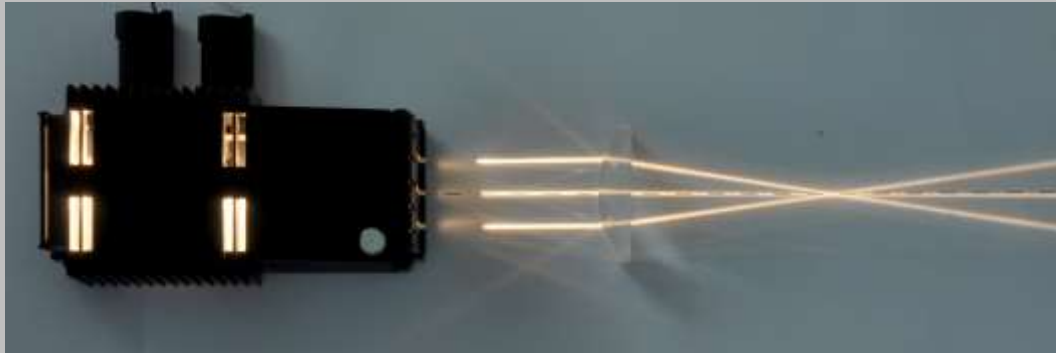
Conclusie:

Stralen, die evenwijdig aan de optische as lopen komen samen in het brandpunt van een bolle lens. De brandpuntsafstand is korter naarmate de lens dikker is.

4.2. CONSTRUCTIESTRALEN

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met drie- en vijfvoudige spleet

Vlak-bol blok

2 Snoertjes

Elektrische voeding

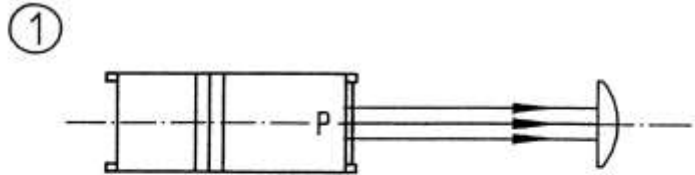


Vorbereiding:

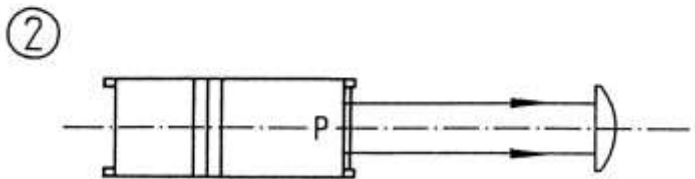
We tekenen de optische as van links naar rechts. We plaatsen er de bolle lens op en trekken de omtrek van de lens na. De lichtstralen zullen de vlakke kant van de lens raken. We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht (verwijder de bescherming indien nodig en bevestig hem omgekeerd). We plaatsen de lamp op een vel papier. Het schermpje met de drie spleten maken we vast aan de lichtbron.

1. Experiment:

De drie lichtstralen gaan evenwijdig aan de optische as en raken de lens. We tekenen het brandpunt.

**2. Experiment:**

Dan gebruiken we het schermpje met de vijf spleten, maar bedekken de drie middelste stralen (bijv. met een strookje papier). We bepalen het brandpunt van de hoekstralen.

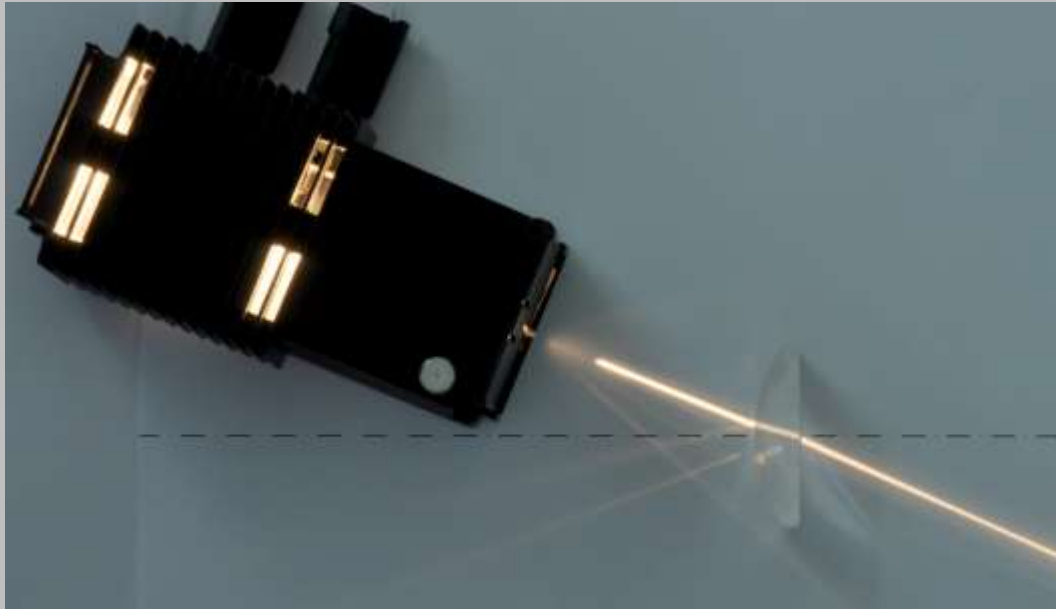
**Conclusie:**

De positie van het brandpunt geldt slechts voor stralen dichtbij de optische as. Hoekstralen bij een lens hebben een kortere brandpuntsafstand. Door het afdekken van de hoekstralen kan de scherpte van de afbeelding worden verbeterd.

4.3. BEELDCONSTRUCTIE BIJ EEN BOLLE LENS

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Schermpje met drie- en vijfvoudige spleet

Vlak-bol glazen blok

2 Snoertjes

Elektrische voeding



Voor de constructie van beelden is kennis van de baan van drie bepaalde stralen nodig.

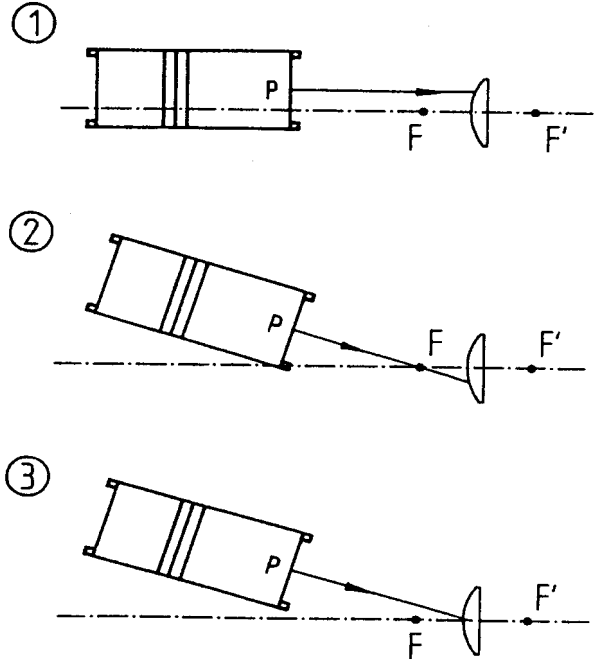
Vorbereitung:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We plaatsen de lamp op een vel papier waarop van tevoren een optische as van links naar rechts is getekend. Het schermje met drievoudige spleet maken we vast aan de lichtbron. De vlak-bolle lens plaatsen we zoals in tekening 1 op de optische as en we trekken de omtrek over. We bepalen het brandpunt door middel van de evenwijdige lichtstralen. We markeren het brandpunt aan beide zijden van de lens.

Experiment:

We maken het schermje met enkele spleet vast aan de lichtbron. We markeren de stralen elk met twee punten en we verbinden de punten na het weghalen van de lens.

1. Er valt een evenwijdige straal (evenwijdig aan de optische as en op een afstand van ongeveer 1 cm ervan) op de lens. Deze gaat na de lens door het brandpunt.
2. Een lichtstraal door het linker brandpunt valt op de lens. Deze gaat na de lens evenwijdig verder aan de optische as.
3. We onderzoeken de lichtstraal door het midden van de lens. Deze loopt door de lens zonder enige breking.



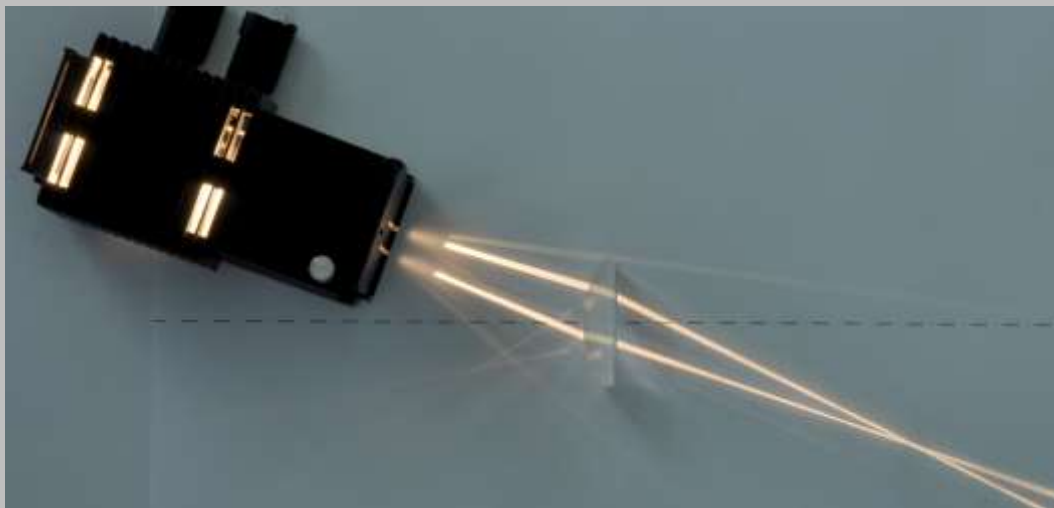
Conclusies:

1. Een evenwijdige lichtstraal gaat na de lens door het brandpunt.
2. Een brandpuntsstraal gaat na de lens door als een evenwijdige lichtstraal aan de optische as.
3. Een lichtstraal door het midden van de lens wordt niet gebroken.

4.4. BEELDPUNTEN BIJ EEN BOLLE LENS

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

L Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Vlak-bol glazen blok

2 Snoertjes

Elektrische voeding



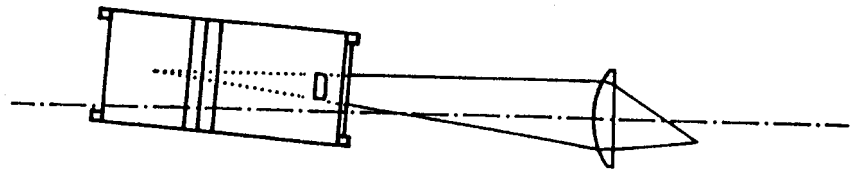
Het beeld van een puntvormige lichtbron wordt geprojecteerd met een bolle lens.

Vorbereiding:

We plaatsen de lichtbron op een vel papier waarop tevoren een rechte lijn is getrokken van links naar rechts (de optische as). We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We maken het schermje met de dubbele spleet vast aan de lichtbron. De vlak-bolle lens plaatsen we in loodrechte positie recht op de optische as, op zo'n manier dat de lichtstralen het vlakke gedeelte raken. We bepalen de brandpuntsafstand van de lens en markeren de brandpunten.

Experiment:

We gebruiken de lichtopening voor divergent licht (verwijder de bescherming en bevestig hem omgekeerd). We maken het schermje met de dubbele spleet vast aan de lamp. De twee lichtstralen raken de lens onder



een kleine hoek t.o.v. de optische as. De lichtbron moet zich achter het brandpunt van de lens bevinden. De gebroken stralen komen in één punt samen, hetgeen het beeld van de lichtbron vormt. We markeren de hoek van inval en de gebroken stralen met punten en we trekken de lijnen door nadat we de lens en de lichtbron hebben weggehaald.

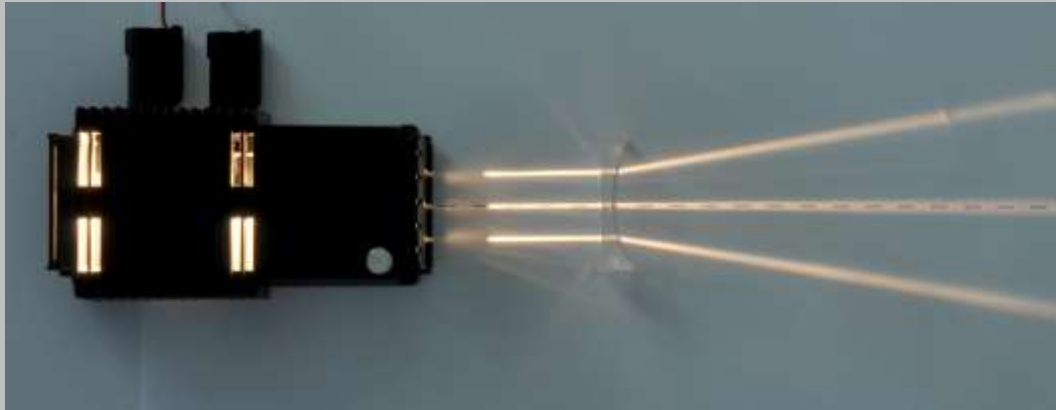
Conclusie:

Licht dat op een bolle lens valt vanaf een punt buiten de brandpuntsafstand komt samen in één punt na breking door de lens. Hierdoor wordt een beeld gevormd.

4.5. BREKING IN HOLLE LENZEN

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met drie- en vijfvoudige spleet

Vlak-hol glazen blok

2 Snoertjes

Elektrische voeding



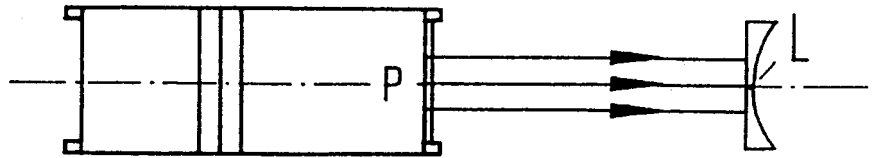
Vorbereiding:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We plaatsen hem op een vel papier waarop tevoren in het midden een rechte lijn is getrokken van links naar rechts (de optische as). We maken het schermje met de drievoudige spleet vast aan de lichtbron. We plaatsen de holle lens op het vel papier zoals op de tekening, zodat de lichtstralen de vlakke zijde raken. We trekken de omtrek over en noemen het midden van de lens L.

Experiment:

De drie evenwijdige lichtstralen raken de lens loodrecht op het grensvlak. De evenwijdige stralen worden zodanig gebroken dat ze divergeren. We markeren de stralen elk op twee punten en trekken ze over nadat we de lens

hebben weggehaald. Dan worden de gebroken stralen naar links terug verlengd (gestippeld) tot hun snijpunt met de optische as. Dit punt noemen we F (het virtuele brandpunt). De afstand tussen L en F is de brandpuntsafstand (f). De brandpuntsafstand van een holle lens wordt weergegeven met een minteken om het te onderscheiden van een bolle lens.

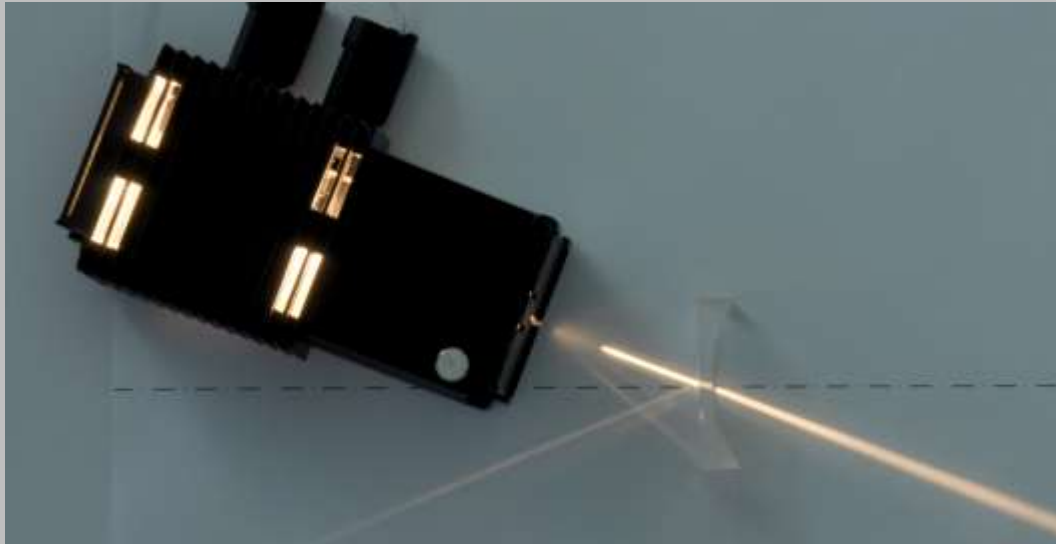
**Conclusie:**

Lichtstralen evenwijdig aan de optische as worden op zo'n manier gebroken dat ze afkomstig lijken te zijn uit het virtuele brandpunt van een holle lens.

4.6. BEELDCONSTRUCTIE BIJ EEN HOLLE LENS

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Schermpje met drie- en vijfvoudige spleet

Vlak-hol glazen blokje

2 Snoertje

Elektrische voeding



Voor de vorming van beelden is kennis van de baan van drie specifieke lichtstralen nodig.

Vorbereitung:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We plaatsen hem op een vel papier waarop tevoren een optische as van links naar rechts is getekend. We bevestigen het schermje met drievoudige spleet vast aan de lichtbron. We plaatsen de holle lens onder een rechte hoek t.o.v. de optische as, zodat de lichtstralen de vlakke zijde raken. We trekken de omtrek over. We bepalen de virtuele brandpunten door middel van de evenwijdige lichtstralen en trekken deze ook aan beide zijden van de lens door.

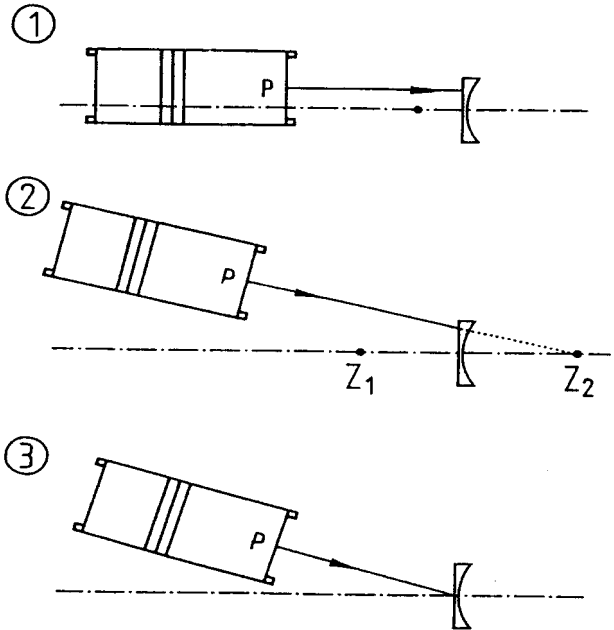
Experiment:

We bevestigen het schermje met de enkele spleet aan de lichtbron. We markeren de lichtstralen elk met twee punten en trekken de lijnen door nadat we de lens hebben weggehaald.

1. Er valt een evenwijdige straal (evenwijdig t.o.v. de optische as op een afstand van ongeveer 1 cm) op de lens. Deze wordt gebroken alsof hij ontstaan was in het virtuele brandpunt.
2. Een brandpuntsstraal, die recht op het brandpunt gericht is valt op de lens. Hij wordt evenwijdig aan de as gebroken.
3. We onderzoeken een centrum- of hoofdstraal, die recht door het midden van de lens loopt. Deze passeert de lens zonder enige breking.

Conclusies:

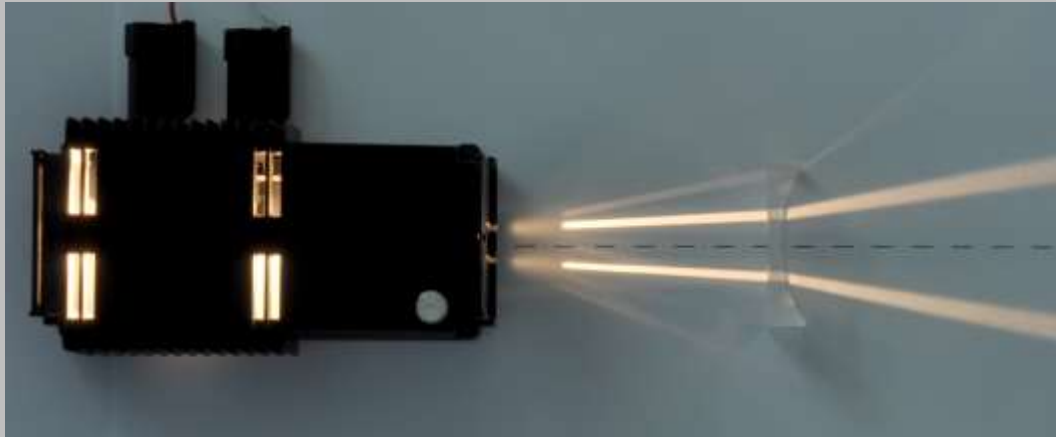
1. Een evenwijdige lichtstraal wordt na zijn breking een lichtstraal, die afkomstig lijkt te zijn uit het virtuele brandpunt.
2. Een brandpuntsstraal wordt een evenwijdige lichtstraal na zijn breking.
3. Een hoofdstraal wordt helemaal niet gebroken.



4.7. BEELDPUNTEN BIJ EEN HOLLE LENS

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Schermpje met enkele en dubbele spleet

Vlak-hol glazen blokje

2 Snoertjes

Elektrische voeding



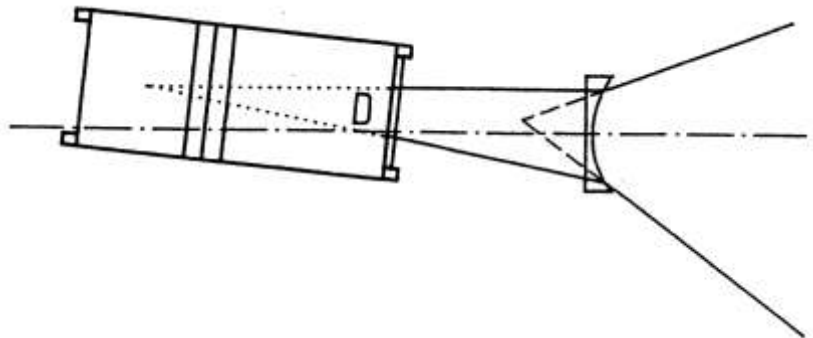
Het beeld van een puntvormige lichtbron wordt gemaakt met een holle lens.

Vorbereiding:

We plaatsen de lichtbron op een vel papier waarop eerder een rechte lijn van links naar rechts is getekend (de optische as). Eerst gebruiken we de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht (verwijder de bescherming indien nodig en bevestig omgekeerd). We bevestigen het schermje met de dubbele spleet aan de lichtbron. We plaatsen de holle lens in een rechte hoek t.o.v. de optische as, zodat de stralen op de vlakke zijde van de lens vallen.

Experiment:

De twee stralen raken de lens onder een kleine hoek t.o.v. de optische as. De gebroken lichtstralen gaan divergent (uit elkaar). We markeren de invalshoek en de gebroken stralen met punten en we trekken ze over na het weghalen van de lens en de lichtbron.



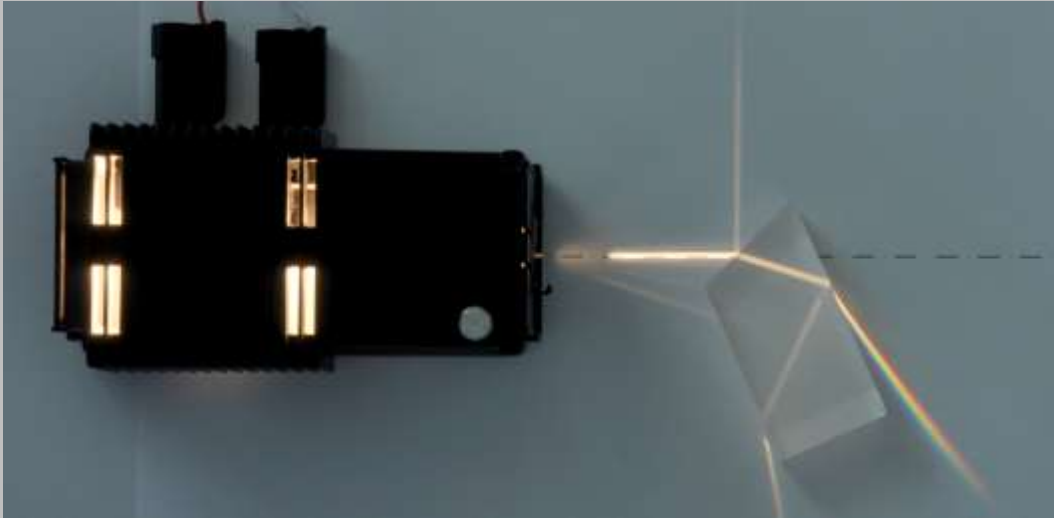
Conclusie:

Licht dat vanuit een punt komt en dat een holle lens raakt komt niet samen in één punt na de breking. Het 'virtuele' beeldpunt ontstaat uit de verlenging van de gebroken stralen.

5. KLEUREN

5.1. KLEURDISPERSIE

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron
Schermpje met enkele en dubbele spleet
Trapezevormig glazen blok
Transparant plastic bakje
2 Snoertjes
Elektrische voeding

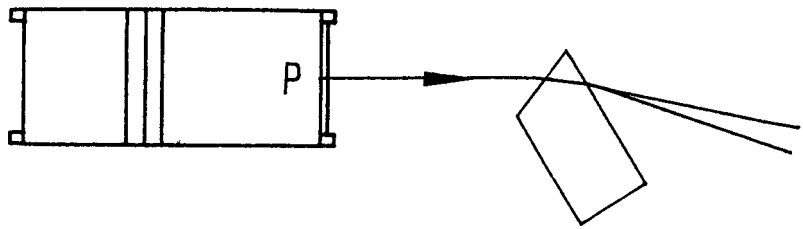


Vorbereiding:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We plaatsen de lamp op een vel papier. We bevestigen het schermje met de enkele spleet.

1. Experiment:

We plaatsen het trapezevormige blok in de baan van de stralen, op zo'n manier dat er een heel sterke breking optreedt bij de grensvlakken, die een hoek van meer dan 70 graden hebben. De gebroken stralen laten een verspreiding (dispersie) zien in verschillende kleuren. De kleur rood lijkt het minst te worden gebroken, de kleur paars (violet) het meest.

**2. Experiment:**

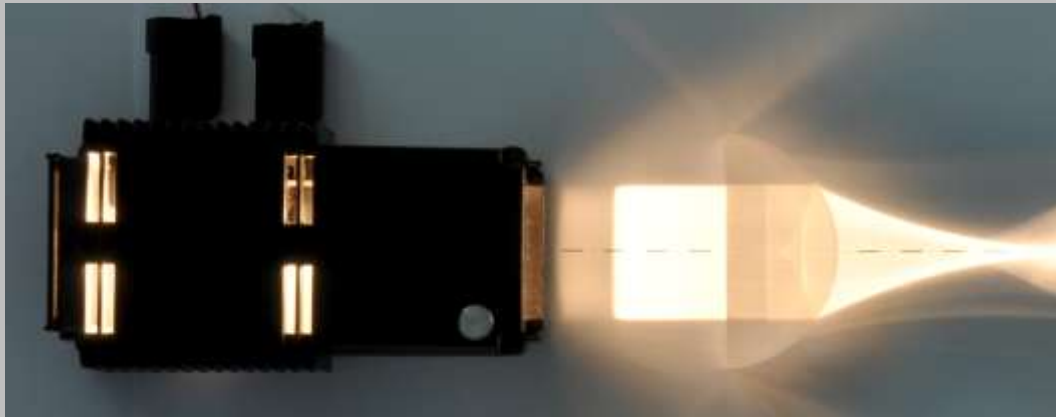
We vervangen het glazen blok door het bakje dat we met water hebben gevuld. Hier zien we ook een dispersie van licht optreden.

Conclusie: Wit licht bestaat uit verschillende kleuren. De verschillende kleuren in wit licht worden in verschillende mate gebroken.

6. HET OOG

6.1. NORMAAL ZICHT

Gebruikte kit:
P9901-4L Optica 1



Materiaal:
Lichtbron
Halfroond glazen blok
1lak-bol glazen blok
2 Snoertjes
Elektrische voeding

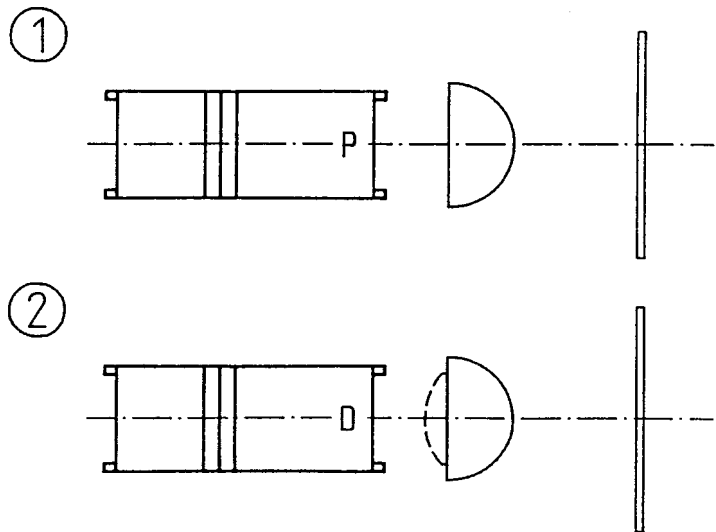


Vorbereitung:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We plaatsen hem op een vel papier. We markeren de plaats van de lichtbron. We plaatsen ook het halfronde glazen blokje (de lens van het oog) op een afstand van 4 cm van de lichtbron op het vel papier. De lichtstralen moeten aan de vlakke zijde op het glazen blokje vallen.

1. Experiment:

We willen de parallel lopende lichtstralen op het halfronde glazen blok laten vallen. De stralen komen samen in het brandpunt. Bij een normaal ziend oog is het netvlies precies op de brandpuntsafstand wanneer de lens van het oog ontspannen is (ongeaccommodeerd). Objecten die verder weg staan en waar dus een bijna parallel lopend licht van wordt ontvangen, worden geprojecteerd op het netvlies.

**2. Experiment:**

Divergente lichtstralen worden uitgezonden door dichtbij staande objecten. We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het divergente licht (verwijder de bescherming indien nodig en bevestig omgekeerd). Het snijpunt van de stralen ligt nu achter het netvlies.

We plaatsen een tweede bolle lens aan de linkerkant van de ooglenzen. Het beeld valt nu opnieuw op het netvlies. Nu is de lens dikker. Het oog kan de ooglenzen dikker maken met behulp van de oogspier ("accommoderen").

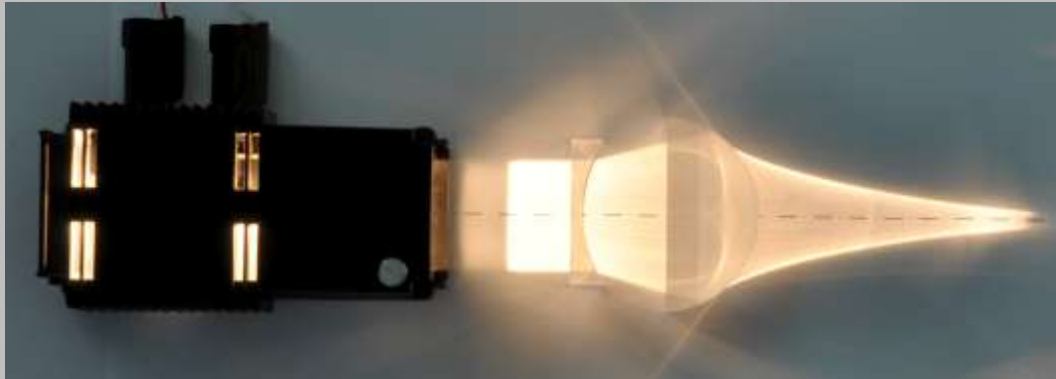
Conclusie:

De oogspier moet ontspannen zijn om scherpe beelden van verder weggelegen objecten te kunnen realiseren. Nabijgelegen objecten worden scherp afgebeeld door het verdikken van de ooglenzen m.b.v. de oogspier.

6.2. BIJZIENHEID

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron
Halfronnd glazen blok
Vlak-bol glazen blok
Vlak-hol glazen blok
2 Snoertjes
Elektrische voeding



Bijziendheid is een oogafwijking, tijdens dit experiment gaan we deze afwijking onderzoeken.

Vorbereiding:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor divergent licht. We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We markeren de plaats van de lichtbron. We plaatsen het halfronde glazen blok ook op het papier, op een afstand van 4 cm van de lichtbron als oogbol. De stralen moeten op de vlakke zijde van het glazen blok vallen.

1. Experiment:

De divergente lichtstralen lopen van nabije voorwerpen tot aan de ooglen; bij het netvlies komen de stralen samen in één punt.

Resultaat:

Dichtbij zijnde voorwerpen worden als een punt weergegeven op het netvlies (bij het ongeaccommodeerde oog!).

2. Experiment:

Dan gebruiken we de lichtbron met de opening voor evenwijdig licht (verwijder de bescherming indien nodig en bevestig hem omgekeerd).

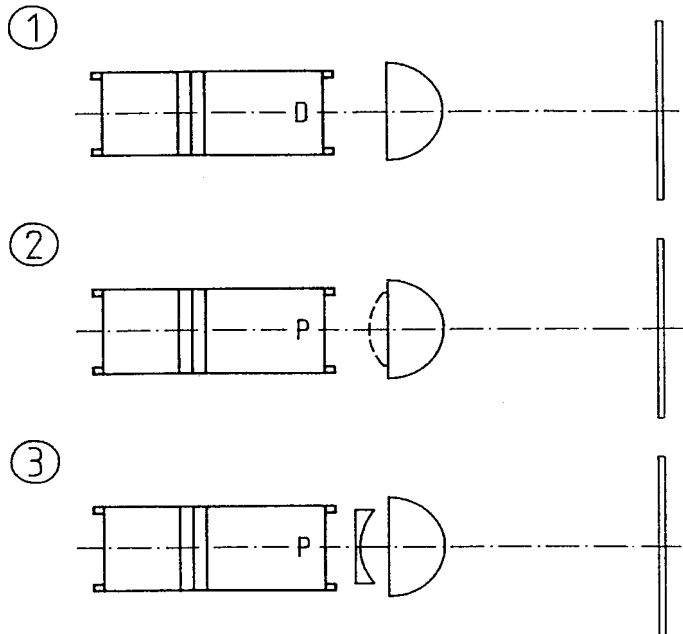
Resultaat:

De evenwijdige lichtstralen (stellen ver afstaande voorwerpen voor) worden tegenover het netvlies opgevangen. Accommodatie (boller maken van de ooglen) zal in dit geval niet helpen (probeer maar eens een bolle len voor de ooglen te plaatsen), omdat het beeldpunt dan nog dichter bij de len komt te liggen.

3. Experiment:

We plaatsen een holle len voor de ooglen, op een afstand van ongeveer 2 cm aan de linkerkant van het halfronde blok, om het beeldpunt van de lichtstralen dichter bij het netvlies te brengen.

Conclusie: Bijziendheid wordt veroorzaakt door een uitgerekte oogbol of te sterke ooglen. De correctie voor deze afwijkingen wordt mogelijk gemaakt door een holle len voor het oog te plaatsen.



6.3. VERZIENHEID

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Halfroond glazen blok

2 Vlak-bolle glazen blokken

2 Snoertjes

Elektrische voeding



De oogbol kan te kort zijn bij een verziend oog.

Vorbereitung:

We gebruiken de lichtbron met de rechthoekige opening voor het parallelle licht. We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We markeren de plaats van de lichtbron. We plaatsen het halfronde glazen blokje ook op het papier, op een afstand van 4 cm vanaf de lichtbron. Dit blokje dient als ooglens. We laten de lichtstralen op de vlakke zijde van het blokje vallen. We gaan de diepte van de normaal-zieende oogbol bepalen door middel van de parallelle lichtstralen, gemarkeerd met hulplijnen. Dan wordt de oogbol afgeplat met 37 mm (volgens de schets).

1. Experiment:

Het snijpunt van de parallel lopende lichtstralen (deze lichtstralen komen dus van een ver verwijderd voorwerp) ligt achter de netvlies van de oogbol. De te korte oogbol is een reden dat verziende mensen geen scherp beeld op het netvlies kunnen projecteren.

Een mens kan het snijpunt van de lichtstralen (beeldpunt) dichterbij het netvlies brengen door middel van accommodatie. (Dit simuleren we door een bolle lens voor de ooglens te plaatsen).

2. Experiment:

Nu maken we divergent licht met de lichtbron. De divergente lichtstralen kunnen niet scherp op het netvlies worden afgebeeld door middel van accommodatie (plaats de bolle lens er voor). Voorwerpen, die dichtbij staan, kunnen niet scherp worden waargenomen.

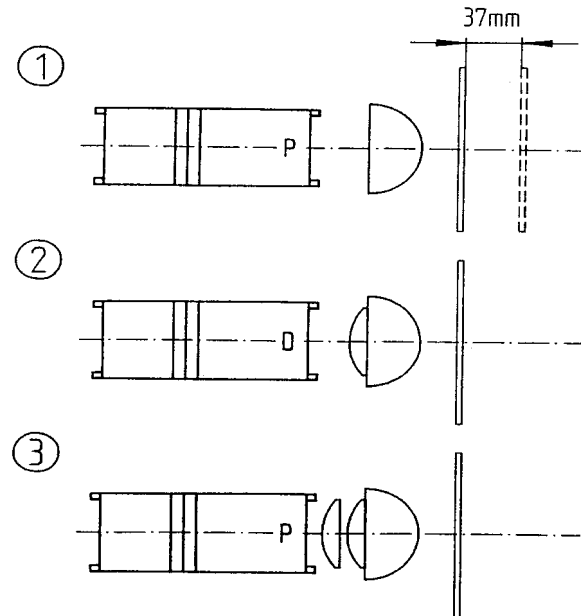
3. Experiment:

Verziendheid kan met behulp van een bolle lens worden gecorrigeerd. De afwijking kan worden gecorrigeerd door brillenglazen met bolle lenzen voor de ogen te plaatsen. We gebruiken vervolgens weer de opening voor het parallelle licht (voor verder gelegen voorwerpen). We kunnen het snijpunt van de stralen op het netvlies laten vallen (accommodatie) door een bolle lens recht voor het oog model te plaatsen.

Als we dichtbij zijnde voorwerpen bekijken dan kunnen we zorgen dat het snijpunt op het netvlies valt door een extra lens als bril te gebruiken. Daarnaast moet dan nog een lens gebruikt worden, deze lens stelt dan het accommoderen voor. We simuleren nu een verziende die naar dichtbij zijnde voorwerpen kijkt.

Conclusie:

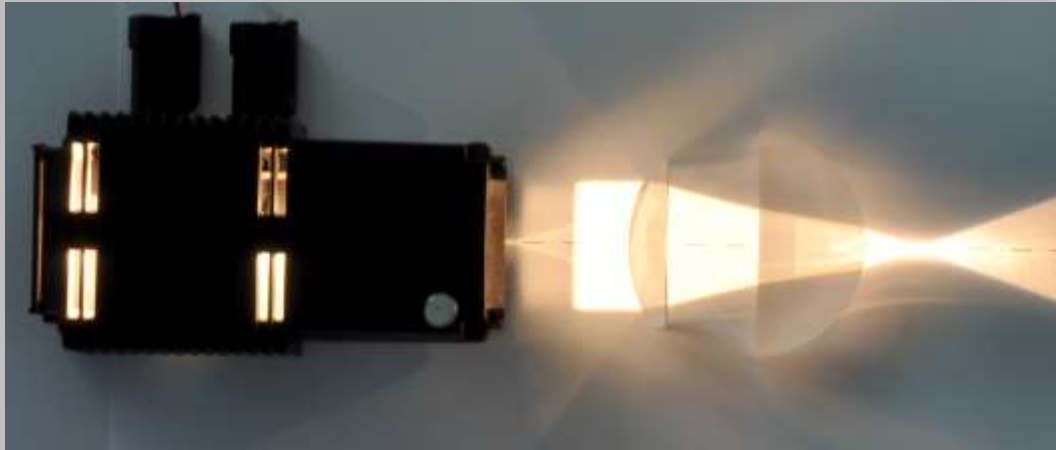
Verziendheid kan worden gecorrigeerd met een bolle lens.



6.4. OUDEZIENHEID

Gebruikte kit:

P9901-4L Optica 1



Materiaal:

Lichtbron

Half rond glazen blok

2 Vlak-bolle glazen blokken

2 Aansluitingen

Elektrische voeding



Vorbereiding:

We gebruiken de lichtbron eerst met de rechthoekige opening voor parallel licht. We plaatsen de lichtbron op een vel papier. We markeren de plaats van de lichtbron. We plaatsen het halfronde glazen blok ook op het vel papier, op een afstand van 4 cm tot de lichtbron. Het dient als ooglens. De stralen willen we laten vallen op de vlakke zijde van het glazen blok. De diepte van het normaal ziende oog bepalen we door middel van de parallelle lichtstralen.

1. Experiment:

We gebruiken de opening voor het divergente licht (bevestig het afdekplaatje omgekeerd). De divergerende lichtstralen (deze komen dus eigenlijk van een dicht bijstaand voorwerp) worden opgevangen achter het netvlies. Het normaal ziende oog kan het beeldpunt naar voren halen richting het netvlies door te accommoderen.

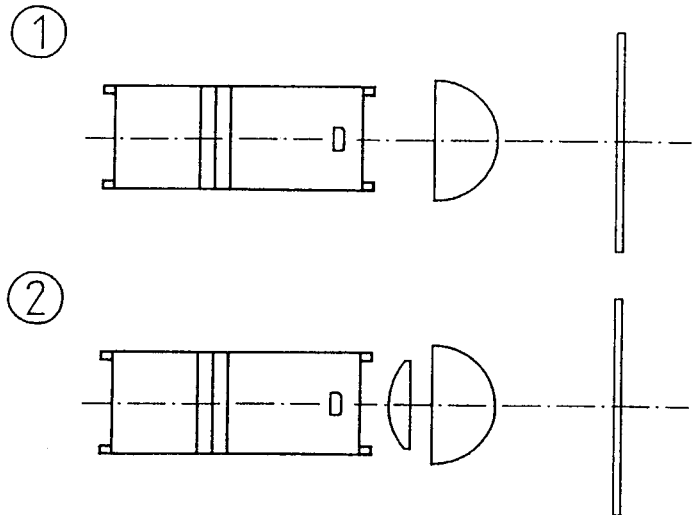
Het oudziende oog is dit accommodatie vermogen verloren. Dichtbij gelegen voorwerpen kunnen niet duidelijk worden gezien.

2. Experiment:

We plaatsen een bolle lens voor het oog zoals aangegeven in de afbeelding. Nu worden de stralen precies op het netvlies opgevangen.

Conclusie:

Oudziendheid (presbyopia) kan worden gecorrigeerd met behulp van bolle lenzen.



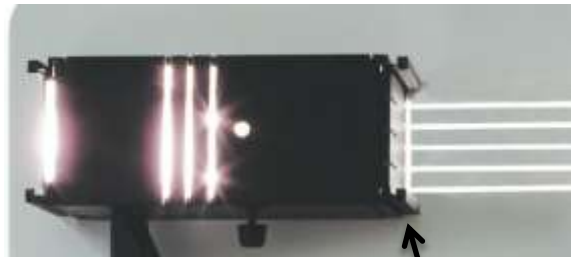
ANNEX. GEBRUIK VAN DE LICHTBRON

Gebruik van de lichtbron van de optica 1 experimenteer kit:

Type 1:

Voor een evenwijdige lichtbundel plaatst u de het afdekplaatje zodanig dat deze licht door het lensje in de lichtbron laat gaan.

Is een evenwijdige lichtbundel nodig, plaats de lichtbron andersom op de tafel. Draai ook het afdekplaatje om, zodat deze het licht door het lensje in de lichtbron blokkeert. Het licht rechtstreeks via de lamp de lichtbron kan verlaten.



Afdekplaatje

Type 2:

Bij dit type lichtbron kan een evenwijdige lichtbundel eenvoudig gemaakt worden door het lensjes voor de lichtbron te klappen. Als een divergerende bundel benodigd is dan het lensje weg geklapt worden door de stelschroef licht in te drukken en te draaien.





©Fruhman, GmbH
NTL Manufacturer & WholeSaler
Werner von Siemens Str. 1
A-7343 Neutal, Austria

www.ntl.at



CMA
A.J.Ernststraat 169
1083 GT Amsterdam

www.cma-science.nl