

Newton 4vwo Natuurkunde

Hoofdstuk 3 · Lichtbeelden

Hoofdstukvragen:

Het hoofdstuk gaat over de lichtbeelden die je met spiegels, lenzen en prisma's kunt maken.

- Hoe ontstaat bij een spiegel een beeld? En bij een lens? Wanneer kun je een lichtbeeld zien?
- Spiegels, lenzen en prisma's veranderen de richting van lichtstralen. Hoe werkt dat? Welke natuurkundige regels gelden daarbij?

Het hoofdstuk gaat ook over optische apparaten zoals foto toestel, diaprojector, overheadprojector, loep, telescopen en bril. Een bijzonder apparaat is het menselijk oog.

- Hoe werken die apparaten? Hoe kun je ermee scherpstellen? Waarom is het beeld vergroot/verkleind?
- Met welke natuurkundige principes kun je de werking begrijpen?

les	datum	klassikaal/docent	leerling/groepje/huiswerk
1		Toets bespreken §2 Lichtbron en spiegelbeeld Probleem 1 – spiegeltje, spiegeltje	theorie blz 65 t/m 69 vervolgopdracht spiegelbeeld
2		overzicht theorie vervolgopdracht spiegelbeeld	opg 8, 9, 10 en 24 probleem 2
3		probleem 2 - spiegelbeeld probleem 3 - zwembad	theorie blz 70 t/m 73 opg 14 en 15
4		overzicht theorie experiment 1 – prisma en breking	theorie blz 74 en 75 opg 16 en 25, probleem 4
5		probleem 4 – prisma's voortgangstoets §3·2 Inleiding §3 ; probleem 5	theorie blz 76 t/m 84
6		experiment 2 - lenzen	theorie blz 85 t/m 88 opg 4, 14, 16 probleem 6
7		probleem 6 – foto toestel probleem 7 - scherpstellen	theorie blz 89 t/m 91 opg 17, 19, 22 probleem 8
8		probleem 8 – lenslampje probleem 9 – negatieve lens	theorie blz 91 t/m 94, onderzoeksplan schrijven
9		onderzoeksplan inleveren probleem 10	opg 15, 43
10		voortgangstoets §3·3	opg 40
11		onderzoek lenzenformules	keuzeopdracht probleem 11
12		afsluiten hoofdstuk probleem 11	keuzeopdracht

Toets in de 3^e toetsperiode: hfst 3 en §4.2

Onderzoek hoofdstuk 3

Lenzenformule en vergrotingsformule

Opdracht

Controleer de lenzenformule en de vergrotingsformule met een experiment. Gebruik bij voorkeur een optisch apparaat, liefst een die je zelf meegenomen hebt.

Enkele mogelijke apparaten:

- Diaprojector
- Verrekijker
- Fototoestel
- Overheadprojector
-

Als je thuis geen oud optisch apparaat hebt, kijk dan bijvoorbeeld in een kringloopwinkel.

In dit onderzoek staan zorgvuldigheid (veel en nauwkeurige metingen) en originaliteit (van de opstelling) centraal. Daarmee kun je dus extra punten verdienen.

Maak met je groep van tevoren een onderzoeksplan. Als je een eigen optisch apparaat gebruikt is het aan te raden om vooraf een testexperiment uit te voeren.

Onderzoeksplan

Maak met je groepje een onderzoeksplan. Besteed in elk geval aandacht aan:

- welke opstelling ga je gebruiken
- wat ga je meten? welke grootheden ga je veranderen?
- hoeveel metingen ga je doen? in welk meetgebied?

§2 Terugkaatsing en breking

Instapvragen bij §2 Lichtbron en spiegeling

Hoeveel weet je al van de onderstaande vragen? Noteer je voorlopig antwoord.

- Voorwerpen die geen licht geven kunnen we toch zien. Hoe komt dat?
- Hoe komt het dat we bij een spiegel wel een spiegelbeeld kunnen zien, maar bij een glad tafelloppervlak niet?

Probleem 1 – Spiegeltje, spiegeltje

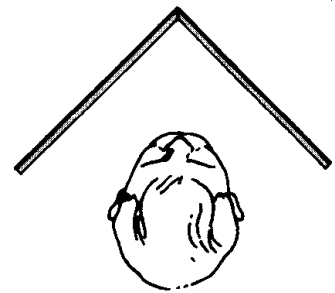
A. Een grote spiegel staat opgesteld voor de klas.

Vlak voor de spiegel staat een voorwerp.

- Omschrijf zo nauwkeurig mogelijk waar het spiegelbeeld van het voorwerp zich bevindt. Gebruik daarbij zonodig een tekening.

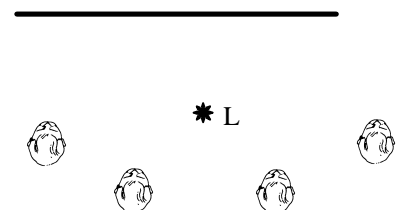
B. Twee spiegels maken een hoek van 90° met elkaar. Nico gaat vlak voor de spiegels staan.

- Voorspel hoeveel spiegelbeelden Nico van zichzelf kan zien.
- Voorspel ook hoeveel spiegelbeelden er zullen zijn als de hoek tussen de spiegels 60° is.

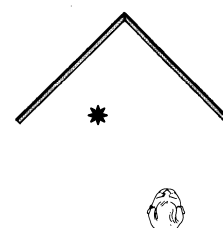


Vervolgopdrachten:

A. Een lamp L staat voor een spiegel. Ziet iedereen het spiegelbeeld van de lamp op dezelfde plek?



B. Nico heeft een kaars tussen de spiegels gezet. Hij ziet nu drie spiegelbeelden van de kaars. Hoe lopen de lichtstralen waardoor Nico het middelste spiegelbeeld kan zien?



Theorie lichtbundels en terugkaatsing

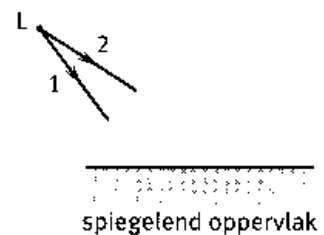
Lees blz. 65 t/m 69 grondig door. Daarin komt een aantal begrippen en formules voor. Omschrijf in je eigen woorden wat er met die begrippen bedoeld wordt.

Divergente en convergente lichtbundels	
Spiegelende terugkaatsing	
Invals- en terugkaatsingshoek	
Virtueel beeld	
Terugkaatsingswet $i = t$	

Opgaven

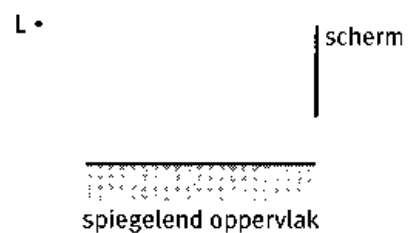
- 8 Op een van de ruimtevluchten naar de maan heeft men op het maanoppervlak een reflector achtergelaten. Vanaf de aarde kan men nu met een laser de afstand tot de maan nauwkeurig bepalen.
- Leg uit hoe men die afstand bepaalt: wat wordt er gemeten en hoe wordt daarmee de afstand tussen de aarde en de maan bepaald?
 - Waarom wordt voor deze afstandsbeplating een laser gebruikt en niet een andere sterke lichtbron?

- 9 In figuur 3 staat een puntvormige lichtbron L voor een spiegel. Teken in figuur 3 het verdere verloop van de twee getekende lichtstralen. Waar zit nu het spiegelbeeld?



Figuur 3

- 10 In figuur 4 staan een puntvormige lichtbron L en een scherm voor een spiegel. Teken in figuur 4 de twee lichtbundels die vanuit L precies op het scherm invallen.



Figuur 4

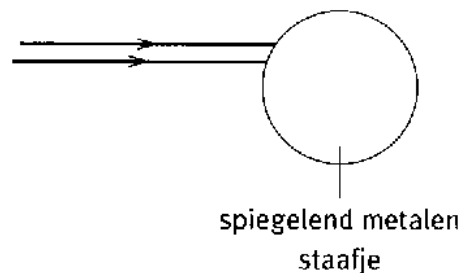
24 Laserbundel

Een laser geeft een smalle evenwijdige lichtbundel. In figuur 15 valt zo'n lichtbundel in op een spiegelend metalen staafje. De teruggekaatste lichtbundel is dan divergent.

a Leg uit waarom de teruggekaatste lichtbundel divergent is.

b Teken in figuur 15 de teruggekaatste lichtbundel.

c De invallende lichtbundel schuift iets omhoog, zodat deze dichterbij de rand van het staafje invalt. Wordt de teruggekaatste lichtbundel daardoor meer of minder divergent? Laat dit zien met een tekening.



Figuur 15

Probleem 2 Wat doet een spiegel?

I. Op een overheadsheet schrijf je een woord, b.v. SPIEGEL. De sheet houd je voor een spiegel, zodanig dat je het woord kunt lezen. Wat zie je nu in de spiegel?

- a Het normaal leesbare woord
- b Het woord in spiegelbeeld
- c Het woord in spiegelbeeld en achterstevoren
- d Het woord op zijn kop

II. In de winkel hangt een passpiegel aan de muur. Daarin moet je bijvoorbeeld kunnen zien of die hoed je wel goed staat, of dat die broek wel lang genoeg is.

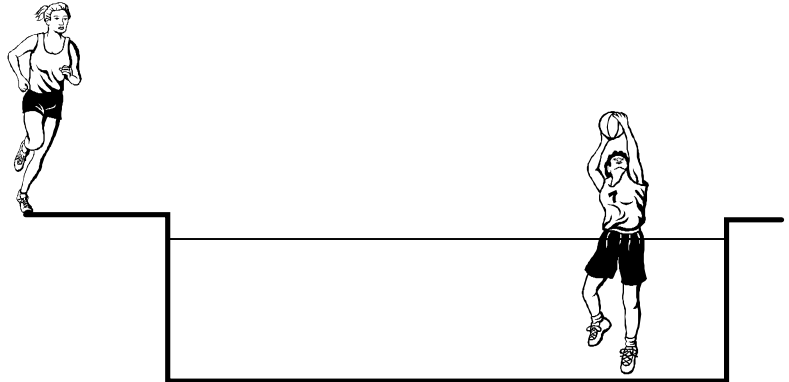
Hoe lang moet een passpiegel tenminste zijn om je totale spiegelbeeld te kunnen zien?

- a Minstens zo lang als jezelf, van de grond tot de bovenkant van je hoofd.
- b Tenminste de helft van de lengte van je lichaam.
- c Dat hangt af van de afstand tot de spiegel: hoe verder je van de spiegel staat des te minder zie je van je eigen lichaam.
- d Hoe verder je van de spiegel staat des te meer zie je van je eigen lichaam.

Probleem 3 – In het zwembad

Je staat tot je middel in het zwembad. Zoals altijd doe je je best om op te vallen door een beetje stoer te doen. Dat valt niet mee, want iemand die vanaf de kant naar je kijkt ziet het onderste gedeelte van je lichaam heel anders dan normaal.

- Op welke manier ziet het gedeelte dat onder water is er anders uit?
 - a Breder
 - b Smaller
 - c Langer
 - d Korter



- Hoe groot is die verandering (maak een schatting in %)?

Demonstratie

Onderzoek het verschijnsel met behulp van een bak water en twee gelijke voorwerpen (bijvoorbeeld twee poppen). Controleer of je voorspelling klopt.

Vervolgopdracht

Leg uit hoe het komt dat het gedeelte onder water er anders uitziet.

Theorie

Lees de theorie van blz 70 t/m 73. Noteer wat de onderstaande begrippen betekenen.

Invalshoek, brekingshoek	
Breking naar de normaal toe	
Breking van de normaal af	
Brekingsindex	
Kleurschifting	
Totale terugkaatsing	

Formulelijst

Noteer bij de onderstaande formules:

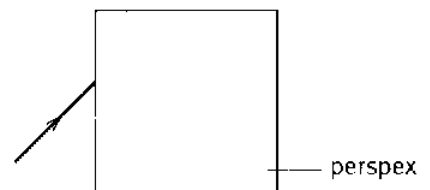
- Wat betekent elk symbool?
- Welke eenheid hoort bij elk symbool?
- Wanneer kun je de formule toepassen?

$\frac{\sin i}{\sin r} = n$	
$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$	
$\sin g = \frac{1}{n}$	

Opgaven

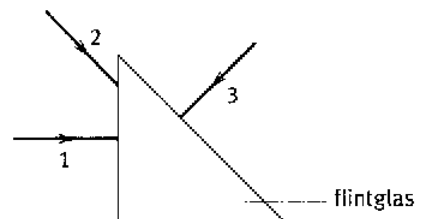
14 In figuur 6 valt een lichtstraal in op een perspex kubus.

- Welke waarde heeft de brekingsindex van perspex?
- Teken en bereken in figuur 6 het verdere verloop van de invallende lichtstraal tot deze de perspex kubus heeft verlaten.



Figuur 6

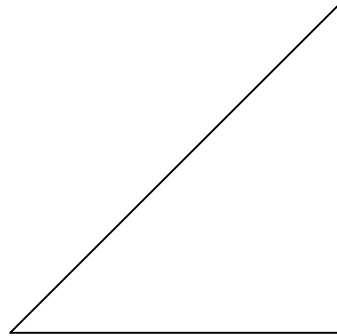
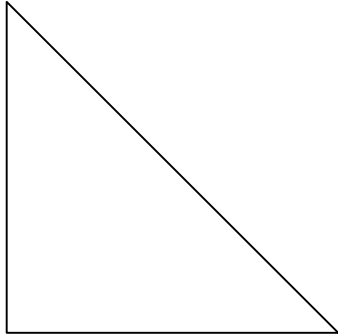
15 In figuur 7 vallen drie lichtstralen in op een prisma van zeer zwaar flintglas. Teken in figuur 7 het verdere verloop van de drie lichtstralen.



Figuur 7

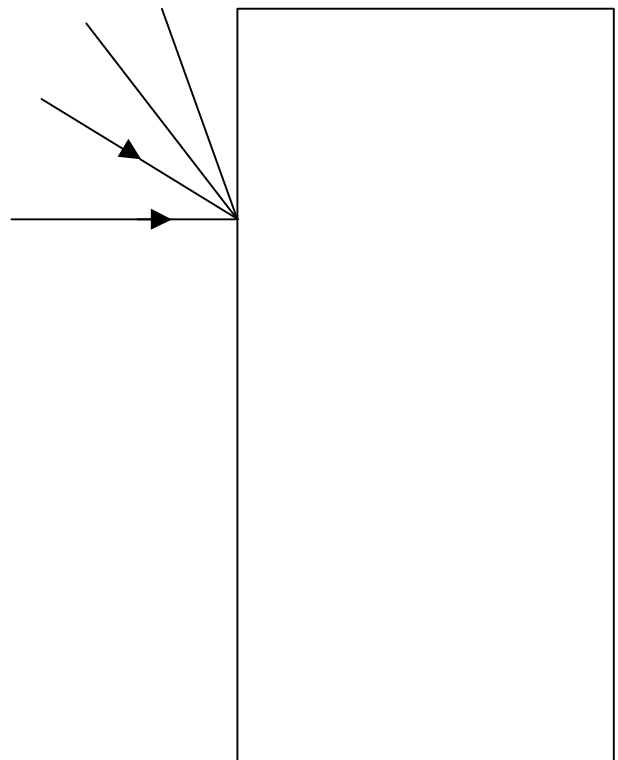
Experiment 1 - Lichtkastje, prisma en perspex blok

- A** Een prisma wordt op twee manieren gebruikt: je kunt ermee om een hoekje kijken (in een periscoop of een verrekijker) en je kunt er een spectrum (een regenboog) mee maken. Gebruik voor de volgende onderzoeken zo nodig een lichtkastje en maak een tekening.



- Hoe kun je met een prisma om de hoek kijken?
- Hoe kun je met een prisma een spectrum maken?

- B** De richting van een lichtstraal verandert als het door glas of perspex gaat. Laat de lichtstraal door het perspex blok gaan, en er aan de andere kant weer uitkomen.



- Teken hiernaast hoe de verschillende lichtstralen door het blok gaan, en er aan de andere kant weer uitkomen.
- In welke richting wordt de lichtstraal gebroken als de lichtstraal het blok ingaat? En als de lichtstraal naar buiten komt?
- Meet bij het perspex blok de invalshoek en de brekingshoek. Controleer of de brekingswet klopt. Doe hetzelfde bij de lichtstraal die het blok uitkomt.

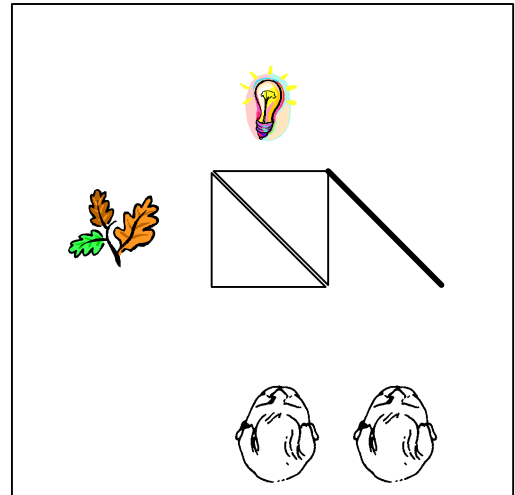
Breking vanuit lucht		
hoek i	hoek r	

Breking naar lucht		
hoek i	hoek r	

Probleem 4 - Twee prisma's en een spiegel

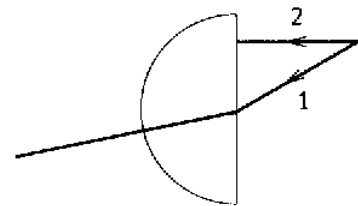
In de getekende opstelling zie je twee prisma's, een spiegel en twee voorwerpen. Nico kijkt vanaf de voorzijde naar het prisma en in de spiegel.

- Wat ziet Nico in het prisma?
 - Wat ziet Nico in de spiegel?
 - Wat zal Nico zien als de smalle spleet tussen de twee prisma's gevuld wordt met water?
- Controleer je voorspelling met een experiment in de klas.



- 16 In figuur 8 vallen twee lichtstralen in op een halve cilinder van een doorzichtig materiaal. Van de eerste invallende lichtstraal is het verdere verloop na breking getekend.

a Bepaal de brekingsindex van het cilindermateriaal.



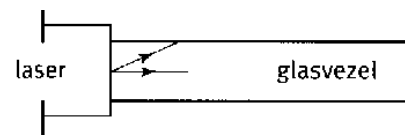
Figuur 8

b Teken hoe lichtstraal 2 verder gaat.

25 Glasvezel

Glasvezels worden gebruikt om informatie (bijvoorbeeld een telefoongesprek) over een grote afstand te transporteren. Die informatie wordt daarvoor omgezet in een digitale vorm: een reeks lichtflitsen, of lichtpulsen. Een laser stuurt deze lichtpulsen de glasvezel in. Bij zo'n lichtpuls is de uitgezonden lichtbundel enigszins divergent. In figuur 16 zie je twee lichtstralen van de bij een lichtpuls uitgezonden lichtbundel in de glasvezel.

a De brekingsindex van het glas is 1,52. Bereken de grenshoek van deze glassoort.



Figuur 16

b Teken in figuur 16 het verdere verloop van de twee lichtstralen in de glasvezel.

c Als de laser een zeer korte lichtpuls de glasvezelkabel instuurt, dan blijkt aan het eind van de kabel dat de lichtpuls iets langer duurt. Leg uit wat de oorzaak van de pulsverbreding is.

Demonstratie: Zou een laserstraal ook gevangen blijven in een kromme waterstraal?

§3 Beeldvorming

Instapvragen bij §3 – deel 1: Beeldvorming bij een lens

Het eerste deel van paragraaf 3 gaat over de manier waarop lenzen een beeld vormen, en de natuurkundige regels die daarbij gelden. Hoeveel weet je al van de onderstaande vragen?

Noteer je voorlopig antwoord.

- Hoe maakt een lens een beeld? Wat gebeurt er met de lichtstralen?
- Wanneer is het beeld dat met een lens gevormd wordt vergroot en wanneer verkleind?

Probleem 5 - Verschillende lenzen

In het lokaal staat een groot aantal verschillende lenzen: groot en klein, dik en dun, hol en bol. Noteer bij de volgende vragen je voorspelling:

- Welke lens is het sterkst? Zet de lenzen in volgorde van sterk negatief tot sterk positief.
- Met welke lens kun je de grootste afbeelding maken?

Theorie

Lees de theorie op blz 76 t/m 84. Dit is voor een groot gedeelte een herhaling van eerdere theorie. Noteer wat de onderstaande begrippen betekenen.

Convergerende werking	
Hoofdas, optisch middelpunt	
Brandpunt en brandvlak	
Tekening van het beeldpunt met <u>constructiestralen</u>	
Brandpuntsafstand, voorwerps- en beeldafstand	
Sterkte van een lens	
Lineaire vergroting	
Reëel en virtueel beeld	

Formulelijst

- Noteer bij de onderstaande formules:
- Wat betekent elk symbool?
 - Welke eenheid hoort bij elk symbool?
 - Wanneer kun je de formule toepassen?

$\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$	
$S = \frac{1}{f}$	
$N = \frac{L_b}{L_v}$	
$N = \frac{L_b}{L_v} = \frac{b}{v}$	

Experiment 2 - Twee lenzen onderzoeken

Je krijgt twee verschillende (positieve) lenzen en een scherm.

- Probeer met beide lenzen een afbeelding te maken van de buitenwereld, bijvoorbeeld een boom of een gebouw aan de overkant van de straat. Wat neem je waar? Noteer overeenkomsten en verschillen.

Maak vervolgens een scherpe afbeelding van een andere lichtbron, b.v. een kaarsje of een lichtkastje met dia, op het scherm. Gebruik daarvoor de sterkste lens.

- Schuif met de lens en het scherm tot het (scherpe) beeld even groot als het voorwerp is.
 - Maak een opstelling waarbij het beeld 2 zo groot als het voorwerp is.
 - Wanneer is het beeld de helft van het voorwerp?
- Noteer je metingen in de tabellen hieronder. Controleer daarmee de lenzenformule en de vergrotingsformule. Bedenk zelf wat je in de kolommen moet noteren.

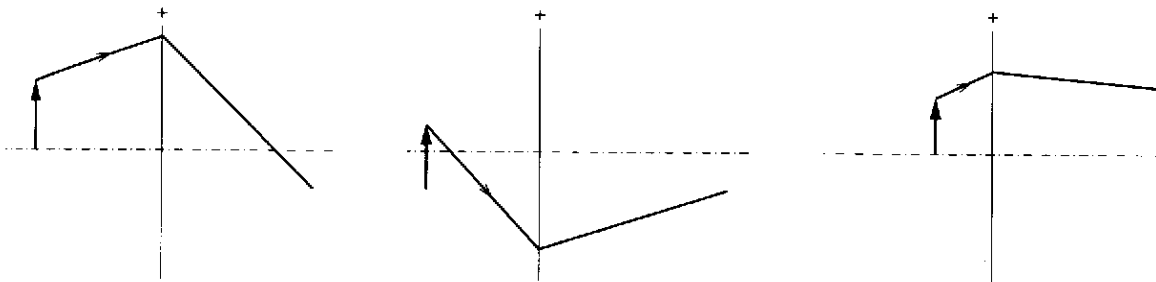
Lenzenformule		
voorwerpafstand	beeldafstand	

Vergrotingsformule			
L_v	L_b	N	

Opgaven

- 4 a Teken een bolle lens met de twee brandpunten. Teken een voorwerp op de hoofdas van de lens, met een voorwerpsafstand groter dan de brandpuntsafstand. Bepaal de plaats en grootte van het beeld met de drie constructiestralen.
- b Bepaal op dezelfde manier de plaats en grootte van het beeld als de voorwerpsafstand kleiner is dan de brandpuntsafstand.
- c Welke eigenschappen heeft het beeld bij beeldvorming met een bolle lens, als de voorwerpsafstand groter is dan de brandpuntsafstand? Welke eigenschappen heeft het beeld als de voorwerpsafstand kleiner is dan de brandpuntsafstand?
- d In welk(e) geval(len) is de lichtbundel na de lens evenwijdig? In welk(e) geval(len) is de lichtbundel na de lens divergent?
- 14 a Een voorwerp met een lengte van 2,0 cm staat op een afstand van 9,0 cm loodrecht op de hoofdas voor een bolle lens. De lens heeft een brandpuntsafstand van 5,6 cm. Bereken de plaats en de grootte van het beeld.
- b Hetzelfde voorwerp staat nu op een afstand van 4,2 cm voor dezelfde lens. Bereken de plaats en de grootte van het beeld.

- 16 In de drie situaties van figuur 24 is steeds de loop van één lichtstraal getekend. Teken in figuur 24 in elk van de drie situaties het beeld. Geef ook de plaats van het brandpunt aan.



Figuur 24

Probleem 6 – Foto toestel met lenzen

Evelien heeft voor haar verjaardag een professioneel foto toestel gekregen. Daar zitten drie verwisselbare lenzen bij: een normale lens, een groothoeklens en een telelens. Een telelens gebruik je om voorwerpen 'dichterbij' te halen. De voorwerpen komen dan groter op je foto. Een groothoeklens gebruik je om een overzichtsfoto te maken. Alle voorwerpen worden dan heel klein afgebeeld.

Elke lens heeft een andere brandpuntsafstand. Op de lenzen van Evelien staat: 28 mm, 50 mm en 135 mm. De lens van 50 mm is de normale lens.

- Welke van de drie lenzen is het sterkst? Leg uit.
- Welke van de drie lenzen is de telelens? Leg uit.

§3 – deel 2: Optische apparaten en het oog

Probleem 7 – Scherpstellen (met demonstratie)

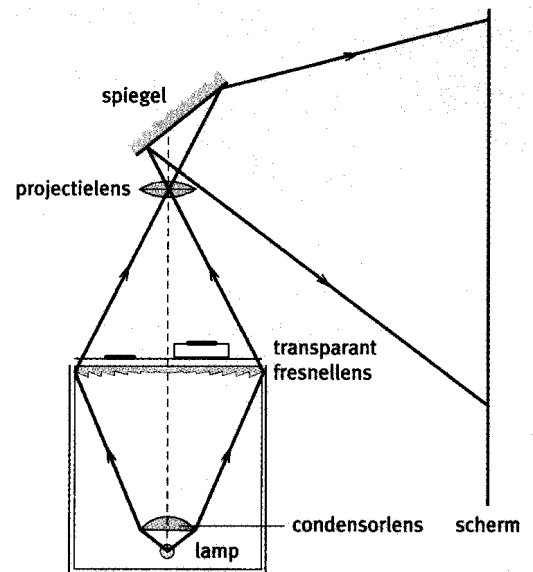
A Scherpstellen met je oog

- Kun je met één oog twee voorwerpen, een dichtbij en een ver weg, tegelijk scherp zien? Hoe stelt je oog scherp?
- Het nabijheidspunt N is de kortste afstand waarop je b.v. de lijnen op je wijsvinger nog scherp kunt zien. Wat is jouw nabijheidspunt? (voor bril- of lenzendragers: hoe verandert N als je je bril afzet?).
- Het vertepunt V is de grootste afstand waarop je nog scherp kunt zien. Als je goede ogen hebt ligt dat punt oneindig ver weg. Klopt dat bij jou? (voor bril- of lenzendragers: hoe verandert V als je je bril afzet?).

B Scherpstellen met de overheadprojector

Op een overheadprojector liggen twee voorwerpen, het ene links en het andere rechts. Het rechter voorwerp ligt ook iets hoger op een transparant blok. Noteer eerst je voorspelling.

- Kun je beide voorwerpen scherp afbeelden?
- Wat zal er aan het beeld veranderen als je de linkerhelft van de projectielens bedekt met een papiertje?
- Wat zal er aan het beeld veranderen als je een papiertje met een gat in het midden op de projectielens legt?



Theorie van het oog

Lees blz. 89 t/m 91 grondig door. Daarin komt een aantal begrippen en formules voor. Omschrijf in je eigen woorden wat er met die begrippen bedoeld wordt.

Ongeaccommodeerd oog, maximaal geaccommodeerd oog	
Normaalziend oog, oudziend oog	
Verziend oog, bijziend oog	

Opgaven

- 17 De afstand tussen de ooglenzen en het netvlies in het menselijk oog is gemiddeld 22 mm. Het nabijheidspunt ligt op een afstand van zo'n 30 cm van het oog.
- a Bepaal de brandpuntsafstand van de ooglenzen in ongeaccommodeerde toestand en in maximaal geaccommodeerde toestand.

Met het accommoderend vermogen van een ooglenzen wordt bedoeld het verschil in sterkte in ongeaccommodeerde toestand en in maximaal geaccommodeerde toestand (in dioptrie).

- b Bereken bij het bovenstaande oog het accommoderend vermogen. Hebben jouw ogen een groter accommoderend vermogen?

- 19 De positieve lens ($f = 10$ cm) van een diap projector maakt van een dia een scherp beeld op een scherm dat 2,5 m van de lens staat. Bepaal de vergroting.

- 22 In een vergrotingsapparaat is de afstand tussen het negatief en het fotopapier waarop het negatief scherp wordt afgebeeld 54,0 cm. De afstand tussen het negatief en de lens is 9,0 cm.
- a Bereken de sterkte van de lens.

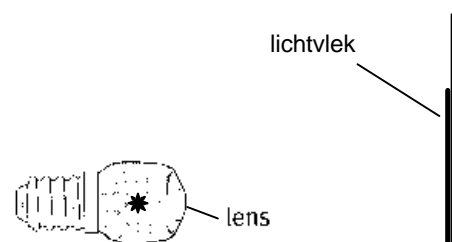
- b Het negatief en de lens van het vergrotingsapparaat worden nu zo verplaatst dat de lens een 6,0x vergroot beeld van het negatief maakt. Bereken over welke afstand de lens verplaatst is ten opzichte van het negatief.

Probleem 8 Lenslampje

Een lenslampje is een lampje met een kleine positieve lens aan de voorkant van het lampje. De afstand tussen de gloeidraad en de lens is 4,0 mm, en de lens heeft een diameter van 5,0 mm.

Het lampje geeft een lichtvlek (dus geen scherp beeld), die groter wordt naarmate je het scherm verder van het lampje houdt. Als het scherm op 5,0 cm afstand van de lens staat heeft de lichtvlek een diameter van 25 mm op het scherm.

- Welke sterkte heeft het lenslampje?



Figuur 28

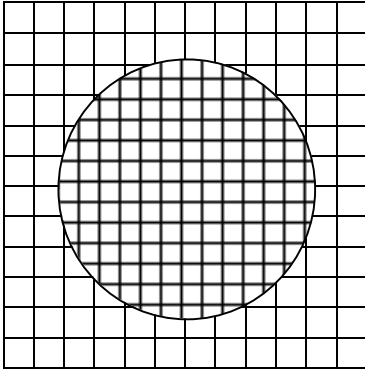
Lenslampje

Probleem 9 Negatieve lenzen

Als je door een negatieve lens naar ruitjespapier kijkt dan zie je ongeveer het onderstaande beeld. Door de lens zie je een verkleind beeld van het papier.

In dit voorbeeld werd een lens gebruikt met een sterkte van $-12,0$ D. De lens werd $4,0$ cm voor het ruitjespapier gehouden.

- Kloppen de metingen met de lenzenformule en de vergrotingsformule?



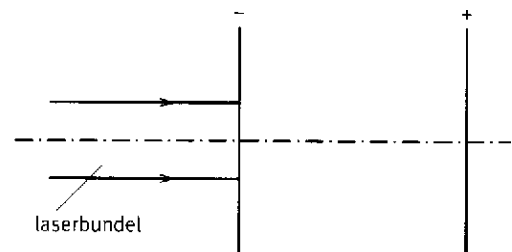
Opgaven

- 15 Een voorwerp met een lengte van $2,0$ cm staat op een afstand van $9,5$ cm loodrecht op de hoofdas voor een holle lens met een sterkte van -15 D. Bereken de plaats en grootte van het beeld.

43 **Laserbundelverbreiding**

Men maakt voor het verbreden van de evenwijdige lichtbundel van een laser gebruik van een negatieve en een positieve lens, zoals hiernaast getekend.

De onderlinge afstand van de beide lenzen wordt zo gekozen dat de uittredende lichtbundel weer evenwijdig is, maar een grotere diameter heeft.



- a Schets het verdere verloop van de getekende lichtstralen. Neem voorlopig aan dat de bundel twee maal zo breed geworden is.
- b Geef in figuur 31 voor elke lens de beide brandpunten aan.

De evenwijdige lichtbundel van de laser heeft een diameter van $1,6$ mm. De diameter van de uittredende evenwijdige lichtbundel is $8,0$ mm. De negatieve lens heeft een brandpuntsafstand van -25 mm.

- c Bepaal met een berekening of een constructie de onderlinge afstand van de lenzen en de sterkte van de positieve lens.

Probleem 10 Brildragers

Elsbeth is bijziend. Zij draagt een bril waarvan de glazen een sterkte van $-2,5$ D hebben. Met die bril kan zij scherp zien vanaf 30 cm tot aan de horizon.

- a Zonder bril heeft Elsbeth moeite om het bord te kunnen lezen. Wat is haar vertepunt als zij geen bril draagt?

- b De bril heeft ook een nadeel: haar nabijheidspunt komt verder weg te liggen. Bereken haar nabijheidspunt zonder bril.

- c Dezelfde vragen voor Nico, die met een bril van $+1,5$ D scherp ziet tussen 30 cm en oneindig.

40 Zoomlens

Hanneke wil een toren van 30 m hoogte fotograferen. Haar fotocamera heeft een standaardlens ($f = 55$ mm). Ze wil de toren helemaal op de foto hebben. Het negatief is 24 bij 36 mm.

- a Hoe groot kan het beeld van de toren op het negatief dan maximaal zijn?

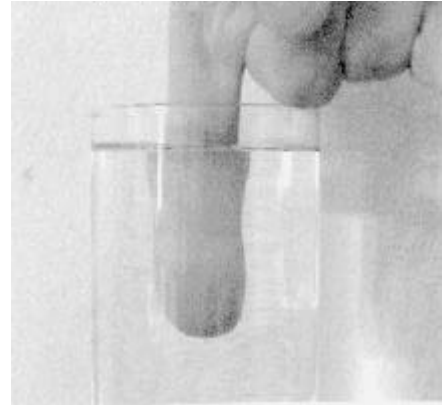
- b Bij het fotograferen van een ver verwijderd voorwerp (zoals de toren) mag je aannemen dat de beeldafstand gelijk is aan de brandpuntsafstand van de lens. Leg uit waarom.

- c Bereken op welke afstand van de toren Hanneke moet gaan staan bij het nemen van de foto.

- d Het marktplein voor de toren blijkt te klein: Hanneke moet de foto maken op 35 m afstand van de toren. In deze situatie lukt het maken van de gewenste foto alleen met een camera met zoomlens. Een zoomlens is een lens waarvan de brandpuntsafstand instelbaar is, meestal tussen 30 en 130 mm.
Laat met een berekening zien dat in deze situatie het maken van de gewenste foto met een camera met zoomlens wel mogelijk is.

Probleem 11 Een vinger in een glas water.

Als je je vinger in een glas water houdt en je kijkt van voren naar het glas dan lijkt je vinger dikker. Hoe komt dat? Maak een tekening, bijvoorbeeld een bovenaanzicht.



Keuzeopdrachten

5 Fresnellens

De letters op het computerbeeldscherm zijn voor sommige slechtzienden te klein om goed te kunnen te lezen. Om de slechtziende een groter beeld te bieden, kan een grote positieve fresnellens op een kleine afstand voor het beeldscherm worden geplaatst. De fresnellens heeft een sterkte van 7,7 D, en staat op een afstand van 3,0 cm voor het beeldscherm.

- Voldoet het beeld in deze situatie aan de eisen (niet omgekeerd, vergroot)?
- Hoeveel procent is het beeld groter geworden?

6 Telelens

In figuur 38 zie je een foto van een molen, gemaakt met een spiegelreflexcamera met een standaardlens ($f = 50$ mm). De molen staat op een afstand van 50 m en heeft een hoogte (zonder wieken) van 12 m. De standaardlens kan vervangen worden door een telelens met een grotere brandpuntsafstand ($f = 135$ mm). Op de uiteindelijke foto (genomen vanaf dezelfde plaats) zie je dan minder van de omgeving, maar de molen staat er groter op.

Vraagstelling: hoeveel keer zo groot staat de molen op een foto van dezelfde afmeting bij gebruik van een telelens?

a In deze situatie is de voorwerpsafstand groot. Laat met de lensformule zien dat in zo'n situatie het verschil tussen beeld- en brandpuntsafstand verwaarloosbaar klein is.



b Bereken in beide situaties de afmeting van het beeld van de molen op de film. Wat is je conclusie: hoeveel keer zo groot staat de molen op de foto bij gebruik van een 135 mm telelens?

10 Prismabril

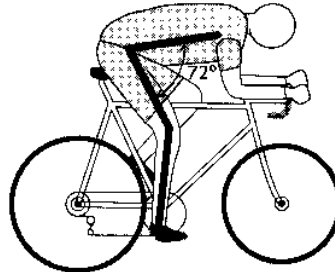
Lees het krantenartikel en probeer daarna een antwoord op de vraag te vinden.

Volgens het artikel kan een wielrenner met de nieuwe prismabril met het hoofd omlaag toch op de weg kijken. Maar de loop van de lichtstraal in de tekening van het artikel is echt onmogelijk. Bovendien is de informatie in het artikel onvolledig: de achterkant van het glazen prisma is spiegelend gemaakt, zoals weergegeven in figuur 43.

Vraagstelling: hoe is in werkelijkheid het verdere verloop van een invallende lichtstraal en ziet de wielrenner daardoor de wereld wel of niet op z'n kop?

Harder fietsen door om een hoekje te kijken

Met een triathlonstuur en een verlaagd voorwiel kan de wielrenner ergonomisch en aerodynamisch verantwoord de tijdrit in gaan. Wel moet hij steeds opkijken om niet van de weg af te raken, wat seconden kost. Volgens de fabrikant van de prismabril is dat probleem nu uit de wereld.

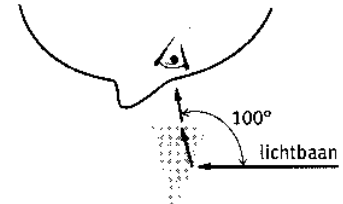


ERGONOMISCH EN AÉRODYNAMISCH OPTIMAAL

- hoek tussen dijbeen en bovenlichaam is 72° ;
- het bovenlichaam is bijna horizontaal.

Nadeel: gezicht is naar beneden gericht waardoor de wielrenner de weg voor zich niet ziet.

Bron: de Volkskrant.



DE PRISMABRIL

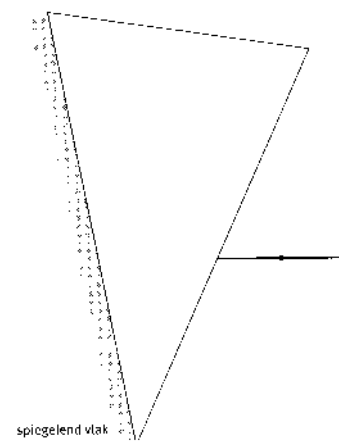
Doordat een prisma het licht breekt, kan de renner omlaag kijken en toch zicht houden op de weg.

Nadeel: volgens de makers is een gewenningstijd van tien à twintig uur nodig.

a Laat eerst zien dat de loop van de lichtstraal in de tekening van het artikel onmogelijk is.

b Teken in het figuur hiernaast het verdere verloop van de invallende lichtstraal. Controleer of die lichtstraal het prisma verlaat onder een hoek van (ongeveer) 100° met de invallende lichtstraal, zoals aangegeven in de tekening van het artikel.

c Teken het verdere verloop van een tweede, evenwijdig aan de eerste invallende lichtstraal. Wat is je conclusie: ziet de wielrenner met zo'n prismabril de wereld wel of niet op z'n kop?



Figuur 43

Het prisma in de prismabril.