

Blok 2

Optica

Blok 2

P1

Wat is licht?

In het leven van alledag kom je een heleboel verschijnselen tegen die met licht te maken hebben. Sommige zijn zo vanzelfsprekend dat je er niet bij stilstaat (in het donker zie je niets). Aan de andere kant zal een regenboog altijd je aandacht blijven trekken. In dit practicum doen we een aantal proeven om meer te weten te komen over het verschijnsel licht.

We proberen steeds een antwoord te vinden op de gestelde vraag.

Bij een aantal proeven moet je tekeningen maken. Teken zo zorgvuldig mogelijk en gebruik steeds je potlood en een geodriehoek. Soms heeft het ook zin om met verschillende kleuren te werken.

1 Waar komt licht vandaan?

Licht ontstaat in een lichtbron.

a Schrijf minstens drie lichtbronnen op die je kent:

1 _____ 2 _____ 3 _____

Laat een aantal lichtbronnen branden. Let op het licht dat deze bronnen uitzenden.

b Schrijf de verschillen op die je ontdekt hebt:

2 Kun je licht zien?

Maak een smalle lichtbundel, bijvoorbeeld met een zaklantaarn.

a Hoe kun jij zien dat de lamp aan is?

Is het nodig dat je in de lamp kijkt?

b Kun je de lichtbundel zelf zien?

c Beschrijf wat je ziet, als we de rook in de bundel blazen of stof verspreiden:

3 Welke weg volgt het licht?

Leg een brandende zaklantaarn op tafel. Op de tafel zie je dan een lichtvlek.

a Welke vorm heeft de lichtvlek op de tafel? Maak hieronder een tekening van de lichtvlek.

Een bijzondere lichtbundel is de zeer smalle bundel van een laser. De bundel is te zien als we stof verspreiden.

b Welke vorm heeft de laserbundel?

Je hebt gezien dat de lichtvlek op de tafel rechte randen heeft. Ook de laserbundel is een keurige rechte lijn. Licht beweegt blijkbaar langs een rechte lijn.

Een zeer smalle lichtbundel zoals een laserbundel noemen we een lichtstraal (figuur 1).

fig. 1
Laser met een zeer felle en zeer smalle lichtbundel.



4 Hoe snel beweegt licht?

De aarde ontvangt licht van de zon. Als iemand de zon uit zou kunnen doen, dan is het op aarde niet meteen donker.

a Schrijf op hoe jij hierover denkt:

Als we in een kamer het licht aandoen, is op hetzelfde moment de hele kamer verlicht.

b Wat weet je nu van de snelheid waarmee licht beweegt?

5 Hoe ontstaat schaduw?

We plaatsen een wit scherm recht in een lichtbundel. Als je je hand in de bundel houdt, ontstaat er op het scherm een schaduwvlek.

a Beschrijf wat je ziet:

1 als je je hand vlak bij het scherm houdt:

2 als je hand ver van het scherm af is:

De schaduw ontstaat doordat er lichtstralen door je hand worden tegengehouden.

We plaatsen nu een ronde schijf in de lichtbundel.

b Welke vorm heeft de schaduw op het scherm?

c Teken in figuur 2 en in figuur 3 de lichtstralen vanaf de lamp tot het scherm, die net niet door de schijf worden tegengehouden.

d Geef in de tekeningen aan welk deel van het scherm donker is.

fig. 2
Schaduwvorming.

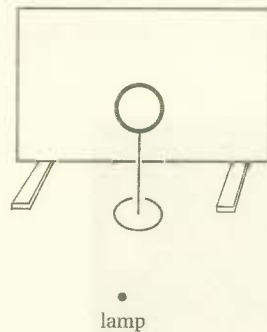


fig. 3
Schaduwvorming, maar nu schematisch weergegeven.



6 Welke kleur heeft licht?

Iedereen heeft weleens een regenboog gezien. De regenboog ontstaat doordat licht van de zon op regendruppeltjes valt. We bootsen dit na door een sterke lichtbundel op een fijne waternevel te richten.

a Waar moet je gaan staan, om de regenboog te kunnen zien?

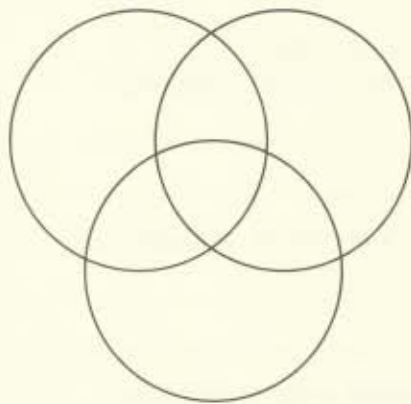
Er gebeurt iets vergelijkbaars als we een smalle lichtbundel op een

prisma laten vallen, of beter nog, op een zogenaamd 'tralie'. Ook met een compact-disc krijg je hetzelfde effect (wordt in P2 verder uitgewerkt).

b Schrijf in de juiste volgorde de kleuren van de regenboog op.

Omgekeerd kunnen we wit licht maken met gekleurd licht. We laten drie gekleurde bundels over elkaar vallen (figuur 4).

fig. 4
Mengen van drie lichtbundels.



c Welke kleuren zie je op de plaatsen waar de bundels over elkaar vallen?

Kleur figuur 4 nauwkeurig in zodat de kleuren in deze figuur zo goed mogelijk overeenstemmen met wat je in werkelijkheid ziet. Dit principe wordt toegepast bij een kleurentelevisie.

d Schrijf de drie hoofdkleuren op die bij een kleurentelevisie gebruikt worden.

Blok 2

P2 Als licht op een voorwerp valt

Als licht op een voorwerp valt, kunnen er verschillende dingen gebeuren. Dat hangt af van de vorm, de kleur en de stof waarvan het voorwerp gemaakt is. Meestal kunnen we dankzij het opvallende licht het

voorwerp zien.

Door middel van een aantal proeven zullen we in dit practicum nagaan hoe het komt dat we dingen kunnen zien en hoe voorwerpen aan hun kleur komen.

1 Wanneer kun je een voorwerp zien?

Stel je voor, dat we in een ruimte zitten zonder ramen en het licht is uit. In de ruimte staan een aantal kartonnen dozen en een witte fiets met reflecterende banden.

a Schrijf op wat je dan in het donker zou zien.

b Wat zie je als je een kaars aansteekt?

We verduisteren het lokaal zo goed mogelijk en maken een smalle lichtbundel. Voorwerpen in de bundel kun je goed zien. Alles wat buiten de bundel valt is moeilijk te zien.

We plaatsen nu in de bundel eerst een zwart vlak en daarna een wit vlak.

Let op de voorwerpen die *buiten* de bundel vallen.

c Schrijf op welk verschil je ziet en geef hiervoor een verklaring.

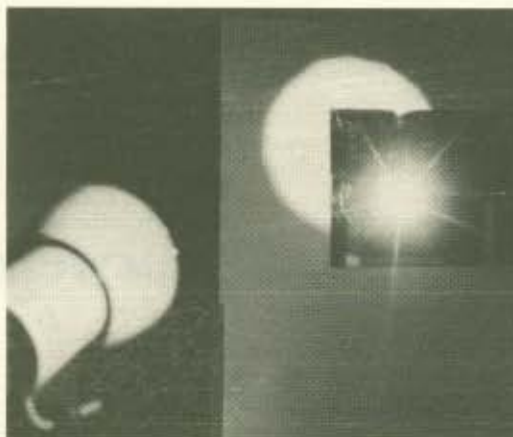
d Wat gebeurt er met het licht dat op voorwerpen in de bundel valt?

e Beschrijf zo nauwkeurig mogelijk wanneer je een voorwerp kunt zien.

2 In welke richting wordt licht teruggekaatst?

We plaatsen een wit scherm in een lichtbundel. Tegen het scherm zetten we een schone spiegel (figuur 5).

fig. 5
Wat zie je op het scherm en wat zie je in het spiegelkje?



a Welk verschil zie je tussen de spiegel en het scherm?

Probeer nu een plaats in het lokaal te vinden, waar je de spiegel fel verlicht ziet.

b Waar moet je gaan staan om de spiegel fel verlicht te zien?

Ga zo staan, dat je de spiegel donker ziet.

We brengen nu met een waterspuit een fijne nevel op de spiegel aan.

c Welke veranderingen zie je optreden?

Wat je gezien hebt is als volgt te verklaren: een droge spiegel kaatst een lichtbundel in één bepaalde richting terug, net als een (spiegel)glad wateroppervlak en gladde metalen voorwerpen. We noemen dit *spiegelende* terugkaatsing.

Na het bespuiten van de spiegel kaatsen de fijne waterdruppeltjes het licht ook in andere richtingen terug.

Het licht wordt door de druppeltjes verspreid.

Dit noemen we *diffuse* terugkaatsing.

Het witte scherm en bijna alle andere voorwerpen, kaatsen het opvallende licht diffuus terug. Als het teruggekaatste licht ons oog bereikt, zien we de voorwerpen.

Daarom kunnen we ze ook vanuit alle hoeken zien, want er wordt altijd wel wat licht in onze richting teruggekaatst.

Fietsreflectoren kaatsen het licht op een heel bijzondere manier terug.

d Kijk eerst goed naar een fietsreflector en maak hieronder met een tekening duidelijk hoe deze is opgebouwd.

We laten een smalle bundel licht onder verschillende hoeken op de reflector vallen.

Kijk naar de lichtvlek op de reflector.

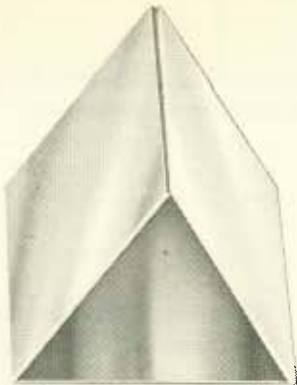
e Teken hieronder in welke stand de reflector het licht het beste terugkaatst.

3 Hoe ontstaan kleuren?

Doorzichtige voorwerpen zoals een glazen ruit, laten licht schijnbaar ongehinderd passeren. Maar als we steeds meer ruiten achter elkaar plaatsens, zal de felheid van de doorgelaten bundel afnemen.

a Waar blijft het licht dat niet door het glas wordt doorgelaten?

fig. 6
Prisma voor lichtbreking.



We plaatsen een tralie of een prisma in een smalle bundel wit licht zodat een kleurenspectrum ontstaat (figuur 6).

b Welke kleuren worden door een glasplaat doorgelaten?

c Schrijf op wat je ziet als we de glasplaat vervangen door een stuk doorzichtig rood plastic.

d Wat gebeurt er met de ontbrekende kleuren?

e Wat zie je als we het rode plastic vervangen door een stuk blauw plastic?

f Beschrijf wat je ziet als we een stuk rood én een stuk blauw plastic in de bundel plaatsen.

g Geef hiervoor een verklaring.

Blijkbaar hangt het van het gebruikte stuk plastic af, welke kleur licht wordt doorgelaten. De andere kleuren uit het spectrum worden door het plastic geabsorbeerd.

Je hebt nu gezien dat een voorwerp licht kan

- terugkaatsen,
- doorlaten of
- absorberen.

We plaatsen nu een rood scherm in de witte lichtbundel.

h Beschrijf waarom we het scherm rood zien en niet wit.

Welke kleur wordt door het scherm teruggekaatst en wat gebeurt er met de andere kleuren?

i Welke kleur krijgt het rode scherm als we een stuk blauw plastic in de bundel plaatsen?

Geef hiervoor een verklaring.

De meeste voorwerpen kaatsen niet alle kleuren terug maar absorberen een deel van de kleuren. Zo komen voorwerpen aan hun kleur. Waarom bepaalde kleuren

worden teruggekaatst en andere geabsorbeerd, hoef je niet te weten.

Blok 2

P3

Spiegeltje spiegeltje aan de wand ...

In dit practicum ga je vooral zelf aan het werk. Eerst leer je hoe je met het practicummateriaal moet werken en waarvoor je het kunt gebruiken. Daarna onderzoek je hoe lichtstralen precies door een spiegel worden teruggekaatst.

Wees voorzichtig met de spullen, want practicummateriaal is duur en na jou willen andere leerlingen ook graag deze proeven doen.

Ruim na afloop alles netjes op.

1 Verschillende lichtbundels maken

Een lichtbundel bestaat uit een heleboel lichtstralen naast elkaar.

Met een tralie-dia kunnen we laten zien hoe de stralen lopen.

Voor deze proef heb je nodig:

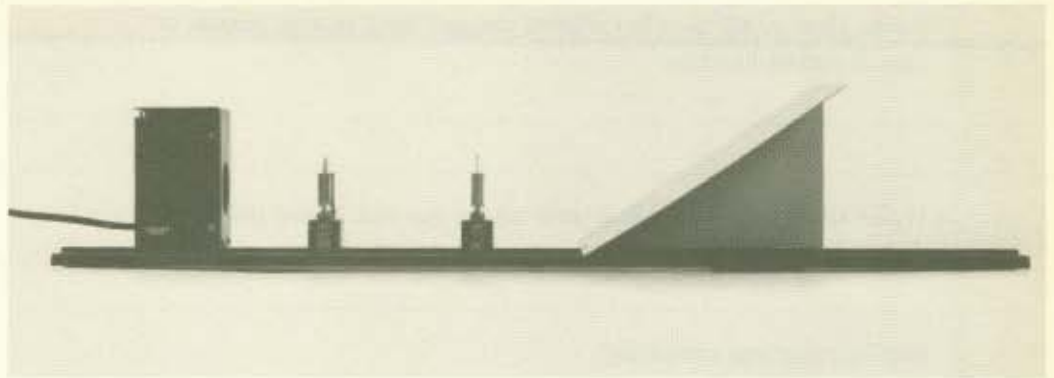
- een lichtbron,
- een diahouder met tralie-dia,
- een lens,
- een optische rail of bank, waarop je alle onderdelen kunt plaatsen,
- een schuin tafeltje, dat je over de rail kunt zetten met daarop een vel papier.

Je kunt deze proef ook uitvoeren met een lichtkastje en een schermje met drie spleten.

Als je een lichtkastje en een schermje gebruikt, kun je deze gewoon op tafel zetten. Je kunt de vorm van de bundel veranderen door de afstand tussen het lampje en de lens te veranderen of door een lens voor het kastje te leggen.

a Zet de lichtbron en de diahouder op de rail en plaats ze ongeveer 20 cm uit elkaar. Zet achter de diahouder het tafeltje met papier. Als je de lichtbron aansluit, zie je op het papier een aantal lichtstralen.

fig. 7



Zet nu vlak achter de lichtbron de lens op de rail en schuif deze langzaam naar de diahouder (figuur 7).

b Beschrijf wat je met de lichtstralen ziet gebeuren.

c Schets hieronder de drie vormen die de bundel kan hebben.

2 Spiegelende terugkaatsing

Je hebt nu nog nodig:

- afdekplaatjes,
- een vlak spiegeltje.

a Trek in het midden van het vel papier een rechte lijn.

Maak met de lens een evenwijdige bundel en dek alle lichtstralen af, op één na.

Leg het vel papier op het tafeltje en leg de voorkant van het spiegeltje precies langs de rechte lijn.

Je kunt nu de hoek waaronder de lichtstraal het spiegeltje treft, veranderen door het vel papier (met het spiegeltje) te draaien.

b Zorg dat de lichtstraal het spiegeltje loodrecht treft (figuur 8).

De teruggekaatste straal valt nu samen met de lichtstraal die op het spiegeltje valt.

Teken de lijn waar deze straal langs loopt op het vel papier. Dit gaat het beste als volgt:

geef met twee punten aan hoe de straal loopt en trek dan met een geodriehoek een rechte lijn door deze twee punten.

We noemen deze lijn loodrecht op het spiegeltje de *normaal*.

c Laat nu de lichtstraal onder een andere hoek op het spiegeltje vallen.

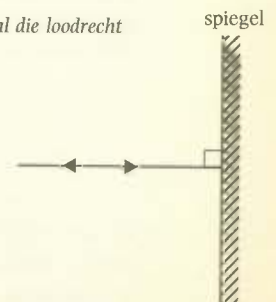
Zorg dat het spiegeltje op de juiste plaats blijft liggen.

Teken de invallende straal en de teruggekaatste straal op het papier in dezelfde kleur.

Doe dit ook voor nog twee andere hoeken en gebruik verschillende kleuren.

Als je een lichtkastje gebruikt, heb je een schermje nodig met één spleet. Je krijgt dan automatisch één lichtstraal. Je kunt het vel papier en het spiegeltje gewoon op tafel leggen.

fig. 8
Een lichtstraal die loodrecht invalt.



d Meet met je geodriehoek in alle drie de gevallen de hoek die de invallende straal maakt met de normaal (de zogenaamde hoek van inval) en noteer die hieronder.

de hoek van inval: de eerste _____ graden de tweede _____ graden de derde _____ graden

Meet ook in alle drie de gevallen de hoek die de bijbehorende teruggekaatste straal maakt met de normaal (de zogenaamde hoek van terugkaatsing) en noteer die hieronder.

de hoek van terugkaatsing: de eerste _____ graden de tweede _____ graden de derde _____ graden

e Schrijf de conclusie op die je uit deze metingen kunt trekken.

3 Beeldvorming door een vlakke spiegel

Als je voor de spiegel staat, zie je een spiegelbeeld dat achter de spiegel lijkt te staan. Loop je naar voren, dan komt het spiegelbeeld naar je toe. Ga je naar achteren, dan doet het spiegelbeeld hetzelfde. Dat komt doordat lichtstralen op een bepaalde manier door een spiegel worden teruggekaatst.

De hoek tussen de invallende straal en de normaal is steeds gelijk aan de hoek tussen de normaal en de teruggekaatste straal (figuur 9). Anders gezegd: hoek van inval = hoek van terugkaatsing.

Of korter: $i = t$

We noemen dit de terugkaatsingswet.

We maken nu een aantal tekeningen om te ontdekken hoe een spiegel van een voorwerp een beeld vormt.

Een kaars staat voor een vlakke spiegel (figuur 10).

Een bundel valt vanuit de kaarsvlam op de spiegel. Hiervan zijn drie lichtstralen getekend.

a Teken met behulp van de terugkaatsingswet de teruggekaatste stralen in figuur 10. Om dit goed te kunnen doen, teken je eerst de normaal (gestippeld) in de punten waar de stralen de spiegel treffen.

b Trek de teruggekaatste stralen door (gestippeld) in het gebied achter de spiegel.

Als je nauwkeurig getekend hebt, snijden deze lijnen elkaar achter de spiegel in één punt. We noemen dit punt het *beeldpunt*.

c Meet de loodrechte afstand van de kaarsvlam tot de spiegel en van de spiegel tot het beeldpunt.

afstand kaarsvlam–spiegel = _____ cm afstand spiegel–beeldpunt = _____ cm

Welke conclusie kun je hieruit trekken?

fig. 9
Terugkaatsingswet.

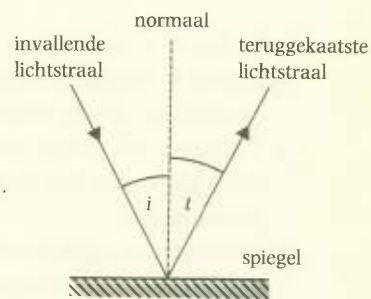
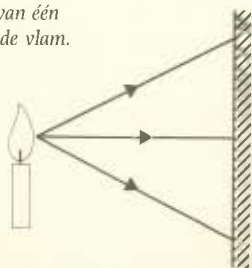


fig. 10
Beeldvorming van één
kaarspunt van de vlam.

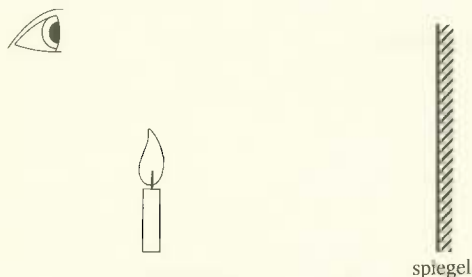


De lichtstralen die door de spiegel worden teruggekaatst, lijken uit een punt achter de spiegel te komen. Daar zien we het spiegelbeeld van de kaarsvlam. Vanzelfsprekend is er achter de spiegel niets te zien. Het spiegelbeeld is er alleen maar denkbeeldig. Daarom

noemen we het spiegelbeeld *virtueel*.

Het blijkt dat het spiegelbeeld even ver achter de spiegel staat, als de kaars ervoor staat. Hier kunnen we gebruik van maken als we de plaats van een spiegelbeeld willen bepalen.

fig. 11
Kaars voor een spiegel:
stralengang.



In figuur 11 is opnieuw de kaars voor de spiegel getekend.

- d Bepaal in figuur 11 eerst de plaats van de spiegelbeelden van de bovenkant van de vlam en van de onderkant van de kaars.
- e Teken nu het gehele spiegelbeeld op de juiste plaats.
We kijken naar het spiegelbeeld. Ons oog bevindt zich op de aangegeven plaats.
- f Teken de teruggekaatste straal vanuit het spiegelbeeld van de bovenkant van de vlam die in het oog terechtkomt (begin in het spiegelbeeld en stippel de lijn in het gebied achter de spiegel).
- g Waar komt deze straal in werkelijkheid vandaan?

h Teken nu het deel van de lichtstraal van de bovenkant van de vlam tot de spiegel.

i Meet de hoek van inval i en de hoek van terugkaatsing t .

$i =$ graden $t =$ graden

Zijn i en t hetzelfde?