

Kleur is een illusie

Zoals jullie hebben gelezen, werkt Jac Barnhoorn (zie interview bladzijde 1) bij Océ Technologies. Met printers van Océ kun je grote kleurafbeeldingen of bijvoorbeeld bouwtekeningen afdrukken van tot wel 50 meter lang. Het bedrijf maakt ook A4- en A3-printers die tot 320 afdrukken per minuut kunnen printen. Daarnaast doen ze onderzoek naar nieuwe toepassingen voor printers zoals driedimensionale printers. Er is een grote kans dat ook bij jullie op school Océprinters worden gebruikt.

Bij al deze ontwikkelingen is kleur een belangrijk element. Maar waar komt kleur eigenlijk vandaan? En hoe kun je kleuren maken? In dit practicum ga je met deze vragen aan de slag en leer je over licht, kleuren en printers. Stuk voor stuk onderwerpen waar je als technisch natuurkundige mee in aanraking komt.

► Opdracht 1: Licht en energiebronnen

Om kleuren te kunnen zien, heb je licht nodig. Maar waar komt licht vandaan?

A. Zet in de onderstaande tabel (tabel 3) zoveel mogelijk lichtbronnen op een rijtje (denk daarbij zowel aan natuurlijk licht als aan kunstlicht). Geef ook aan waar ze hun energie vandaan halen en wat hun lichtkleur is.

Tabel 3

Lichtbron	energiebron	lichtkleur
gloeilamp	stopcontact	geel/bruinig

B. Vul vervolgens de conclusie in:

Er zijn veel verschillende lichtbronnen, maar om ze licht te laten geven, heb je nodig.

► Opdracht 2: Eén of meerdere kleuren?

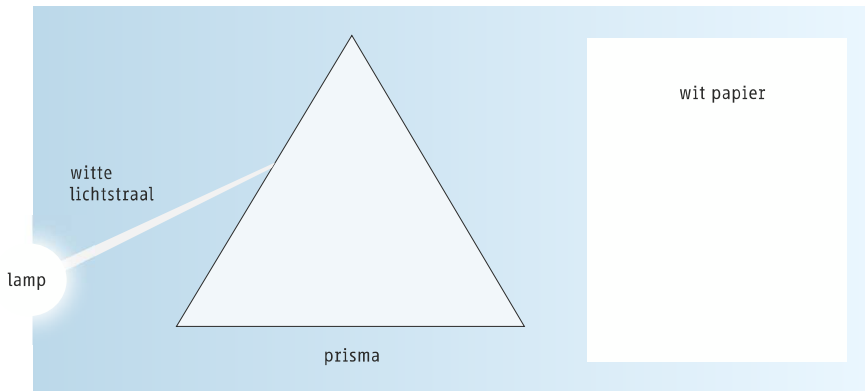
Vaak lijkt het of lichtbronnen maar één kleur licht uitzenden, maar sommige lichtbronnen zenden eigenlijk meerdere kleuren licht uit. Of een lichtbron één of meerdere kleuren licht uitzendt, ga je in deze opdracht uitzoeken.

Benodigdheden per tweetal:

- 1 prisma
- 1 lamp (wit licht)
- 1 wit vel papier
- 1 set kleurpotloden

Werkwijze:

Schijn met het witte licht door het prisma. Houd het witte papier achter het prisma, zodat de lichtstraal via het prisma op het papier valt. Zie figuur 1 op pagina 6 voor een overzicht van de opstelling.



Figuur 1: de opstelling

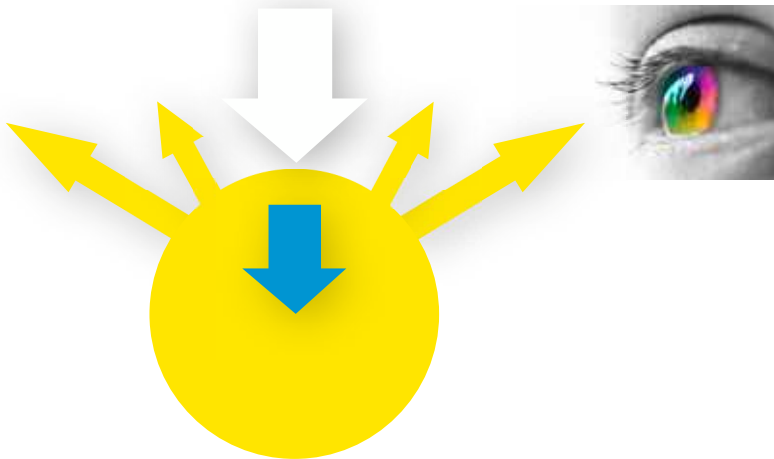
A. Teken met kleur in figuur 1 hoe de lichtstraal zich voortzet door het prisma en op het witte papier.

B. Omcirkel het juiste antwoord van de conclusie:

Het prisma breekt het witte licht, en daardoor zie je dat het witte licht uit *één kleur/meerdere kleuren* bestaat.

► Opdracht 3: Absorptie en reflectie

Hoe komt het dat je een voorwerp met een bepaalde kleur ziet? In figuur 2 is afgebeeld hoe dit werkt: wit licht valt op een geel voorwerp. Dit voorwerp kaatst de kleuren licht terug die samen geel vormen. De overige kleuren, zoals blauw, worden door het voorwerp opgenomen. Het terugkaatsen noemen we hier ook wel reflecteren, en het opnemen ook wel absorberen. Alleen het gereflecteerde licht valt op je oog, waardoor je het voorwerp als geel ziet.



Figuur 2: een voorbeeld van lichtabsorptie en reflectie

Benodigheden per tweetal:

- 1 kartonnen doos met een gat erin
- 1 wit ledlampje
- 1 rood ledlampje
- 1 setje kleurpotloden (donkerblauw, donkergroen en rood)

Werkwijze:

1. Leg een donkerblauw, een donkergroen en een rood potlood in de doos.
2. Zorg dat de doos – op het gat na – lichtdicht is. Plak andere gaten eventueel af met donker tape.
3. Maak het lokaal zo donker mogelijk.
4. Schijn met het witte ledlampje op de potloden in de doos.

A. Omcirkel het juiste antwoord:

Bij het witte lampje zijn de verschillende kleuren *nog wel/niet meer* duidelijk waar te nemen.

5. Schijn nu met het rode ledlampje op de potloden in de doos.

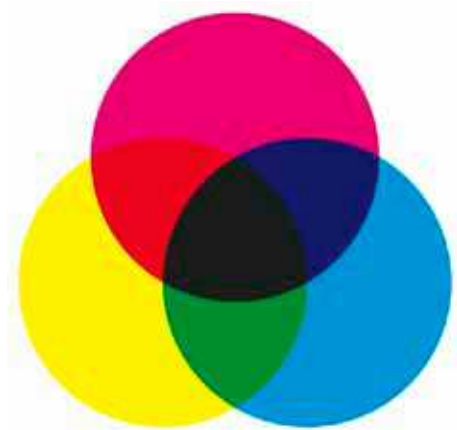
B. Geef in tabel 4 aan welke kleuren je wel en niet goed kunt waarnemen. Geef in de achterste kolom aan waarom en gebruik hierbij de termen *absorberen* en *reflecteren*.

Tabel 4

Kleur potlood	wel/niet waar te nemen bij rood licht	omdat
donkerblauw		
rood		
donkergroen		

► Opdracht 4: Kleurmenging in een printer

Veel mensen hebben thuis een inkjetprinter staan. Deze bevat naast zwart, drie kleuren inkt: cyaan, magenta en geel. Door deze kleuren te mengen, kan de printer alle kleuren maken; dit heet subtractief mengen (subtractief komt uit het Latijn: *subtrahere*, wat 'van elkaar aftrekken' betekent). Bij subtractief mengen begin je met wit – wit papier weerkaatst alle kleuren. Door inkt op het witte papier aan te brengen, wordt minder kleur weerkaatst dan er op het papier valt; een deel wordt immers geabsorbeerd. Door de kleuren inkt in een bepaalde verhouding te mengen, kun je elke gewenste kleur creëren (zie ook figuur 3). De kleur is na menging altijd donkerder dan de lichtste mengkleur.



Figuur 3: subtractieve kleurmenging

In deze proef ga je zelf aan de slag met het maken van kleuren. Houd hierbij het volgende in je achterhoofd:

- cyaan absorbeert alleen het rode licht en reflecteert groen en blauw;
- magenta absorbeert alleen het groene licht en reflecteert rood en blauw;
- geel absorbeert alleen het blauwe licht en reflecteert groen en rood.

Trek voor je begint eerst een labjas aan en een paar handschoenen.

→ **Let op:** kleurstoffen kunnen nare vlekken maken die moeilijk weg te halen zijn, dus zorg dat je netjes werkt!

Benodigdheden per tweetal:

- 4 lege reageerbuisjes met daarop de letters R, B, G, Z
- 1 voorraadpotje met magenta inkt
- 1 voorraadpotje met cyaan inkt
- 1 voorraadpotje met gele inkt
- 1 reageerbuisrekje
- 3 pasteurpipetjes

Werkwijze:

1. Probeer door verschillende kleuren inkt te mengen, de eindkleuren uit tabel 5 te maken in de daarvoor bestemde reageerbuisjes.

A. Geef in tabel 5 op pagina 8 met een 'X' aan welke inktkleuren je hebt moeten mengen om de gewenste eindkleur te krijgen.

Tabel 5

Eindkleur	buisje	inktkleuren		
		cyaan	magenta	geel
rood	R			
blauw	B			
groen	G			
zwart	Z			

B. Hoe zou je wit maken bij het printen op normaal papier?

.....

► Opdracht 5: Fluorescentie

Bij Océ Technologies hebben de technisch natuurkundigen in samenwerking met elektronici en werktuigbouwkundigen een nieuwe techniek ontwikkeld, waarbij tijdens het printen magnetische kleurdeeltjes worden gebruikt. Zo kan een nog betere printkwaliteit worden behaald. Een nadeel van het gebruik van deze magnetische deeltjes is dat de geprinte kleuren vrij donker zijn.

De technisch natuurkundigen van Océ hebben voor dit probleem een oplossing gevonden, waarbij gebruik wordt gemaakt van fluorescentie.

Benodigheden per tweetal:

- een kartonnen doos
- 1 geel potlood
- 1 wit ledlampje
- 1 gele markeerstift
- 1 UV-lamp

Werkwijze:

1. Leg het gele potlood in de kartonnen doos.
2. Schijn erop met het witte ledlampje en noteer wat je ziet.
3. Schijn nu met de UV-lamp op het gele potlood en noteer wat je ziet.

A. Welk verschil zie je tussen de twee lampen?

.....

4. Leg nu in plaats van het gele potlood, de gele markeerstift zonder dop in de kartonnen doos.
5. Herhaal stap 2 en 3 met de markeerstift en noteer je waarnemingen.

B. Wat is het verschil tussen de twee lampen?

.....

C. Vergelijk nu de bovenstaande antwoorden: welk voorwerp is het geelst?

.....

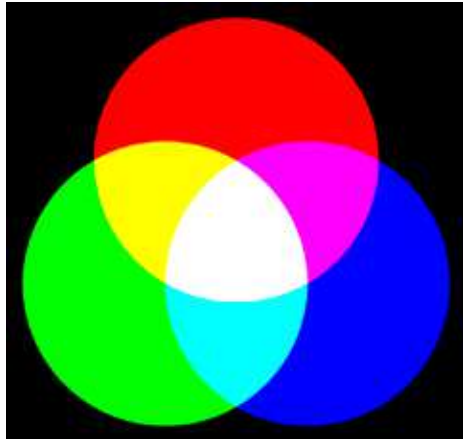
Fluorescente kleurstof is heel bijzonder. Deze kleurstof kan, naast het reflecteren van de kleur die je ziet, UV-licht gebruiken om zijn 'eigen' kleur te versterken. Met het licht dat deze kleurstof van het UV-licht absorbeert, laadt hij zichzelf een beetje op. Dankzij deze energie kan de kleurstof meer licht van zijn eigen kleur uitzenden.

Océ gebruikt bovenstaand verschijnsel om de kleuren met behulp van magnetische deeltjes lichter te laten lijken. UV-licht komt ook voor in daglicht en – in mindere mate – in kunstlicht, dus je hebt geen UV-lamp nodig om dit effect te zien. Op deze manier hebben de technisch natuurkundigen dit lastige probleem van de kleurenprinter opgelost.

► **Opdracht 6 (huiswerkopdracht):** Kleur maken op je monitor

Je computerscherm is opgebouwd uit verschillende ledlichtjes die rood, groen en blauw licht uitzenden. Met deze drie kleuren kunnen alle denkbare kleuren worden gemaakt. Deze manier van kleuren mengen, noemen we *additief* mengen. Bij additief (optellen) mengen begin je zonder licht (zwart). De drie primaire kleuren samen omvatten alle kleuren licht en vormen samen dan ook wit licht (figuur 4). Technisch natuurkundigen zijn ook betrokken bij het maken van monitoren die gebruikmaken van deze techniek.

Je gaat nu zelf aan de slag om met behulp van deze drie basiskleuren verschillende kleuren te maken. Ga naar de website: www.proef.info/module_9 en klik op het icoontje waar 'RGBColors.exe' onder staat. (Ook leuk voor je ouders!)



Figuur 4: additieve kleurmenging

A. Probeer met het programma 'kleuren mengen' de primaire kleuren te mengen om de eindkleuren uit tabel 6 te maken. Gebruik hierbij alleen de volgende standen: 0, 128 en 255. Zet vervolgens de door jou gevonden waarden in de tabel.

Tabel 6

Eindkleur	primaire kleuren		
	rood	groen	blauw
geel			
oranje			
paars			
wit			

B. Waarom is je computerbeeldscherm donker als het uitstaat?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....