

Kleur

N.G. Schultheiss

1 Inleiding

Deze module volgt op de module “De Zon” en gaat vooraf aan de module “Het uitdijend heelal”. In deze module wordt gekeken naar de kleur als eigenschap van licht en wat kleur over atomen en moleculen zegt.

2 Alle kleuren van de regenboog

2.1 Verf mengen

Bij het mengen van verf kunnen alle kleuren gemaakt worden uit drie primaire kleuren: rood, geel en blauw. Als we twee van deze primaire kleuren mengen, krijgen we secondaire kleuren: rood plus geel geeft oranje, geel plus blauw geeft groen en blauw plus rood geeft violet (paars).

De verf krijgt kleur doordat verf kleuren absorbeert. Zo kan er wit licht op bijvoorbeeld een rood voorwerp vallen. Volgens Newton bestaat wit licht uit alle kleuren van de regenboog (rood, oranje, geel, groen, blauw, violet). Het rode voorwerp absorbeert het oranje, gele, groene, blauwe en violette licht. Alleen het rode licht wordt teruggekaatst, daarom zien we het voorwerp als een rood voorwerp.

Johannes Wolfgang von Goethe¹ (1749 / 1832) deed, naast dat hij bekend was als schrijver van “Faust” en “Die leiden des jungen Werthers”, ook onderzoek aan kleuren. Om kleuren te verklaren, voerde hij het begrip “Steigerung” of “intensiteit” in. Het is vast opgevallen dat sommige kleuren intenser zijn dan andere kleuren. Als we bijvoorbeeld twee gele voorwerpen vergelijken, kan het zijn dat het ene voorwerp niet echt uitgesproken geel is, eerder een soort “ei-geel”. Het andere voorwerp is echter een soort geel dat bijna pijn aan je ogen doet, “signaalgeel”. Het signaalgele voorwerp kaatst slechts een deel van de ei-gele kleur terug.

Goethe breidde deze gedachte uit en vormde de kleuren met deze intensiteit uit geel en blauw. De benadering van kleuren door Goethe is eerder psychologisch dan natuurkundig te noemen. In de praktijk komen we deze benadering echter ook tegen in alledaagse zaken zoals een kleurenbeeldscherm, de kijker moet het idee hebben dat er kleuren te zien zijn. Dit is dus een psychologisch fenomeen.

¹Auf Alles was ich als Poet geleistet habe, bilde ich mir gar nichts ein. [...] Daß ich aber in meinem Jahrhundert in der schwierigen Wissenschaft der Farbenlehre der Einzige bin, der das Rechte weiß, darauf tue ich mir etwas zu gute. (19 februari 1829).

2.2 Licht mengen

Een kleurenbeeldscherm werkt niet met absorptie van kleuren maar met emissie of het uitzenden van kleuren. Het mengen van de kleuren gebeurt echter anders dan bij het mengen van verf. Als je met vergrootglas naar het kleurenscherm kijkt kun je de afzonderlijke pixels van het scherm zien. Tegenwoordig wisselen de pixels van kleur. Vroeger waren er rode, groene en blauwe pixels die naast elkaar lagen. Een kleurenbeeldscherm wordt daarom ook wel een RGB-beeldscherm genoemd.

Opdracht 1: Zoek op internet een site waar je de RGB-kleuren voor je beeldscherm kunt stellen en probeer diverse kleuren te maken. De intensiteit van een kleur loopt meestal van 0 tot 255 (decimale waarde) of van 00 tot FF (hexadecimale waarde²). Welke waarden van rood, groen en blauw heb je nodig om een gele, een oranje en een violette kleur te maken?

Opdracht 2: Onderzoek hoe je een intense en een fletse kleur kunt maken. Denk bijvoorbeeld aan signaalgeel en ei-geel. Hoe moet je dit doen? Lukt het om echt signaalgeel te maken?

3 Keukenzout

Net zo als het mogelijk is om kleuren te mengen, is het ook mogelijk om stoffen te mengen. We kunnen ons afvragen of je een heldere, weinig gemengde, kleur met een zuivere³, weinig gemengde, stof kunt maken. Een redelijk zuivere stof die in de winkel te koop is, is keukenzout of NatriumChloride (NaCl). Met deze stof kunnen we natriumgeel licht maken. Dit licht ken je wel, het wordt door sommige straatlampen afgegeven.

Met een CD is te onderzoeken welke kleuren er in lichtbronnen zitten. Als je de CD als spiegel gebruikt, zie je een spiegelbeeld van de lichtbron. Als je de CD een stukje draait, zie je een reeks kleuren, dit zijn de kleuren die in het licht zitten. Als je een kaars als lichtbron gebruikt, zie je een spectrum van rood tot violet, die van het midden naar de rand loopt. Dit moet je wel in een donkere ruimte doen om geen last van andere lichtbronnen te hebben. Als je een beetje keukenzout in de vlam laat vallen, licht deze geel op. Als je in de CD kijkt zie een helder geel puntje in het spectrum.

We proberen dit puntje zo klein mogelijk te maken. Dit kan door de CD zo te houden dat het spectrum horizontaal loopt. Eventueel kunnen we het licht van de kaarsvlam gedeeltelijk afdekken zodat er een verticaal streepje licht op de CD valt.

Opdracht 3: Onderzoek het licht van verschillende lichtbronnen en kijk welke bronnen de intenste kleuren afgeven. (Een intense kleur is in een CD te herkennen aan een smal streepje in plaats van een heel

²Bij hexadecimaal tellen lopen de getallen niet van 0 tot 9, maar van 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E tot F. Met het hexadecimale teken “A” bedoelt men dus eigenlijk de decimale waarde “10”. De hexadecimale RGB-waarde bestaat uit zes tekens. De eerste twee zijn van rood, de middelste twee zijn van groen en de laatste twee zijn van blauw. Met “AA0000” krijg je een rode en met “0000AA” een blauwe kleur.

³In de scheikunde noemt men een zuivere stof een stof die uit één soort moleculen bestaat. Een mengsel is een stof die uit meerdere soorten moleculen bestaat. Het is bijvoorbeeld mogelijk om een stof met vloeistof te mengen. Dit gaat niet altijd even goed, men onderscheidt drie soorten mengsels: oplossing, emulsie en suspensies. Lucht is een mengsel van gassen, hier zitten naast stikstof moleculen onder andere ook zuurstof moleculen in.

spectrum).

In de natuurkunde gebruikt men de vuistregel dat de kleuren die door een stof gabsorbeerd worden, ook relatief makkelijk worden uitgezonden als dat voorwerp verwarmd wordt. Als Natrium geel licht uitzendt als het warm wordt, moet het dus ook geel licht absorberen (en wel precies hetzelfde gele licht). We kunnen dit met een proef met twee kaarsen en een scherm onderzoeken. We zetten de kaarsen en het scherm in elkaars verlengde (eerst een kaars, dan nog een kaars en dan het scherm). In een donkere ruimte zie je dat de kaarsvlam van de eerste kaars een schaduw van de tweede kaars op het scherm werpt. De kaarsvlam van de tweede kaars heeft geen schaduw! Nu strooien we een beetje zout in beide vlammen. Kijk wat er gebeurt.

Opdracht 4: *Onderzoek wat er bij de proef met de twee kaarsen gebeurt.*

4 Hemelse lichtbronnen

's Avonds zie je aan de hemel lichtpunten. Een deel van deze punten zijn lichtbronnen, andere lichtpunten zijn geen lichtbronnen, maar reflecteren slechts licht.