**Optica met ledlampen**

[subtitel]Ledlampen zorgen voor lol en inzicht.

[onderwerpsymbool GS]

[B]

Tijd

10 tot 15 minuten per demonstratie

Bereik

Bovenbouw / onderbouw

[inleidend kader]

Monochromatische ledlampen lenen zich voor leuke en leerzame demonstraties. Ze lenen zich ook uitstekend voor een onderzoek door leerlingen zelf. De felle kleuren in een verduisterd lokaal leveren een sfeer die leerlingen zeker zullen onthouden.

[eind kader]

[NV21\_figuur1]

*Figuur 1. De gebruikte monochromatische ledlampen.*

[NV21\_figuur2]

*Figuur 2. Spectra van de monochromatische RGB-ledlampen bepaald met een spectrometer*

**Nodig**

Bij alle onderstaande onderdelen zijn monochromatische ledlampen rood, groen en blauw nodig.

1. Spectrum maken: spectrometer; meetprogramma bijvoorbeeld Coach.
2. Overlap van lichtbundels: wit scherm of plafond.
3. Buigingsspectra laten zien: led-tv of laptopscherm.
4. Verstrooiing van licht: goedkope witte kunststof voetbal.
5. Rekenen aan de sterkte van lens van de lamp: houdertje voor de lens.

**Voorbereiding**

Bepaal welke demonstratie je wilt doen en leg deze materialen klaar.

1. Start Coach 7 op met de spectrometer aangesloten en kies de optie *Spectrometer*   
   -> *emissiespectrum*.
2. Test of het lokaal genoeg verduisterd kan worden. Laat de bundels elkaar overlappen en kijk of deze goed zichtbaar zijn. Verwissel eventueel de batterijen.
3. Stapel de ledlampen op elkaar en richt tegelijkertijd of individueel op de tv of laptopscherm en kijk of het buigingsspectrum zichtbaar is.
4. Plaats de ledlamp onder de bal en zorg dat de bal niet weg kan rollen.
5. Demonteer de ledlamp en haal de lens uit de kop.

**Uitvoering**

1. Plaats de ledlamp op een geschikte afstand van de spectrometer of zorg met de computer dat de spectrometer niet overbelicht is. Neem een spectrum van de lampjes. Zoek de pieken van de golflengte en bespreek met de leerlingen of ze de lamp wel of niet monochromatisch vinden. Vergelijk eventueel met een spectrum van een wit-licht-ledlamp.
2. Laat de bundels elkaar overlappen en bespreek de mengkleuren van licht. Leuk is het ook om een schaduw te maken met verschillende kleuren. Laat leerlingen beredeneren in welke volgorde je de ledlampen hebt gelegd. Zie figuur 3.
3. Schijn met de rode ledlamp op een tv in een verduisterd lokaal. Bespreek het buigingsspectrum dat je ziet. Vraag de leerlingen om te voorspellen hoe het spectrum van groen en blauw van het getoonde spectrum verschillen (figuur 4).

[NV21\_figuur3]

*Figuur 3. Kleurenschaduw: de ledlampjes liggen naast elkaar, maar in welke volgorde?*

[NV21\_figuur 4]

*Figuur 4. Buigingsspectra van drie kleuren op het oppervlak van een tv-scherm ontstaan door het pixelpatroon van de led-tv.*

1. Toon de diffuse verstrooiing aan de witte bal door deze voor de lamp te zetten. De bal krijgt dezelfde kleur als de ledlamp (figuur 5). In goede omstandigheden zou de bal zelfs de mengkleur kunnen worden als men twee lampen gebruikt. Probeer de proef ook eens met een andere kleur bal (bijvoorbeeld rode bal). Wat gebeurt er nu met de kleur en waarom?
2. Bepaal de sterkte van de lens door bijvoorbeeld een 1 cm ruitje te vergroten en dan de vergroting en afstand van de lens tot het papier te bepalen. Bereken hiermee de sterkte van de lens (figuur 6).

[NV21\_Figuur 5]

*Figuur 5. Verstrooiing op een bal*

[NV21\_Figuur 6]

*Figuur 6. Bepalen van de sterkte van een lens. De lens is een houder geplaatst. Deze houdt de lens op een vaste afstand van het papier. Op het papier is een maat van 0,5 cm afgetekend. Door de lens kijkend wordt deze nu vergroot naar 1,0 cm. De vergroting is hier dus gelijk aan(-)2,0.*

**Natuurkundige achtergrond**

1. Het spectrum van de lampjes is redelijk monochromatisch.
2. De mengkleuren van licht zijn wel bekend; tweede klasstof.
3. De kortste golflengte heeft de kleinste afbuiging. In figuur 5 is te zien dat het buigingsspectrum op de led-tv een combinatie is van een dubbele en enkele spleet.
4. Het licht van de ledlamp komt in de witte bal en wordt intern diffuus verstrooid. De hele bal gaat dan de kleur van de lamp uitzenden.
5. In figuur 8 is te zien hoe de vergroting wordt bepaald.

In een andere situatie vonden we: *N* = -3,0.

Afstand van de lens tot het papier: *v* = 0,68 cm gemeten.

Voor *b* vinden we dan: -2,0 cm. (b is virtueel).

Met de lenzenformule: *f* = 1,0 cm of *S* = 1,0·102 dpt.

**Tips**

* De gebruikte ledlampen zijn gekocht bij diverse internetwinkels. Kijk naar de lichtsterkte die de ledlampen genereren en kies voor veel licht uitzenden.
* De goedkope voetballen zijn bij de Action gekocht, maar de demonstratie kun je ook met pingpongballen doen.