**DNA en Pennenveertje**

[subkop]

Interferentie van pennenveer

[onderwerpsymbool Golven en Straling]

[voor ikoontjes]

Tijd

10 minuten of meer

Bereik

5-6 vwo

Begrippen: diffractie, interferentie, buiging, DNA-structuur

[inleidend kader]

Met deze demonstratie kun je een brug slaan tussen biologie en natuurkunde, doordat je een foto van het röntgendiffractiepatroon van DNA die is gebruikt bij het ontrafelen van de DNA-structuur, optisch dupliceert met behulp van een laser en een pennenveertje. Als pure natuurkundedemonstratie is het waardevol om het gebruik van diffractie te laten zien voor het ontrafelen van patronen. Daarnaast is dit diffractiepatroon complexer dan dat van een tralie, maar nog steeds eenvoudig genoeg om aan te rekenen.

[eind inleidend kader]

[59\_WoS08\_SD\_foto1, onderschrift 1]

*De opstelling bestaat uit een laser, een bundelverbreder van twee positieve lenzen en een veertje. De inzet rechtsonder toont het belichte veertje in meer detail. Het scherm staat ongeveer 6,5 meter rechts van het veertje.*

[59\_WoS08\_SD\_foto2 naast 59\_WoS08\_SD\_foto3, onderschrift 2 en 3: ]

*Links het interferentiepatroon van een pennenveertje in laserlicht. Het patroon is een combinatie van een traliepatroon met een patroon van buiging rond een enkele dunne draad. Deze afbeelding was in werkelijkheid ongeveer 22 cm hoog. Rechts: foto van het röntgendiffractiepatroon van DNA. Deze foto, gemaakt door Wilkins en Franklin, is door Watson en Crick gebruikt om de dubbele-helix-structuur van het DNA te bevestigen. Zoek de overeenkomsten!*

**Nodig**

Laser (een laserpointer in een statief kan, maar werkt minder goed); bundelverbreder van minimaal twee lenzen; pennenveertje met vrij kleine spoed; statiefmateriaal; minimaal 5 meter ruimte tot het scherm en verduisterbaar lokaal.

**Voorbereiding**

Ga op zoek naar een pennenveertje met een vrij kleine spoed. Het veertje in dit voorbeeld heeft een spoed van ongeveer 3 mm. Het verdient aanbeveling de hele opstelling van tevoren klaar te zetten en niet tijdens de les op te bouwen.

De hier gebruikte bundelverbreder bestaat uit twee positieve lenzen, die iets verder uit elkaar staan dan de som van hun brandpunten. De opbouw gaat het eenvoudigst zonder veertje. Je zorgt dan voor een scherpe afbeelding van de laser op het scherm door de afstand tussen de twee lenzen aan te passen. Daarna schuif je het veertje in de bundel en kun je nog proberen de afbeelding iets scherper te krijgen. De bundel moet dusdanig zijn verbreed dat er minimaal vijf windingen van het veertje belicht worden.

**Uitvoering**

Het is mogelijk om vrij veel fysische concepten te demonstreren en te bevragen bij de leerlingen. In ieder geval kun je de koppeling met het ontrafelen van de structuur van DNA maken. Dat toont meteen een bredere en interessante(re) toepassing van diffractie dan het nauwkeurig bepalen van golflengtes.

Andere concepten die aan bod kunnen komen zijn:

* *De werking van de bundelverbreder*. Geef bijvoorbeeld aan dat het twee positieve lenzen zijn en dat de bundel x keer is verbreed en vraag de leerlingen om een constructietekening te maken;
* *Het ontstaan van twee gekruiste patronen*. Je kunt via de hoek tussen de patronen de hoek tussen de veerwindingen bepalen en die vervolgens controleren (leg bijvoorbeeld de veer op de overheadprojector).
* *De superpositie van twee diffractiepatronen*: het traliepatroon (het ‘kleine’ patroon) en het buigingspatroon rond een draad (het ‘grote’ patroon). Aan beide patronen kun je rekenen (zie Braun e.a. (2011)).
* *De verhoudingen tussen orde van grootte* van de pennenveer versus het DNA en de golflengte van zichtbaar licht versus röntgenstraling.
* *De creatie van natuurwetenschappelijke kennis*. Het gebruik van de foto van Wilkins en Franklin door Watson en Crick is omstreden.

**Natuurkundige achtergrond**

Wanneer straling door een opening valt, dan zal een diffractiepatroon ontstaan. Zie verder Braun e.a. (2011).

**Tips**

Bereid deze demonstratie goed voor, ook wat betreft didactiek en reikwijdte. Het kost wat moeite, maar dat is het meer dan waard.

**Veiligheid en milieu**

Pas de veiligheidsmaatregelen toe die nodig zijn bij het gebruik van een laser.

[Kadertje onderaan]

Het eindexamen VWO 2013 tijdvak 2, opgave 2 bespreekt deze opstelling. Men gebruikt een iets andere bundelverbreder.