

8. Fijne stof en meervoudige interferentie

Inhoud

8.1. Een opstelling met tweevoudige interferentie.....	1
8.2. Een interferentie van een interferentie en zijn omkering.....	3
8.3. Nog enkele meervoudige interferenties.	4

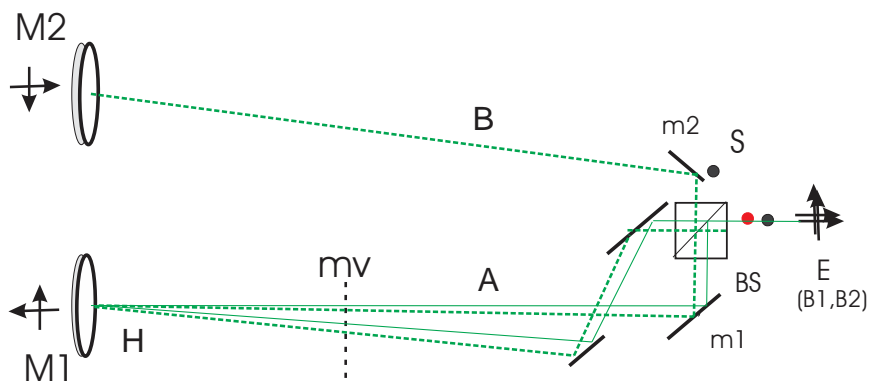
8.1. Een opstelling met tweevoudige interferentie.

Vragen we ons vervolgens af of we twee interferenties met elkaar zouden kunnen laten interfereren en welke beelden dit zou opleveren. We hebben internet afgezocht om na te gaan of iets dergelijks al ooit is gedaan. Maar wellicht hebben we onvoldoende gezocht, want we hebben niets van die aard gevonden.

Staan we even stil bij die gedachte, dan lijkt het ons dat een opstelling met zulk een dubbele interferentie heel wat moeilijker te bouwen zal zijn, maar als het lukt dan wordt het wellicht een uitzonderlijk gevoelig instrument. De minste beweging in een dergelijke opstelling zal onmiddellijk tot een grote kleurenverschuiving en kleurenrijkdom leiden.

Bedenken en bouwen we dus een opstelling waarbij twee onderscheiden interferenties zich met elkaar verenigen. Niet dus twee lichtbundels die zich met elkaar mengen. Wel twee interferenties die we met elkaar willen laten interfereren. Wat er zich toont zien we in de afbeelding hieronder.

Kijken we naar de tekening hieronder. We hebben ter vereenvoudiging enkel het laserlicht getekend en de divergerende en convergerende bundels weggelaten.

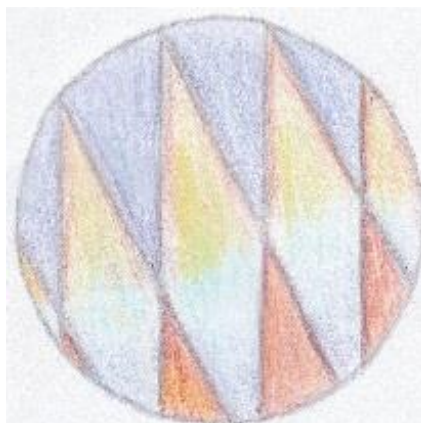


Kijken we naar het systeem A onderaan, het geeft de basisopstelling met gelijke lichtweg weer. De letters mv staan voor de kleine vlakke spiegel. De hoofdletter H geeft de plaats weer van de hand, net voor de spiegel M1. We draaien M1 een klein beetje, zodat het weerkaatste licht niet op dezelfde plaats m1 en Bs bereikt, maar enkele mm ernaast. De uittredende bundel naar m2 geeft een interferentiebeeld, maar omwille van, zeggen we de niet optimale, niet axiale lichtweg, geeft dit beeld een aantal interferentielijnen. Deze kunnen in E gezien worden, net naast de plaats waar de laser de splitter Bs verlicht.

Ons boeit echter het interferentielicht dat vanuit m2 divergeert naar de spiegel M2. Na weerkaatsing gaat dit licht convergerend terug via m2 naar Bs. Dat alles resulteert dus in twee interferenties die met elkaar interfereren.

In E ziet men vanuit de splitter twee beeldpunten naast elkaar. Het eerste 'punt', eigenlijk een klein vlak, toont ons de eerste interferentie van de basisopstelling. Het tweede beeldpunt, net ernaast, en de plaats waar de laser in de opstelling gaat, toont bond het beeld met de dubbele interferentie. Dit beeld heeft slechts de helft van de lichtsterkte van het eerste beeld. Begrijpelijk, want het licht dat via de spitter naar S gaat is voor de waarnemer verloren.

Kijken we dan in E wat er zich toont van de dubbele interferentie dan zien we wat hieronder in de tekening is weergegeven. We zien enkele verticale interferentielijnen, die gekruist worden door schuine interferentielijnen. We zien eveneens dat hun kleuren zich mengen en er een mooi symmetrisch patroon ontstaat.



De minste beweging aan één der stelschreven doet weer een heel ander caleidoscopisch patroon met een aantal andere kleuren ontstaan. Het is wel boeiend om al die wisselende kleuren aan te kijken. Hieronder lopen de beide interferenties enigszins samen. Men ziet in de banden zelf dat er verkleuring optreedt.

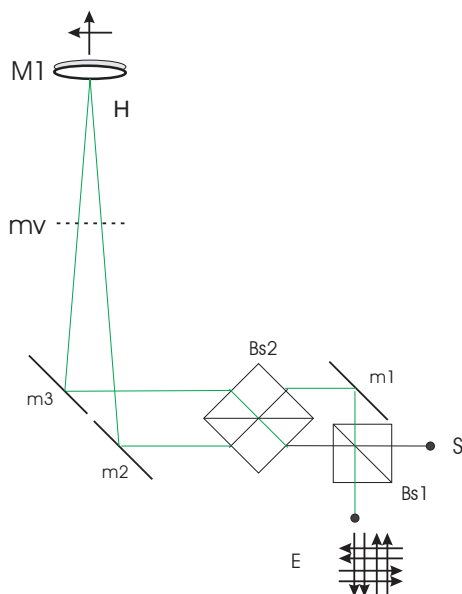


Brengen we de wijsvinger in de opstelling, dan tonen er zich zo goed als geen kleurverschuivingen. De opstelling moet met een grotere precisie worden gebouwd, zodanig dat één enkele mengkleur het hele spiegeloppervlak vult. Die graad van nauwkeurigheid hebben wij niet kunnen bereiken.

8.2. Een interferentie van een interferentie en zijn omkering.

De opstelling hieronder toont ons eveneens een dubbele een interferentie. Met ziet rechts in de tekening de verticale interferentie banden, maar op de achtergrond tonen zich eveneens de interferentie van deze banden onderling. Omdat het een omkering is, is het beeld niet stabiel.

Een perfect uitgelijnde opstelling zou slechts één enkele mengkleur geven en een hypergevoelige opstelling vormen. Maar die precisie realiseren is, ook omdat het een reversal betreft, een amateur niet gegeven.

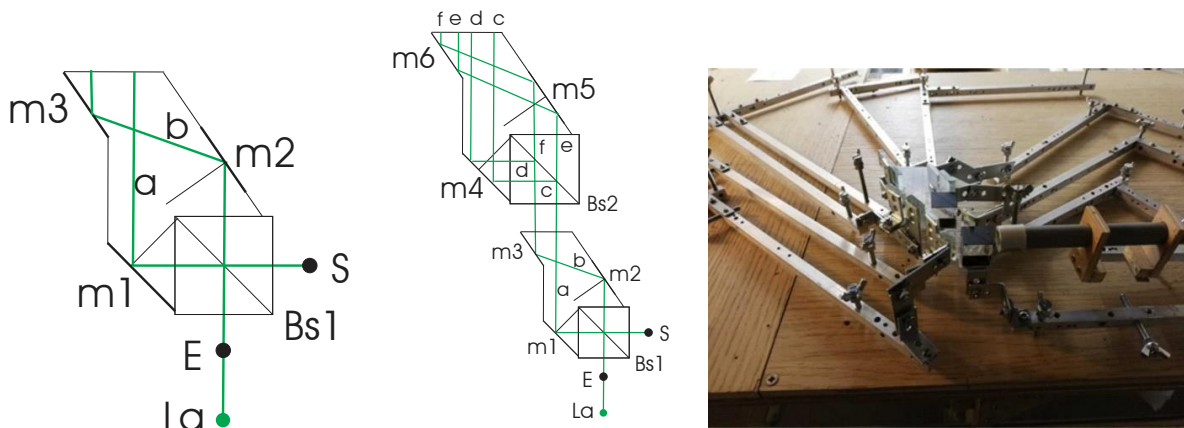


8.3. Nog enkele meervoudige interferenties.

Brengen we in de tekening hieronder links het kaartje uit onderdeel 6.3. in herinnering. Het diende er als ‘onderlegger’ voor de splitter, en dit om een opstelling met gelijke lichtweg te kunnen bouwen. Niets belet ons om hierop een tweede kaartje aan te sluiten. We zien hierop de splitter Bs2 en de vlakke spiegeltjes m4, m5 en m6. De lichtweg a zien we hierop ontdeubeld in de deelbundels c en e, de lichtweg b splits zich op in de deelbundels d en f. Deze vier bundels convergeren op de hoofdspiegel. Na weerkaatsing convergeert de bundel f in c, en omgekeerd, en convergeert de bundel e in d en omgekeerd.

In de splitter Bs2 komen vier bundels twee aan twee samen, wat dus aanleiding geeft tot twee interferenties. Deze interferenties interfereren tenslotte met elkaar in Bs1. We zien dus in E een dubbele interferentie. Rechts zien we een detail van de opstelling in aanbouw.

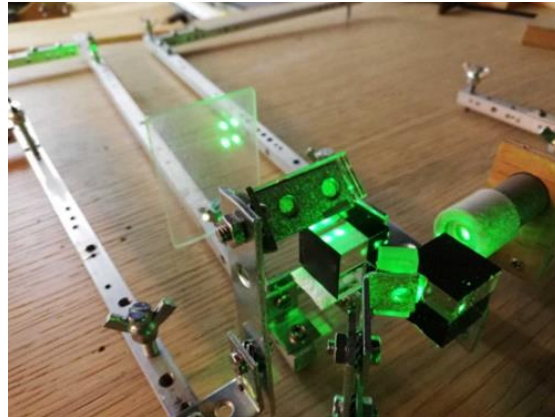
We hebben deze opstelling afgewerkt, maar kregen telkens nog interferentielijnen. Het lukt ons niet om ze met de vereiste nauwkeurigheid af te stellen. Een honderdtal schroeven juist afgesteld krijgen is geen eenvoudige opdracht. Ook hier moet het uitlijnen gebeuren met grotere vlakke spiegels om alles nauwkeurig af te stellen. Op de foto hieronder zijn nog maar enkel de verticale afstelschroeven geplaatst, de horizontale nog niet. Deze moeten zich dan tegen een verticaal opgesteld houten of metalen plaatje kunnen afduwen, maar met een elastiek ertegen getrokken worden. Een heel werk, want elk optisch onderdeel vereist drie horizontale en drie verticale afstelbouten, allen conisch uitgeboord en onderaan van een kegeltje voorzien. Bij het afstellen met de laser staan deze plaatjes bovendien in de weg van het laserlicht.



Een verbeterde versie van de vorige opstelling bestaat erin om de tweede splitter, Bs2, 90 graden te draaien. De deelbundels f en e liggen dan niet naast de deelbundels d en c, maar er net boven. Dat maakt dat de parallax kleiner wordt.

In de foto hieronder hebben we zulk een opstelling gebouwd, echter met de basisopstelling, met een ongelijke lichtweg dus. Deze opstelling vereist slechts twee vlakke spiegeltjes en is dus heel wat eenvoudiger te bouwen. We hoopten hiermee zeer brede interferentielijnen te krijgen, eventueel breed genoeg om het hele spiegeloppervlak te vullen. Maar dat lukte niet.

De foto toont wel de lichtbron, de twee splitters en de beide vlakke spiegel-tjes. Net voorbij de tweede splitter hebben we een plastic plaatje aangebracht. Men ziet hierop duidelijk de vier laserpuntjes, 2 per 2 boven elkaar. In de vorige opstelling zagen we ook vier laserpuntjes, maar op een rij naast elkaar. Merken we tenslotte op dat deze laatste twee opstellingen geen reversaal-interferometers zijn.



Er zijn tenslotte nog heel wat combinaties mogelijk, maar de nauwkeurigheid die hierbij vereist is, is geen taak meer voor een amateur.

De ideale meervoudige interferentie-opstelling zien we als een uiterst gevoelig instrument. Een minimale verstoring leidt hierbij tot een maximale verschuiving, ofwel van kleuren bij voldoende licht, ofwel van het zichtbaar worden van schaduwen bij een meer donkere verlichting. Belangrijk is dat het hele spiegeloppervlak hierbij slechts één enkele mengkleur toont, ofwel een destructieve interferentie. Bestaat de mengkleur uit meer dan één interferentie, dan ligt het voor de hand dat dit laatste een grotere gevoeligheid zal hebben, en dus – letterlijk - meer aan het licht, of in het andere geval aan het schemerlicht, zal prijsgeven.