

# Michelson en Morley

N.G. Schultheiss

## 1 Inleiding

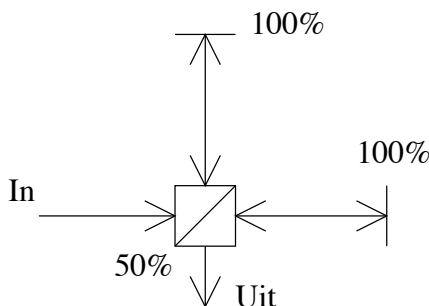
Deze module is direct te volgen vanaf de vierde klas. In deze module wordt uitgelegd hoe Michelson en Morley er achter kwamen dat er geen snelheden groter dan de lichtsnelheid mogelijk waren.

## 2 Michelson en Morley

Bij schuine botsingen mogen we in het klassieke geval gebruik maken van het feit dat snelheden en dus ook impulsen vectorieel op te tellen zijn. Het is de vraag of dit altijd mag. We beginnen met het volgende gedachten-experiment.

Als je een kanaal van precies 2,5[km] lang neemt en je vaart met een boot met precies 5[km/h] op en neer, dan duurt de reis precies 1 uur. Hierna zetten we een sluis open en het water begint met precies 0,5[km/h] te stromen. Heen vaart de boot tegen de stroom in. Ten opzichte van de oever wordt de snelheid 4,5[km/h], dit is te berekenen door het verschil in snelheid te nemen. Terug is de snelheid ten opzichte van de oever 5,5[km/h], dit is te berekenen door de snelheden op te tellen. De heenreis duurt nu 33 minuten en 30 seconden. De terugreis duurt 26 minuten en 40 seconden. De hele reis duurt door het stromen van het water dus 10 seconden langer. We kunnen dus kijken of het medium (in dit geval water) een snelheid heeft, door te meten hoelang een reis duurt. (Uiteraard wil je weten of ik geen fout heb gemaakt en reken je het even na.)

In de 19<sup>e</sup> eeuw werd er over het algemeen van uitgegaan dat licht een golf was die zich in het medium “aether” voortbewoog. Naar analogie van het kanaalverhaal verzonnen Albert Michelson en Edward Morley het volgende experiment om op vergelijkbare wijze met licht te kijken hoe snel wij ons ten opzichte van de “aether” voortbewegen.



Figuur 2.1: De Michelson en Morley interferometer

Een lichtpuls werd door een half doorlatende spiegel gesplitst in twee pulsen. Deze twee lichtpulsen liepen langs twee verschillende wegen (bijvoorbeeld Noord/Zuid en Oost/West). Iedere weg heeft dan een eigen snelheid ten opzichte van de aether. Daarna werden de pulsen weer samengevoegd en konden Michelson en Morley zien of de lichtpulsen elkaar uitdoofden (in tegenfase) of niet (in fase). Door de lengte van een van de wegen een heel klein beetje te veranderen is dit in te stellen.

**Opdracht 1:** *Wat voor licht gebruik je het liefst: wit of gekleurd?*

Door in een kaarsvlam een oplossing van keukenzout te spuiten krijg je monochromatisch licht. Eventueel kun je dit met twee kaarsen en een keukenzout oplossing experimenteel bepalen. Je kunt kijken of de ene kaarsvlam een schaduw heeft van de andere kaarsvlam.

**Opdracht 2:** *Doe dit experiment. Wat mag je concluderen als je dit vergelijkt met een kaars zonder keukenzoutoplossing?*

**Opdracht 3:** *Hoe kun je de opstelling het beste instellen? In fase of in tegenfase?*

Hierna verdraaiden ze de opstelling. In feite gaat dit vanzelf omdat de aarde als geheel draait. De wegen krijgen nu een andere snelheid ten opzichte van het medium en dus ook ten opzichte van het licht. Het was te verwachten dat ze dus iets anders zagen. Dit mede omdat de uitdoving bij een halve trillingstijd van het licht al verandert. Helaas veranderde er niets en moesten Michelson en Morley tot de conclusie komen dat het licht altijd even snel gaat. Blijkbaar kunnen we snelheden in de buurt van de lichtsnelheid dus niet zomaar optellen.

**Opdracht 4:** *Bereken hoe snel de aarde aan de evenaar ronddraait en vergelijk dit met de lichtsnelheid.*

**Opdracht 5:** *De aarde draait ook nog rond de zon. Vergelijk deze snelheid ook met de lichtsnelheid.*

**Opdracht 6:** *Schat hoe groot de opstelling van Michelson en Morley moet zijn. (Hoeveel (halve, kwart?) golven licht moet de weg zijn? Hoeveel meter is dat? Hoe zat het met de echo van geluid?)*

**Opdracht 7:** *Controleer experimenteel of Michelson en Morley gelijk hadden.*