

## 1. Doel

### Het meten van de lichtsnelheid

## 2. Hypothesevorming:

We nemen nu een microgolfoven die microgolven uitzendt. Uit verder onderzoek zal blijken dat microgolven eigenlijk ook "licht" is maar met een langere golflengte. Wegens Einstein weten we dat alle "licht" van welke golflengte ook, zich (in vacuüm) voortplant met dezelfde snelheid. **Meten we dus de voortplantingsnelheid van microgolven dan meten we eigenlijk ook de snelheid van zichtbaar licht want deze is dezelfde.**

We kunnen de snelheid van een golf berekenen omdat we weten dat de voortplantingsnelheid van een golf altijd gelijk is aan de afgelegde afstand van de golf gedeeld door de periode van de golf:

$$v = \frac{\text{afgelegde afstand}}{\text{tijd waarin die afstand werd afgelegd}} = \frac{\text{golflengte}}{\text{periode}} = \frac{\lambda}{T}$$

Dus

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

waarin  $\lambda$  de golflengte is en  $T$  de periode van de golf.

Om te kunnen berekenen hoe snel een golf beweegt, heb je die twee waarden (golflengte en periode) nodig.

### Periode bepalen

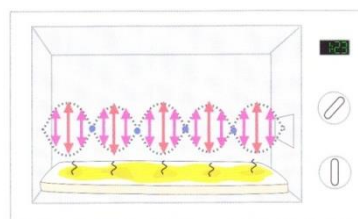
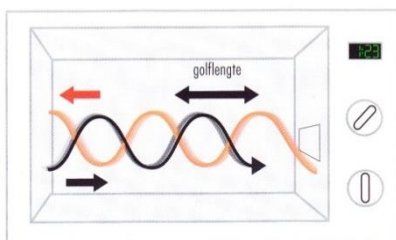
De frequentie bepaalt hoeveel golven er per seconde worden geproduceerd. Nu de **frequentie van de microgolven** kunnen we **aflezen** op de microgolfoven. We weten ook dat de periode  $T$  van een golf het omgekeerde is van de frequentie. Als de periode van een golf bv.  $1/3$  s duurt dan zijn er 3 trillingen per seconde of is de frequentie 3 Hz.

Nu moeten we enkel nog **de golflengte van het licht** dat de microgolfoven produceert **meten**. Dan kunnen we de lichtsnelheid, die we noteren met  $c$ , berekenen als het eenvoudige product:

$$c = \lambda \cdot f.$$

### Golflengte Meten

Alle licht, inclusief microgolven, zijn golven die bestaan uit een reeks pieken en dalen. Eén complete golf, ook wel de golflengte genoemd, is de afstand tussen twee pieken. In een microgolfoven wordt aan één zijde van het apparaat een reeks golven geproduceerd. Die wordt op de andere zijde teruggekaatst naar zijn beginpunt. Deze teruggaande golf telt op bij de heengaande. Meestal is deze som nul tenzij de teruggaande mooi samenvalt met de oorspronkelijke golf (zie figuur a).



Figuur b

Figuur a

Zo ontstaat een staande golf (zoals op een snaar) met op vaste punten buiken en knopen. In de knopen is er geen uitwijking en ontstaan koude plekken. Waar buiken zijn is er een sterke golfbeweging en ontstaan hete plekken (figuur b). **De afstand tussen die hete plekken is de helft van de golflengte.** Dit laat ons toe om de **golflengte te meten**.

De hete plekken zijn de plekken op het brood waar de boter het eerst smelt. De afstand tussen een piek en een dal is de helft van de golflengte, dus kun je die golflengte berekenen door de afstand tussen twee gesmolten plekken boter op het brood te verdubbelen. Bij het experiment heb je de gemeten afstand daarom ook met twee vermenigvuldigd.

### 3. Experiment:

Benodigheden en proefopstelling:

- Microgolfoven
- Boter
- 4 boterhammen
- Mes
- 1 soepbord en 1 plat bord
- Meetlat

Uitvoering en Meting:



Haal de draaischijf uit de microgolfoven (Het bord mag, als je de microgolfoven, aanzet niet gaan draaien. Zet daarom nog een soepbord omgekeerd over het centrale gedeelte waarop de draaischijf normaal rust.)

We leggen sneetjes brood in op een bord. Smeer het brood in met een dikke laag boter (ook de rand tussen de boterhammen). Zet het bord in de microgolfoven op het omgekeerd soepbord.

Laat nu de microgolfoven 15 à 20 seconden op volle kracht draaien. Als de boter nog niet genoeg gesmolten laten de microgolfoven langer opstaan. We kijken dus elke vijf seconden of boter al begint te smelten.

Meet dan met een meetlat de afstand in centimeters waar twee van deze gesmolten plekken beginnen. We vermenigvuldigen dit getal met twee. Dan bekomen we de golflengte van de microgolven die de microgolfoven produceert.

We zoeken vervolgens de frequentie van de microgolfoven op. Dat is het aantal golven dat hij per seconde produceert. Voor deze microgolfoven is dat 2450 MHz (=2,45 GHz). Dan vermenigvuldigen we de golflengte met de frequentie van de microgolfoven. We bekomen dan de lichtsnelheid in centimeter per seconde. Dit zetten we om in de SI-eenheden, dus in meter per seconde.

Meting:

Wanneer we het bord met het brood uit de microgolfoven halen, merken we op dat de boter op bepaalde plaatsen gesmolten is. Deze gesmolten vlekken vormen een reeks parallelle, gesmolten vlekken met daar tussenin ongesmolten plekken op het bord. Na het meten met een lat van de afstand waar twee van deze gesmolten

plekken beginnen, bekomen we ongeveer 6,3 cm. De frequentie van onze microgolfoven is 2450 MHz.

Resultaten:

Gemeten resultaten:

$$l = 6,3 \text{ cm} = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$f = 2450 \text{ MHz} = 2450 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

Berekeningen:

$$\lambda = 2 \cdot l = 2 \cdot 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 12,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \Leftrightarrow c = f \cdot \lambda$$

$$c = 2450 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 12,6 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 309 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De lichtsnelheid  $c$  die we bekomen is  $3,09 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

**Besluit:**

De gemeten lichtsnelheid is  $c = 3,09 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Vergelijken we dit met de literatuurwaarde van  $c = 299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

$$\frac{299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 100}{3,09 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 97\% \rightarrow \text{PA} = 3\%$$

Dan zien we dat we een procentuele afwijking van 3% hebben door deze eenvoudige proef! Wie weet kunnen we de bepaling nog beter maken door nauwkeuriger de beginpunten van de gesmolten vlekken te bepalen...