

# Vrije proef voorbereiding

Mathias Meersschaut, Michail Ognyanov

March 2025

## 1 Beschrijving

### 1.1 Onderzoeksvraag

Wat is het verschil in brekingsindices van bepaalde birefringente materialen?

### 1.2 Wat is birefringence (citaat uit [1])

*Birefringence means double refraction. It is the optical property of a material having a refractive index that depends on the polarization and propagation direction of light. These optically anisotropic materials are described as birefringent or birefractive. The birefringence is often quantified as the maximum difference between refractive indices exhibited by the material. Crystals with non-cubic crystal structures are often birefringent, as are plastics under mechanical stress.*

### 1.3 Opstelling

De opstelling bestaat uit een laser, polarisatoren, eventueel spiegels, een sample en de fotodetector. Het laserlicht wordt initieel gepolariseerd, waarna het op het sample invalt. Vervolgens wordt het licht nogmaals gepolariseerd en tot slot geabsorbeerd door de detector. Het sample is gemonteerd op een mechanisme om het sample 360 graden te draaien rond de as van de lichtstraal. Spiegels worden gebruikt om het licht te routen. De opstelling is schematisch weergegeven in Figure 1.

### 1.4 Theorie

De genormaliseerde intensiteit na de tweede polarisator is:

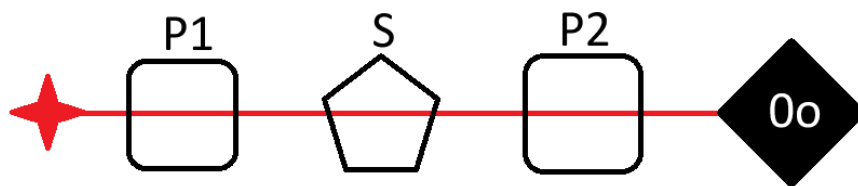
$$I = 1 - \frac{1}{2}(1 - \cos(\Delta\phi)) \sin^2(2\theta). \quad (1)$$

Hier is  $\Delta\phi = 2\pi L/\lambda \cdot |n_1 - n_2|$  het faseverschil tussen de parallelle en loodrechte straal. Door te fitten naar  $\Delta\phi$  kan  $|n_1 - n_2|$  bepaald worden indien de dikte van de sample  $L$  gekend is.

## 2 Materialen

Wij zouden graag de volgende materialen aanvragen:

- Digitale fotodetector
- Birefringente materialen: liefst meerdere materialen van de lijst te zien in Figure 2. Andere beschikbare birefringent materialen zijn zeker ook welkom.
- laser (of tak)
- donkere kamer met een opstellingstafel
- polarisatoren
- enkele mirrors
- houder om de sample te kunnen roteren rond een horizontale as



Figuur 1: De opstelling: Links is de bron van de laser, P1 en P2 zijn polarisatoren, S is het sample dat kan draaien in de as van de beam en 0o is de detector. Spiegels zijn niet weergegeven omdat deze gebruikt worden voor routing van de laser.

## 3 Stappenplan

1. Lijn de proef op zodat het licht door: de polarisator, het sample en de tweede polarisator gaat vooraleer het op de detector invalt.
2. De polarisoren uitlijnen door licht door de twee polarisatoren te sturen en een maximum in de intensiteit te zoeken.
3. Het sample moet in een roterende houder zitten in de lijn van de beam.
4. Meet de intensiteit voor een bepaalde staat van rotatie van het sample.

Uniaxial crystals, at 590 nm <sup>[9]</sup>					Biaxial crystals, at 590 nm <sup>[9]</sup>				
Material	Crystal system	$n_o$	$n_e$	$\Delta n$	Material	Crystal system	$n_\alpha$	$n_\beta$	$n_\gamma$
barium borate $\text{BaB}_2\text{O}_4$	Trigonal	1.6776	1.5534	-0.1242	borax $\text{Na}_2(\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O})$	Monoclinic	1.447	1.469	1.472
beryl $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$	Hexagonal	1.602	1.557	-0.045	epsom salt $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Monoclinic	1.433	1.455	1.461
calcite $\text{CaCO}_3$	Trigonal	1.658	1.486	-0.172	mica, biotite $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F,OH})_2$	Monoclinic	1.595	1.640	1.640
ice $\text{H}_2\text{O}$	Hexagonal	1.3090	1.3104	+0.0014 <sup>[13]</sup>	mica, muscovite $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F,OH})_2$	Monoclinic	1.563	1.596	1.601
lithium niobate $\text{LiNbO}_3$	Trigonal	2.272	2.187	-0.085	olivine $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$	Orthorhombic	1.640	1.660	1.680
magnesium fluoride $\text{MgF}_2$	Tetragonal	1.380	1.385	+0.006	perovskite $\text{CaTiO}_3$	Orthorhombic	2.300	2.340	2.380
quartz $\text{SiO}_2$	Trigonal	1.544	1.553	+0.009	topaz $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F,OH})_2$	Orthorhombic	1.618	1.620	1.627
ruby $\text{Al}_2\text{O}_3$	Trigonal	1.770	1.762	-0.008	ulexite $\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Triclinic	1.490	1.510	1.520
rutile $\text{TiO}_2$	Tetragonal	2.616	2.903	+0.287					
sapphire $\text{Al}_2\text{O}_3$	Trigonal	1.768	1.760	-0.008					
silicon carbide $\text{SiC}$	Hexagonal	2.647	2.693	+0.046					
tourmaline (complex silicate)	Trigonal	1.669	1.638	-0.031					
zircon, high $\text{ZrSiO}_4$	Tetragonal	1.960	2.015	+0.055					
zircon, low $\text{ZrSiO}_4$	Tetragonal	1.920	1.967	+0.047					

Figuur 2: lijst met birefringente materialen uit [1].

5. Draai de tweede polarisator 90deg en herhaal de metingen.
6. Herhaal dit proces voor een 5 deg grotere hoek van de sample in de houder.
7. Herhaal het hele proces met een ander materiaal als sample.

## Referenties

- [1] Wikipedia contributors, “Birefringence — Wikipedia, the free encyclopedia.” <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Birefringence&oldid=1276980122>, 2025. [Online; accessed 19-March-2025].