|  |
| --- |
| Labo: GONIOMETER |
| Groep: vrijdag 10.30u - 12.30u |
| Bert de Saffel  Fidel Lubanziladio  Xandro Vermeulen |

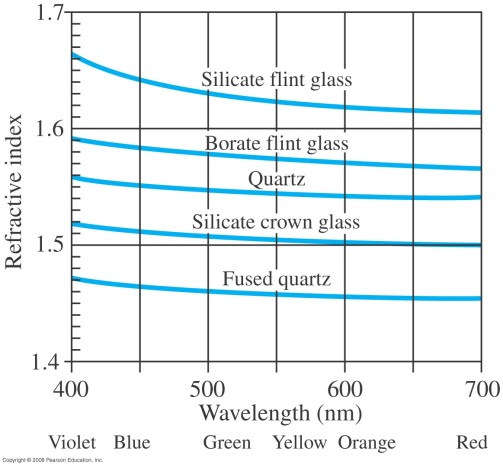
|  |
| --- |
| **Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur** |
|  |
| Schakelprogramma in de industriële wetenschappen: informatica |

# Inleiding

Bij dit labo wordt de brekingsindex van een glasprisma bepaald. Deze brekingsindex is afhankelijk van de golflengte dus voor een paar concrete golflengtes zal de brekingsindex worden bepaald. Dit kan worden verwezenlijkt door het meten van de deviatiehoek tussen een invallende lichtbundel en de gebroken lichtbundel die uit het prisma komt.  
Eens de brekingsindex bepaald is, zal er geweten worden uit welk type glas de prisma is samengesteld.

De resultaten dat verwacht worden m.b.v. kennis van de theorie zijn:

* Brekingsindex n is nooit kleiner dan 1
* Met behulp van de te verkrijgen brekingsindex n, zal er geweten worden uit welk type glas de prisma is samengesteld. Figuur 1 toont, uit welke mogelijke glazen de prisma samengesteld kan zijn.



Figuur 1: Brekingsindex in functie van de golflengte

# Meetopstelling

De meetopstelling bestaat uit drie delen. Het glasprisma, de collimator die het licht uitzend en de kijker waarmee de gebroken stralen worden opgevangen.

Dus; een heliumgaslamp zendt een lichtbundel uit via de collimator. De breedte van de spleet van de collimator wordt geregeld zodat deze in het brandvlak staat van de eerste positieve lens L1. Hierdoor zijn alle stralen die vertrekken uit de eerste lens evenwijdig met elkaar. Het nummer van het prisma is 2. De Cauchy coëfficiënten die bij deze prisma horen zijn:

A = 1.6087 ± 0.005

B = 958 ± 13.10-5 µm²

De stralen die uit het prisma komen kunnen geobserveerd worden via de kijker. Deze kijker heeft twee lenzen, een objectieve en oculaire lens die beide positief zijn. Op het brandpunt van de eerste (objectieve) lens L2 van de kijker bevinden zich kruisdraden. Deze kruisdraden kunnen samen met het reële beeld vergroot bekeken worden via de tweede (oculaire) lens L3 van de kijker.

De kijker en de collimator zitten vast op een onderstel. Via de gradenboog op dit onderstel kan de deviatiehoek tussen de invallende en uitgaande stralen bepaald worden.

## Kalibratie van de goniometer

De oculaire lens L3 wordt eerst geregeld zodat de kruisdraden verticaal staan (evenwijdig met de rotatie-as). De afstand tussen de kruisdraden en het objectief wordt aangepast totdat een zover mogelijk geplaatst voorwerp scherp kan worden bekeken te samen met de kruisdraden. Vervolgens wordt de kijker gedraaid zodat dat het licht door de objectieve lens L2 gaat. Vervolgens wordt de opening van de spleet breder gemaakt en wordt er terug door de kijker gekeken. De afstand tussen de spleet en L1 wordt aangepast tot het beeld scherp is.

De spleetbreedte wordt nadien dubbel zo breed gemaakt als het dubbele van de dikte van de kruisdraad. De kruisdraden worden gelijk gezet met het spleet beeld. De waargenomen hoek is 85°15’.

# Bepaling van de brekende hoek van het prisma

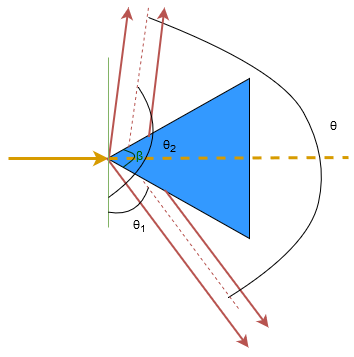
**Beschrijving en meting**   
Het prisma wordt in het midden van de goniometertafel geplaatst met zijn brekende ribbe gericht naar de collimator. De hoek enzijn de twee hoeken tussen de twee waargenomen lichtbundels met de kijker. is het verschil tussen deze twee hoeken.

(1)

Het resultaat van de verkregen metingen zijn:

De hoek is de hoek die de twee brekende ribben met elkaar verbindt. Op Figuur 2 kan de relatie tussen en waargenomen worden. Op de figuur valt een lichtbundel tegelijkertijd op beide zijvlakken van de brekende ribben waardoor er twee gereflecteerde bundels kunnen waargenomen worden met de kijker, moet dus het dubbele zijn van *.* Aangezien dat het prisma dat gebruikt wordt voor het experiment een gelijkzijdige driehoek benadert, moet gelijk zijn aan . Aan de hand van de experimentele waarde en het feit dat het dubbele is van, kan eenvoudig berekent worden a.d.h.v. de volgende formule:

(2)



Figuur 2: De relatie tussen en .

**Berekeningen**

De foutberekening is terug te vinden in Bijlage 1

**Conclusie**

Aangezien de glasprisma een gelijkzijdige driehoek benaderd, zou ideaal 60° moeten zijn.

De resultaat van de uitgevoerde meting en berekening voor bepaling van is niet gelijk aan want de meetfoutintervallen overlappen elkaar niet. De oorzaak ligt door het niet nauwkeurig meten van de hoeken enaangezien het meettoestel nog niet vertrouwd was.

# Bepaling van de minimumdeviatiehoek en de brekingsindex

**Beschrijving en meting**

Het prisma wordt nu schuin gedraaid met één van de brekende ribben naar de collimator gericht. Via de kijker en met behulp van het draaien van de goniometertafel moet het spectrum van de heliumgaslamp gevonden worden. Eens dit spectrum waarneembaar is via de kijker, moet de minimumdeviatiehoek gevonden worden voor elke lichtbundel. Dit is de minimale hoek tussen de invallende en uittredende straal. Aangezien dat elke lichtbundel anders zal breken, moet de stand van het prisma aangepast worden zodat bij het bepalen van de minimumdeviatie, de lichtbundel evenwijdig door de prisma gaat. De hoek waarmee de prisma moet gedraaid worden is zodanig klein dat het geen invloed heeft op de eindresultaten. In dit experiment blijft de prisma dus staan en zal enkel de goniometertafel gedraaid worden.   
  
Per kleur wordt nu de minimumdeviatiehoek Dmin tussen de minimumdeviatie en de nulhoek bepaald. Zie hiervoor tabel 1 voor de waarde van de minimumdeviatie (Dmin) van de verschillende kleuren dat voorkomen in het emissiespectrum van helium.

Tabel 1: minimumdeviatie voor het emissiespectrum van Helium

|  |  |
| --- | --- |
| **Kleur** | **Dmin(± 1')** |
| Rood | 46° 0' |
| Geel | 45° 25' |
| Groen (sterk) | 44° 21' |
| Groen (zwak) | 44° 11' |
| Blauw (zwak) | 43° 49' |
| Blauwviolet | 43° 19' |

**Berekeningen**

Bepaling brekingsindex

Via Formule 3 wordt de brekingsindex berekend per golflengte.

 (3)

Uitgewerkt voor de brekingsindex van de rode lichtbundel:

De foutberekening wordt ook één keer uitgeschreven in Bijlage 2.

Analoog kunnen de brekingsindices van de andere lichtbundels bepaald worden:

Per kleur wordt *Dmin*en *n* uitgezet in Tabel 2. De golflengte *λ* van de verschillende kleuren zijn gekende waarden die uit het emissiespectrum van helium voorkomen.

Tabel 2: De brekingsindex en minimumdeviatie voor het emissiespectrum van Helium

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kleur | λ (nm) | Dmin(± 1’) | n( ±0.0003) |
| Rood | 668 | 46° 0’ | 1.5995 |
| Geel | 588 | 45° 25’ | 1.5934 |
| Groen (sterk) | 502 | 44° 21’ | 1.5820 |
| Groen (zwak) | 492 | 44° 11’ | 1.5802 |
| Blauw (zwak) | 471 | 43° 49’ | 1.5762 |
| Blauwviolet | 447 | 43° 19’ | 1.5708 |

Relatie tussen n en λ

De empirische relatie tussen n en λ wordt bepaald met behulp van formule (4).

Om de Cauchy coëfficiënten Aexp en Bexp te bepalen, wordt een grafiek gemaakt waar *n* in functie van wordt uitgezet. Er wordt een lineaire trendlijn door deze punten getrokken om zo de Cauchy coëfficiënten te bepalen. Deze grafiek wordt in Figuur 3 afgebeeld.

 (4.1)

Figuur 3. De brekingsindex uitgezet in functie van .

Aan de hand van de trendlijn worden volgende Cauchy coëfficiënten Aexp en Bexp bekomen:

Aexp = 1.6232  
Bexp = 10437 µm²

Bepaling van de golflengtes met behulp van de vermelde Cauchy coëfficiënten

Als controle van de correctheid van de berekeningen, worden de golflengtes van de verschillende kleuren berekent aan de hand van de experimentele Cauchy coëfficiënten.

Aangezien de experimenteel bepaalde Cauchy coëfficiënten en de Cauchy coëfficiënten op de prisma niet overeenkomen, wordt in dit deel van de proef extra controle uitgevoerd.

Dit extra controle gebeurt als volgt:

* Formule 4.2 wordt gebruikt om de golflengtes van de verschillende kleuren te bepalen.
* Nadien worden de verkregen golflengtes vergeleken met de theoretische golflengtes.

(4.2)

Cauchy coëfficiënten op de prisma:

A = 1.6087 ± 0.005   
B = 958 ± 13.10-5 µm²

(negatieve vierkantswortel).

Voor alle andere kleuren wordt hetzelfde resultaat, namelijk onbepaald bekomen.

**Conclusie**

De waarden van de brekingsindexen van de verschillende kleuren zijn veel te laag waardoor er foutieve Cauchy coëfficiënten bekomen worden. Deze foutieve brekingsindexen zijn waarschijnlijk te wijten aan een foutieve bepaling van de minimumdeviatie.  
Aangezien de experimenteel bepaalde Cauchy coëfficiënten en brekingsindexen van verschillende kleuren foutief zijn, kan er niet geweten worden uit welk type glas de glasprisma is samengesteld.

# Besluit

De experimenteel bepaalde Cauchy coëfficiënten in deze opstelling komen niet overeen met de verwachte Cauchy coëfficiënten dat vermeld staan op de prisma. Waarschijnlijk is de oorzaak een foutieve bepaling van de minimumdeviatie. Hierdoor wordt de brekingsindex fout berekent en zal elk ander resultaat dat hier op volgt ook fout zijn.

Er kan geconcludeerd worden dat de uitwerking van de proef onvoldoende nauwkeurig werd uitgevoerd om de juiste Cauchy coëfficiënten te bekomen met als gevolgd dat het type glas van de prisma niet bepaald kan worden.

# Bijlage

Bijlage 1

Bijlage 2

Voor de foutberekening werd het Excel-document gebruikt. Ter controle werd deze ook één keer handmatig berekent.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Grootheid | Waarde | AF | RF |
| (rad) | 0.80285 | 0.00029 | 0.036 % |
| (rad) | 1.04429 | 0.00029 | 0.027 % |
| (rad) | 1.84714 | 0.00058 | 0.031 % |
|  | 0.92357 | 0.00029 | 0.031 % |
|  | 0.79776 | cos(0.92357) \* (0.00029 \* π / 180) = 0.000003 | 0.00037 % |
|  | 0.52215 | 0.00014 | 0.027 % |
|  | 0.49874 | cos(0.52215) \* (0.00014 \* π / 180)=  0.000002 | 0.00040 % |
|  | 1.5995 | 0.0003 | 0.19 % |