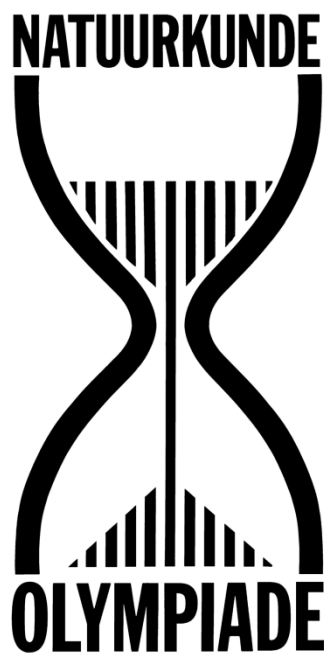


Eindronde Natuurkunde Olympiade 2025



practicumtoets De regenboog trilt

TU/e



Introductie

We zagen kinderen spelen met de zogenaamde regenboog, een set halve open cirkelbogen, die netjes in elkaar passen en in elkaar gestapeld een halve cirkelvormige schijf vormen.

Tijdens het spel zagen we de verschillende stukken van de schijf heen en weer slingeren. Dat maakte dat we ons afvroegen: wat is de relatie tussen de grootte van zo'n stuk cirkel of schijf en de trillingstijd?



1. De grootte van de trilling (1 pt)

Als eerste vragen we ons af of de trillingstijd nog afhangt van de grootte van de trilling.

Controleer dat voor de grote halve cirkelboog. We vragen hier geen exacte relatie tussen trillingstijd en grootte van de uitwijking. Gebruik je bevinding gemotiveerd bij de volgende onderzoekjes.

2. Trillingstijd als functie van de grootte van de boog. (5 pt)

Bepaal de trillingstijd als functie van de grootte van de boog zo nauwkeurig mogelijk.

Zorg dat duidelijk is dat de gevonden relatie nauwkeurig bepaald is

3. Trillingstijd als functie van de grootte van de schijf. (3 pt)

Bepaal ook de grootte van de trillingstijd als functie van de grootte van de gevulde halfcirkelvormige schijf zo nauwkeurig mogelijk.

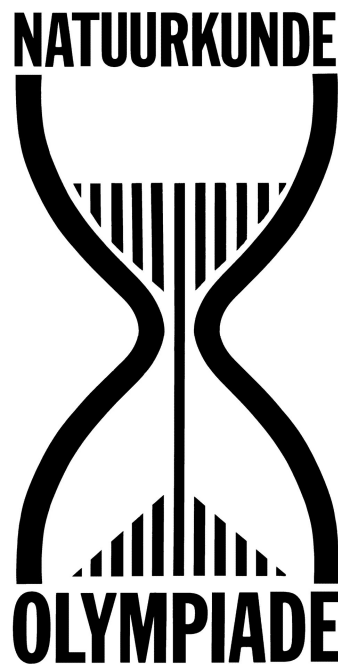
4. Vergelijk van de gevonden relaties (1 pt)

Als je de twee relaties gevonden hebt, mag je nog proberen de gevonden gelijkenissen en verschillen te verklaren.

NATUURKUNDE OLYMPIADE

EINDRONDE 2025

PRAKTIKUMTOETS



Opmerkingen

1. Schrijf bovenaan elk papier dat je inlevert je naam.
2. Nummer elke bladzijde.
3. Schrijf op de eerste pagina het totale aantal bladen dat je inlevert.
4. Deze toets bestaat uit 2 onderdelen die onafhankelijk van elkaar kunnen worden uitgevoerd.
5. Voor foutenbeschouwingen worden geen punten gegeven tenzij daar expliciet om gevraagd wordt. Er wordt wel telkens van je verwacht dat je het juiste aantal significante cijfers gebruikt.

Onderdeel 1 Blackbox

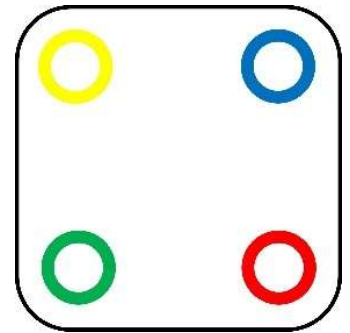
Inleiding

In de blackbox met vier aansluitpunten (groen, rood, geel en blauw) zijn een vijftal passieve componenten op een zekere manier geschakeld. Twee daarvan zijn leds en zijn zichtbaar aan de zijkant van de blackbox. De andere drie componenten zijn twee verschillende weerstanden en een condensator.

De vijf componenten hebben elk twee aansluitkanten.

Voor de schakeling in de blackbox geldt:

- 1 Voor elk van de vier aansluitpunten van de blackbox geldt dat het met slechts één aansluitkanten van een component is verbonden.
- 2 Tussen twee willekeurige aansluitpunten zit geen parallelschakeling.
- 3 Alle aansluitkanten van de vijf componenten zijn met (minimaal) één andere component (of een aansluitpunt) verbonden. (Er zijn dus geen 'losse' componenten.)
- 4 Elk aansluitpunt van de blackbox is (via componenten) verbonden met de andere aansluitpunten. (Er zijn dus geen 'gescheiden' circuits.)



Materialen

Je hebt de beschikking over de volgende materialen:

- Een aluminium doosje (black box) met vier aansluitpunten (groen, rood, geel en blauw).
- 1 multimeter die stroom of spanning kan meten. De werking van de multimeter wordt als bekend verondersteld. (De aansluiting van 10A op de multimeter is niet nodig.)
- Meerdere snoertjes.
- Stopwatch.
- Een 9V batterij met klip.

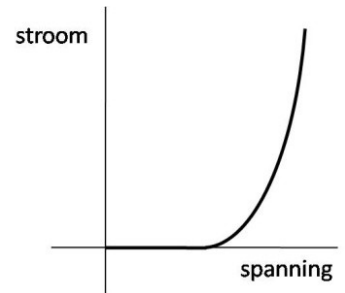
Opdrachten

- A** Noteer op de bijlage je naam en het nummer van de blackbox.
- B** Neem eerst aan dat het 5 dezelfde componenten zijn, aangegeven met de vorm van een blokje. Geef op de bijlage aan welke mogelijke schakelingen er zijn, gegeven de randcondities genoemd in de inleiding. Dat er op de bijlage 9 'lege' blackboxes getekend zijn betekent niet dat er 9 mogelijkheden zijn.
- C** Bepaal m.b.v. metingen hoe de vijf componenten in de blackbox geschakeld kunnen zijn. Noteer je uiteindelijke bevindingen op de bijlage. Geef duidelijk aan hoe je aan je antwoord komt!
- D** Bepaal de weerstandswaarde van de twee weerstanden.
- E** Bepaal de capaciteit van de condensator.
- Geef telkens duidelijk aan welke metingen je verricht.

Opmerkingen

Je mag de multimeter niet als Ohmmeter gebruiken.

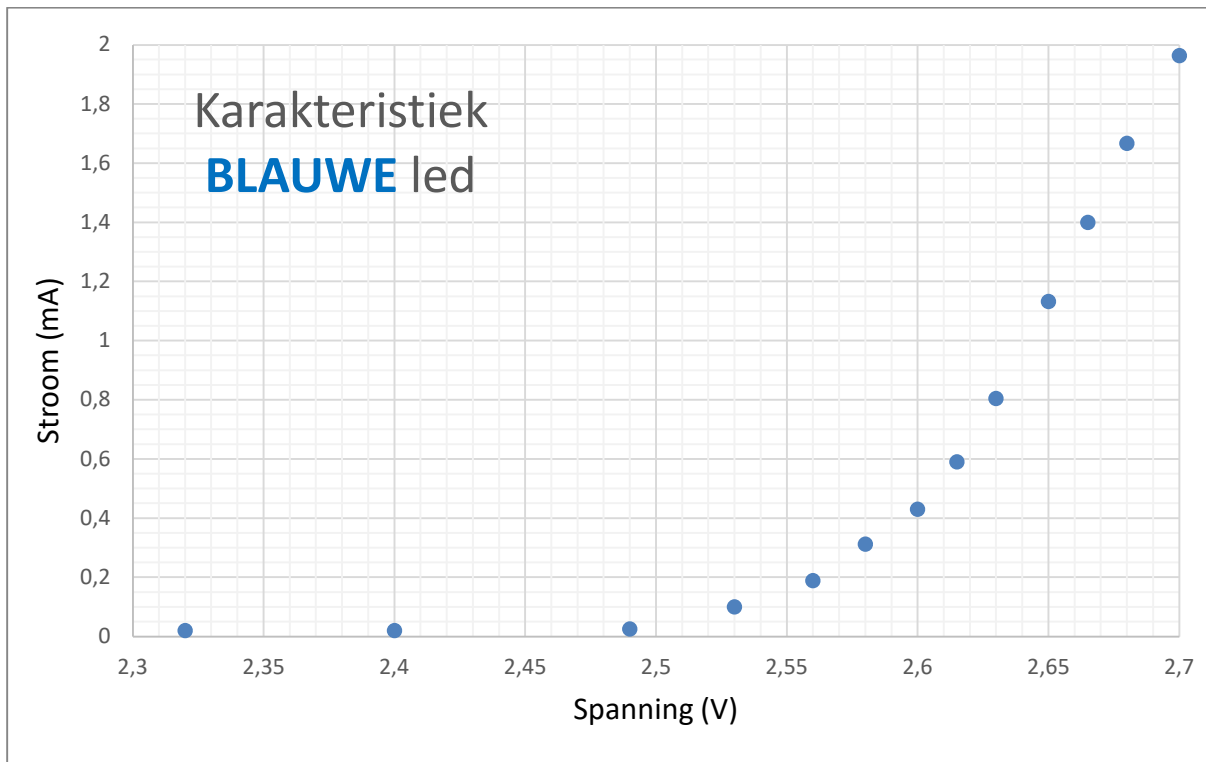
De stroom-spanning karakteristiek van een led laat zien dat er een drempelspanning is waarbij de led in de voorwaartse richting zeer goed gaat geleiden. Zie hiernaast voor een globale grafiek. Zie volgende pagina voor de opgemeten karakteristieken van de twee gebruikte leds. Deze zijn ook weergegeven op de bijlage. Als je deze gebruikt, laat dan duidelijk zien hoe je de karakteristiek hebt gebruikt.



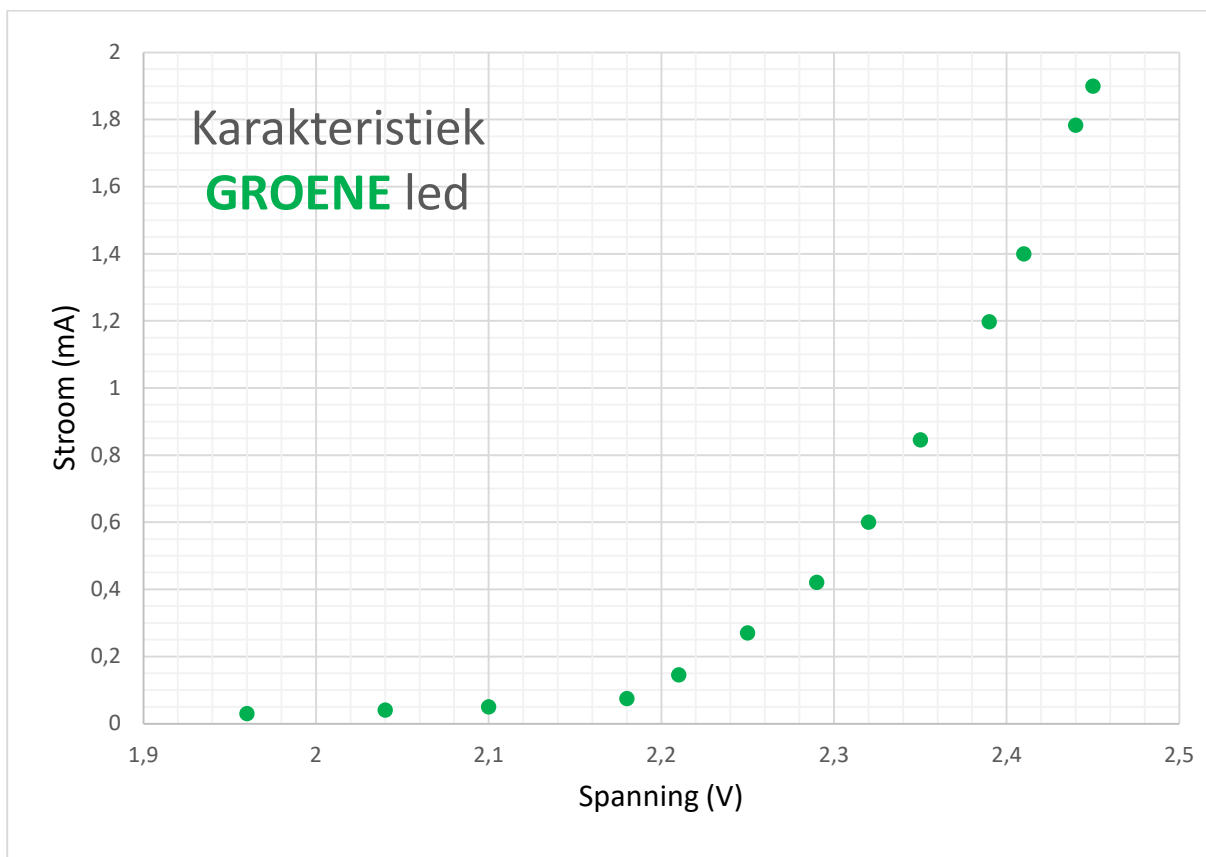
Hints

- 1 Een diode aansluiten op een spanning veel hoger dan de drempelspanning zal resulteren in een grote stroom waardoor de diode stuk gaat. Je mag aannemen dat de schakeling in de blackbox zodanig is dat dat niet kan gebeuren. (Je kan de 9V batterij dus aansluiten op alle aansluitpunten.)
- 2 Een condensator kan opgeladen worden door er een spanning over aan te leggen. Als dat via een weerstand en/of een diode gaat, zal tijdens het opladen de stroom steeds kleiner worden. Dat is dan ook te zien aan de felheid van de led. Hetzelfde geldt voor het ontladen: als dat via een weerstand en/of diode gaat, kun je aan de felheid van de led zien dat de stroom kleiner wordt. Hoe snel het op- of ontladen gaat hangt natuurlijk af van de capaciteit C van de condensator en de weerstandswaarde R . Het kan dus best dat het eventjes duurt voordat de condensator opgeladen of ontladen is.
- 3 Het meten van de stroom als functie van de tijd kun je doen door van tevoren de tijden te noteren die je wilt meten (bijvoorbeeld elke 5 seconden) en tijdens het op- of ontladen op die tijdstippen de waarde te meten (en snel noteren).

De **blauwe** led:



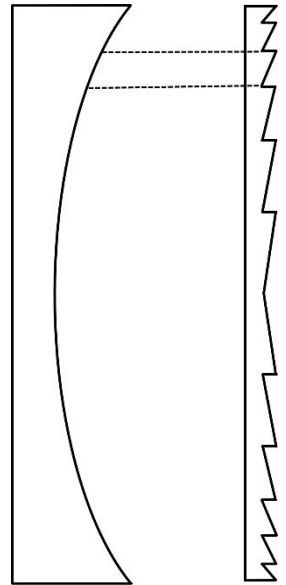
De **groene** led:



Onderdeel 2 Fresnel lens

Inleiding

Een lichtstraal die scheef invalt op het scheidingsvlak tussen twee media met verschillende brekingsindexen, wordt gebroken. Van deze eigenschap maakt men gebruik voor het construeren van lenzen. Er zijn twee verschillende soorten: positieve lenzen die een evenwijdige lichtbundel convergeren en negatieve lenzen die divergeren. Het soort lens hangt af van de vorm van het oppervlak en het materiaal waarvan de lens gemaakt is. Dit bracht Fresnel op de gedachte om de 'klassieke' lens als het ware in stukjes te knippen, het overtollige materiaal dat niet aan de breking meedoet weg te laten en de overgebleven stukjes weer samen te voegen. Het resultaat is een platte lens met ringvormige 'ribbels' waarvan de helling overeenkomt met de vorm van de oorspronkelijke lens. Dit soort lenzen wordt veel toegepast als de lens een groot oppervlak moet hebben of als men materiaal wil besparen.



De lenzen bij auto- en fietslampen, de optiek in een vuurtoren zijn voorbeelden van Fresnel-lenzen. Ook worden Fresnel lenzen in de ruimtevaart gebruikt.

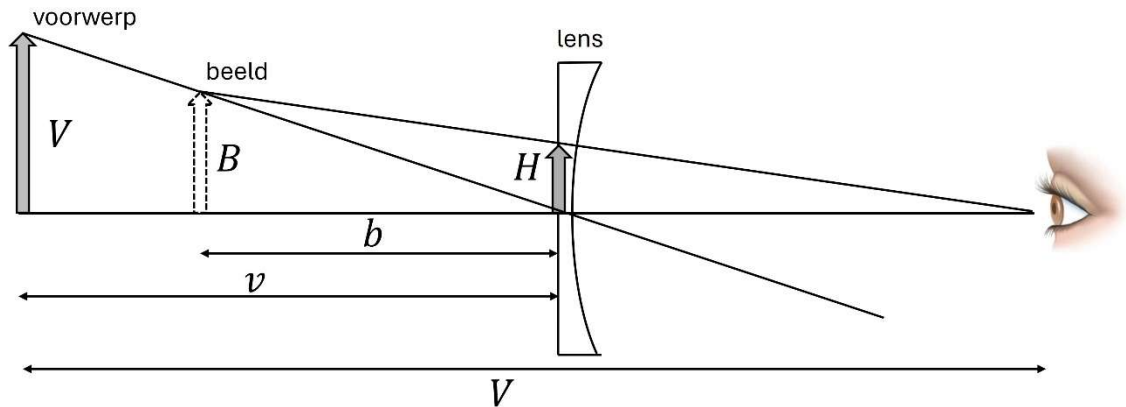
Korte beschrijving

In de proef wordt een negatieve Fresnel-lens gebruikt die tegen de achterraut van een auto geplaatst kan worden om daarmee voor de bestuurder de gezichtshoek naar achteren te vergroten. Er blijkt een verband te bestaan tussen de breedte van de ringvormige ribbels, de brandpuntsafstand en de brekingsindex van het materiaal waarvan de lens gemaakt is.

In dit experiment moeten de brandpuntsafstand en de brekingsindex bepaald worden.

Theorie

De brandpuntsafstand van een rechtopstaand, reëel voorwerp wordt door een negatieve lens altijd een verkleind, rechtopstaand virtueel beeld gemaakt. Het beeld kan dus niet op een scherm worden opgevangen.



Kijkt men echter door de lens naar een voorwerp, dan ziet men het verkleinde beeld. De mate van verkleining kan bepaald worden. Uit de voorwerpsafstand v , de afstand L van het oog tot het voorwerp en de verkleining k is de brandpuntsafstand f te berekenen.

Bevindt het oog zich op een afstand L van het voorwerp, heeft het voorwerp een afmeting V en heeft het beeld met een grootte B op het lensvlak een schijnbare grootte H , en definiëren we de schijnbare verkleining k als de verhouding tussen V en H , dan volgt:

$$k = \frac{V}{H} = \frac{V/B}{H/B} = \frac{v/b}{(L-v)/(L-v+b)} = \frac{v}{b} \left(1 + \frac{b}{L-v} \right) = \frac{v}{b} + \frac{v}{L-v}$$

Uit de lenzenformule voor deze situatie

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{f}$$

Hierin zijn v , b en f alle positief.

$$k = v \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{f} \right) + \frac{v}{L-v} = v \cdot \frac{1}{f} + \frac{L}{L-v}$$

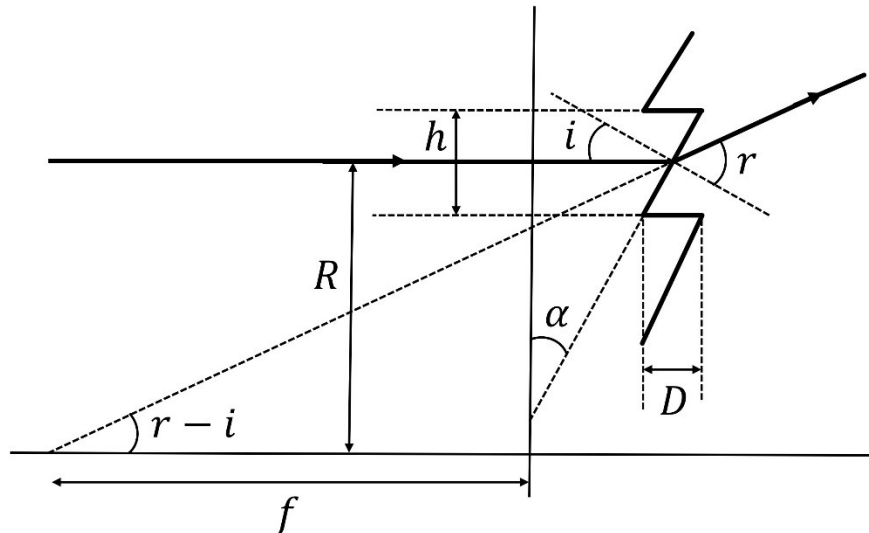
Oftewel

$$k - \frac{L}{L-v} = \frac{1}{f} \cdot v \quad [1]$$

In het experiment wordt de afstand L van het oog tot het voorwerp constant gehouden. Door voor verschillende waarden van de voorwerpsafstand v de schijnbare verkleining k te meten en dit op een geschikte manier in een grafiek uit te zetten, kan de brandpuntsafstand f bepaald worden.

De Fresnel-lens

De dwarsdoorsnede van een negatieve Fresnel-lens bestaat uit een smalle strook met daarop een zaagtandprofiel, waarvan de dikte D vast is, maar waarvan de helling, gegeven door de hoek α naar buiten toe groter wordt. Alle lichtstralen die loodrecht op het vlakke oppervlak van de lens invallen, worden bij het uittreden zo gebroken dat de verlengden ervan uit één punt lijken te komen: het brandpunt. Is bij het brekende vlak de invalshoek i en de brekingshoek r , dan is de hoek van de uittredende lichtstraal met de invallende lichtstraal $\beta = r - i$. Tevens volgt uit de geometrie dat de invalshoek $i = \alpha$.



Is de dikte van de ringvormige ribbels D , de breedte h en de gemiddelde straal van de ring R dan gelden de volgende relaties:

$$\tan \alpha = \frac{D}{h}$$

En

$$\sin r = n \sin i$$

En

$$\tan(r - i) = \frac{R}{f}$$

Mogen we er vanuit gaan dat de situatie zo is dat alle hoeken klein zijn, dan geldt bij benadering $\sin x = x$ en $\tan x = x$, dan volgt:

$$h = (f \cdot D \cdot (n - 1)) \frac{1}{R} \quad [2]$$

Uit de brandpuntsafstand f die met [1] bepaald is en uit relatie [2] tussen h en R , kan de brekingsindex n berekend worden, mits D bekend is.

De proef

Tot je beschikking heb je:

- Statief.
- Klem met diafragma.
- Fresnellens in klem.
- Meetlat
- Schuifmaat
- Papieren meetlint (scheur- of knipbaar)
- mm-papier

Opdrachten

A De brandpuntsafstand.

Het voorwerp mag je zelf bepalen. Het kan bestaan uit millimeter-papier, waarop je naar eigen een lijn van geschikte grootte mag zetten. Zo'n lijn is dan het voorwerp. Of een stuk van het papieren meetlint. Op de lens is al een maatverdeling aangebracht maar ook daar kun je een (afgescheurd) stukje van het papieren meetlint langs leggen. Het beeld wordt door een diafragma, dat op een vaste afstand van het voorwerp staat, waargenomen.

Positioneer je diafragma en meet de afstand L . Noteer deze boven de gegeven tabel. Meet vervolgens voor relatief kleine waarden van v de verkleining k . Of nog beter: Positioneer de lens telkens zodanig dat je een V en H (en dus k) goed kan bepalen. Noteer je metingen in de gegeven tabel. Vul deze verder aan en bepaal met een geschikte grafiek de brandpuntsafstand f .

B De brekingsindex.

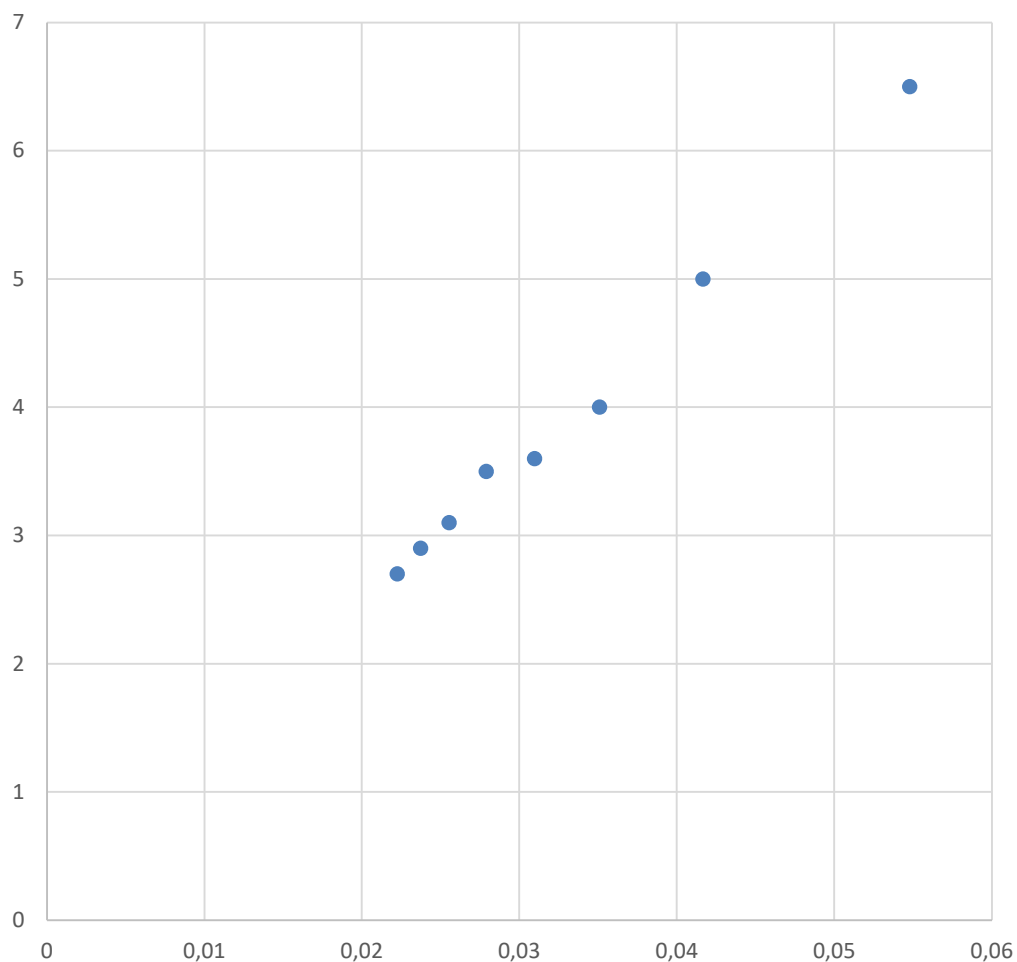
De metingen voor het verband [2] tussen de breedte h en de gemiddelde straal $\langle R \rangle$ van de ringvormige ribbels zijn al gedaan, de resultaten staan in de tabel en in een grafiek is h uitgezet tegen $1/\langle R \rangle$. Zie de volgende pagina. De grafiek is nogmaals weergegeven op de bijlage.

Bepaal m.b.v. o.a. deze data de brekingsindex n van het materiaal. Geef duidelijk aan wat (en hoe!) je te werk gaat en welke metingen je nog (extra) hebt gedaan. Je mag de lens daartoe best uit de houder halen.

Tabel: Metingen van R en h en aangevulde waarden van $\langle R \rangle$ en $1/\langle R \rangle$.

R (mm)	h (mm)	$\langle R \rangle$ (mm)	$1/\langle R \rangle$ (mm ⁻¹)
15	nvt	nvt	nvt
21,5	6,5	18,25	0,055
26,5	5,0	24,00	0,042
30,5	4,0	28,50	0,035
34,1	3,6	32,30	0,031
37,6	3,5	35,85	0,028
40,7	3,1	39,15	0,026
43,6	2,9	42,15	0,024
46,3	2,7	44,95	0,022

Grafiek van h (verticaal) tegen $1/\langle R \rangle$ (horizontaal).



Onderdeel 1: Blackbox

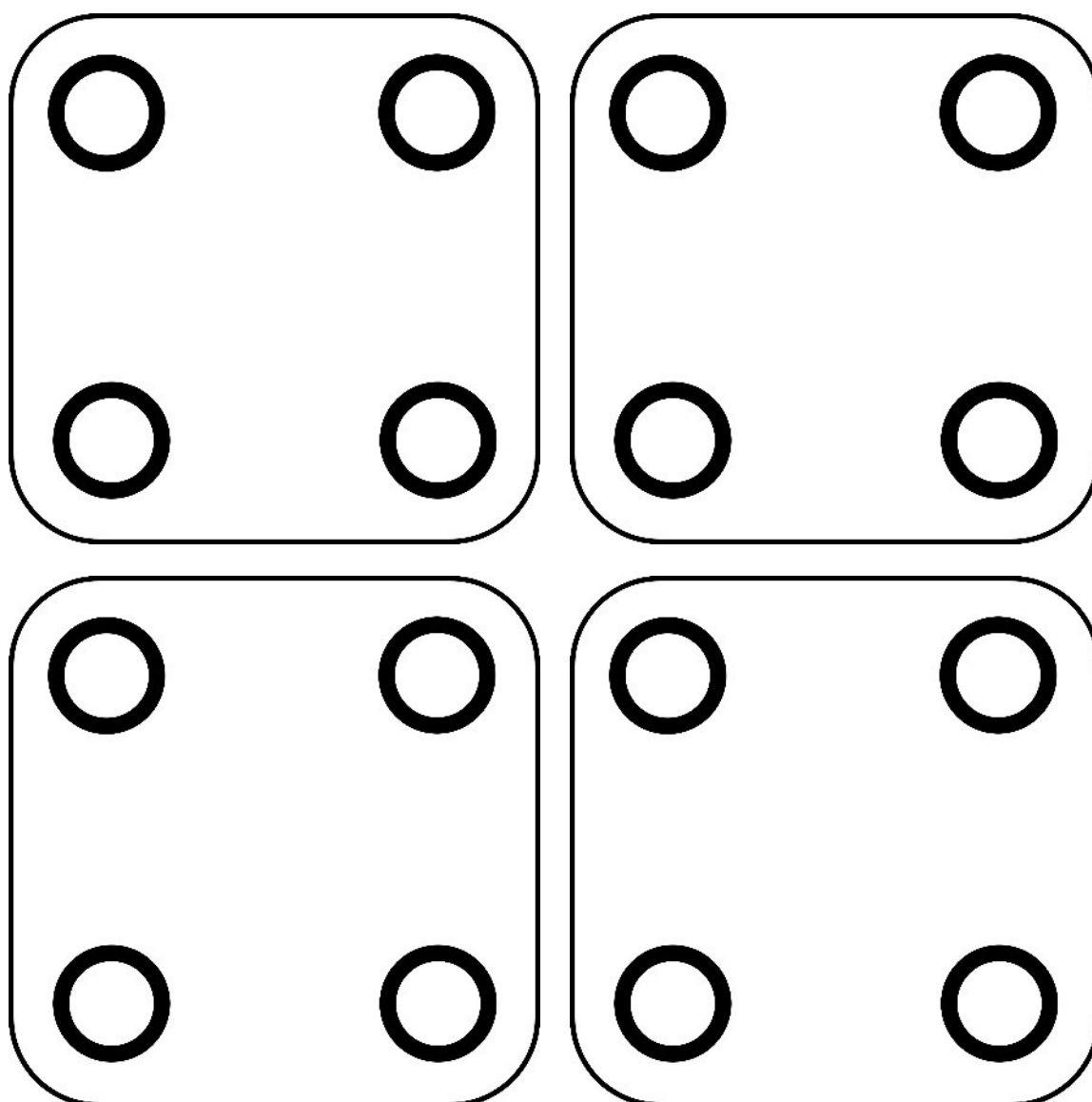


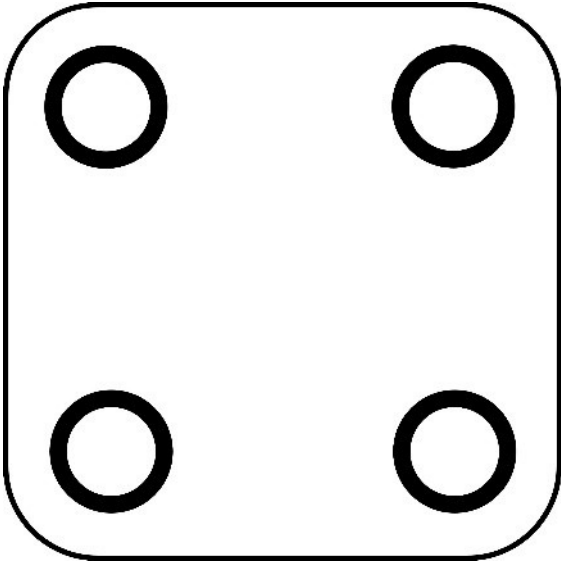
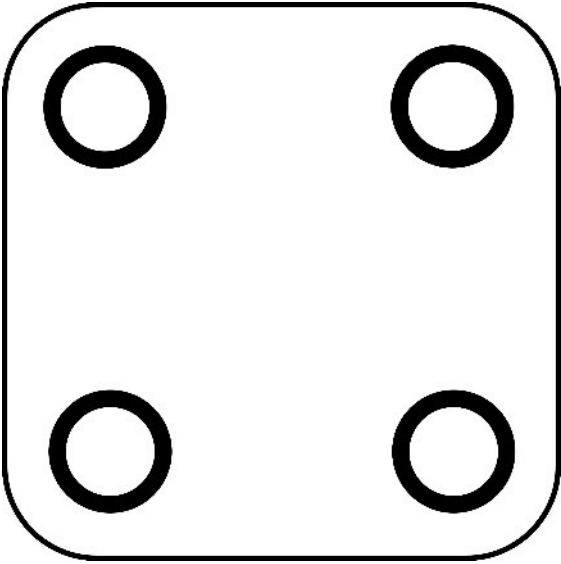
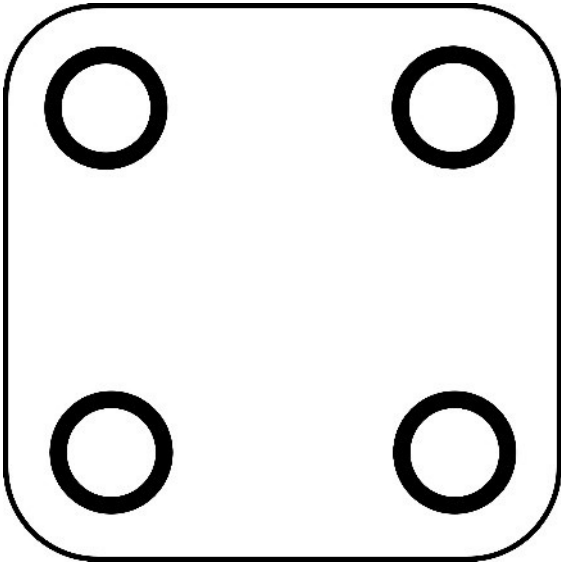
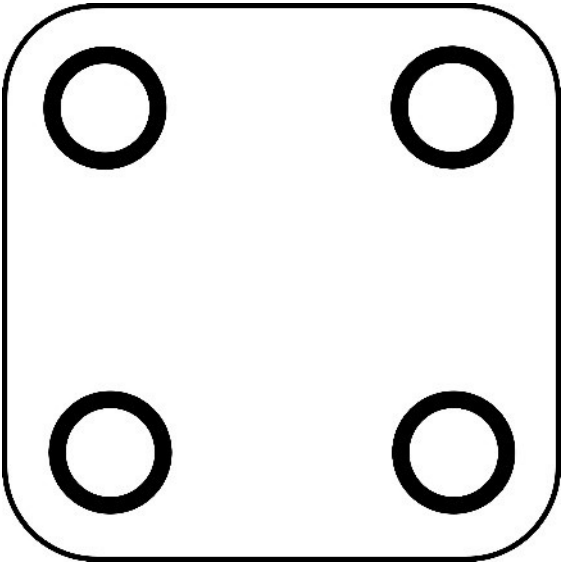
NAAM:

BLACKBOX (zie onderkant, omcirkel):

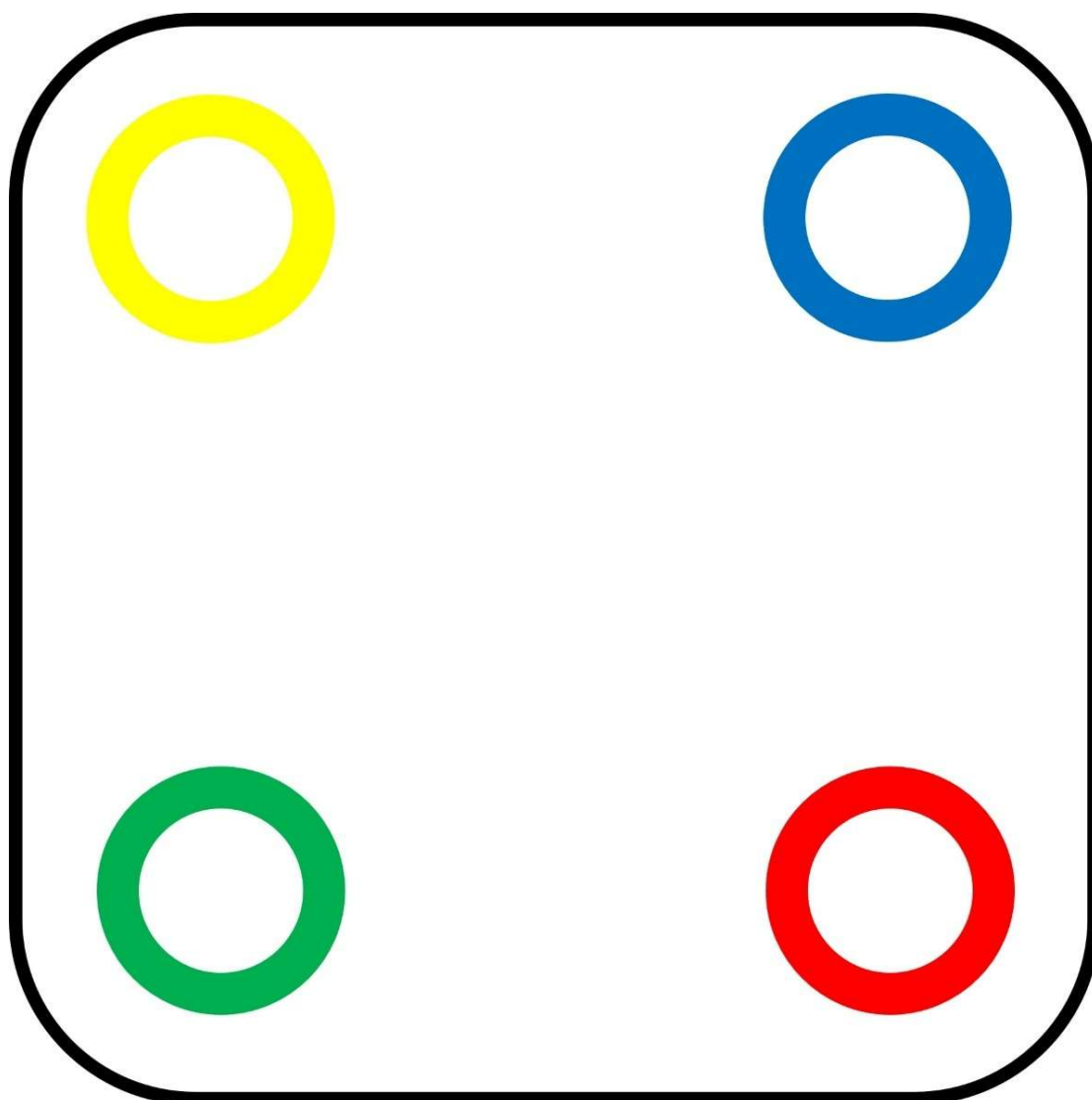
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10

Opdracht B Mogelijke schakelingen (blokjes):



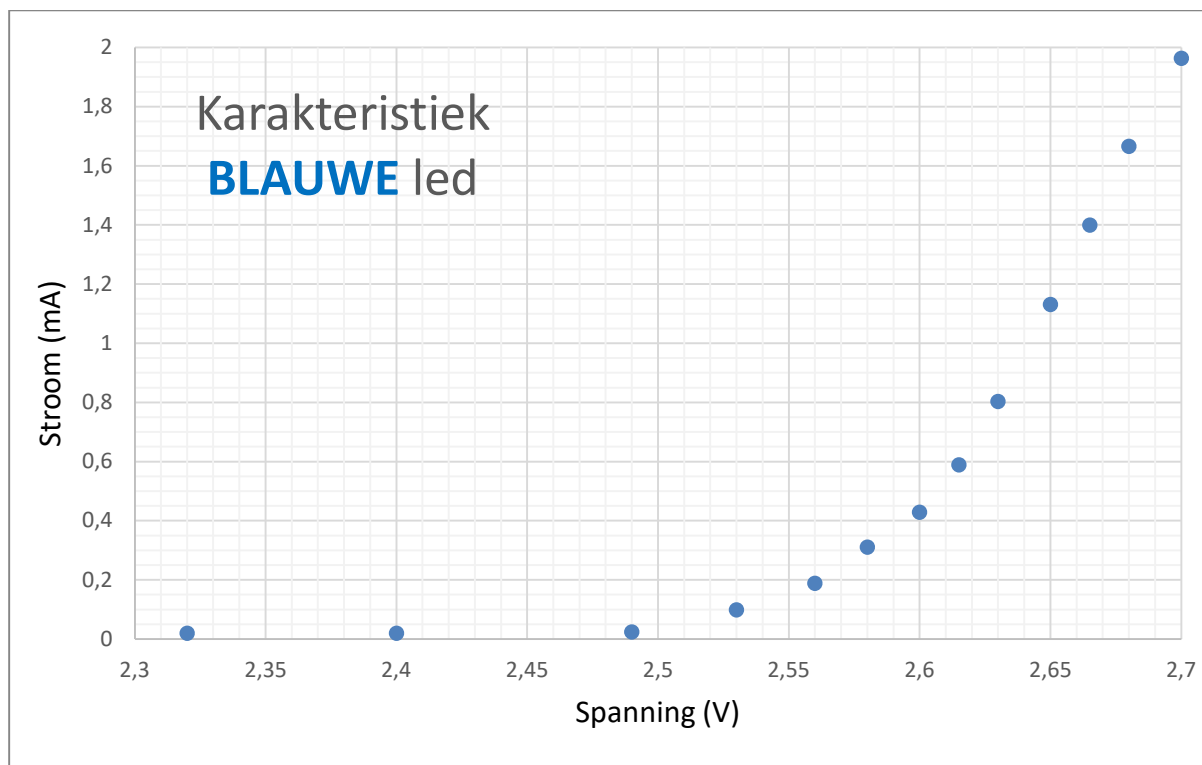


Opdracht C Blackbox schakeling

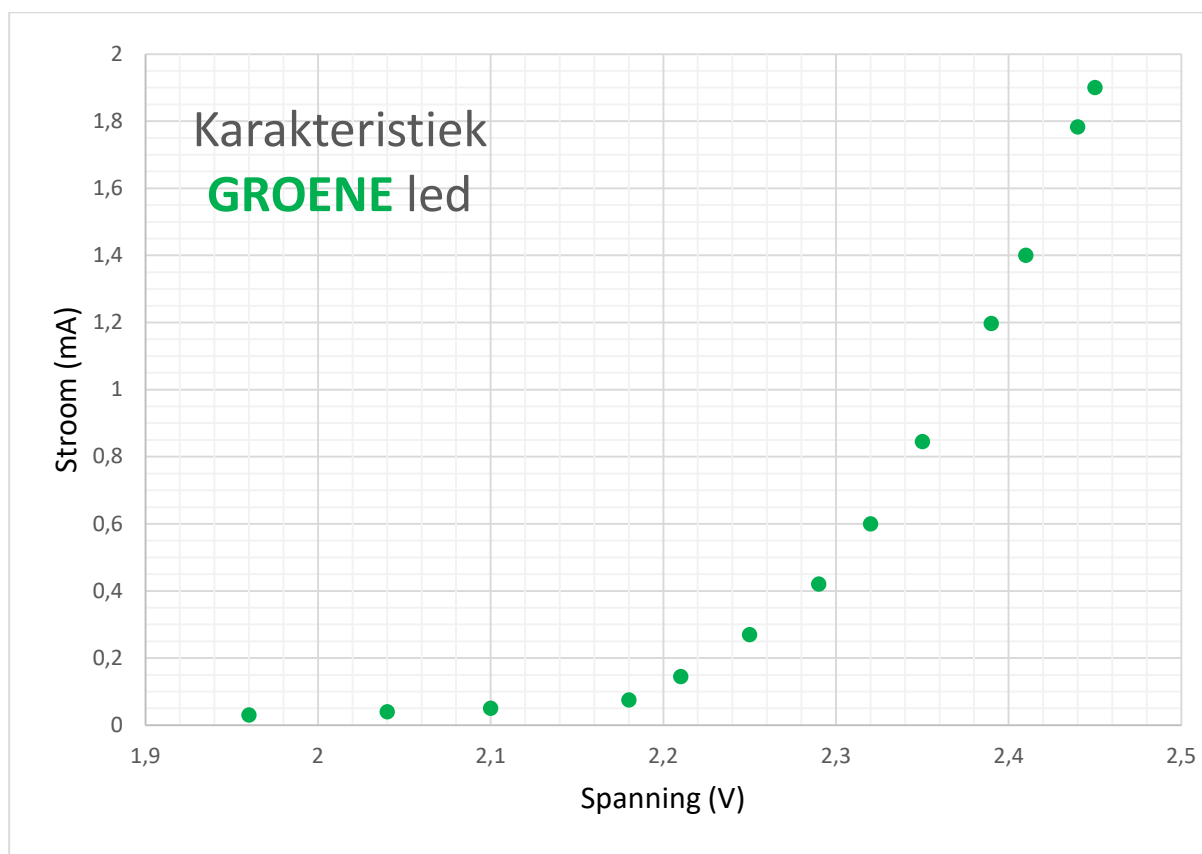


Opdracht D Bepaling weerstandswaarde, karakteristieken gebruikte leds.

De **blauwe** led:



De **groene** led:



NATUURKUNDE

OLYMPIADE

NATUURKUNDE



OLYMPIADE

NATUURKUNDE

OLYMPIADE

NATUURKUNDE



OLYMPIADE

NATUURKUNDE



OLYMPIADE

[illegible]

Opdracht B De brekingsindex

