

Opgave 1 Eliica Havo 2010-I

De Eliica (figuur 1) is een supersnelle elektrische auto. Hij heeft acht wielen en elk wiel wordt aangedreven door een elektromotor.

In de accu's kan in totaal 55 kWh elektrische energie worden opgeslagen.

Het gemiddelde energieverbruik van de Eliica is 0,17 kWh/km.

De actieradius van een elektrische auto is de afstand die hij met volle accu's kan afleggen bij gemiddeld energieverbruik.

2p **1** Bereken de actieradius van de Eliica.

De topsnelheid van de Eliica is 190 km/h. Bij die snelheid worden de wielen aangedreven met een nuttig vermogen van in totaal 92 kW.

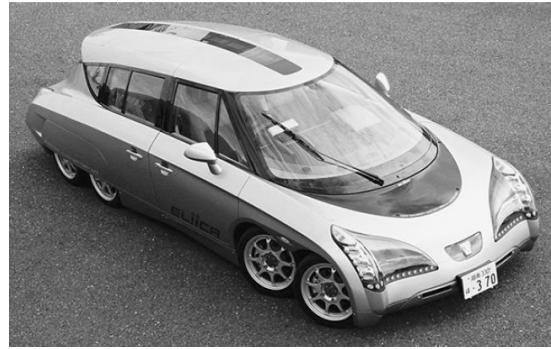
4p **2** Bereken de grootte van de wrijvingskracht die de Eliica bij topsnelheid ondervindt.

Bij topsnelheid verbruikt de auto (veel) meer energie dan gemiddeld.

Het rendement van de elektromotoren van de Eliica bij topsnelheid is 79%.

4p **3** Bereken het energieverbruik per km (in kWh/km) van de Eliica bij topsnelheid.

figuur 1



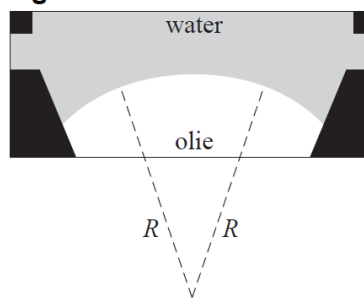
Opgave 2 Variabele vloeistoflens

Sinds enige tijd doet men veel onderzoek naar variabele vloeistoflens. Zo'n lens bestaat uit een doorzichtig rond doosje dat gevuld is met water en olie. Het scheidingsvlak tussen de twee vloeistoffen is bolvormig.

In figuur 1 is een dwarsdoorsnede van zo'n vloeistoflens getekend. In werkelijkheid is de lens 5,0 maal zo klein.

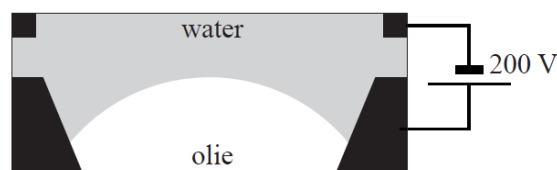
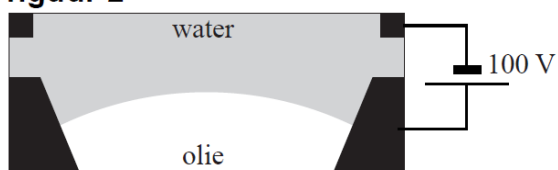
2p **7** Bepaal met behulp van figuur 1 de grootte van de straal R van het bolvormige scheidingsvlak.

figuur 1



Aan de rand van het doosje bevinden zich twee contactpunten waarop een variabele gelijkspanningsbron is aangesloten. Door de spanning te verhogen, wordt de straal van het bolvormige scheidingsvlak kleiner. Zie figuur 2.

figuur 2



De onderzoekers hebben gemeten hoe de straal R afhangt van de spanning.

Ook hebben ze gemeten hoe de sterkte S van de lens afhangt van R . Zie de twee grafieken op de uitwerkbijlage.

2p **8** Bepaal met behulp van de twee grafieken op de uitwerkbijlage de sterkte van de vloeistoflens bij een spanning van 120 V.

Om de lenswerking te begrijpen is een deel van de vloeistoflens vergroot weergegeven. Zie figuur 3.

Op de lens valt een evenwijdige bundel licht.

De invloed van het dunne laagje glas aan de boven en onderkant is te verwaarlozen.

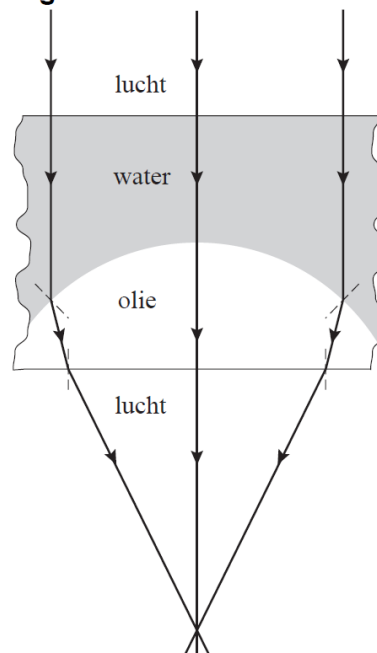
Bij de overgang van water naar olie vindt breking plaats.

Voor de brekingsindex van water naar olie geldt:

$$n_{\text{water} \rightarrow \text{olie}} = \frac{n_{\text{olie}}}{n_{\text{water}}}$$

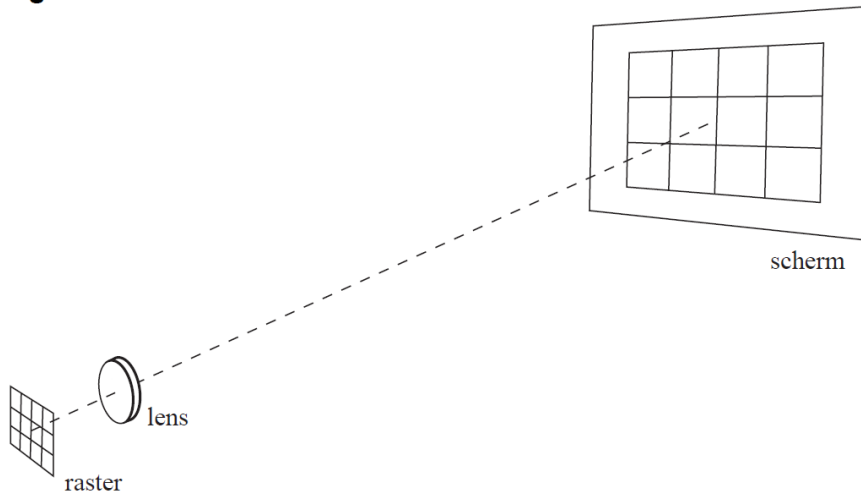
3p **9** Is n_{olie} groter of kleiner dan n_{water} ? Licht je antwoord toe met behulp van figuur 3 en bovenstaande formule.

figuur 3



De onderzoekers bepalen de sterkte van de lens door een raster vergroot af te beelden. Dat is schematisch en niet op schaal weergegeven in figuur 4.

figuur 4



De (lineaire) vergroting in deze situatie is 17. De afstand tussen de lens en het scherm is 20 cm.

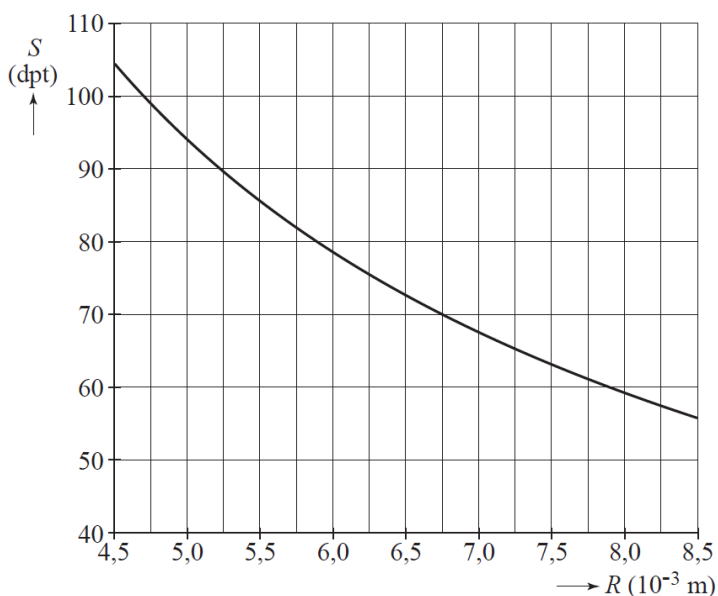
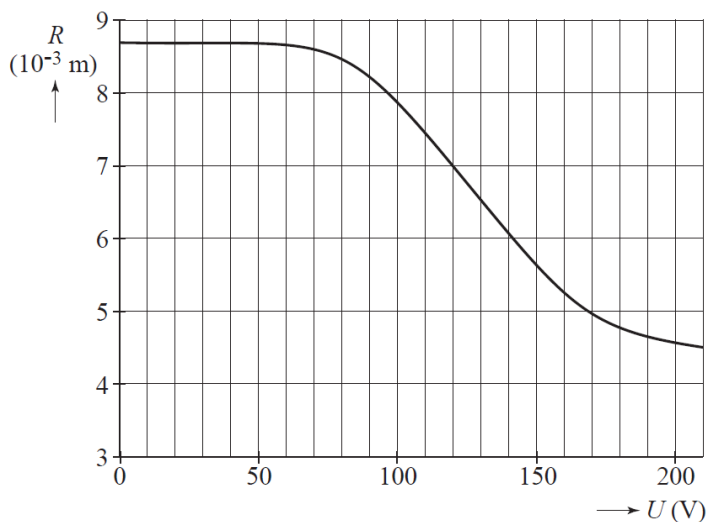
4p **10** Bereken de sterkte van de lens.

Het is de bedoeling om vloeistoflenzen te gaan gebruiken in digitale camera's.

Op de uitwerkbijlage staan twee vragen waarin het scherpstellen van een digitale camera met een variabele vloeistoflens wordt vergeleken met de wijze waarop het menselijk oog dat doet.

2p **11** Beantwoord de twee vragen op de uitwerkbijlage met ja of nee.

Uitwerkbijlage



11 Beantwoord de twee vragen hieronder met ja of nee. Streep daartoe door wat niet van toepassing is. Een toelichting is niet nodig.

- | | | |
|---|--|----------|
| 1 | In een digitale camera met een variabele vloeistoflens wordt scherpgesteld door de sterkte van de lens aan te passen aan de voorwerpsafstand.
Stelt het menselijk oog ook op deze manier scherp? | JA / NEE |
| 2 | Als de camera met variabele vloeistoflens wordt scherpgesteld op een andere voorwerpsafstand, is de beeldafstand na het scherpstellen even groot.
Geldt dat ook voor het scherpstellen van het menselijk oog? | JA / NEE |

Opgave 4 Heteluchtoven

In een heteluchtoven zit behalve een verwarmingselement dat de lucht verhit, een ventilator voor het verspreiden van de hete lucht en een grill.

In de tabel hiernaast staan de vermogens van het verwarmingselement, de ventilator en de grill.

De oven zit op een aparte groep met een zekering van 16 A. De netspanning is 230 V.

verwarmingselement	1450 W
ventilator	80 W
grill	1300 W

3p **16** Laat met een berekening zien dat deze zekering voldoet.

Het verwarmingselement dat de lucht verhit, is een nichroomdraad in de vorm van een spiraal. De draad heeft een doorsnede van $0,12 \text{ mm}^2$.

5p **17** Bereken de lengte van de draad.

Opgave 2 Centennial light havo 2010-II

In een brandweerkazerne in de VS brandt sinds 1901, dus al meer dan een eeuw, een gloeilamp (figuur 1); vandaar de naam Centennial light.

Je mag aannemen dat de lamp al die tijd was aangesloten op een spanning van 110 V en dat zijn elektrisch vermogen steeds 4,0 W is geweest.

figuur 1

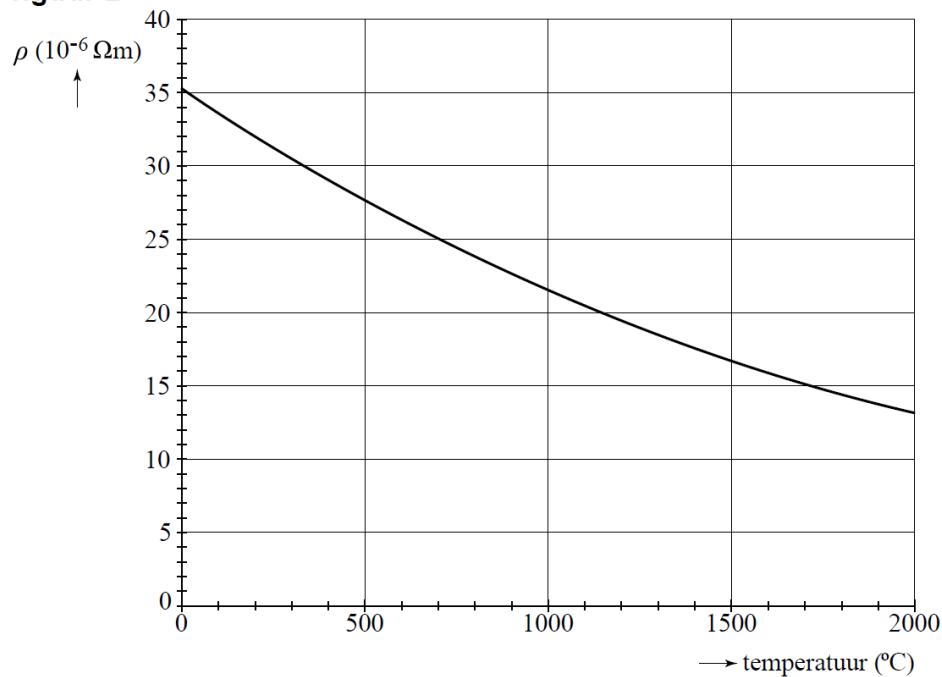


4p **6** Bereken de hoeveelheid energie in kWh die deze lamp heeft verbruikt sinds 1901. Maak daartoe eerst een schatting van het aantal uur dat de lamp heeft gebrand.

5p **7** Bereken het aantal elektronen dat in die tijd door (een doorsnede van) de gloeidraad is gestroomd.

De gloeidraad van deze lamp is van koolstof gemaakt. In figuur 2 is weergegeven hoe de soortelijke weerstand van koolstof afhangt van de temperatuur.

figuur 2



Er zijn drie soorten weerstanden:

- Ohmse weerstanden; de weerstand hiervan is onafhankelijk van de temperatuur.
- PTC's; de weerstand hiervan neemt toe als de temperatuur stijgt.
- NTC's; de weerstand hiervan neemt af als de temperatuur stijgt.

2p **8** Leg uit of een gloeidraad van koolstof een ohmse weerstand, een PTC of een NTC is.

De lengte van de gloeidraad is 14 cm. De diameter (dikte) van de draad is $3,10 \cdot 10^{-5}$ m.

- 5p **9** Bepaal de temperatuur van de brandende gloeidraad. Bereken daartoe eerst de weerstand van de gloeilamp.

Als men de spanning over een gloeilamp verhoogt, neemt de temperatuur van de gloeidraad toe. De lamp zal dan eerder stuk gaan. Een veel gebruikte vuistregel is: de levensduur van een gloeilamp is omgekeerd evenredig met U^{16} .

De levensduur van de Centennial light is (ongeveer) 150 jaar.

Veronderstel dat deze lamp niet op 110 V maar op 120 V zou hebben gebrand.

- 2p **10** Bereken de levensduur die de lamp dan zou hebben gehad.

Opgave 3 Valmeercentrale havo 2010-II

Het elektrisch vermogen dat een windmolen kan leveren, is sterk afhankelijk van de windsnelheid. Men kan afleiden dat de volgende formule geldt:

$$P = kv^3$$

Hierin is:

- P het elektrisch vermogen van de windmolen (in W);
- k een constante die afhangt van eigenschappen van de windmolen;
- v de windsnelheid (in m/s).

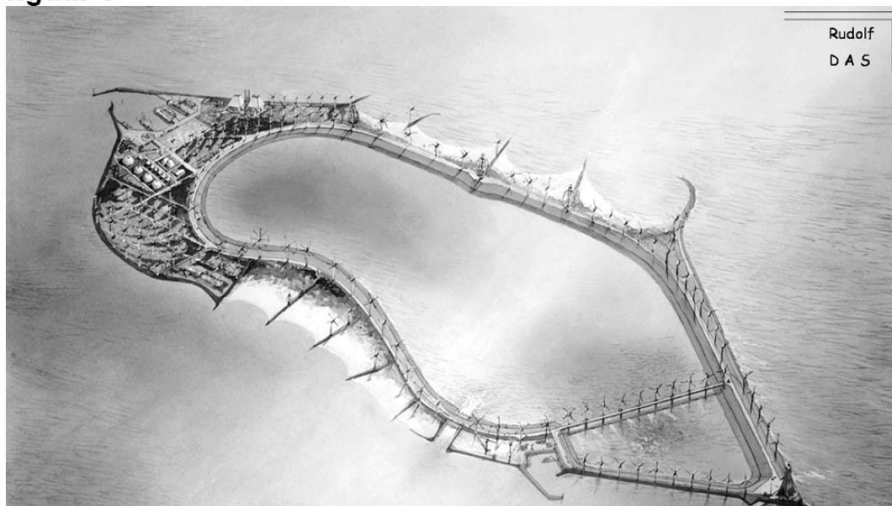
Uit deze formule volgt dat het elektrisch vermogen van de windmolen afneemt met 87,5% als de windsnelheid halveert.

2p **11** Toon dat met een berekening aan.

1p **12** Noem een eigenschap van een windmolen die van invloed is op de grootte van de constante k .

Onlangs zijn plannen gelanceerd om voor de kust van Zeeland een zogenaamde valmeercentrale te bouwen. Zie figuur 1.

figuur 1



Bron: Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.

Het is een kunstmatig eiland waarin zich het valmeer bevindt: een meer waarin het waterniveau een stuk lager is dan dat van de zee. Op de dijk rondom het valmeer bevinden zich windmolens. Bij voldoende wind pompen ze water uit het meer naar de zee. Bij weinig wind laat men zeewater het meer in lopen; de generatoren die in de dijk zijn aangebracht, wekken dan elektrische energie op.

Zie figuur 2.

figuur 2



Bron: Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.

Het valmeer krijgt een oppervlakte van 40 km^2 . Het waterniveau in het meer varieert tussen $32,0 \text{ m}$ en $40,0 \text{ m}$ onder het zeeniveau.

Wanneer het water in het meer van het hoogste naar het laagste niveau wordt gebracht, moet er $3,3 \cdot 10^{11} \text{ kg}$ zeewater van het meer naar de zee worden gepompt.

4p 13 Toon dat met een berekening aan.

Op het eiland worden 75 windmolens geplaatst die elk een topvermogen hebben van $5,0 \text{ MW}$.

5p 14 Bereken hoeveel uur het minimaal duurt om het water in het meer van het hoogste naar het laagste niveau te brengen. Bereken daartoe eerst de toename van de zwaarte-energie van het weggepompte water.

Als het valmeer volloopt, kunnen de generatoren een elektrisch vermogen leveren van $1,5 \cdot 10^3 \text{ MW}$. Per seconde stroomt er dan $4,75 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ water met een snelheid van 26 m/s de turbines in die de generatoren aandrijven.

4p 15 Bereken het rendement waarmee de bewegingsenergie van het water wordt omgezet in elektrische energie.

Je kunt je afvragen wat het nut is van de valmeercentrale. De elektrische energie die de windmolens opwekken, zou immers ook rechtstreeks aan het elektriciteitsnet kunnen worden toegevoerd. Ondanks dit argument en de aanzienlijke kosten van het project zijn er toch sterke voorstanders van de valmeercentrale.

1p 16 Noem een argument voor zo'n centrale.

Opgave 5 Refractometer havo 2010-II

Lees eerst onderstaande tekst.

Met een refractometer kan zeer nauwkeurig de brekingsindex van een vloeistof bepaald worden.

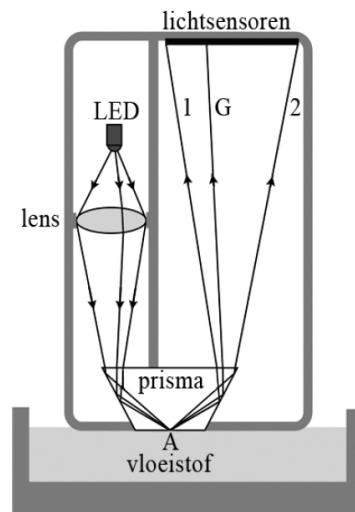
De figuur hiernaast is een doorsnede van een refractometer.

Licht van een LED (die licht van één kleur geeft) valt via een lens op een prisma dat zich op een vloeistof bevindt. Van deze vloeistof wordt door de refractometer de brekingsindex bepaald.

Het prisma is gemaakt van een glassoort met een hoge brekingsindex. Omdat de brekingsindex van het prisma altijd groter is dan die van de vloeistof, kan bij het grensvlak tussen prisma en vloeistof volledige terugkaatsing optreden. De grenshoek die hier bij hoort, hangt af van de brekingsindex van het prisma en van de brekingsindex van de vloeistof. De lichtstraal waarvan de hoek van inval bij punt A gelijk is aan de grenshoek, heet de grensstraal (G).

De grensstraal begrenst het gedeelte van de lichtbundel dat volledig wordt teruggekaatst en het gedeelte dat niet volledig wordt teruggekaatst.

De lichtbundel valt op een chip met lichtsensoren. Hiermee kan men nauwkeurig de plaats bepalen waar de grensstraal op de chip komt.



De brandpuntsafstand van de lens is 12,9 mm.

2p **20** Bereken de sterkte van deze lens.

Bij het linker- en rechterzijvlak van het prisma vindt volledige terugkaatsing plaats. De brekingsindex van de glassoort waarvan het prisma is gemaakt, is gelijk aan 1,79.

2p **21** Bereken de grenshoek van deze glassoort bij het grensvlak tussen prisma en lucht.

Op de uitwerkbijlage is de doorsnede van de refractometer vergroot weergegeven. In de figuur is de grensstraal aangegeven met G.

De buitenste lichtstralen zijn aangegeven met de cijfers 1 en 2.

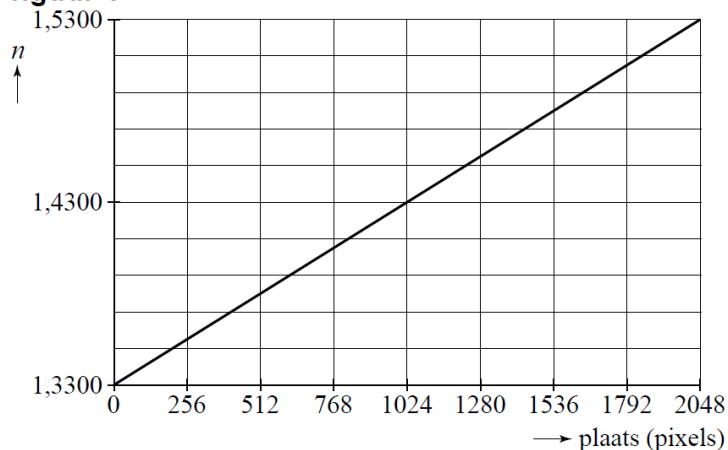
De intensiteit van de lichtbundel tussen de lichtstralen 1 en G is groter dan de intensiteit van de lichtbundel tussen de lichtstralen 2 en G.

3p **22** Leg dat uit.

Op het lichtgevoelige vlak zitten 2048 sensoren (pixels) op een rij.

De chip waarmee de sensoren verbonden zijn, stelt vast bij welke pixel de grensstraal terecht komt. Figuur 1 geeft het verband tussen de brekingsindex van de vloeistof en het nummer van de pixel waar de grenslichtstraal terecht komt.

figuur 1



Bij de onderzochte vloeistof komt de grensstraal op pixel 1412 terecht.

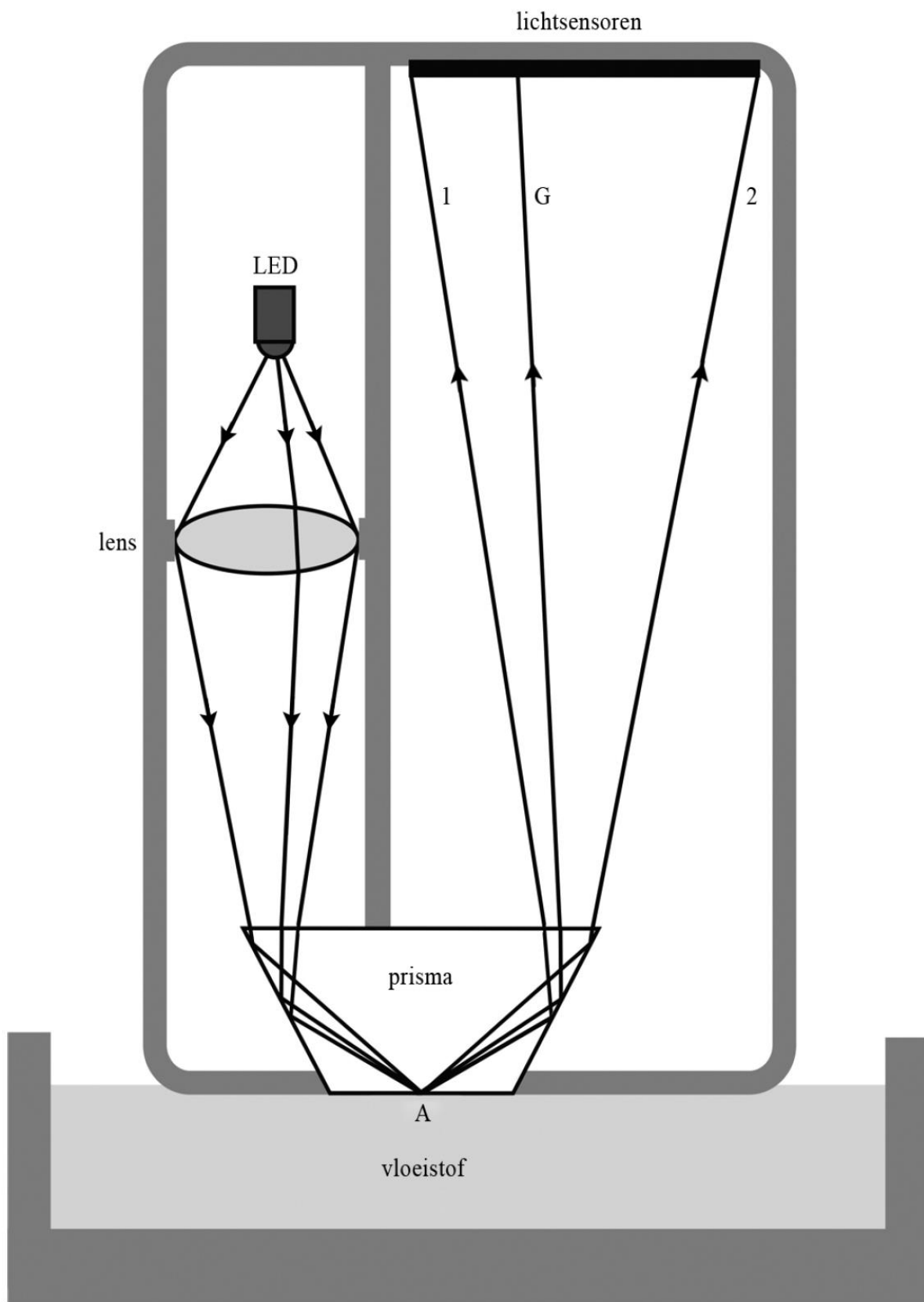
Uit figuur 1 volgt dan dat de brekingsindex van de vloeistof 1,4679 is.

3p **23** Toon dat met een berekening aan. Bepaal daartoe eerst de steilheid (richtingscoëfficiënt) van de grafiek in vier significante cijfers.

Het licht van de LED bestaat uit één kleur. Het licht van een gloeilampje bestaat uit veel kleuren.

2p **24** Leg uit waarom het licht van een gloeilampje niet geschikt is voor de refractometer.

Uitwerkbijlage bij vraag 22:



ruimte voor de uitleg:

.....

.....