

## WOUDSCHOTEN CONFERENTIE DECEMBER 2012

Onderzoekend leren practicum breking: bepaal de brekingsindex op verschillende manieren.

Wim Peeters

De verschillende manieren staan hieronder beschreven, maar ze zijn bedoeld voor leerkrachten. Wil je, als leerkracht, dit voor leerlingen in orde brengen, dan moet het herschreven worden.

Klas organisatie: er zijn veel verschillende mogelijkheden.

1. Als ONDERZOEKEND LEREN: bereid leerlingen voor op twee/drie van de onderstaande proeven: laat ze de methodes onderzoeken, begrijpen en laat hen materiaal meebrengen om de proef uit te voeren (tenzij ze iets uit de klas nodig hebben). De lijst van materiaal is nodig. Ook de werkmethode en wie wat doet is belangrijk. Een hypothese is hier niet opportuun. Hier is een schriftelijk verslag belangrijk.

2. In carroussel: laat de leerlingen 4 of 5 proeven uitvoeren gedurende twee lessen. Bereid werkbladen voor. Laat hen de proef uitvoeren en berekeningen maken.

Hier is technische, wetenschappelijke reflectie uitermate belangrijk: welke proef leidt tot de beste resultaten, en waarom? Welke fouten zijn er in elke proef, welke proeven kunnen verbeterd worden en hoe?

3. Elke groep bereidt één proef voor, voert ze uit, bespreekt volledig en maakt een poster van de resultaten.(2 lessen)

De posters worden tijdens het derde lesuur opgehangen. Leerlingen lopen rond en evalueren de posters. Elke leerling moet elke proef begrijpen en sterke en zwakke punten ervan kunnen melden. Hier is schriftelijk en mondeling verslag belangrijk. Ook kritisch denken tav zichzelf en de anderen.

4. Combinaties van bovenstaande.

Besluit: de doelstelling bepaalt welke werkvorm je gebruikt. De evaluatie is overeenkomstig.

De verschillende methoden

**1. De traditionele proef met een lichtbundel (lasertje), een bakje water en metingen van de stralengang.**

**2. De speldenproef: met spelden de stralengang aangeven door een bakje gevuld met water:**

Trek in het midden van een ruitjesblad een horizontale lijn.

Dit is het scheidingsvlak.

Zet met een naald door elke hoek dit blad vast op het piepschuim.

Schrijf linksboven de lijn "lucht" en linksonder de lijn "water".

Plaats het doosje met de lange zijde met zwarte streep tegen de horizontale lijn.

Zet op de horizontale lijn een dik punt waar de zwarte streep komt. Dit is het invalspunt.

Vul het doosje met water tot 2 cm hoogte.

Steek in het "luchtgedeelte" een naald mooi verticaal in het blad.

Kijk nu over de piepschuimplaat door het doosje met water en richt je zodanig dat de naald samenvalt met de zwarte streep. Steek nu een tweede naald, mooi verticaal, tegen de andere lange zijde van het doosje in de plaat. De naald moet tegen het doosje in de plaat zitten. Als je nu over de plaat door het water kijkt moeten de twee naalden en de zwarte lijn allemaal op éénzelfde verticale liggen!!! Neem de naalden nu weg en nummer de punten, vb. 1 en 1'. Herneem dit alles nog viermaal tot de punten 5 en 5'. Verwijder voorzichtig het bakje met water.

**Resultaten:**

Eerste manier: Teken de lichtstralen, meet alle hoeken en plaats de resultaten in een tabel.

$i (^{\circ})$	$r (^{\circ})$	$\sin i$	$\sin r$	$\sin i / \sin r = n$

**Het kan ook zonder de hoeken te meten en zonder de sinussen te gebruiken:**

Tweede manier: Teken alle lichtstralen, meet op elke lichtstraal een gelijke afstand af (vb: 8 cm) en zet daar een kruisje. Meet telkens de loodrechte afstand van het kruisje tot de normaal:  $x$  (mm). Deel die afstanden voor corresponderende lichtstralen (invallen/gebroken) door elkaar.

$x_i(\text{mm})$	$x_r(\text{mm})$	$x_i(\text{mm})/x_r(\text{mm}) = n$

### 3. Uit de nascholing "Optica" van P. Walravens, voor PONTOn vzw:

5. Hoe uitvoeren? Plaats het potje met de zwarte lijn op de bodem voor je op tafel.

**Vul het tot de rand met water.**

Hou een stift horizontaal langs de zijkant van het potje zodat de zwarte lijn in het verlengde van de stift ligt.

Beweeg je hoofd nu wat naar voor of achter. Blijft de lijn in het verlengde van de stift dan is alles oké. Is er een verschuiving van de lijn t.o.v. de stift dan moet je deze wat hoger of lager plaatsen.

Controleer steeds door je hoofd wat naar voor of achter te bewegen.

Is het nu oké, plaats dan een stip met de stift op het potje.

Meet nu de verticale afstanden  $d_1$  en  $d_2$  (zie schets)

6. Resultaten: De bewerking  $d_2 / d_1$  geeft je de brekingsindex van deze vloeistof t.o.v. lucht.

(vb.:  $9.0 \text{ cm} / 6.5 \text{ cm} = 1.38$  – normaal  $1.33 \rightarrow 3.8 \%$  afwijking)

7. Verklaring:

$$- n = \sin i / \sin r$$

- voor niet te grote hoeken is:

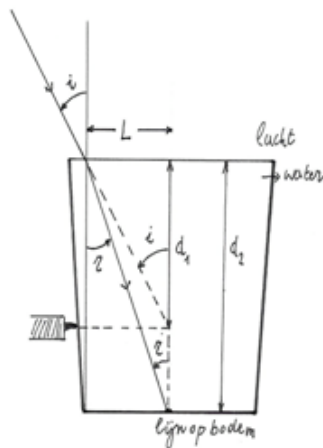
$$\sin i / \sin r \approx i / r \quad \text{en}$$

booglengte ( $L$ ) = middelpuntshoek ( $i$ ) x  
straal ( $r$ ) en ( $r = d_1$ )

$$\rightarrow i = L / d_1 \quad \text{en}$$

$$\rightarrow r = L / d_2$$

$$\Rightarrow i / r = (L / d_1) \times (d_2 / L) = \boxed{d_2 / d_1 = n}$$



8. Tips voor de leerkracht: De resultaten zijn hier zeker niet 100 % juist, maar dit kan dan leiden tot de volgende vraagstelling: Waar bij de metingen kan je fouten maken? (A: vb.:  $d_2$ , want bodem potje ligt  $3 \text{ mm}$  hoger dan de zijkant  $\rightarrow 8.7 \text{ cm} / 6.5 \text{ cm} = 1.34 \rightarrow 0.8 \%$  afwijking !!)

#### 4. Uit de nascholing "Optica" van P. Walravens, voor PONTOn vzw:

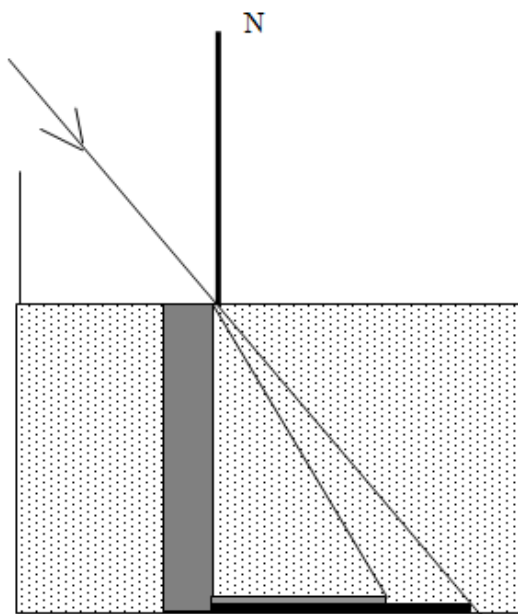
De vraag is: hoe haal je hieruit de brekingsindex?

5. Hoe uitvoeren? Plaats het voorwerp (ijzeren balk, vitaminetube gevuld met zand,...) recht op in het midden van een witte plastieken bak.  
Richt een lamp schuin boven het voorwerp zodat er een schaduw van het voorwerp op de bodem van de doos ontstaat.

Vraagstelling: Wat gebeurt er met deze schaduw als je water in de doos giet?

6. Resultaten: De schaduw zal korter worden

7. Verklaring: stralenschema



De zwarte schaduw op de bodem van het bakje is zonder water in het bakje. Er is dan geen lichtbreking en de lichtstraal loopt gewoon rechtdoor.

Met water in het bakje bekom je de grijze en kortere schaduw. Er is dan lichtbreking naar de N (normaal) toe wegens overgang van het licht van lucht (optisch ijl) naar water (optisch dicht).

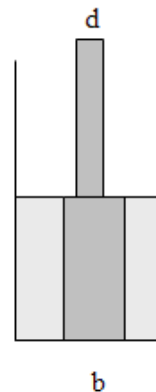
8. Tips voor de leerkracht: extra vraagje

Wat gebeurt met de schaduw als je het water zou vervangen door een vloeistof met een grotere brekingsindex dan die van water?

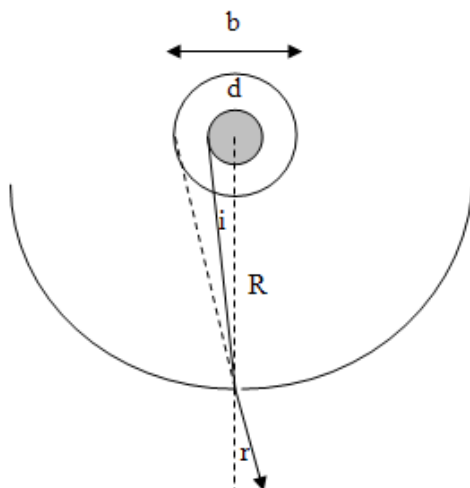
## 5. Uit de nascholing "Optica" van P. Walravens, voor PONTOn vzw:

5. Hoe uitvoeren? Bepaal het midden van een doorzichtige, cilindervormige glazen of plasticen pot. Markeer met een stift dit midden aan de onderkant van de pot. Vul het glas met water of een andere vloeistof. Plaats het rietje verticaal en precies in het midden van de pot. Bekijk het geheel nu ter hoogte van het vloeistofoppervlak.

6. Resultaten: Door de cilindervorm van het water werkt dit als een lens en geeft een vergroot beeld van het rietje. Meet nu met een lat tegen het glas de breedte (= diameter) van het beeld van het rietje (vb.  $b = 9$  mm). Meet ook de diameter van het rietje zelf (vb.  $d = 7$  mm). Deel je deze twee waarden nu door elkaar dan bekom je de vergroting ( $G$ ) van het rietje. Hier is dat:  $G = b / d = 9 \text{ mm} / 7 \text{ mm} = 1,29$ . Dit is met 3 % afwijking gelijk aan de brekingsindex van water ( $n_w = 1,33$ ). Ofwel:  $G = n$  !!!



7. Verklaring: bewijs voor  $G = n$



Voor kleine hoeken  $i$  en  $r$  geldt:  $\sin i \approx \tan i$  en  $\sin r \approx \tan r$

Uit nevenstaande figuur volgt dan dat:

$$\tan i = 0,5 d / R \quad \text{en} \quad \tan r = 0,5 b / R$$

Ingevuld in de Wet van Snellius, voor de overgang van water naar lucht, geeft dit:

$$n = \sin r / \sin i = \tan r / \tan i =$$

$$0,5 b / R \times (R / 0,5 d) = b / d = G \quad !!!$$

8. Tips voor de leerkracht: Je kan eenzelfde groep leerlingen potten en rietjes met verschillende diameters laten gebruiken en laten onderzoeken welke combinatie het beste resultaat geeft en/of het gemiddelde laten berekenen voor een goede waarde van  $n$ . Let op als je werkt met rietjes dat deze mooi rond zijn. Een iets platgedrukt rietje kan al gauw 1 mm breder zijn en een extra afwijking geven van 15 %!!

## 6. Uit Fysica is cool" experimenteerkofter: zie filmpje Proef1 brekingsindex

Website: [http://webhost.ua.ac.be/focus/Koffers/files-aanv2/208Gebroken\\_liniaal/208.htm](http://webhost.ua.ac.be/focus/Koffers/files-aanv2/208Gebroken_liniaal/208.htm)

Bekijk dit bovenzicht op de fles. Het punt O is het midden en C is de eigenlijke plaats van het stokje. A is de plaats waar het licht de overgang lucht-vloeistof maakt, en naar de normaal op het oppervlak daar (die door O gaat) toe breekt.  $\alpha$

a en b zijn invalshoek en brekingshoek.

D is waar de verlengde invallende straal de meetlat snijdt. B is het punt op de meetlat zo dat OB loodrecht staat op AB.

De brekingsindex is verhouding van de snelheden in de middenstoffen:  $n = \frac{v(\text{ijemiddenstof})}{v(\text{dichthemiddenstof})} = \frac{|AD|}{|AC|}$

Zonder overgang (lege fles) zou de lichtstraal in D komen en zou  $n=1$ . De snelheid wordt bepaald door de afstand AD gedeeld door de tijd die er voor nodig is. In werkelijkheid wordt echter, binnen dezelfde tijd, de afstand AC afgelegd in de dichte middenstof, een kleinere afstand dan AD, dus de snelheid is kleiner.

$n = \frac{v(\text{ijemiddenstof})}{v(\text{dichthemiddenstof})} = \frac{|AD|}{|AC|}$

Wanneer we figuur nauwkeurig bekijken, en er aan denken dat  $R =$  straal van de fles = constant, dan kunnen we deze verhouding herschrijven als

$$\frac{|AD|}{|AC|} = \frac{|OD|}{|OC|}$$

We laten u even genieten van een Russische manier van afleiden:

Let us draw a ray from the stick, point C on the figure, to the observer, point P, neglecting any small influence of the glass walls of the beaker.  $\alpha$  and  $\beta$  are the angles of incidence and refraction respectively.

Point O is the center of the cylindrical beaker (radius R).

The observer sees the image of the stick near the point D, that lies on the extension of the line PA.

It is seen from the figure, that  $|OC| = |OB| + |BC| = R \sin \varphi + R \cos \varphi \tan(\alpha - \varphi) =$

$$\frac{R \tan \alpha}{\cos \varphi + \tan \alpha \sin \varphi}$$

It is assumed that  $AB \perp OD$ .

Similarly,  $|OD| = |OB| + |BD| =$

$$\frac{R \tan \beta}{\cos \varphi + \tan \beta \sin \varphi}$$

Then:

$$\frac{|OD|}{|OC|} = \frac{\tan \beta \cdot (\cos \varphi + \tan \alpha \cdot \sin \varphi)}{\tan \alpha \cdot (\cos \varphi + \tan \beta \cdot \sin \varphi)}$$

$$n = \frac{\cos(\alpha - \varphi)}{\cos(\beta - \varphi)}$$

The point P is situated far from the beaker. In this case  $\beta \cong \varphi \cong 30^\circ - 40^\circ$  and  $\cos(\beta - \varphi) \cong 1$ .

The refractive index of most liquids is less than 1.7.

In this case the angle of refraction  $\alpha < 20^\circ - 25^\circ$ . The difference  $\varphi - \alpha < 20^\circ$  and  $\cos(\varphi - \alpha) > 0.94$ .

Thus, we may consider that  $\cos(\alpha - \varphi) \cong \cos(\beta - \varphi)$  to within about 3-5%.

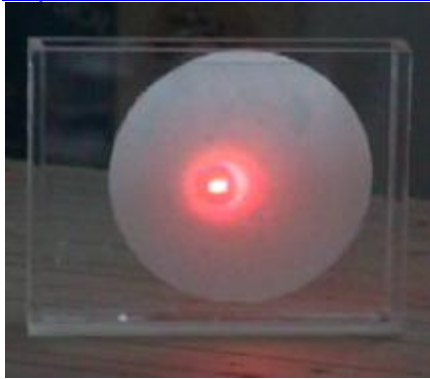
The refractive index  $n$  may be found approximately as the ratio  $|OD|/|OC|$  where the distances  $|OC|$  and  $|OD|$  are measured to within plus or minus 10%.

Since  $|OD| \cong 4$  cm and  $|OC| \cong 3$  cm the refractive index of the liquid (water) is approximately 1.33.

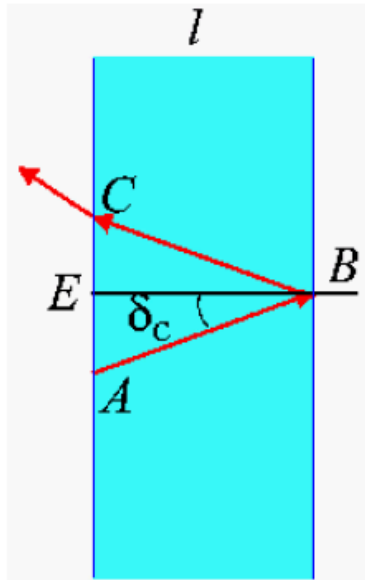
## 7. Schaduw ring:

Website:

<http://webhost.ua.ac.be/focus/Koffers/A20Schaduwring/A20Schaduwring.htm>



De diameter van de heldere ring kan in verband gebracht worden met de brekingsindex van het glas: vermits het waterlaagje erg dun is kan de diameter van de zwarte vlek,  $d$ , gegeven worden door (zie figuur 4) door:



$$d = 2 \cdot |AC| = 4 \cdot |AE| = 4 \cdot l \cdot \tan \delta_g = \frac{4 \cdot l}{\sqrt{n_{\text{glas}}^2 - 1}} \quad (1)$$

$l$  is de dikte van de glasplaat, en  $n_{\text{glas}}$  de brekingsindex. We nemen als brekingsindex voor lucht 1.

Hierin is  $\sin \delta_g = 1/n_{\text{glas}}$ .

Nu kan de brekingsindex van het glas bepaald worden:

$$n_{\text{glas}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot l}{d}\right)^2 + 1}$$

Als er een luchtbel tussen het papier en het glas zit, dan geldt de uitleg van het droge papier: een kleine zwarte vlek is zichtbaar op de plaats waar er anders licht is.

We nemen nu wel een doorzichtig doosje met een laag water van een bepaalde dikte.

We schijnen van onderuit met het lasertje.

Dit lasertje wordt beschikbaar gesteld zodra er om gevraagd wordt.





## 8. Meten met de digitale afstandssensor (idee: Koen Van den Bussche)

### Laser-afstandsmeter PLR 50

Bestnr.: 821248 - 89 [Fabrikantnummer: 0.603.016.300]

**BESTSELLER**

 **BOSCH**



€ 129,00

[Garantieverlenging tot 4€](#)


★★★★★

[Schrijf als eerste een review](#)

Dit product delen: [f](#) [t](#) [p](#)

**Op voorraad**

1  stuk

 **Bestel nu**

Neem een transparante container, zet die op een tafel. Meet de hoogte in de container. Dan de hoogte in het geval hij gevuld is met water:

De verhouding is de brekingsindex:

Hoogte(lucht) =  $c$  (constant in de meter) . tijdsinterval (wordt gemeten) in lucht = echte afstand= $h(\text{lucht})$

$h(\text{water}) = c \cdot \text{tijdsinterval in water} = \text{waarde } h(\text{water})$

$h(\text{water}) = c \cdot h/c(\text{water})$

-----      -----      =  $c(\text{lucht})/c(\text{water}) = n$

$h(\text{lucht}) = c \cdot h/c(\text{lucht})$

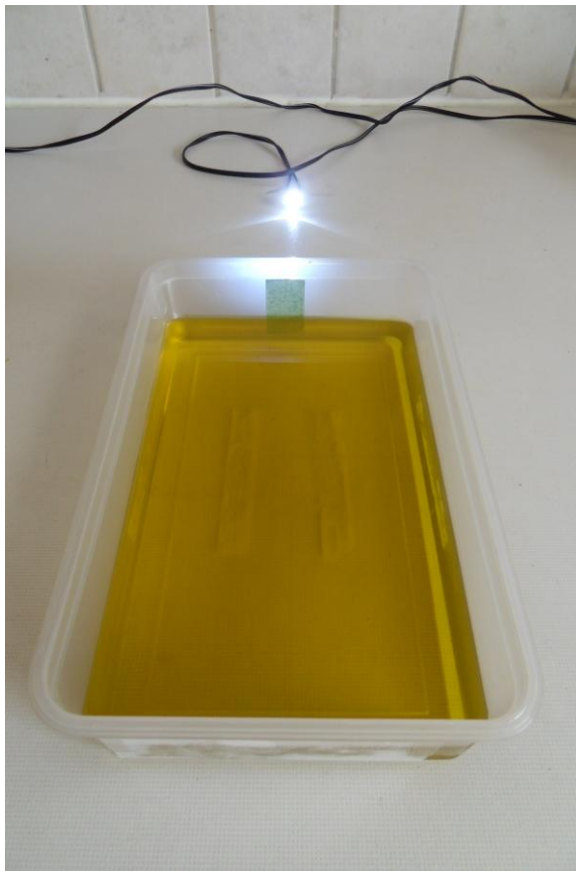
---

## 9. Schaduw methode 2: (idee Patrick Walravens)

Technische uitvoering: plak het stuk tape in het midden van één van de korte zijden van het bakje (zie foto). Plak aan de overzijde een stuk mat plastic of een stuk papier (over de volledige oppervlakte) dat je eerst hebt ingestreken met wat olie.

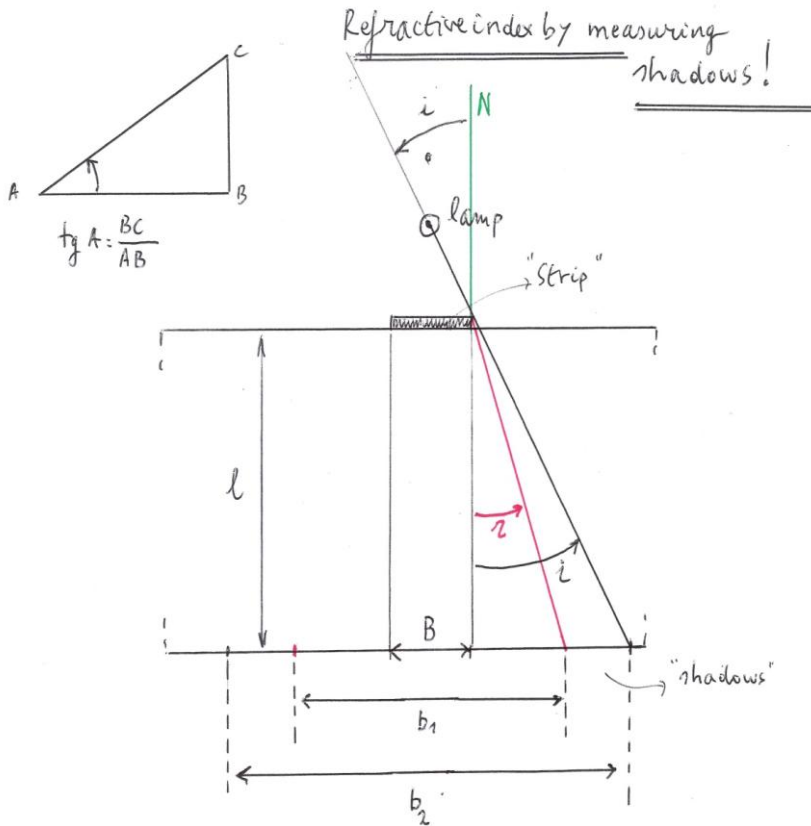
Uitvoering experiment: plaats het bakje op de tafel. Met wat plasticine fixeer je het lampje op en 10-tal cm voor de zijde met het stuk tape. Kijk je door de andere zijde dan zie je een schaduw van het stuk tape. Meet de breedte van deze schaduw ( $b_2$ ). Giet nu water of een andere vloeistof (vb. olijfolie) in het bakje. Door de lichtbreking bij overgang van lucht (optisch ij) naar water/olie (optisch dicht) zal de schaduw smaller worden. Meet nu deze schaduw ( $b_1$ ). Als je het lampje goed positioneert kan je zelfs beide schaduwen tegelijkertijd zien (zie extra foto). Zorg er wel voor dat de afstand tussen de lamp en het bakje ongewijzigd blijft voor deze twee metingen. Meet ook de breedte van het stuk tape ( $B$ ). Herhaal nu enkele malen voor andere afstanden van het lampje. De resultaten kan je verwerken in een tabel en een gemiddelde maken. Meet zeer nauwkeurig. Een verschil van 1 mm geeft al gauw enkele procenten meer of minder afwijking.

**Verklaring:** zie volgende blz.



Op bovenstaande foto zie je een schaduw aan de bovenrand van het bakje. Dat is de schaduw zonder vloeistof. Aan de onderkant zie je die met de vloeistof. Het bakje is hier maar voor de helft gevuld waardoor je beide schaduwen tegelijkertijd kan zien.

Op de linker foto is een heldere witte LED (opitec) verbonden met een transfo van 3 V.



Since  $\sin \theta \approx \text{tg } \theta$

$$\rightarrow n = \frac{\text{tg } i}{\text{tg } r}$$

$$= \frac{(b_2 - B) \cancel{l}}{(b_1 - B) \cancel{l}}$$

$$= \frac{b_2 - B}{b_1 - B}$$

Ex. (for  $H_2O$ )

$$n = \frac{(4,3 - 1,8) \text{ cm}}{(3,7 - 1,8) \text{ cm}} = 1,32 \quad (1,33)$$

Ex. (for olive oil)

$$n = \frac{(4,0 - 1,8) \text{ cm}}{(3,3 - 1,8) \text{ cm}} = 1,47 \quad (1,468)$$

GW

# Prism foil from an LCD monitor as a tool for teaching introductory optics

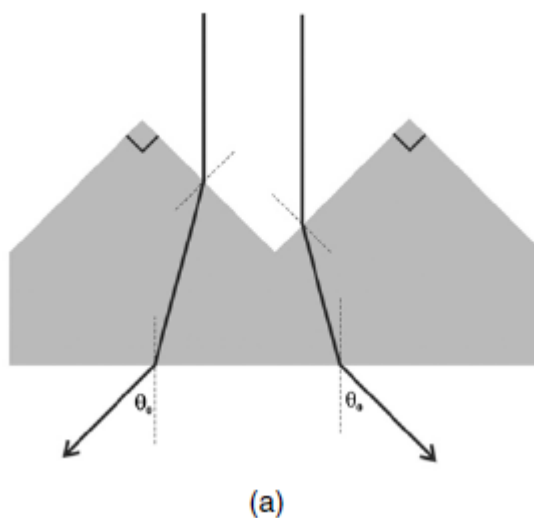
Gorazd Planinšič and Mihael Gojkošek

Faculty of Mathematics and Physics, University of Ljubljana, Jadranska 19, Slovenia

E-mail: [gorazd.planinsic@fmf.uni-lj.si](mailto:gorazd.planinsic@fmf.uni-lj.si)

Received 3 November 2010, in final form 17 January 2011

## 1. The foil itself:



The angle  $\theta_0$  can be calculated using simple geometry and Snell's law at both boundaries. After short calculation the following expression can be found:

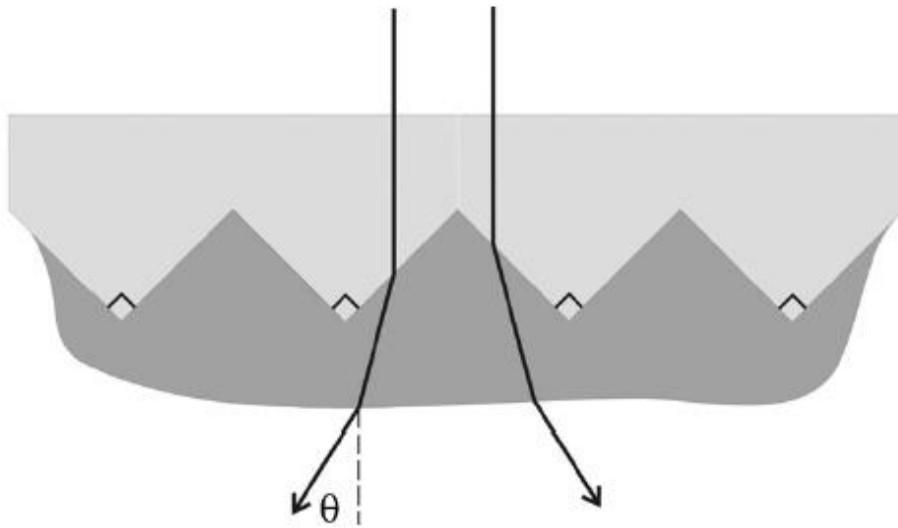
$$\sin \theta_0 = \frac{1}{2}(\sqrt{2n^2 - 1} - 1), \quad (1)$$

which can be rearranged to express the index of refraction as a function of the emerging angle

$$n = \sqrt{2 \sin^2 \theta_0 + 2 \sin \theta_0 + 1}. \quad (2)$$

As with any prism, dispersion is also present in the prism foil. An attentive observer will note that two outgoing symmetrical beams have reddish hue on the inner side and bluish on the outer side. To avoid problems with dispersion we measured the angle  $\theta_0$  using green laser light with wavelength 532 nm. We measured  $\theta_0 = 30^\circ \pm 1^\circ$ , which gives  $n = 1.58 \pm 0.02$  and a corresponding critical angle of  $39.3^\circ$ . In this case the accuracy of the measured index of refraction is restricted also by the interference that cannot be eliminated. Measurement error can be estimated with an angle between two neighbour maxima in the interference pattern, which is in our case approximately  $0.7^\circ$  (see the section on interplay between refraction and diffraction). Anyway, the measured index of refraction matches reasonable well with 1.5750, the index of refraction for polyethylene terephthalate (also known as Dacron), which is the reported material that prism foils are made of [7]. An interesting upgrade of this problem is the study of light beam refraction on a wavy surface [8], which is suitable for introductory optics.

## 2. Water on the foil:



**Figure 7.** Refraction of light incident perpendicularly on the flat side of the foil with liquid deposited on the opposite side of the foil.

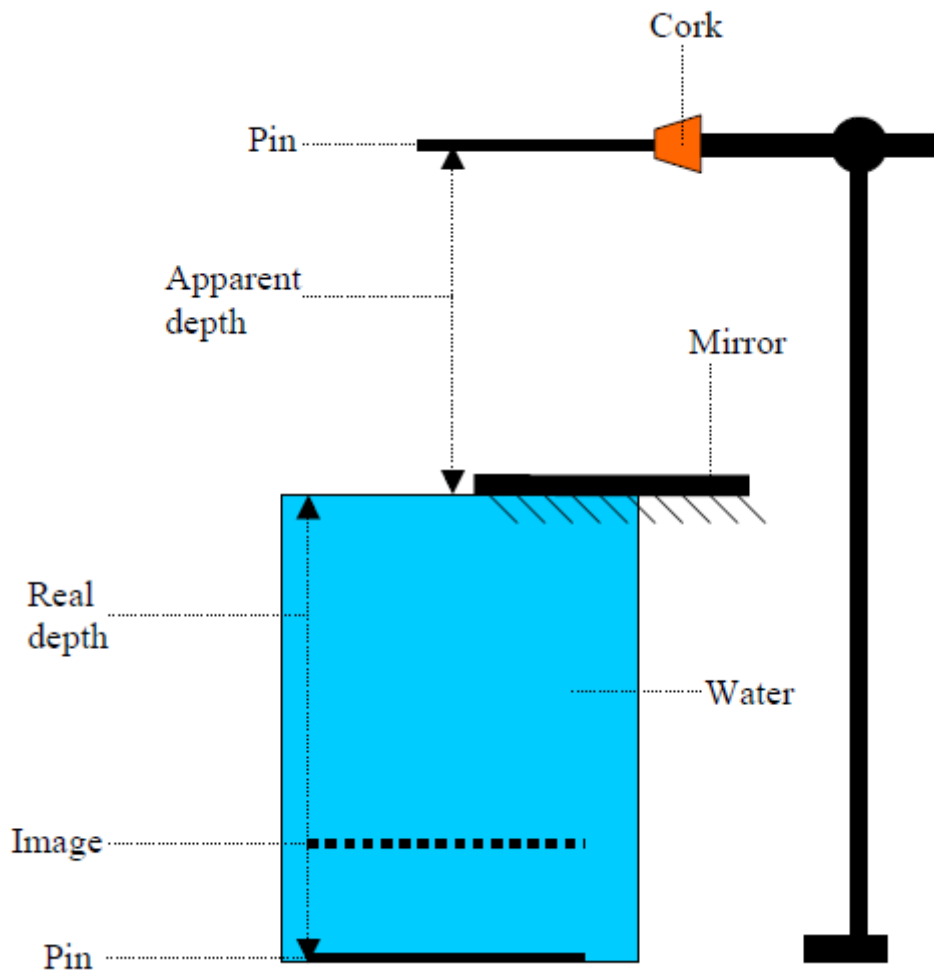
Using simple trigonometry and Snell's law the following expression relating  $n_l$  and  $\theta$  can be found:

$$n_l = \sqrt{\frac{(n - 2 \sin \theta)^2 + n^2}{2}}, \quad (3)$$

**Table 1.** Indices of refraction for some common liquids as measured with research quality refractometer and with the prism foil.

	$n$ (Refractometer)	$n$ (Prism foil)
Water	1.332	1.33
Vinegar	1.337	1.34
Olive oil	1.467	1.44
Ethanol	1.362	1.36
Glycerin	1.452	1.45
Paraffin oil	1.466	1.46

where  $n$  is the index of refraction of the prism foil. By measuring the angle  $\theta$  and knowing the index of refraction of the prism foil this expression can be used to determine the index of refraction of the medium  $n_l$ . The range of indices  $n_l$  that give observable effect depends on the value of  $n$ . In our case  $n = 1.58$ , which gives the range for  $n_l$  from 1.11 to 1.57. This range is wide enough to cover most liquids used in everyday life. Comparison between the indices of refraction for some common liquids measured with the prism foil and values measured with research quality refractometer are shown in table 1. In prism foil measurements a green laser beam with a wavelength of 532 nm has been used. Once again, the accuracy of these measurements is limited by interference phenomena. The method proved to be useful as a first year student project task or home experiment for students.



### Procedure

1. Fill a container to the top with water.
2. Place the plane mirror to one side on top of the container.
3. Put a pin on the bottom of the container.
4. Adjust the height of the pin in the cork above the mirror until there is no parallax between its image in the mirror and the image of the pin in the water.
5. Measure the distance from the pin in the cork to the back of the mirror – this is the apparent depth.
6. Measure the depth of the container – this is the real depth.
7. Calculate the refractive index,  $\text{depth}(\text{apparent}) / \text{depth}(\text{real}) = n$ .
8. Repeat using different size containers and get an average value for  $n$ .

## Mogelijke evaluaties:

Naast de traditionele evaluatie van het verslag kan

- de voorbereiding bekeken worden
- het meegebrachte materiaal/ lijst van benodigdheden door de leerlingen in hun voorbereiding vermeld
- volgende SAM schalen nuttig zijn:

<b>Ik begin tip top voorbereid aan het practicum</b>	Ik bereid me niet voor, ik heb geen materiaal bij. Ik wacht op de opdracht van de leerkracht IN de les. Een practicum doe je op school, niet thuis.	Ik heb het materiaal niet of slechts gedeeltelijk bij. Ik heb de opdracht snel gelezen, thuis of onderweg maar weet daardoor niets meer in de klas, als ik moet beginnen.	Ik heb de opdracht gelezen maar niet verwerkt, begin met de beste bedoelingen, maar raak pas bezig met veel hulp van anderen.	Ik heb de opdracht gelezen, begrepen, maar maak te veel fouten om zelfstandig te kunnen werken; in groep gaat het wel redelijk.
<b>Ik verzamel benodigdheden en ik gebruik ze met respect</b>	Ik ken de namen van de materialen niet. Als ik iets doe, komt het niet zo nauw: het materiaal is toch niet van mij. Ik ruim ook liever niet op: dat is voor iemand anders, zeker als het al gebeld heeft of bijna gaat bellen.	Ik kan wel enkele dingen uit de kast halen, maar verder laat ik het liever aan anderen om er iets mee te doen/op te stellen. Ik ruim ook alleen maar op als ik dat moet.	Ik heb een goed resultaat bij een controle. Ik ben van goede wil maar vertrouw er te veel op dat het wel zal loslopen. Niet alles is goed genoeg gemonteerd of aangesloten	Ik vind de juiste materialen en kan ze ook hanteren. Ik doe alles volgens het boekje en de voorschriften en zorg dat er niets beschadigd wordt
<b>Ik maak een folder Ik stel een brochure op Ik maak een wetenschappelijke poster Ik maak een verslag Ik schrijf een paper</b>	Mijn werk heeft niet de gewenste vorm, is snel gemaakt en dus zeer slordig en mist essentiële onderdelen	Mijn werk heeft wel min of meer de gewenste vorm maar is snel gemaakt en wat slordig	Mijn werk heeft de gewenste vorm maar vertoont nog veel gebreken	Mijn werk heeft de gewenste vorm maar vertoont nog enkele minder belangrijke gebreken
<b>Ik kan een groepswerk evalueren</b>	ik protesteer bij elke evaluatie/ik voel me steeds het slachtoffer/ik geef iedereen het maximum	ik laat me meeslepen door vriendschap/emotie /subjectieve kijk; mijn cijfers liggen systematisch te hoog	ik geef de groep een cijfer dat anders is dan dat van de anderen omdat ik te veel naar één ding kijk	ik geef redelijk objectieve cijfers maar kan ze niet altijd argumenteren; ik steun meestal, maar niet altijd, op de aangegeven schalen; ik ben vrij kritisch tov mezelf en de anderen in mijn groep

## Welke van de proeven is nu de “beste”?

### Saskia Van der Jagt:

Saskia van der Jagt geeft sinds acht jaar les aan het Coornhert Gymnasium in Gouda, Nederland. Zij geeft de vakken biologie en onderzoeken & ontwerpen. Sinds vier jaar is Saskia tevens bezig met een promotie-onderzoek aan de Vrije Universiteit Amsterdam naar leren onderzoek bij natuurwetenschappelijke vakken. Het onderzoek richt zich op het ontwikkelen van kennis over hoe leerlingen bij de verschillende natuurwetenschappelijke vakken op samenhangende wijze kunnen ‘leren onderzoeken’. Hierbij ligt de nadruk op het kunnen evalueren van de begrippen nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit in verschillende onderzoekscontexten. De resultaten van het onderzoek laten zien dat een zelfevaluatie-instrument dat in alle contexten door leerlingen ingezet wordt, ondersteunend is voor leerlingen bij dit evaluatieproces. Meer informatie over het onderzoek van Saskia van der Jagt is te vinden op [www.dudocprogramma.nl](http://www.dudocprogramma.nl), onderzoeken tranche 2008.

### Drs. Saskia van der Jagt

Onderzoeker DUDOC-programma

Faculteit Psychologie & Pedagogiek

Afd. Onderwijswetenschap en Theoretische Pedagogiek

Docent biologie

Coornhert Gymnasium Gouda | T: 020 5986338 / 06 28586943

E: [s.a.w.vander.jagt@vu.nl](mailto:s.a.w.vander.jagt@vu.nl)

werkdagen: ma, di, woe, vrij

*Bezoekadres:* Prof. E.M. Meijerslaan 2, 1183 AV Amstelveen

*Postadres:* De Boelelaan 1105, 1081 HV Amsterdam