

Nummer 133840	Emne Lys, brydningsindeks		
Version 2015.09.11 / HS	Type Elevøvelse	Foreslås til gymAB	p. 1/4

Formål

Undersøgelse af brydnings- og refleksionsfænomener. Bestemmelse af brydningsindekset for vand.

Princip

Bemærk, at denne øvelse bygger direkte ovenpå "Solcellen – afstandsafhængighed" og skal udføres med den samme lampe og den samme solcelle, som blev anvendt i denne.

Når en fyldt kuvette indsættes lige foran den runde blænde foran solcellen, vil lysets brydes. Noget af det lys, som før ramte udenfor hullet i blænden, vil nu gå igennem, så strømmen fra fotocellen stiger. Dette kan sammenlignes med, at afstanden formindskes.

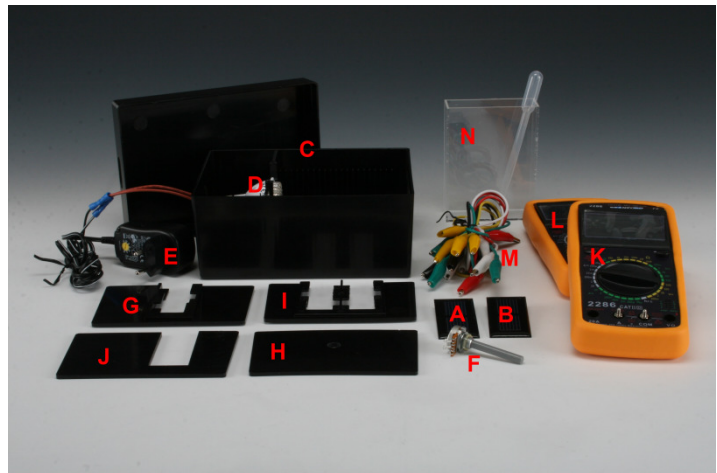
Generelt om Olympiadekasse 1

Sættet er opbygget om en forsøgskasse i sort plast med nogle holdere til det øvrige apparatur.

Apparatet omfatter:

- A og B Solceller
- C Forsøgskasse
- D LED-lampe med tilhørende U-holder
- E Adapter til LED-lampen
- F Variabel modstand
- G Enkeltholder til solcelle
- H Cirkulær blænde
- I Dobbelt holder til solcelle
- J Firkantblænde
- K og L Multimeter
- M Små krokodillenæbsledninger
- N Kuvette

Dele markeret med **fed skrift** indgår i denne øvelse.



Desuden anvendes:

Målebånd eller lineal

Opstilling

Lampen og solcellerne passer stramt i de forskellige holdere. Vær tålmodige, når de monteres – brug ikke vold.

Når lampen flyttes til og fra kassen, er det nødvendigt at tage fatningen med ledningen af.

Brug det ene multimeter som amperemeter. (Det andet bruges som voltmeter i andre øvelser.) Hold drejeknappen indenfor det relevante område – skift ikke om forbi Ω -området.

Amperemeter

Voltmeter



Udførelse

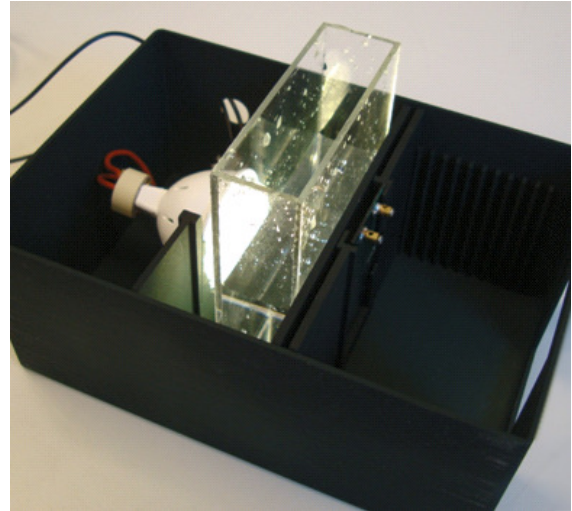
Målingerne kan ikke udføres med låg på eksperimentkassen. Vær opmærksom på, at der ikke kommer for meget direkte lys på opstillingen udefra.

1 – Solcellestrøm som funktion af væskniveau

Placer solcellen i enkeltholderen ca. 50 mm fra lyskilden. Den cirkulære blænde placeres umiddelbart foran. Solcellen forbindes til amperemeteret.

Den store kuvette af plast skal placeres umiddelbart foran blænden, når strømmen fra solcellen måles. Den skal efterhånden fyldes med vand med en række kendte dybder, så det kan være en fordel at sætte et målebånd eller en stykke millimeterpapir fast til kuvettens ene endeplade med tape. Hvis kuvetten tages ud af eksperimentkassen, så vær omhyggelig med at placere den det samme sted igen inden hver måling.

Mål nu solcellestrømmen I som funktion af højden h af vandet i kuvetten. Vær omhyggelig med at få tilstrækkeligt med målepunkter i det område, hvor I varierer meget.



2 – Bestemmelse af brydningsindekset for vand

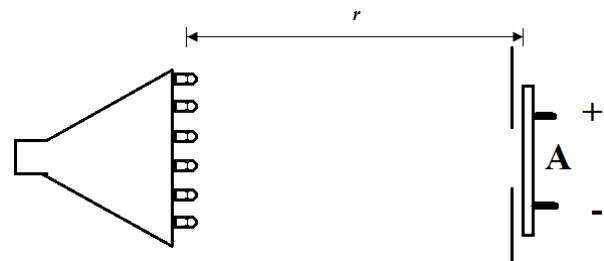
Placer nu solcellen i rillen længst væk fra lyskilden. Den cirkulære blænde skal igen placeres umiddelbart foran.

Mål afstanden r_1 mellem lyskilden og solcellen og strømmen fra solcellen I_1 .

Anbring den tomme, tørre kuvette umiddelbart foran den cirkulære blænde, og mål solcellestrømmen I_2 .

Fyld kuvetten næsten helt op med vand, og mål solcellestrømmen I_3 .

Afstanden r_1 måles fra det sted inde i lysdioderne, hvor lyset udsendes, til overfladen af solcellen – se figur.



Databehandling

1 – Solcellestøm som funktion af væskniveau

Målepunkterne afbildes grafisk.

Der er ikke nogen beregninger i denne del af øvelsen, men der kræves en kvalitativ forklaring på grafens udseende. Forklaringen skal støttes af tegninger.

For inspiration, se teoriafsnittet herunder.

2 – Bestemmelse af brydningsindekset for vand

Bemærk først, at målingen af I_1 og I_2 viser, at plast-materialet i kuvetten absorberer en smule af lyset.

Benyt disse resultater til at korrigerer målingen af I_3 , så virkningen af absorptionen fjernes. Kald den korrigerede værdi for I_c .

Benyt de resultater, du opnåede i øvelsen "Solcellen – afstandsafhængighed" til at bestemme den afstand, som svarer til en strømstyrke I_c fra solcellen. Kald den fundne afstand for r_c .

Når r_c er mindre end målte afstand r_1 , skyldes det at brydningen i vandet får lyskilden til at "se nærmere ud", end den er i virkeligheden. Dette præciseres i teoriafsnittet.

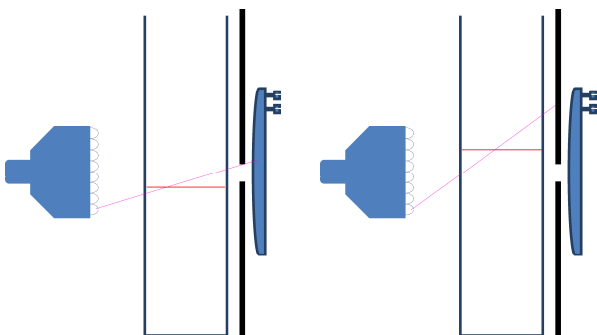
Den hermed fundne afstandsformindskelse anvendes til at bestemme brydningsindekset for vand.

Teori

Du får brug for at være godt hjemme i begreberne *lysets brydning* og *totalrefleksion*. Find stoffet i din lærebog.

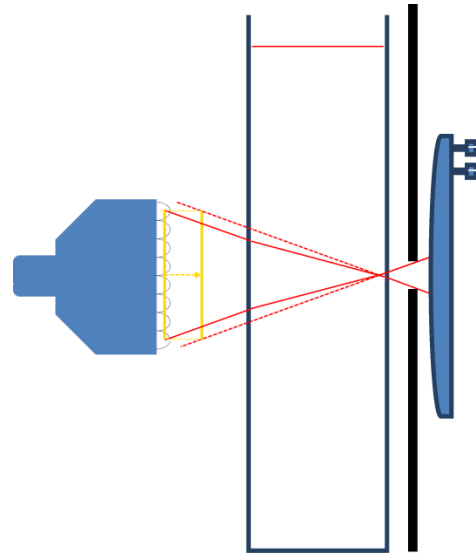
I hele denne øvelse antages det, at kuvetten er lavet af så tyndt et materiale, at vi kan se bort fra brydning i dette.

Din graf over $I(h)$ skulle gerne vise et minimum og et maksimum. For at indse, hvorfor disse indtræffer, kan du prøve at tegne strålegangen i de to situationer som er skitseret nedenfor; den tynde linje viser strålen uden vand, prøv at tegne strålegangen med vand fyldt op til det markerede niveau.



Figuren nedenfor viser med fuldt optrukken rød linje to brudte lysstråler fra lyskilden mod solcellen.

Med stiplede linjer ses de retninger, som lyset ankommer i set fra solcellen. Det ses, at belysningen af solcellen ville være den samme, hvis der ikke var vand i karret, og lyskilden blev flyttet et stykke Δr tættere på.



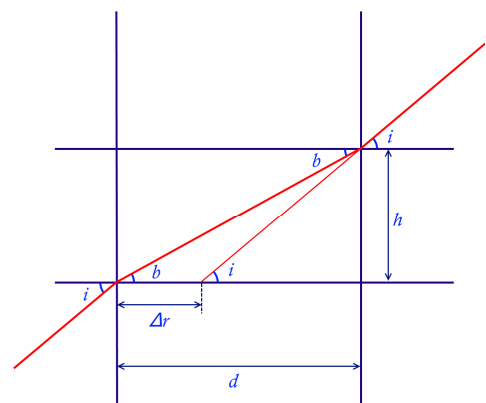
Den følgende figur viser lidt mere overdrevent strålegangen i kuvetten og hvordan stykket Δr her kan bestemmes med lidt trigonometri. Vinklerne i og b er hhv. indfalds- og brydningsvinklerne, d er tykkelsen af kuvetten og h er en hjælpestørrelse, som indgår i to retvinklede trekanter:

$$d \cdot \tan(b) = h = (d - \Delta r) \cdot \tan(i)$$

Heraf får vi

$$\frac{d}{d - \Delta r} = \frac{\tan(i)}{\tan(b)} \approx \frac{\sin(i)}{\sin(b)} = n$$

Hvor n er brydningsindekset for vand.



Noter til læreren

Benyttede begreber

Strømstyrke
Brydningsloven
Totalrefleksion

Matematiske forudsætninger

Graftegning
Hældning af linje
Trigonometri
Approksimationer

Der stilles væsentligt større krav til elevernes faglige niveau og selvstændighed end i de tre foregående øvelser med Olympiadekasse 1.

Om apparaturet

De medfølgende stift-ben monteres fast i de to multimeter. Herefter kan alle forbindelser etableres med de små krokodillenæbsledninger.

Undlad at bruge de medfølgende multimeter til anvendelser, hvor sikringen risikerer at brænde af – den er stort set umulig at skifte.

Anvendt som beskrevet i denne vejledning vil sikringen kunne holde uden problemer – solcellerne kan ikke levere så stor en strøm, at den springer.

Eleverne skal instrueres i at indstille multimetrene, inden de tændes. Ved skift mellem strøm- og spændingsmålinger passeres ohmmeter-områderne, og det er ikke sikkert, at solcellen holder til at få sendt målestrømmen igennem sig.

Olympiadekasse 1 og 2

Olympiadekasserne er udviklet af DTU til brug i den 44. Internationale Fysikolympiade.

De originale eksperimentelle opgaver kan hentes på <http://ipho2013.dk/ipho2013-problems.htm>
Nærværende vejledning er bearbejdet og tilpasset med udgangspunkt i de originale olympiadeopgaver.

Frederiksens Olympiadekasse 1 (488590) dækker opgaverne betegnet E2 i det officielle materiale.

Suppleres Olympiadekasse 1 med Olympiadekasse 2 (488595) dækkes opgaverne betegnet E1 i det officielle materiale.

Frederiksen Scientific A/S takker Ole Trinhammer fra DTU for samarbejdet omkring materialet. De fleste af illustrationerne er bearbejdede versioner af fotos og tegninger af Ole Trinhammer.

Detaljeret apparaturliste

488590 Olympiadekasse1, omfattende
Solceller med skrueterminaler (2 stk.)
Forsøgskasse med div. holdere
LED-lampe m. strømforsyning
Variabel modstand (1 kOhm, log)
Multimeter (2 stk.) *)
Små krokodillenæbsledninger
Plastkuvette

140010 Målebånd 200 cm

*) Den anvendte model føres normalt ikke – nedenfor er nævnt en mulig erstatning.

Reserve dele og forbrugsstoffer

488541 Solcelle 0,5 V / 150 mA, skrueterminaler
106220 Ledninger, mini (med krokodillenæb)
351010 9 V batteri (for multimeter)
(386135 Multimeter – dog ikke som i 488590)

Reklamerationsret

*Der er to års reklamerationsret, regnet fra fakturadato.
Reklamerationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

Reklamerationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.

Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbeløbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.

© Frederiksen Scientific A/S

Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside