

Nummer 133810	Emne Lys, afstandskvadratloven		
Version 2015.09.11 / HS	Type Elevøvelse	Foreslås til 10,gymABC	p. 1/4

Formål

Undersøgelse af, hvordan strømmen fra en solcelle afhænger af afstanden til lyskilden.

Princip

Solcellen dækkes delvist med en blænde, så størrelsen af det belyste område af cellen er lille sammenlignet med lyskildens størrelse og afstanden mellem dem.

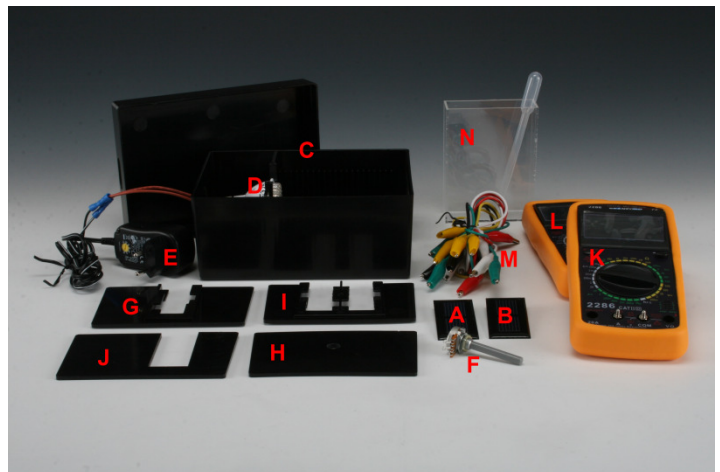
For store afstande skal det undersøges, om det er rimeligt at betragte lyskilden som punktformet. For mindre afstande opgives en formel; det undersøges, hvor godt denne beskriver målingerne.

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 Dobbeltholder 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

1 – Langt fra lyskilden

Udfør målingerne i et lokale med dæmpet lys.

Monter solcelle A i enkeltholderen. Placer solcellen med den cirkulære blænde foran helt henne i enden af forsøgs-kassen, så den peger ud af kassen.

Monter LED-lampen i U-holderen og sæt fatningen på. I denne del af øvelsen skal U-holderen blot holdes med hånden, vinkelret på bordet.

Vi skal bruge et multimeter som amperemeter; indstil det til at måle μA .

Solcellen forbindes direkte til amperemeteret ved hjælp af sikkerhedsledninger og krokodillenæb. Vi er interesseret i at måle strømmen, når solcellen er omtrent kortsluttet.

Lad være med at skifte område undervejs; et områdeskift vil bevirke, at amperemetrets indre modstand ændres.

Mål den strøm I_0 , som solcellen giver fra sig på grund af rumbelysningen alene. Hvis forsøgsbetingelserne holdes konstante, kan denne størrelse trækkes fra de øvrige målinger for at kompensere for baggrundslyset.

Tænd for LED-lampen, og find en afstand, hvor der måles en smule mindre end $200 \mu\text{A}$. Målingerne starter med denne mindste afstand.

Mål sammenhængende værdier for afstanden r og strømmen fra solcellen $I(r)$. Se figur til højre.

Måleserien slutter senest, når strømmen når ned omkring det dobbelte af I_0 .

2 – Tæt på lyskilden

Denne del af øvelsen foregår i forsøgs-kassen, så låget kan lukkes for hver måling.

Undgå kortslutninger mellem krokodillenæbbene.

Afmonter fatningen fra LED-lampen, mens du trækker ledningen gennem det runde hul i kassen. U-holderen placeres, så der bliver så meget plads som muligt foran lampen.

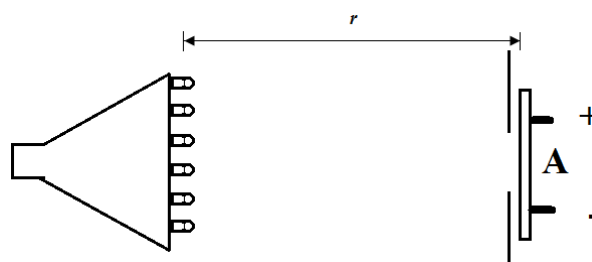
Enkeltholderen med solcellen placeres til at begynde med et par centimeter fra lampen. Den cirkulære blænde placeres umiddelbart foran solcellen.

Flyt hver gang blænden med, når solcellen flyttes.

Indstil amperemeteret på mA og lad være med at skifte område under målingerne.

Tænd for LED-lampen, og mål sammenhængende værdier for afstanden r og strømmen fra solcellen $I(r)$.

Afstanden r , som indgår i beregningerne, skal måles fra det sted inde i lysdioderne, hvor lyset udsendes, til overfladen af solcellen – se figur.



Teori

1 – Langt fra lyskilden

Overvejelserne nedenfor drejer sig om energi, som udsendes i et bestemt, fast tidsrum. Man kan også tænke på det som effekten af lyset (målt i watt).

Når lyskilden er langt fra solcellen, kan vi se bort fra lyskildens udstrækning og betragte den som en punktkilde.

Da lyset ikke absorberes i luften, er strålingens samlede energi uafhængig af afstanden. Derimod vil strålingsenergien **pr. areal**, vinkelret på lysstrålerne, aftage med afstanden i anden potens – se figuren.

I denne øvelse går vi ud fra, at den strøm, som solcellen producerer, er proportional med energien fra lyset. Dermed kan solcellestrømmen skrives som

$$I = I_1 \cdot \frac{1}{r^2}$$

hvor I_1 er en konstant.

2 – Tæt på lyskilden

Kommer solcellen tæt på lyskilden, holder ovenstående simple betragtninger ikke.

Lyskilden har rent faktisk en endelig størrelse og kan bedre antages at være en jævnt lysende skive frem for et punkt.

Den belyste del af solcellen kan heller ikke længere betragtes som stående vinkelret på strålingen, da strålingen nu kommer fra mere end én retning.

Med god tilnærmelse kan solcellestrømmen skrives således

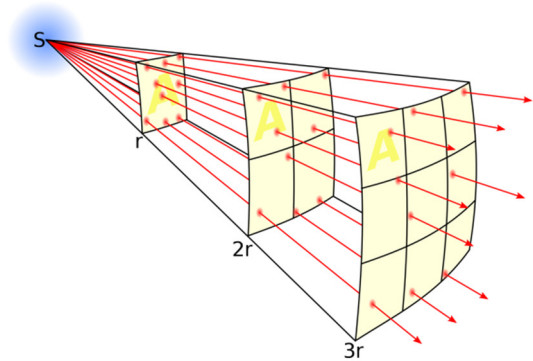
$$I = I_a \cdot \frac{1}{1 + \frac{r^2}{a^2}}$$

hvor I_a og a er konstanter.

(Når r bliver meget større end a , vil dette udtryk asymptotisk gå over i det foregående.)

Når måleresultaterne skal analyseres, kan udtrykket omskrives således:

$$r^2 = (I_a \cdot a^2) \cdot \frac{1}{I} - a^2$$



Lyset fra en punktkilde.

Den samme mængde lysenergi fordeles over et areal, som vokser med kvadratet på afstanden.

Databehandling

Benyt gerne et regneark.

1 – Langt fra lyskilden

Husk at trække I_0 fra måleværdierne, inden de indgår i den videre databehandling.

Afbild I som funktion af $1/r^2$.

Hvilken slags graf forventer du?

Er det rimeligt at behandle lyskilden som punktformet i denne del af øvelsen?

2 – Tæt på lyskilden

Afbild r^2 som funktion af $1/I$.

Hvilken slags graf forventer du?

Benyt grafen til at bestemme de to konstanter a og I_a .

Passer den angivne formel med det, du har målt?

Passer den lige godt for alle de målte afstande?

Noter til læreren

Benyttede begreber

Strømstyrke
Energibevarelse

Matematiske forudsætninger

Graftegning
Hældning af linje

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 multimeterne, 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.

Foto s. 1 nederst og tegning s. 2: 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)

Reklamationsret

*Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato.
Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

Reklamationsretten 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 fragtbetøbet 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

Nummer 133820	Emne Elektricitet, energi		
Version 2015.09.11 / HS	Type Elevøvelse	Foreslået til 10,gymABC	p. 1/4

Formål

Undersøgelse af sammenhængen mellem strømmen og spændingen fra en solcelle.
Bestemmelse af den maksimale effekt.
Bestemmelse af optimal belastningsmodstand.

Princip

En graf over spændingen fra solcellen som funktion af strømmen betegnes solcellens karakteristik (ved den givne lysstyrke).

Solcellen forbindes til en variabel modstand (belastningen). Strømstyrke og spænding måles ved et antal forskellige belastninger.

Den effekt (strøm gange spænding), som afleveres til modstanden, har et maksimum: Ved kortslutning (0Ω) er der ikke noget spændingsfald, og ved afbrydelse ($\infty \Omega$) går der ikke nogen strøm. Så et sted mellem disse ekstremer må der findes et optimalt arbejds punkt, hvor effekten er størst.

Når solceller anvendes til energiproduktion, er det vigtigt at vide, hvordan dette maksimum rammes.

Ud fra karakteristikken estimeres det optimale arbejds punkt, hvorefter en måleserie fastlægger det præcist.

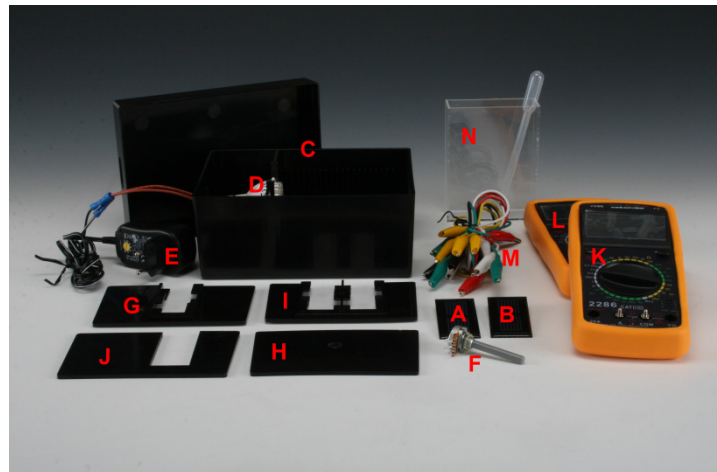
Generelt om Olympiadekasse 1

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

Apparaturet 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 Dobbeltholder til solcelle
- J Firkantblænde
- K og L **Multimetre**
- M **Små krokodillenæbsledninger**
- N Kuvette

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



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 og det andet som voltmeter. Hold drejeknappen indenfor det relevante område – skift ikke om forbi Ω -området.

Amperemeter

Voltmeter



Udførelse

Det er en fordel at bruge et regneark til at notere resultaterne i undervejs.

Det bliver nødvendigt at lave lidt databehandling på måleresultaterne fra 1. del, inden man kan gennemføre 2. del af øvelsen.

1 – Karakteristik

Placer U-holderen med LED-lampen længst væk fra det firkantede hul.

Den variable modstand spændes fast i det største runde hul ved siden af det firkantede hul. Bemærk den lille tap, som passer i det mindste hul (afmærket på billedet).

Solcellen i enkeltholderen placeres i rille nr. 10 fra lampen (og skal naturligvis vende mod denne).

Opbyg et kredsløb som vist på diagrammet. Voltmeteret skal forbindes direkte til solcellens skrueterminaler.

Amperemeteret og den variable modstand forbindes, så strømmen passerer dem begge.

Vi går nu i gang med selve måleserien, og begynder med at fastlægge variationen i malingerne:

Tænd lampen, læg låget på.

Drej den variable modstand helt til den side, hvor spændingen er størst og strømmen mindst. Noter. Drej den variable modstand helt til den side, hvor spændingen er mindst og strømmen størst. Noter.

Gennemfør måleserien med varierende belastning, således at målepunkterne fordeles, så hverken spænding eller strøm ændres fra målepunkt til målepunkt med mere end ca. 10 % af deres maksimale værdier.

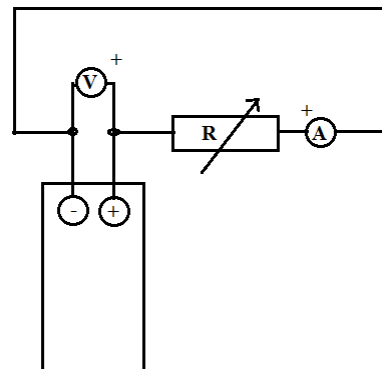
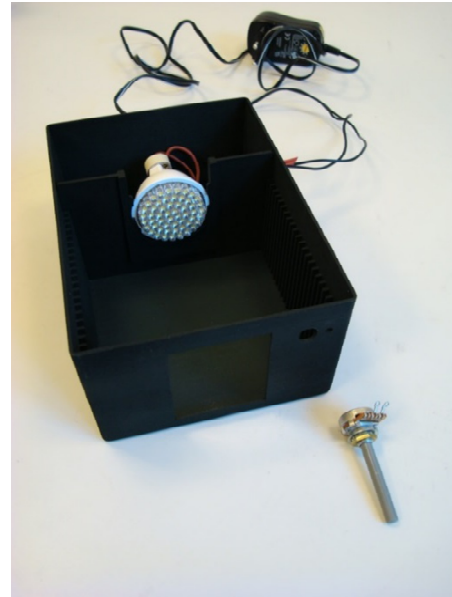
2 – Maksimal effekt

Denne del af øvelsen afvikles parallelt med databehandlingen – se næste side.

Ud fra de allerede målte data beregnes solcellens effektafgivelse for hvert målepunkt.

Find det område, hvor effekten ser ud til at toppe, og lav en ekstra måleserie her med noget mindre spring mellem måleværdierne.

Det er forventeligt, at effekten har et forholdsvis blødt (bredt) maksimum.



Databehandling

1 – Karakteristikkurver

Afbild spændingen som funktion af strømmen. Tegn en udglattet, blød kurve gennem målepunkterne. Brug gerne et regneark, men tegn evt. kurven i hånden, da regnearket altid prøver at tvinge kurven igennem hvert eneste punkt.

2 – Solcellens effekt

Ud fra karakteristikken kan man allerede få et indtryk af den maksimale effekt. (Se teoriafsnittet.) Det optimale arbejds punkt ligger ude på "skulderen" af karakteristikkurven.

Prøv, inden du går videre, at skønne den maksimale effekt ud fra aflæsning på karakteristikkurven.

Beregn for hvert af målepunkterne den effekt, som solcellen afgiver. (Ny kolonne i regnearket.)

Afbild eventuelt allerede nu effekten som funktion af strømmen.

Det er let at finde det område, hvor effekten er maksimal. I dette område skal der suppleres med flere målepunkter, så den optimale kombination af spænding og strøm kan bestemmes præcist.

Hvor godt stemte den skønnede værdi?

3 - Optimal belastningsmodstand

Aflæs fra effektgraf, hvilken strømstyrke, der giver maksimal effekt. Noter.

Aflæs nu på karakteristikkurven, hvilken spænding det svarer til. Noter.

Hvor stor er belastningsmodstanden i det tilfælde?

Dette kaldes den optimale belastningsmodstand - se teori.

Teori

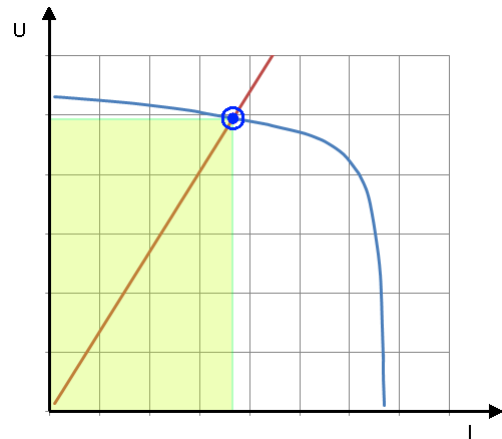
Punkter på karakteristik-kurven er de kombinationer af strøm og spænding, som kan forekomme for denne solcelle – ved den givne belysning.

For en belastningsmodstand R er de tilsvarende mulige punkter givet ved den velkendte formel

$$U = R \cdot I$$

– det vil sige en ret linje.

Når solcellen og modstanden forbindes, bliver strøm og spænding derfor givet ved skæringspunktet mellem de to kurver (arbejds punktet).

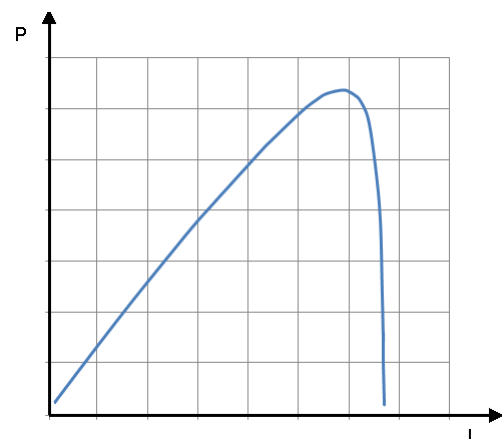


Effekten P , som solcellen afgiver, er givet ved

$$P = U \cdot I$$

Størrelsen $U \cdot I$ kan fortolkes som arealet af den farvede firkant på figuren. Effekten bliver derfor maksimal, når arbejds punktet ligger henne på karakteristikkurvens "skulder".

Herunder ses et typisk forløb af grafen for den afgivne effekt som funktion af strømmen.



Størrelsen af belastningsmodstanden fastlægger strømstyrken og dermed også effekten.

Belastningsmodstanden kaldes optimal, når effektafgivelsen er størst mulig.

Noter til læreren

Benyttede begreber

Strømstyrke
Energibevarelse

Matematiske forudsætninger

Graftegning
Hældning af linje

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 multimeterne, 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.

Frederiksen Olympiadekasse 1 (4885.90) 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

Foto nederst s. 1: 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 forbrugstoffer

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)

Reklamationsret

*Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato.
Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

Reklamationsretten 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 fragtbetøbet 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

Nummer 133830	Type	Elektricitet, energi		
Version 2015.09.11 / HS	Type	Elevøvelse	Foreslås til 10, gymABC	p. 1/4

Formål

Undersøgelse af sammenhængen mellem strømmen og spændingen fra forskellige "solcellepaneler", som vi laver ved sammenkobling af to solceller.

Bestemmelse af den maksimale effekt, når der kun er lys på den ene solcelle i panelet.

Princip

Bemærk, at denne øvelse bygger videre på måleprincipperne i øvelsen "Solcellen – karakteristik og effekt", som med fordel kan udføres først!

I denne øvelse sammenkobles to solceller på forskellige måder til et solcellepanel.

En graf over spændingen fra et solcellepanel som funktion af strømmen kaldes solcellepanelets karakteristik (ved den givne lysstyrke).

Solcellepanelet forbindes til en variabel modstand (belastningen). Strømstyrke og spænding måles ved et antal forskellige belastninger.

Ud fra karakteristikken estimeres det optimale arbejds punkt i de forskellige koblinger.

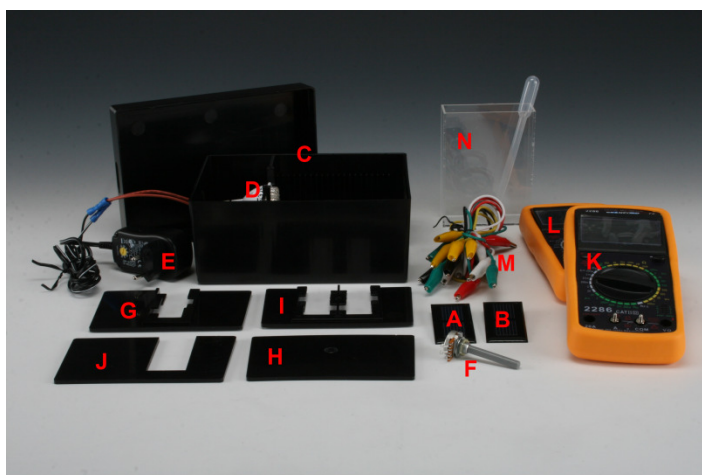
Generelt om Olympiadekasse 1

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

Apparaturet omfatter:

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

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



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 og det andet som voltmeter. Hold drejeknappen indenfor det relevante område – skift ikke om forbi Ω -området. Multimetrene slukker automatisk efter et stykke tid.

Amperemeter

Voltmeter



Udførelse

Det anbefales at bruge et regneark til at notere resultaterne i undervejs.

Databehandlingen kan med fordel udføres parallelt med udførelsen af øvelsen.

1 – Karakteristikker

Placer U-holderen med LED-lampen længst væk fra det firkantede hul.

Den variable modstand spændes fast i det største runde hul ved siden af det firkantede hul. Bemærk den lille tap, som passer i det mindste hul (afmærket på billedet).

Solcellerne placeres i dobbeltholderen i rille nr. 10 fra lampen (og skal naturligvis vende mod denne).

Opbyg et kredsløb som vist på diagrammet. De to pile forestiller de krokodillenæb, som tilsluttes solcellerne. Solpanelet kan kobles sammen på (mindst) fire forskellige måder som vist nederst.

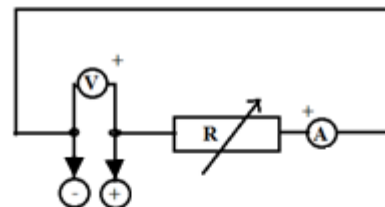
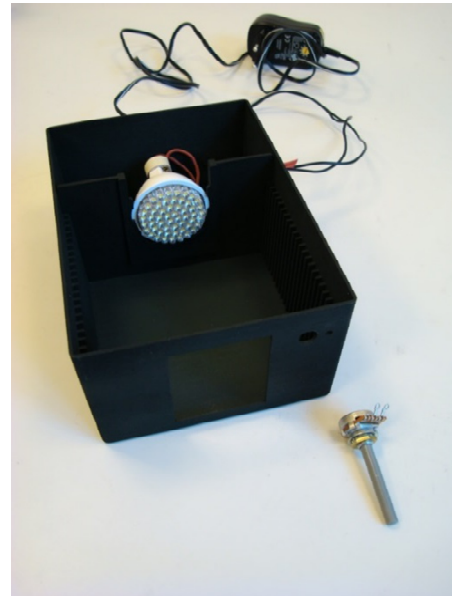
Voltmeteret forbindes direkte til skrueterminalerne. Amperemeteret og den variable modstand forbindes, så strømmen passerer dem begge.

For hver koblingsmåde skal vi have lavet en karakteristik. Tænd lampen. Husk at lægge låget på, mens du måler.

Vi begynder med at fastlægge variationen i malingerne:

Drej den variable modstand helt til den side, hvor spændingen er størst og strømmen mindst. Noter. Drej den variable modstand helt til den side, hvor spændingen er mindst og strømmen størst. Noter.

Gennemfør måleserien med varierende belastning, således at målepunkterne fordeles jævnt. Planlæg arbejdet, så der er tid til alle fire opstillinger.



2 – Maksimal effekt

Ud fra karakteristikkene bestemmes for hver kobling det område, hvor effekten er størst.

Gennemfør et begrænset antal målinger for at finde den maksimale effekt.

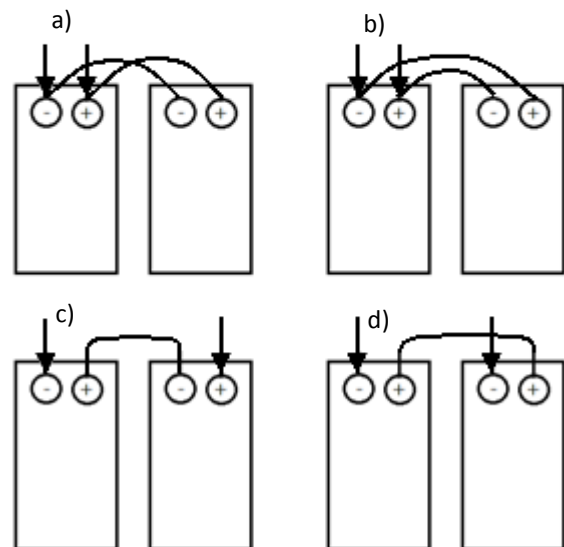
3 – Maksimal effekt med delvis skygge

Du har nok allerede et indtryk af, at ikke alle fire koblinger er lige gode til at levere effekt.

Nu gør vi det endnu værre: Dæk den ene af solcellerne til med firkantblænden.

Bestem som før maksimal strøm og spænding for alle fire koblinger.

Gennemfør et begrænset antal målinger for at kunne skønne den maksimale effekt for hver kobling.



Databehandling

1 – Karakteristikkurver

Afbild spændingen som funktion af strømmen. Tegn en udglattet, blød kurve gennem målepunkterne. Brug gerne et regneark – tegn evt. kurven i hånden.

2 – Solcellens effekt

Ud fra karakteristikken kan man allerede få et indtryk af den maksimale effekt. (Se teoriafsnittet.) Det optimale arbejds punkt ligger ude på "skulderen" af karakteristikkurven.

Prøv, inden du går videre, at skønne den maksimale effekt ud fra aflæsning på karakteristikkurven.

Beregn for hvert af målepunkterne den elektriske effekt, som solcellen afgiver.

Afbild eventuelt allerede nu effekten som funktion af strømmen.

Det er let at finde det område, hvor effekten er maksimal. I dette område suppleres med flere målepunkter, så den optimale kombination af spænding og strøm kan bestemmes præcist.

3 – Solcellepaneler i delvis skygge

Der skal ikke laves nogen præcis måling af den maksimale effekt – for at sammenligne de fire koblinger, er det tilstrækkeligt med tilnærmede værdier.

Sammenlign med målingerne i del 2.

Perspektiver

Opsøg viden om, hvordan større solcellepaneler opbygges i praksis.

Nogle stikord kunne være

- Solcelle
- Solpanel
- Skygge
- Diode

En solcelle i mørke er rent elektrisk det samme som en diode. Hvis I har beskæftiget jer med egenskaber for dioder (og evt. målt karakteristik for en almindelig siliciumdiode), kan du prøve, om du kan forklare resultaterne af del 3.

Teori

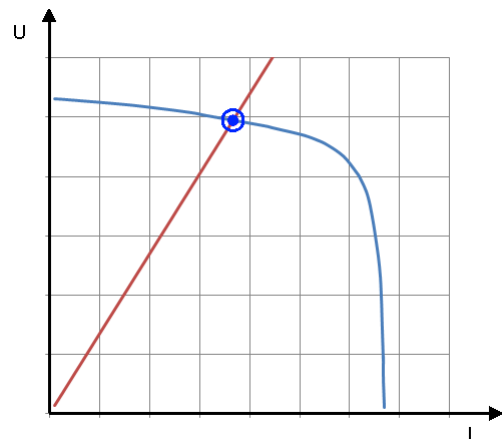
Punkter på karakteristik-kurven er de kombinationer af strøm og spænding, som kan forekomme for denne solcelle – ved den givne belysning.

For en belastningsmodstand R er de tilsvarende mulige punkter givet ved den velkendte formel

$$U = R \cdot I$$

– det vil sige en ret linje.

Når solcellen og modstanden forbindes, bliver strøm og spænding derfor givet ved skæringspunktet mellem de to kurver (arbejds punktet).

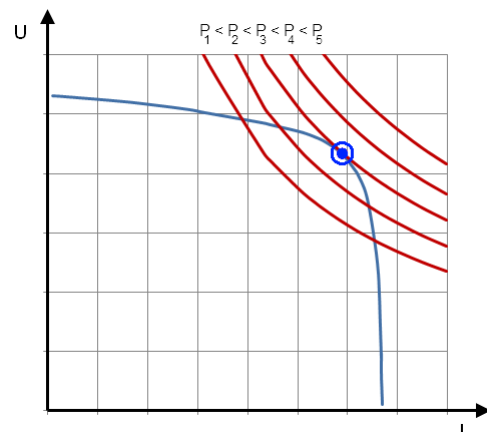


Tegner man nu kurver gennem punkter med en konstant effekt, vil disse danne hyperbler:

$$P = U \cdot I = konst \Leftrightarrow U = konst \cdot \frac{1}{I}$$

På figuren herunder er indtegnet en række kurver for forskellige effektværdier (røde).

Hvis solcellen skal afgive den størst mulige effekt, søger vi det arbejds punkt, hvor karakteristikken lige akkurat tangerer en af effekt-hyperblerne.



I praksis bestemmes dette punkt lettest ved at supplere en måleserie med ekstra punkter i nærheden af det optimale punkt og indtegne effekten som funktion af strømmen i et koordinatsystem.

Noter til læreren

Benyttede begreber

Strømstyrke
Spænding
Effekt
Serie- og parallelkobling

Til perspektivering desuden:
Diodekarakteristik

Matematiske forudsætninger

Graftegning

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.

Frederiksen's 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

Fotos nederst s. 1 samt s. 2: 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)
Multimetre (2 stk. *)
Små krokodillenæbsledninger
Plastkuvette

140010 Målebånd 200 cm

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

Reserve dele og forbrugstoffer

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)

Reklamationsret

*Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato.
Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

Reklamationsretten 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 fragtbetøbet 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

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.

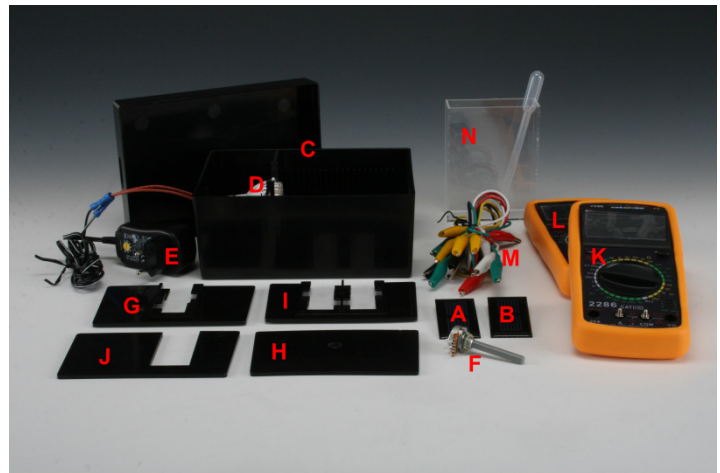
Generelt om Olympiadekasse 1

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 Multimetere
- 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

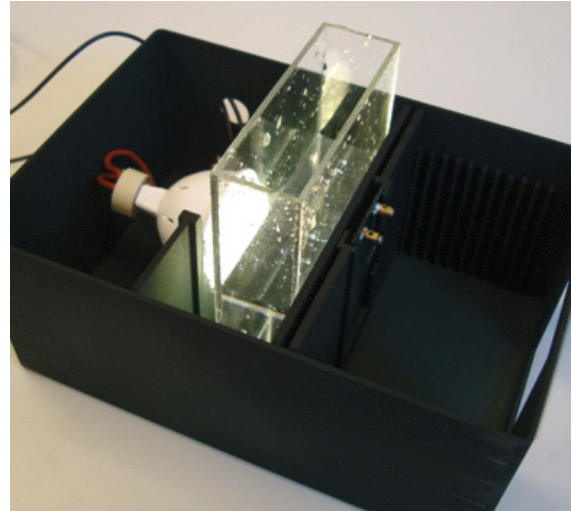
Målingerne kan ikke udføres med låg på eksperimentkassen. Vær opmærksom på, at der ikke kommer for meget direkte lys på opstillingen udefra.

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

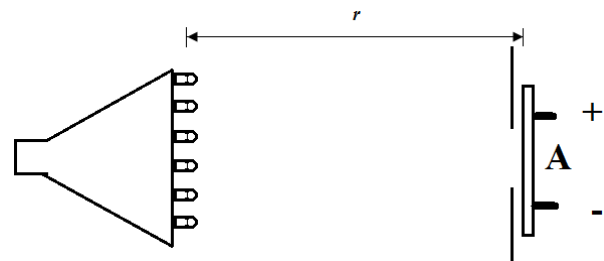
Placer nu solcellen i rillen længst væk fra lyskilden. Den cirkulære blænde skal igen placeres umiddelbart foran.

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 – afstandafhængighed" 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.

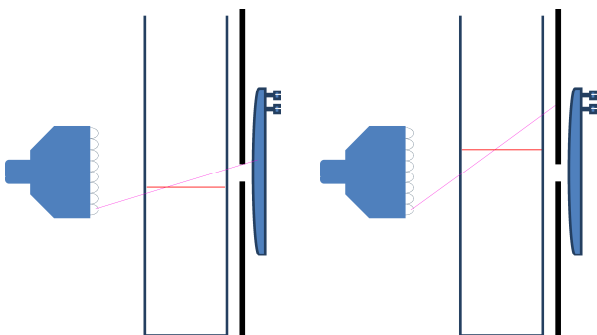
Den hermed fundne afstandsmindskelse anvendes til at bestemme brydningsindekset for vand.

Teori

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

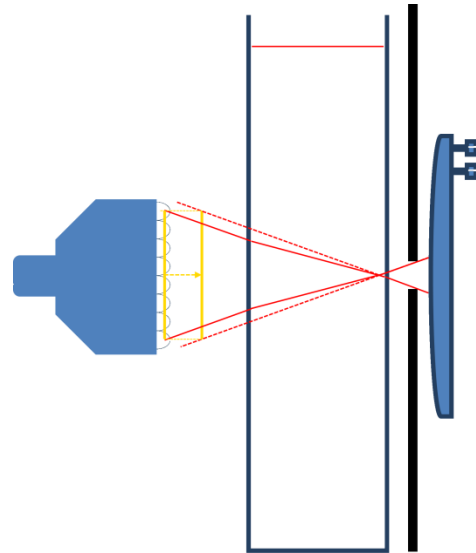
I hele denne øvelse antages det, at kuvetten er lavet af så tyndt et materiale, at vi kan se bort fra brydning i dette.

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.



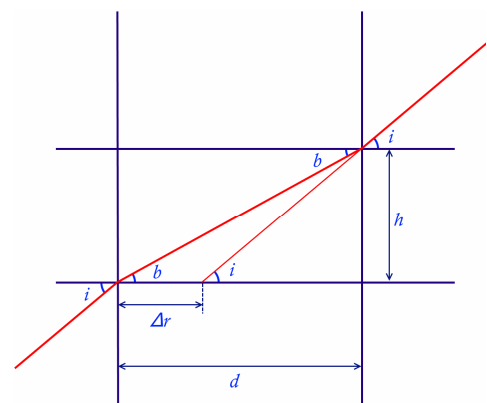
Den følgende figur viser lidt mere overdrevent strålegangen i kuvetten og hvordan stykket Δr her kan bestemmes med lidt trigonometri. Vinklerne i og b er hhv. indfalds- og brydningsvinklerne, d er tykkelsen af kuvetten og h er en hjælpestørrelse, som indgår i to retvinklede trekanter:

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

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