

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.

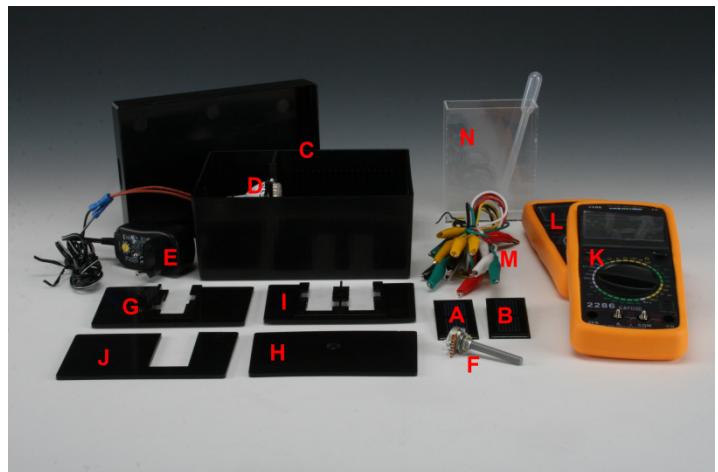
For store afstande skal det undersøges, om det er rimeligt at betragte lyskilden som punktformet. For mindre afstande opgives en formel; det undersøges, hvor godt denne beskriver målingerne.

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.

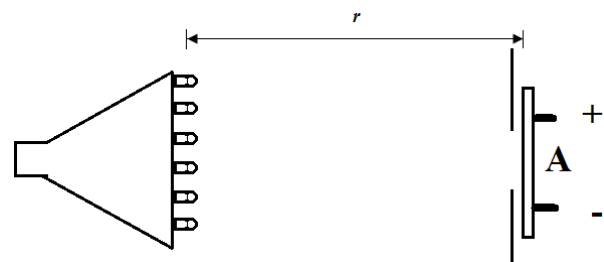
Mål den strøm I_0 , som solcellen giver fra sig på grund af rumbelysningen alene. Hvis forsøgsbetingelserne holdes konstante, kan denne størrelse trækkes fra de øvrige målinger for at kompensere for baggrundslyset.

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 .

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



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 $I(r)$.

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

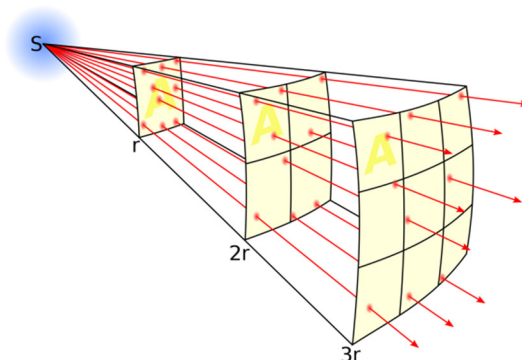
$$I = I_a \cdot \frac{1}{1 + \frac{r^2}{a^2}}$$

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