

# Fremstil din egen solcelle

Det er relativt simpelt selv at lave sin egen solcelle. Materialerne der er nødvendige og fremgangsmåden finder du herunder.

## Materialerne

- Glas belagt med et transparent ledende lag. Dette kan man enten selv fremstille ud fra almindeligt vinduesglas eller købe færdigt. I Danmark kan det færdige glas købes hos Pilkington ([www.pilkington.dk](http://www.pilkington.dk)).
- Seks gram nanokrysstallinsk titandioxid, f.eks. Degussa P25 TiO<sub>2</sub>. Den danske distributør er firmaet mercantas ([www.mercantas.dk](http://www.mercantas.dk)). De er normalt flinke til at skaffe en prøvepakning gratis fra producenten.
- Iodelektrolyt bestående af 0,5M kaliumiodid og 0,05M iod i ethylenglykol (kan sikkert findes i skolens fysik-kemilokale).
- Brombær – friske eller optøede.
- Blyant eller blød carbonstift.
- Fortyndet eddikesyre 10 mL (pH 3-4).
- Clips til at holde glasstykkerne sammen.
- Udover materialerne der indgår i selve solcellen er det nødvendigt med lidt forskelligt ”værktøj” til fremstillingen: varmluftspistol (500°C), trefod m. net, lille morter (ca. 70mL) m. pistil, morter m. pistil til bær, glasskærer, scotch tape, ethanol, linsepapir, glasstang, pipette til elektrolytten.
- For at teste solcellen skal du bruge: kraftig lyskilde, multimeter m. ledninger og krokodillenæb, variabel modstand fx. 0-5000 ohm.

## Fremstillingen af solcellen

Som nævnt består solcellen af to elektroder, der laves hver for sig. Til sidst presses de to elektroder mod hinanden med en dråbe elektrolyt i mellem.

Først skal der skæres to stykker glas med samme størrelse (f.eks. 2,5x2,5cm<sup>2</sup>). Fremstillingen af elektroden med TiO<sub>2</sub>-filmen består af følgende trin. Efter den korte oversigt vil arbejdsgangen blive gennemgået i detalje:

1. Fremstilling af et kolloid<sup>1</sup> af TiO<sub>2</sub>-partikler i fortyndet eddikesyre.
2. En form laves på glassets ledende side som kolloidet siden kan fordeles i. Formen laves vha. Scotch tape.
3. Kolloidet fordeles i formen på glasset i et jævnt tyndt lag vha. en glasstang. Formen, dvs. tapen, fjernes og filmen tørrer et par minutter.
4. Filmen varmes op til 450°C i 30 min. vha. en varmluftspistol.

---

<sup>1</sup> Et kolloid er en opslæmning af meget små partikler i en væske, hvor partiklerne ikke bundfældes med tiden. Et eksempel vi alle kender er mælk, hvor meget små fedtpartikler bliver hængende i væsken efter homogenisering.

5. Efter glasset med filmen er afkølet, lægges det ned i farvestoffet. Den nu farvede film skylles forsigtigt, først med vand, derefter med ethanol, og duppes forsigtigt tør. Den er nu klar til brug.

Fremstillingen af modelektroden er der ingen ben i, så den tager vi bare, når vi har fået TiO<sub>2</sub>-filmen tørret og sat under varmluftspistolen.

En vigtig bemærkning mht. til glasset. Der må ikke være fedtede fingre eller andet snavs på den ledende overflade. Kommer der det, fjernes dette med ethanol og linsepapir.

### 1. Fremstilling af kolloid

To stykker glas gøres rene for fedt og snavs vha. ethanol og linsepapir. De lægges med den ledende side op af på bordet (den ledende side kan findes ved at måle modstanden med et multimeter. Modstanden skal være omkring 50Ω fra hjørne til hjørne).

Herefter afmåles 6 gram TiO<sub>2</sub>-pulver (Degussa P25). Dette hældes i morteren. Vi tilsætter hertil 1 mL eddikesyre hvorefter der gnides grundigt med pistillen i et par minutter eller



mere. Der tilsættes igen 1 mL eddikesyre og der gnides igen – dette fortsættes indtil alle 10 mL er tilsat. Vær dog opmærksom på at de første 2-3 mL bare gør det hele til en stor klump som man ikke kan gøre så meget ved, men herefter er det vigtigt at man mellem hver tilsætning af 1mL eddikesyre gnider grundigt med pistillen.

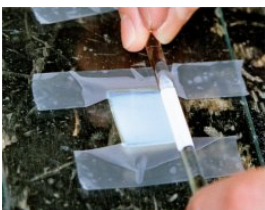
Pas på at det hele ikke kommer til at sidde op ad siderne på morteren. Når al eddikesyren er tilsat, skulle du gerne have et tyktflydende og homogent kolloid.

### 2. Formen af tape laves

På den ledende side af glasset sættes et stykke Scotch tape langs den ene kant, så det dækker 1-2 mm af den ledende overflade. Langs kanten modsat den hvor det første stykke tape sidder, sættes et stykke tape, så det dækker 4-5 mm af den ledende overflade. Begge stykker tape skal være så lange at enderne kan bruges til at sætte glasset fast til bordet med. Eventuelle luftbobler kan fjernes fra tapen ved at køre glasstangen henover.

### 3. Kolloidet påføres

Denne del kræver lidt held og nogle gange en del tålmodighed. Det er nemlig ikke sikkert filmen bliver pæn første, anden eller tredje gang. Hvis ikke skylles titandioxiden bare af under vandhanen efterfulgt af lidt ethanol.



En dråbe af kolloidet sættes på glasset vha. en pipette. Denne dråbe fordeler man i formen, ved at køre glasstangen fra den ene ende af formen til den anden ende, mens man trykker glasstangen let mod tapen. Dette gøres 2-3 gange indtil kolloidet er jævnt fordelt. Evt. overskydende kolloid må gerne løbe udover kanten af glasset. Hvis ikke det lykkedes så skyl glasset og prøv igen.

Når du fået kolloidet lagt på i et jævnt lag fjerner du tapen inden kolloidet tørrer da du ellers risikerer at ødelægge din fine film.

### 4. Filmen opvarmes til 450°C og modelektroden laves



Læg 1-3 stykker glas med  $\text{TiO}_2$ -film på en trefod med net og sæt det under en varmluftspistol. Afstanden mellem varmluftspistolen og glasset skal være ca. 5 cm. Varmluftspistolen tændes og temperaturen øges over nogle minutter til  $500^\circ\text{C}$  (hvis du har en varmluftspistol med temperaturmåling). Dette er temperaturen ved munden af pistolen, så temperaturen ved filmen bliver ca.  $450^\circ\text{C}$ . Glasset skal ligge under varmluftspistolen i ca. 30 min. Imens laver du modelektroden. Du tager det andet stykke rene glas og maler med en grafitpen et tyndt lag carbon på den ledende side.

Herefter vasker du den med ethanol og dupper den forsigtig tør med linsepapir. Giv den eventuelt 5 min under varmluftspistolen ved samme temperatur som  $\text{TiO}_2$ -filmen. Dette giver et mere holdbart carbon-lag.

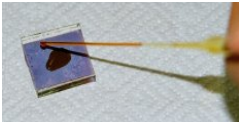
Når  $\text{TiO}_2$ -filmen har fået de 30 min. slukker du for varmluftspistolen og lader glasset stå til afkøling på trådnettet.

### 5. Brombærerne knuses og filmen dækkes af farvestof

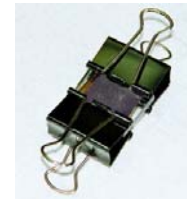


Tag nogle friske eller optøede brombær og put dem i en morter. Mos dem grundigt. Det afkølede glas med  $\text{TiO}_2$ -filmen lægger du nu forsigtigt ned i brombærmosen så filmen er helt dækket. Lad det ligge der i 10-15 min. til filmen er helt lilla. Skyl forsigtigt brombærmosen af med vand. Skyl herefter med ethanol og tør forsigtigt med linsepapir.

Du har nu de to elektroder klar. Inden de samles drypper du en dråbe elektrolyt på den



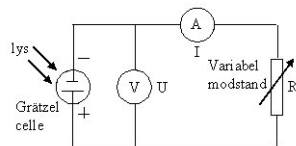
farvede  $\text{TiO}_2$ -film. Modelektroden lægges ovenpå så den brede stribe med frit glas, altså glas uden  $\text{TiO}_2$ -film, stikker ud. Sæt en klemme på de to ender af cellen hvor kanterne af glasset flugter. Du kan se at elektrolytten fordeler sig i hele cellen. Hvis ikke må du hjælpe den lidt på vej ved skiftevis at åbne den ene af klemmerne en lille smule. Tør eventuelt overskydende elektrolyt af cellen.



Du er nu klar til at starte dit eget solcellefirma, men lad os først teste cellen inden dollartegnene i øjnene bliver alt for store.

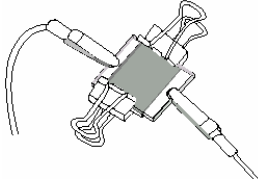
## Strøm-/spændingskarakteristik af solcellen

En karakteristik af en solcelle er en graf der viser strømmens afhængighed af spændingen over solcellen for en given konstant lysintensitet. Man skal her huske på at en solcelle er en strømkilde og altså ikke en spændingskilde (som f.eks. et batteri).



Spændingskarakteristikken udmåles vha. et kredsløb som det her viste. Forbindelsen mellem solcellen og det ydre kredsløb laves ved at klemme et krokodillenæb om hver af de to

elektroder, der hvor det frie glas stikker ud fra solcellen. Spændingsfaldet over solcellen er det samme som spændingsfaldet over den variable modstand. Starter vi med  $R=0\Omega$  har



vi en kortsluttet celle. Den i ampemetret målte strøm kaldes derfor kortslutningsstrømmen og er den største strøm cellen kan give.

Skruer vi op for modstanden får vi fra Ohms lov et spændingsfald på

$$U = R \cdot I$$

over modstanden og solcellen. Spændingsfaldet kan aflæses på voltmetret. Vi måler faktisk ikke  $R$ , men kan selvfølgelig regne os frem til den. Ved at måle sammenhørende værdier af strømstyrke og spændingsfald får man en graf som den der er vist her.

Efterfølgende kan man finde solcellens arbejds punkt som er det punkt hvor cellen afgiver den største effekt

$$P = U \cdot I ,$$

på grafen markeret med  $U_{\max}$  og  $I_{\max}$ .

Ved at sammenligne dette tal med den energi der er i lyset der rammer solcellen, kan man også beregne cellens effektivitet.

