



E 10: Fremstilling af PEC-solceller

Formål

Formålet med forsøget er at fremstille **PEC** (Photo Electro Chemical) solceller ud fra vinduesruder, plantesaft, hvid maling og grafit fra en blyant.

Apparatur

Ledende vinduesrudeglas (Pilkington k-type), multimeter med termoføler, krokodillenæb, spatel, bunsenbrænder med stativ og glaskeramisk plade, termometer (450°C-550°C), petri-skåle, sugetragt med filterpapir, sugokolbe, 100 mL rundbundet kolbe, varmekappe, alufolie, "linsepapir" (papirlømmetørklæder, men ikke køkkenrulle !), tape, saks.

Kemikalier

TiO₂-suspension, persille (ikke vinter), 900 g (pr. klasse) brombær, hindbær o.l. – ikke jordbær !, 99% ethanol, I₂/I₃⁻ opløsning.

Fremstilling

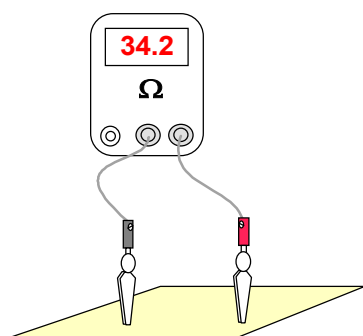
Fremstillingen foregår i følgende trin:

1. Der påføres TiO₂ på én glasplade pr. solcelle.
2. Pladen med TiO₂ brændes for at fæste TiO₂ på glaspladen.
3. Der udtrækkes plantesaft samtidig med brændingen af TiO₂-pladen.
4. Den brændte plade med TiO₂ farves med plantesaften.
5. Der lægges grafit på en anden glasplade.
6. Solcellen samles og tilføres I₂/I₃⁻, der fungerer som elektrolyt.

Herefter er solcellen klar til test.

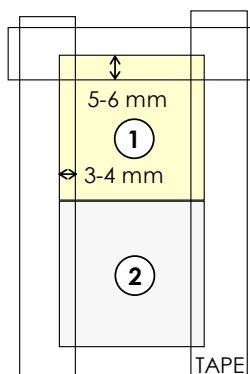
Påføring af TiO₂

- Tag to ledende glasplader pr. solcelle, du skal fremstille. Rens pladerne med ethanol og linsepapir (papirlømmetørklæder, *ikke* køkkenrulle).
- Brug et multimeter indstillet på Ω til at finde ud af hvilken side af glaspladerne, der er elektrisk ledende – figur 1. Multimetret bør vise 30-50 Ω .

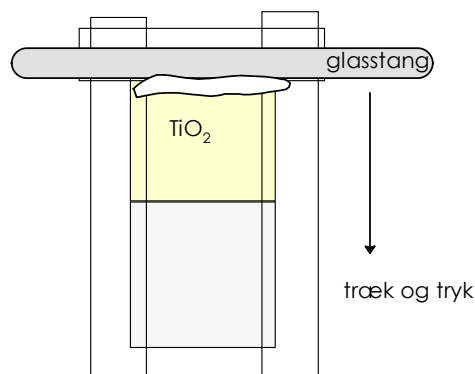


Figur 1

- Læg plade 1 med den ledende side opad på et stykke papir og plade 2 med den ledende side nedad. Fastgør pladerne til papiret vha. tape, som vist på figur 2. Formålet med plade 2 er at gøre det nemmere at påføre TiO_2 -suspensionen på plade 1. De to glaspladers kanter skal slutte tæt mod hinanden.



Figur 2



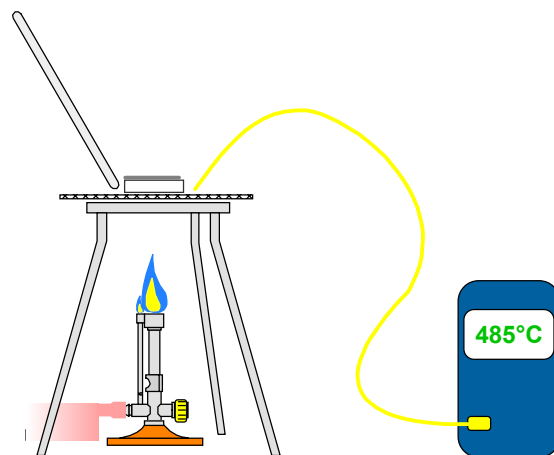
Figur 3

- Påfør nu titaniumdioxid ved at lægge en tynd, jævn stribe øverst tæt på tapen. Brug en glasstang til at trække et tyndt lag TiO_2 hen over plade 1, idet der slutes ude på plade 2. Der skal kun trækkes (ikke rulles) en enkelt gang med et relativt hårdt tryk. Se figur 3.
- Herefter fjernes tapen forsigtigt, og pladen med TiO_2 lægges til tørring i ca. 1 minut.
- Plade 2 rengøres igen med 99% ethanol.

For at fastgøre TiO_2 til glaspladen, skal den brændes. Mens dette gøres af en af jer, går den anden i gang med at udtrække (ekstrahere) farvestoffer fra persillen og bærrerne.

Brænding

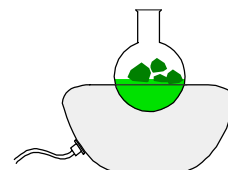
- Rengør (tørres af med fugtig klud) en glaskeramisk glasplade og anbring den på et stativ, der passer til pladen og find bunsenbrænderen frem. Glaspladen med TiO_2 -laget lægges på den glaskeramiske plade med TiO_2 -laget væk fra flammen. Der skal varmes indtil solcellen har fået ca. 10-15 min. ved 450°C - 550°C . Det hvide lag er nu blevet en smule gul-brunt.
- Det er **vigtigt**, at temperaturen ligger mellem 450°C og 550°C , da for kraftig opvarmning kan ødelægge strukturen af laget, mens for svag varme vil medføre at laget ikke fæstnes godt nok til glaspladen.
- Tjek temperaturen vha. multimetret monteret med en termoføler. Husk at indstille til det rigtige temperaturinterval.
- Flyt jævnlige lidt rundt på glaspladerne, så de opvarmes nogenlunde ensartet.
- Når pladerne er færdigbrændte slukkes bunsenbrænderen, mens pladerne bliver liggende til afkøling ved yderkanterne på den glaskeramiske plade. Hvis pladerne lægges på noget koldt sprænges glasset, og man må starte forfra !



Ekstraktion af farvestofferne og farvning af TiO₂-elektroden

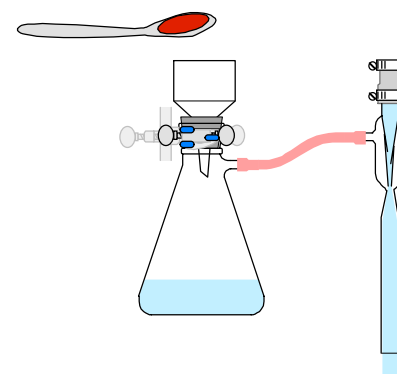
Chlorofyl fra persille

- Ca. 2,5 g persille afvejes og klippes i små stykker.
- Persillen anbringes sammen med 25 mL ethanol i en rundbundet kolbe.
- Kolben lukkes med et låg af alufolie, som man prikker nogle små huller i. Blandingen anbringes i en varmekappe, som tændes på maksimal effekt. Det skal **koge** i ca. 5 minutter til opløsningen bliver mørkegrøn.
- Opløsningen afkøles ved at holde kolben med indhold under den kolde hane.
- Opløsningen hældes over i en petriskål, uden at der følger persille med over. Læg låg på petriskålen og dæk den med alufolie, da lyset nedbryder chlorfylet.
- Når glaspladen med TiO₂ er færdigbrændt og afkølet, lægges den med TiO₂-laget nedad i chlorofylopløsningen. Her skal den trække ca. 1 døgn til TiO₂-laget er blevet grønt. Bevæg skålen forsigtigt frem og tilbage, så der bliver god kontakt mellem farvestof og titanlaget. Læg låg på petriskålen og dæk den med alufolie.
- Næste dag tages pladen op af chlorofylopløsningen uden at røre ved det farvede lag. Dup forsigtigt farvelaget tørt med et papirlommetørklæde (**ikke** køkkenrulle !). Herefter skal solcellen samles.



Antocyaniner fra bær

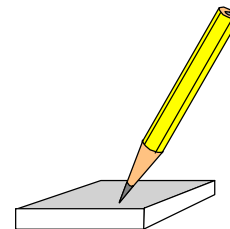
- Bærrene tages op af fryseren dagen før øvelsen, så de får lov at ligge og safte i posen. Med en ske udtages et par spiseskefulde saft, som filtreres igennem et sugefilter.
- Hæld den filtrerede saft over i en petriskål. Læg låg på petriskålen. Imens fremstilles grafit-elektroden – se næste side.
- Når glaspladen med TiO₂ er færdigbrændt og afkølet lægges den med TiO₂-laget nedad i bærsaften. Bevæg skålen forsigtigt frem og tilbage, så der bliver god kontakt mellem bærsaft og titanlaget.
- Lad glaspladen ligge til der ses en kraftig rød-lilla farve gennem glaspladen. Det tager ca. 10 minutter, men pladerne kan fint ligge i 1-2 timer. Læg låg på petriskålen imens.
- Tag pladen op af bærsaften uden at røre ved det farvede lag. Skyl med ionbyttet vand og derefter med ethanol. Dup forsigtigt farvelaget tørt med et papirlommetørklæde (**ikke** køkkenrulle !).
- Herefter skal solcellen samles.



Til læreren: Solceller, der skal indeholde chlorofyl skal trække i et døgn inden samling, hvorimod farvningen med bærsaft er væsentlig hurtigere. Når elektroden med plantesaft er færdig, skal den samles til en funktionsdygtig solcelle med det samme og pakkes ind i alufolie, hvis den ikke skal bruges umiddelbart efter.

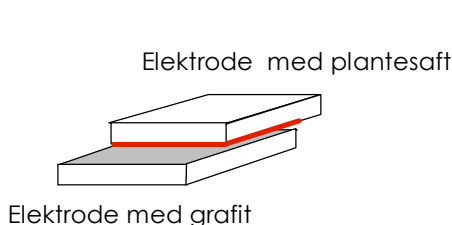
Fremstilling af grafit-elektroden

- Til dette bruges plade 2, som blev rengjort efter påføring af TiO_2 på plade 1.
- Brug igen et multimeter indstillet på Ω til at finde ud af hvilken side af glaspladerne, der er elektrisk ledende – se figur 1 side 1.
- Hold på kanterne af pladen og brug en grafitstang eller en blød tegnebleyng til at påføre et jævnt lag grafit på den ledende side af glaspladen. Det er vigtigt, at hele glaspladen er dækket, da grafitlaget skal fungere som katalysator for $\text{I}_2 / \text{I}_3^-$ omdannelsen.

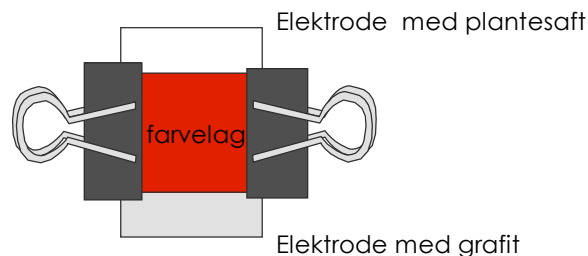


Samling af solcellen

- Så snart elektroden med det farvede TiO_2 er tør, placeres et par dråber af $\text{I}_2 / \text{I}_3^-$ opløsningen på den ene af glaspladerne. Det er vigtigt at sikre sig at hele området er dækket af elektrolytten ($\text{I}_2 / \text{I}_3^-$ opløsningen).

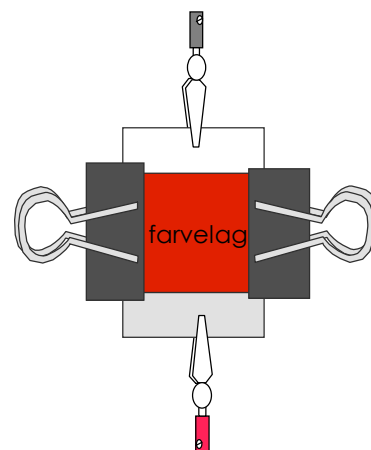


Figur 4



Figur 5

- Nu lægges de to glasplader sammen, så grafitlaget og TiO_2 -laget ligger mod hinanden, men en smule forskudt – ca. 5-6 mm i hver ende. Se figur 4. De to elektroder holdes sammen med en klips på hver af langsiderne – figur 5.
- Glaspladerne tørres forsigtigt af for eventuelt overskydende elektrolyt, og der placeres et krokodillenæb i den frie ende af hver glasplade.
- Kobl et multimeter indstillet til Volt på de to krokodillenæb og tjek, at der er spænding på solcellen i kraftigt lys. Jubii !! Så virker den !



Solcellen er nu klar til diverse undersøgelser. Hvis undersøgelserne ikke skal udføres nu, skal solcellen indpakkes i alufolie, så den ikke tørrer ud og chlorofylet ikke ødelægges.

Til læreren - Fremstilling af opløsninger

Ethansyreopløsning

Tilsæt 1 M ethansyre til ionbyttet vand til pH = 3-4 – følg pH på pH-meter.

TiO₂-suspensionen

Titan(IV)oxidpulver (Degussa P25), 6 g TiO₂ ≈ 10 stk. 2 x 2 cm² solceller.

Afvej ca. 6 g TiO₂ i en morter.

Tilsæt af et par gange i alt ca. 9 mL eddikesyreopløsning og bland grundigt med pistillen. Suspensionen skal være så tyndt / tyktflydende at den netop kan hældes ud.

Hvis overfladespændingen er meget stor kan man tilsætte suspensionen en enkelt dråbe klar opvaskemiddel blandet med 1 mL vand. Herefter skal der ikke rystes eller røres mere end højest nødvendigt.

Hæld suspensionen i en dråbeflaske med låg – lad den stå mindst 15 min. før brug. I lufttæt emballage kan den i hvert fald stå i 14 dage.

Iod-triiodidopløsning

0,127 g I₂ tilsættes 10 mL vandfri 1,2-ethandiol. Til denne opløsning tilsættes 0,83 g KI. Når al iod og kaliumiodid er opløst overføres denne elektrolytopløsning til en lufttæt beholder – fx en dråbeflaske af plast.

100 mL: 1,27 g I₂, 100 mL vandfrit 1,2-ethandiol. 8,3 g KI.