

## Solcellssats

Art.nr: 59022

### Introduktion

Solcellssatsen kan användas på alla stadier, eftersom experimenten kan anpassas till elevernas nivå.

Vi ger två förslag till laborationer – ett för yngre elever, ett för mer avancerade.

Demoexperimenten är lämpliga för elever på högre stadier.

"Hur fungerar solceller?" beskriver ingående hur en solcell är konstruerad och hur den fungerar.

För de flesta högstadielärover är det väl tillräckligt att få veta hur en solcell är tillverkad, men mer avancerade elever kanske också vill veta hur den fungerar.

### Laborationer

"Koppla med solpanelen" riktar sig till yngre elever.

Eleverna får genom att koppla solcellspanelen till olika saker uppleva hur brett användningsområde solceller har. De får också fundera över hur solceller skulle kunna användas här hemma och i ett U-land.

"Koppla rätt med solceller" riktar sig till elever på högre stadier. Laborationen tar bl.a. upp serie- och parallellkoppling samt energiomvandlingar. Eleverna får också fundera över hur solceller skulle kunna användas här hemma och i ett U-land.

För att mätningarna i laborationen ska bli rättvisande, måste belysningen vara så lika som möjligt. Att vara utomhus en dag med klart solsken är naturligtvis idealiskt. Om man vill arbeta inomhus använder man en stark glödlampa t.ex. en optiklampa. Då måste man också varje gång hålla solcellerna på samma avstånd från lampan för att belysningen ska vara konstant.

I laborationerna finns inga instruktioner hur man hanterar multimetrarna - det förutsätter vi att läraren går igenom muntligt.

### Demoexperiment

#### Visa att solcellen är en diod.

Koppla en solcell i serie med en  $20\Omega$  resistor. Anslut till en kub med 3V växelström. Använd oscilloskopet för att först visa växelströmskurvan genom att ansluta oscilloskopet till kuben. Visa sedan att solcellen bara släpper igenom ström i ena riktningen genom att koppla oscilloskopet över resistorn. Vänd gärna på solcellen för att visa att strömmen då släpps igenom åt andra hållet.

#### Visa att en lysdiod kan fungera som en solcell.

I satsen ingår inte någon lysdiod, men har du tillgång till en sådan kan du visa att den kan fungera som en solcell. Koppla lysdioden direkt till en multimeter. Belys den med en kraftig lampa så kan den ge upp till 1V.

#### Uppladdning av "batteri".

Eftersom det tar lång tid att ladda ett batteri kan man i stället använda en kondensator vid demonstrationen. Ladda först ur kondensatorn och anslut den till en voltmeter. Ladda sedan upp den genom att koppla den till solcellspanelen och belys panelen kraftigt. Visa därefter att kondensatorn är uppladdad genom att åter koppla den till voltmeter.

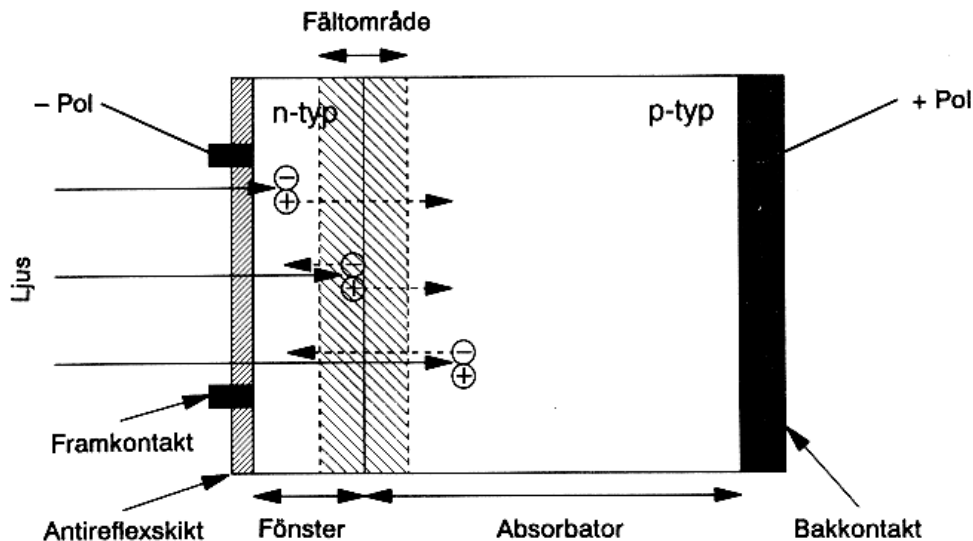
#### Serie- och parallellkoppling / Energiomvandlingar.

Roligast är väl att låta eleverna utföra något av våra laborationsförslag, men man kan naturligtvis också göra valda delar som demonstrationer.

### Reservdelar till solcellssatsen

Om du behöver extra brickor eller muttrar finns de normalt att tillgå i närmaste järnaffär. Muttrarna har dimensionen 1/8 tum med UNC-gänga.

## Hur fungerar solceller?



### Konstruktion

Solceller tillverkas av halvledare, och de flesta är i praktiken gjorda av kisel. En normal kisel-solcell visas ovan. Figuren visar en solcell i genomsnitt och är hämtad ur "Solsverige 1992".

Ytan, som är vänd mot ljuset är N-dopad, medan resten av kristallen är P-dopad. På båda sidor av kristallen finns metallkontakter för att leda ut strömmen. För att ljuset ska kunna tränga ner i solcellen är metallkontakten på ovensidan formad i ett glesst mönster.

### Solcellens funktion

Så länge elektronerna är bundna till sin respektive atom ligger deras energinivåer inom det så kallade valensbandet. För att de ska kunna frigöras från sin atom måste de tillföras energi och lyfts då upp till det s.k. ledningsbandet. Mellan valensbandet och ledningsbandet finns förbjudna energinivåer - bandgapet.

För att en foton ska kunna lyfta upp en elektron till ledningsbandet krävs alltså att den minst har samma energi som motsvaras av bandgapet. För kisel är denna energi ca 1,1 eV. Fotoner med högre energi lyfter elektronen till en högre nivå inom ledningsbandet. Denna extra energi avges snabbt som värme, när elektronen intar ett energitillstånd i nedre delen av ledningsbandet. Samtidigt som en elektron lyfts upp till ledningsbandet och får möjlighet att röra sig fritt i kristallen bildas ett "hål", en ledig elektronplats, som energimässigt ligger i valensbandet.

Vid solcellens PN-övergång uppkommer ett utarmningsskikt. Elektroner från den N-dopade sidan diffunderar över till den P-dopade sidan och fyller hålen där. På så sätt får atomerna som tillförts vid dopningen positiv laddning på den N-dopade sidan och negativ laddning på den P-dopade sidan. Därigenom uppkommer ett fält i PN-övergången som hindrar vidare diffusion av elektroner från N-sidan och hål från P-sidan.

Observera att hål och elektroner däremot kan röra sig i motsatt riktning i PN-övergången. Det är detta som gör att solcellen kan fungera.

Vi tänker oss att fotoner träffar både den P-dopade delen och den N-dopade delen nära utarmningsskiktet. I båda fallen lyfts bundna elektroner upp i ledningsbandet, och samtidigt uppkommer hål. Både hål och elektroner rör sig genom diffusion i kristallen. Hål på P-sidan och elektroner på N-sidan hindras av PN-övergångens fält.

Elektroner på P-sidan och hål på N-sidan, som tränger in i utarmningsområdet, sveps däremot över av fältet till motsatt sida. På detta sätt uppkommer ett överskott av elektroner på N-sidan och hål på P-sidan och en spänning uppkommer. Det är denna spänning, som utnyttjas när cellen driver en ström. Energimässigt är det naturligtvis fotonernas energi som omvandlas till elektrisk energi.

# Koppla med solpanelen

I solcellsbyggsatsen finns en solcellspanel som har 9 st solceller. På framsidan av panelen kan du se att solcellerna redan är hopkopplade tre och tre

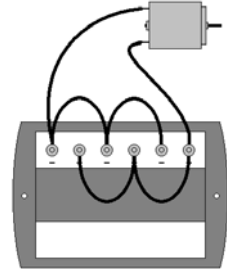
På baksidan kan du själv koppla ihop solcellerna på olika sätt. Du kopplar med hjälp av sladdarna. Använd också låsbrickor och drag försiktigt åt de räfflade muttrarna. Både på fram- och baksidan av panelen kan du se + och - på solcellerna.

Solcellspanelen fungerar bäst i solljus. Använd annars en stark lampa. Anteckna svaren på frågorna.

## Motorn

Först ska du testa motorn.

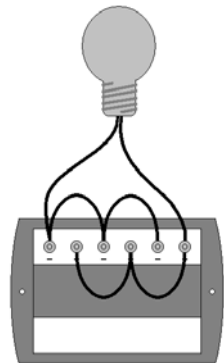
1. Koppla ihop solcellerna enligt figuren till höger.
2. Montera motorn i sin hållare och sätt dit propellern. Anslut motorn till solcellspanelen.  
Fungerar fläkten? Fundera ut en bra användning av fläkten.
3. Byt plats på motorns sladdar. Då kastas + och - om.  
Vad händer? Kan du kanske förklara varför?



## Glödlampan

Nu ska du testa glödlampan.

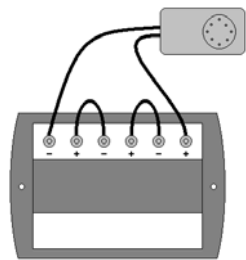
1. Koppla glödlampan till solpanelen. Lyser glödlampan?
2. En glödlampa, som bara lyser när det är ljus, är väl inget vidare.  
Hitta på ett sätt så att den kan lysa i mörker.  
Fortfarande ska den få energin från solcellspanelen.
4. Byt plats på lampans sladdar. Då kastas + och - om.  
Vad händer? Kan du kanske förklara varför?



## Musik

Nu blir det musik.

1. Koppla ihop solcellerna enligt figuren till höger.
2. Anslut musikmodulen. Fungerar modulen? Hur ändras ljudet om du håller handen framför solpanelen.
3. Byt plats på musikmodulens sladdar. Då kastas + och - om.  
Vad händer?



## Solceller hemma

Fundera ut hur du skulle kunna använda solceller hemma. Kom gärna med nya fantastiska användningar!

## Solceller i U-land

Tänk dig att du bor i ett fattigt land med hett och torrt klimat. Det är också mycket långt till närmaste elledning. Vad skulle du kunna använda solceller till?

## Synvilla

Klistra fast spiralbilden på det största hjulet. Sätt på hjulet på motorn. Lägg t.ex. lampan på bordet bredvid motorn. Stirra en stund på hjulet medan det snurrar ganska sakta. Flytta sedan blicken snabbt till lampan. Ser du något konstigt?



# Koppla rätt med solceller

## Materiel

Du behöver en solcellsbyggsats och en multimeter.

I solcellsbyggsatsen finns en solcellspanel som har 9 st solceller. På framsidan kan du se att solcellerna redan är hopkopplade tre och tre.

På baksidan kan du själv koppla ihop solcellerna på olika sätt. Du kopplar med hjälp av sladdarna. Använd också låsbrickor och drag försiktigt åt de räfflade muttrarna.

Både på fram- och baksidan av panelen kan du se + och - på solcellerna.

Solcellspanelen fungerar bäst i solljus. Använd annars en stark lampa.

Anteckna svaren på frågorna.

## Solcellens spänning

På framsidan av panelen kan du se att en solcell ska ge 1,5V.

Låt ljuset träffa panelen så vinkelrätt som möjligt och mät samtidigt spänningen med multimetern.

Hur stor spänning ger solcellen i verkligheten?

## Parallellkoppling

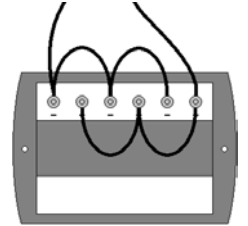
1. Koppla ihop solcellerna enligt figuren till höger.

Gissa hur stor spänning solcellspanelen ger.

2. Låt ljuset träffa panelen så vinkelrätt som möjligt och mät spänningen med multimetern.

Hur bra var Din gissning?

3. Mät hur stor ström som panelen kan ge.



## Seriekoppling

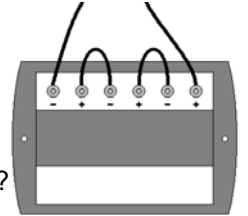
1. Koppla ihop solcellerna enligt figuren till höger.

Gissa hur stor spänning solcellspanelen ger.

2. Låt ljuset träffa panelen så vinkelrätt som möjligt och mät spänningen med multimetern.

3. Mät hur stor ström som panelen kan ge.

4. Ger serie- eller parallellkoppling högst spänning? Vilken koppling ger högst strömstyrka?



## Motorn

Motorn behöver stor strömstyrka för att fungera. Välj den koppling av solcellerna, som passar bäst.

1. Montera motorn i sin hållare och sätt dit fläkten. Anslut motorn till solcellspanelen.

2. Vilka energiomvandlingar sker när solpanelen driver fläkten?

3. Vilken energiform hade energin innan den blev ljus?

Vad händer med energin sedan den överförs till luften?

4. Byt plats på motorns sladdar. Då kastas + och - om. Vad händer? Varför?

## Glödlampan

Glödlampan behöver också stor strömstyrka för att fungera.

Välj alltså samma koppling av solcellerna som till motorn.

1. Anslut glödlampan till solcellspanelen.

Räcker strömmen för att få glödlampan att lysa? Vilka energiomvandlingar äger rum?

2. En glödlampa, som bara lyser när det är ljust, är väl inget vidare. Hitta på ett sätt så att den kan lysa i mörker. Fortfarande ska den få energin från solcellspanelen.

3. Byt plats på + och -. Vad händer? Varför?

## Musik

Musikmodulen behöver hög spänning för att ge bra ljud. Välj den koppling av solcellerna, som passar bäst.

1. Anslut musikmodulen till solcellspanelen. Hur ändras ljudet om du håller handen framför panelen?

Vilka energiomvandlingar äger rum?

2. Byt plats på + och -. Vad händer? Kan du kanske förklara varför?

## Solceller hemma

Fundera ut hur du skulle kunna använda solceller hemma. Kom gärna med nya fantastiska användningar!

## Solceller i U-land

Tänk dig att du bor i ett fattigt land med hett och torrt klimat. Det är också mycket långt till närmaste elledning. Vad skulle du kunna använda solceller till?

## Vilken koppling är det?

På framsidan kan du se att varje solcellsgrupp består av tre hopkopplade solceller.

Är de serie- eller parallellkopplade? Motivera ditt svar.