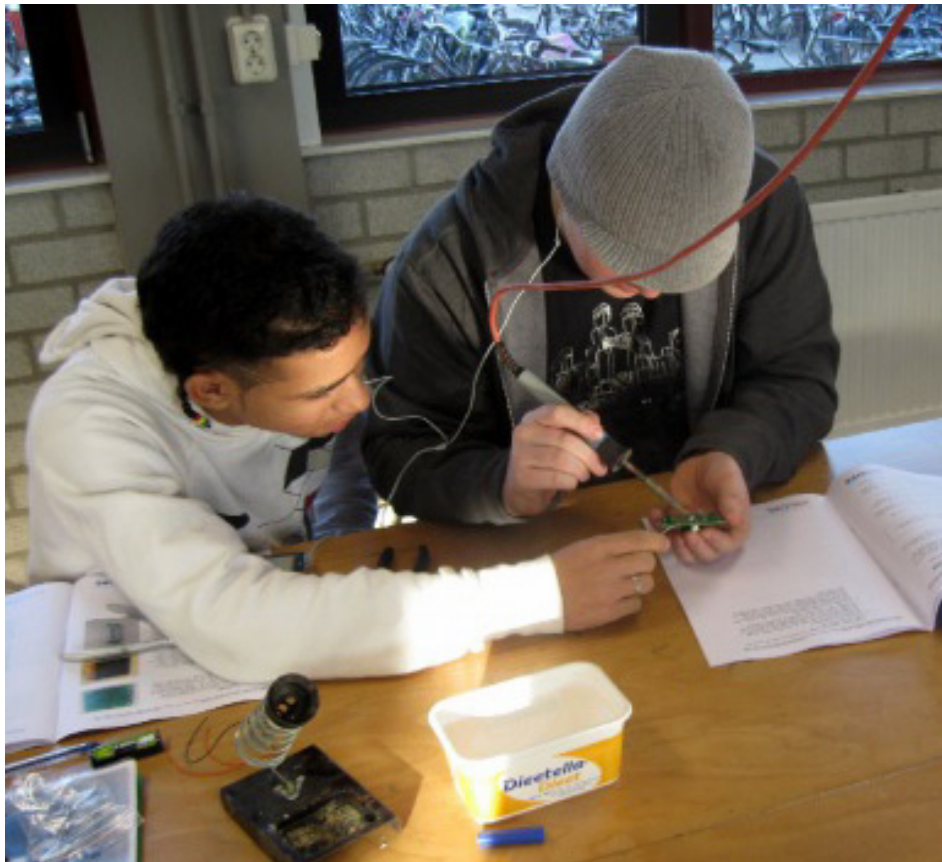


Maak je eigen solar power station

een natuurkundeopdracht voor 4 havo en 3/4 vwo

werkboek



Helmut Zahn

Philips Applied Technologies, Eindhoven

Inhoud

1. Het bouwen van het solar power station	4
Stappenplan:	4
2. Het testen van de elektrische schakeling	6
Test 1 – Wekt de zonnecel voldoende elektrische spanning op?	6
Test 2 – Loopt er een oplaadstroom naar de batterij?	6
Test 3 – Werkt de tester om te meten of er stroom door de zonnecel wordt opgewekt?	7
Test 4 en afregeling – is de batterij al vol?	7
3. Meet- en rekenopdracht	9
Hoe meet je licht?	9
Opdracht 1 – De afhankelijkheid tussen elektrische spanning en lichtniveau	10
Opdracht 2 – De afhankelijkheid tussen oplaadstroom en lichtniveau	12

1. Het bouwen van het solar power station

Je gaat nu je eigen solar power station bouwen. Hiervoor moet je door middel van soldeerverbindingen verschillende componenten op een printplaat bevestigen. Daarna sluit je de batterijhouder en zonnecel aan. Het elektrische schema op de printplaat laat zien waar elk component geplaatst moet worden. Of bekijk nog een keer figuur 3 op pagina 6 van de achtergrondinformatie.

Als je nog nooit componenten op een printplaat hebt gesoldeerd (of als dat alweer even geleden is), is het handig om bijlage C en bijlage D uit de achtergrondinformatie er even bij te nemen.

Stappenplan:

ALGEMEEN

Plaats de onderdelen aan de voorkant van de printplaat
– dit is de kant waar het elektrische schema wit opgeprint is -
en soldeer ze aan de achterkant vast.

1. Solderen van de LED op de printplaat.

Waarom kun je zien waar bij de LED de plus- en de minkant zitten?

.....

Plaats de LED met de goede oriëntatie op de printplaat.

2. Solderen van de diode op de printplaat.

Wat is de functie van een diode?

.....

Ook hier is de goede oriëntatie belangrijk. De zwarte streep op de diode hoort aan dezelfde kant als de streep van het diodesymbool op de printplaat.

3. Solderen van de twee drukschakelaars op de printplaat.

Je kunt de schakelaar op verschillende manieren plaatsen. Zet hem zo neer dat de pootjes zonder te verbuigen in het gatenpatroon op de printplaat passen. Dan staat hij goed.

4. Solderen van de basis van de jumper op de printplaat.

Laad de zonnecel de batterij op bij een gesloten of een open jumper?

.....

Monteer de jumper met de korte pootjes door de gaten op de printplaat.

5. *Solderen van de luidspreker op de printplaat.*

Hoe kun je zien wat de pluskant van de luidspreker is?

.....

Ook hier is de oriëntatie belangrijk. De pluskant van de luidspreker moet op het printje boven – dus aan de kant van jumper – worden gemonteerd.

6. *Solderen van de potmeter en de transistor op de printplaat.*

Wat is de functie van de potmeter?

.....

.....

.....

Monteer de potmeter en de transistor zo, dat hun middelste pootjes tegen elkaar aan staan. De ronde kant van de transistor moet naar de potmeter wijzen.

7. *Aansluiten van de zonnecel.*

De zonnecel wordt met een rode en een zwarte draad aan de printplaat aangesloten. De rode draad gaat van de pluspool van de zonnecel naar het met 'S+' gemarkeerde aansluitpunt op de printplaat. De zwarte draad verbindt de min-aansluitpunten.

8. *Aansluiten van de batterijhouder.*

Ook de batterijhouder wordt met een rode en een zwarte draad aan de printplaat aangesloten. De rode draad gaat van de pluspool van de batterijhouder naar het met 'B+' gemarkeerde aansluitpunt op de printplaat. De zwarte draad verbindt de min-aansluitpunten.

Hoe groot moet de spanning over de transistor zijn (tussen B en E) om te zorgen dat de luidspreker gaat piepen?

.....

.....

.....

.....

2. Het testen van de elektrische schakeling

Je hebt je batterijoplader gebouwd. Nu wordt het spannend, we gaan testen of hij werkt.

Als iets het niet meteen doet, probeer dan eerst het probleem zelf op te lossen met behulp van de tips in bijlage E van de achtergrondinformatie.

Alleen als dit niet helpt, vraag dan de docent om hulp!

Voor test 1 en 2 moet de jumper open zijn.
Controleer dit even voor je begint.

Test 1 – Wekt de zonnecel voldoende elektrische spanning op?

1. Omdat de spanning en de stroom die de zonnecel opwekt sterk afhankelijk zijn van de lichtinval van de zon, testen we de cel niet met zonlicht maar met een kunstmatige lichtbron, bijvoorbeeld een sterke lamp of een beamer.
2. Plaats de zonnecel voor de lichtbron zodat er fel licht op de cel valt.
3. Meet met een multimeter de elektrische spanning tussen de aansluitpunten S+ en S- van de zonnecel op het printplaatje. Zet de meter op een stand waarbij een spanning van rond de 2,5V goed afleesbaar is (bijvoorbeeld een maximale uitslag van 5V).
4. Welke spanning lees je af op de display van de multimeter? Noteer je antwoord.
De spanning over de zonnecel is volt.

Als de spanning tussen de 1 V en 2,5 V zit, werkt de zonnecel!

Test 2 – Loopt er een oplaadstroom naar de batterij?

1. Laat de zonnecel nog even voor de lichtbron staan. Zit de oplaadbare batterij al in de batterijhouder? Dat is nu nodig.
2. Als je de jumper alweer op de sokkel geplaatst had, haal je die er nog een keer van af.
3. Meet nu de elektrische stroom tussen de contactpunten L+ en L- van de basis waarop de jumper wordt geplaatst. Zet de meter op een stand waarbij een stroom van rond de 80 mA goed afleesbaar is (bijvoorbeeld een maximale uitslag van 100 mA).
4. Welke stroom meet je?
De oplaadstroom is milliampère.

Als de stroom boven de 10 mA is, werkt het opladen van de batterij.

Test 3 – Werkt de tester om te meten of er stroom door de zonnecel wordt opgewekt?

1. Plaats de jumper weer op de printplaat!
2. Let op dat de zonnecel voor deze test nog steeds onder de lamp moet liggen of voor een beamer moet staan.
3. Of de test-LED voor de opgewekte zonne-energie werkt, kun je eenvoudig testen door op de drukschakelaar naast de LED aan de kant van de zonnecel te drukken.
4. Brandt de LED? Zo ja, kruis dat hier aan. ja

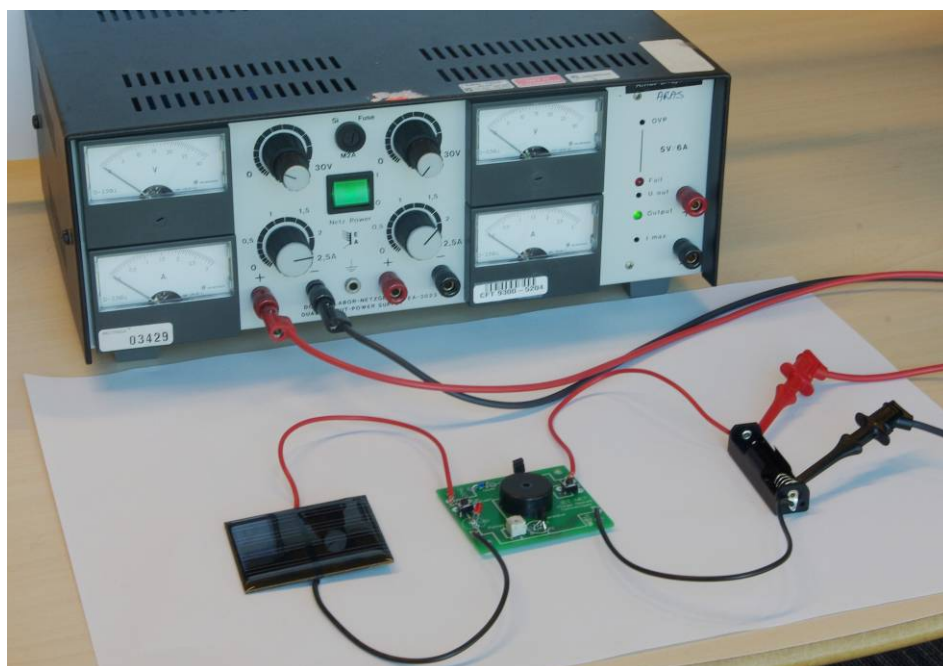
Als de LED brandt kun je ook in de toekomst door indrukken van de schakelaar zien of de zonnecel stroom opwekt. De felheid waarmee de LED brandt is een maat voor de hoeveelheid oplaadstroom.

Test 4 en afregeling – is de batterij al vol?

De bedoeling van het testcircuit voor de laadtoestand van de batterij is dat de luidspreker alleen begint te piepen als de drukschakelaar wordt ingedrukt en de batterij helemaal vol is.

In alle andere gevallen moet de luidspreker geen geluid maken. Hiervoor moet de potentiometer zodanig afgeregeld worden dat de transistor bij een drempelspanning van de batterij van 1,3 V begint door te schakelen.

1. Voor deze test mag er geen laadstroom van de zonnecel stromen. Dit kun je het makkelijkst voorkomen door de zonnecel uit de lichtbundel van de lamp of beamer te halen.
2. Neem de oplaadbare batterij uit de houder en sluit een spanningsvoeding aan de batterijhouder aan zoals in figuur 1. De pluspool van de voeding wordt verbonden met de pluskant van de batterijhouder en de minpool van de voeding met de minkant van de houder.



Figuur 1. Aansluiting voedingsapparaat

3. Stel de voeding nu voorzichtig in op 1,3 V. Let op dat je geen spanning instelt die veel hoger is, want dan kan de elektronica van je schakeling kapot gaan.
4. Druk nu op de drukschakelaar van het batterij-testcircuit (aan de kant van de batterijhouder) en verdraai met een schroevendraaier de potentiometer tegen de klok in tot de luidspreker begint te piepen.
5. Begint de luidspreker te piepen? Zo ja, kruis dat hier aan.
 ja

Je schakeling werkt! Je moet nu alleen nog de potentiometer netjes afregelen.

6. Draai de potentiometer weer terug totdat de luidspreker stopt met piepen.
7. Draai dan de potentiometer weer heel langzaam tegen de klok in tot de piep terugkomt en stop dan meteen met draaien.

Als alles werkt ...

Gefeliciteerd! Je solar power station is volledig operationeel. ☺

3. Meet- en rekenopdracht

Het solar power station is op zich klaar maar we gaan nog de elektrische karakteristiek ervan meten om te bepalen hoeveel licht je nodig hebt om een batterij te kunnen opladen en hoe lang het duurt tot een batterij volledig is opgeladen.

Hiervoor bepalen we twee dingen:

1. Hoe hangt de elektrische spanning aan de aansluitpunten van de zonnecel af van de hoeveelheid licht die op de cel valt?
2. Hoe hangt de oplaadstroom af van de hoeveelheid licht die op de cel valt?

Hoe meet je licht?

Lichtniveaus meet je met een zogenaemde 'luxmeter'. 'Lux' is de eenheid waarmee de intensiteit van de lichtinval op een oppervlak wordt beschreven.



Figuur 2. Een luxmeter

Het display van de luxmeter laat zien hoeveel lux op de sensor valt die op het oppervlak wordt geplaatst. Het kapje met de sensor kan van de luxmeter afgetrokken worden (zie figuur 2) waardoor je de sensor makkelijk in de lichtbundel kunt plaatsen.

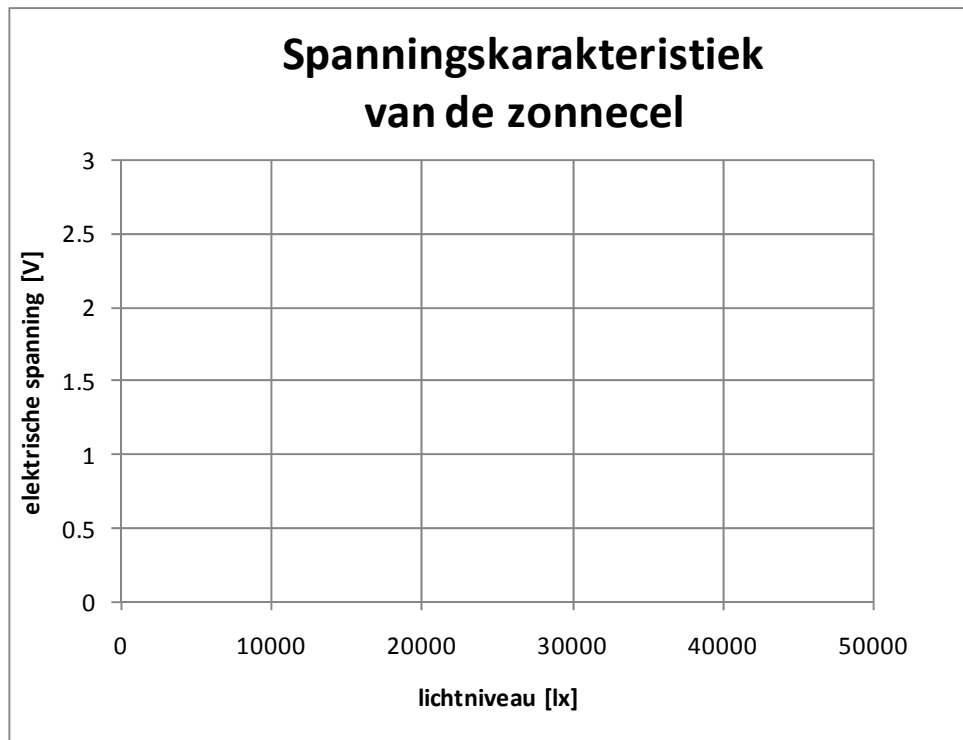
Opdracht 1 – De afhankelijkheid tussen elektrische spanning en lichtniveau

1. Verwijder voor deze opdracht de jumper weer van de printplaat.
2. Gebruik een sterke lichtbron, bij voorkeur de beamer in je klaslokaal.
3. Sluit een multimeter aan tussen de aansluitpunten S+ en S- van de zonnecel op het printplaatje. Zet de meter op een stand waarbij een spanning van rond de 2,5V goed afleesbaar is (bijvoorbeeld een maximale uitslag van 5V).
4. Plaats nu de luxmeter en de zonnecel na elkaar op dezelfde afstand en positie in de lichtbundel van de beamer. Nu kun je 'tegelijkertijd' het lichtniveau en de spanning aan de zonnecel meten. Je weet dan welke elektrische spanning bij een bepaald lichtniveau hoort.
5. Varieer de intensiteit van het licht door de zonnecel – en daarna de luxmeter - op verschillende afstanden in de lichtbundel te houden: hoe groter de afstand van de beamer, hoe lager de intensiteit van het licht.

Door de intensiteit van het licht op de zonnecel en de luxmeter te veranderen kun je meerdere combinaties van lichtniveau en bijbehorende spanning vinden. Schrijf voor 10 lichtniveaus de meetwaarden op en teken de bijbehorende grafiek.

Lichtniveau [lx]	Elektrische spanning zonnecel [V]

*Figuur 3.
Meetwaarden van lichtniveau (in lux) en de bijbehorende elektrische spanning (in volt) tussen de contactpunten van de zonnecel.*



Figuur 4.

Grafiek van de meetpunten lichtniveau en bijbehorende spanning.

6. Er loopt alleen dan een oplaadstroom naar de batterij als de spanning over de zonnecel groter is dan 1,8 V. Welk lichtniveau is daarom minimaal nodig om een batterij op te kunnen laden? Noteer de waarde hieronder.

De zonnecel wekt een elektrische spanning van 1.8 V op als het lichtniveau lx is.

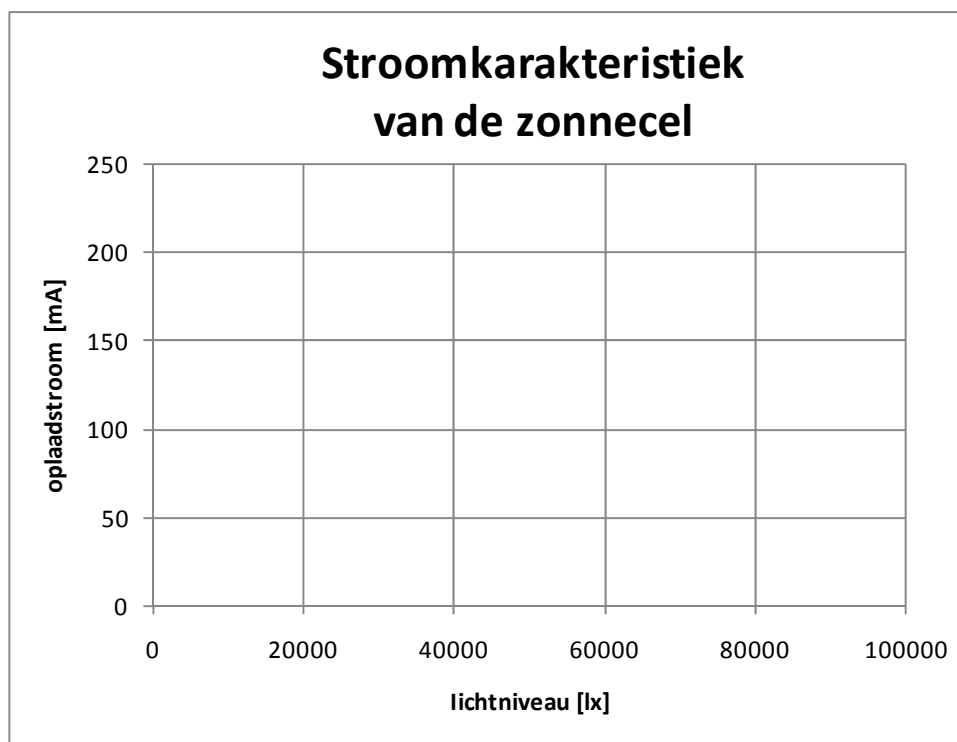
Opdracht 2 – De afhankelijkheid tussen oplaadstroom en lichtniveau

De oplaadstroom wordt met de multimeter tussen de contactpunten L+ en L- gemeten. Zet de meter op een stand waarbij een stroom van rond de 80 mA goed afleesbaar is (bijvoorbeeld een maximale uitslag van 100 mA).

1. Meet nu voor minimaal 5 lichtniveaus combinaties van lichtniveau en oplaadstroom en teken de bijbehorende grafiek op je werkblad!

Lichtniveau [lx]	Oplaadstroom [mA]

*Figuur 5.
Meetwaarden van lichtniveau (in lux) en
bijbehorende oplaadstroom (in milliampère).*



Figuur 6.

Grafiek van de meetpunten lichtniveau en bijbehorende oplaadstroom.

- Op een zonnige zomerdag is het lichtniveau van de zon op de aarde in Nederland ongeveer 100.000 lx. Bepaal door middel van extrapolatie van de grafiek de oplaadstroom bij dit lichtniveau en noteer de waarde hieronder.

Bij een lichtniveau van 100.000 lx is de oplaadstroom mA.

- Een oplaadbare batterij kan een energie van opslaan van bijvoorbeeld 1600 milliampère uren (mAh). Dit betekent dat de batterij 1 uur lang 1600 mA kan leveren, of 2 uur lang 800 mA, enzovoort. Hoeveel uren zou het met de net berekende oplaadstroom duren voor een volledig lege batterij helemaal is opgeladen? Noteer het antwoord hieronder.

Het volledig opladen van de batterij duurt zonne-uren.

Als je klaar bent met de opdracht kun je de jumper weer op de printplaat plaatsen en met een druppeltje lijm vastzetten.

Kijk voor meer informatie over Jet-Net op:

www.jet-net.nl