

Hoe werkt een zonnepaneel?

De zon is onze grootste energieleverancier. Met zonnepanelen kunnen we het zonlicht opvangen en omzetten in elektriciteit, om bijvoorbeeld een ruimtevaartuig te laten werken. Maar hoe doen zonnepanelen dat, zonlicht omzetten in elektriciteit? De leerlingen leren hoe een zonnepaneel werkt en onderzoeken in hoeverre de positie van de zon van invloed is op de werking ervan.

Deze les is geschreven als onderdeel van het SpaceBuzz programma, maar kan ook los gegeven worden. Ga voor meer informatie over de SpaceBuzz naar www.spacebuzz.nl.

Lesdoelen

De leerlingen ...

- weten dat de zon een duurzame energiebron is waarmee elektriciteit wordt opgewekt;
- kunnen omschrijven hoe een zonnecel elektriciteit opwekt en daarmee apparaten kan laten werken;
- weten dat een zonnecel bestaat uit een boven- en onderlaag, een scheidingslaag en elektronen;
- ontdekken dat een zonnepaneel het best werkt als het zonlicht daar loodrecht op schijnt;
- ontdekken dat een zonnepaneel minder goed werkt als het zonlicht er schuin op schijnt en als de zon ver weg staat.

Lesopbouw

De les begint met een klassikale inleiding over zonne-energie. Hierna beelden de leerlingen een uitvergroete zonnecel en stroomkring uit op de vloer. Daarna schijnen de leerlingen met een zaklamp op verschillende manieren op een zonnecel en zien of de gekoppelde propeller snel of langzaam draait. Aan het einde van de les worden de resultaten van hun onderzoek klassikaal besproken.

Vorbereiding

Lees de lesbeschrijving en de achtergrondinformatie goed door.

Verzamel alle benodigdheden voor deze les.

Plak een stukje isolatietape aan de onderkant van elke zonnecel, op de twee aansluitingen met de stroomdraadjes. Zo blijven de stroomdraadjes op hun plek en gaan ze minder snel kapot.

Controleer de werking van de zonnecellen: zet elk zonnecelsetje in elkaar en schijn er met de zaklamp op. De propeller van het zonnecelsetje moet gaan draaien.

Tijdsduur

60 – 90 minuten.
U kunt de les in twee delen geven.

Kerdoelen

1, 2, 12, 39,
42 en 44.

Materiaalkosten

€€€

Zet het filmpje *Hoe worden zonnepanelen gemaakt?* en de foto's uit de bijlagen klaar op het digibord.

Print voor elk tweetal het werkblad uit.

Benodigheden

Klassikale onderdelen:

- digibord en een internetverbinding.
- touw, of een andere markering, in twee kleuren;
- plakband;
- grote lamp;
- afbeelding van de zon;
- twee emmers;
- een aantal balletjes (minimaal tweemaal zo veel als het aantal leerlingen);
- ventilator;
- stopcontact.

Activiteit: hoe werkt een zonnepaneel het best?

Per tweetal:

- het werkblad *Hoe werkt een zonnepaneel het best?*;
- zonnecelsetje. Bij deze les gaan we uit van de set met artikelnummer 488531 bij Eurofysica. Andere setjes zijn ook mogelijk, maar dan klopt het werkblad mogelijk niet en kunnen we niet garanderen dat het resultaat hetzelfde zal zijn;
- een liniaal van 30 cm;
- een sterke zaklamp van minimaal 220 lumen;
- een stuk isolatietape of goed plakkend plakband.

Alternatieve activiteit: hoe vang je het meeste zonlicht?

Per tweetal:

- het werkblad *Hoe vang je het meeste zonlicht?*;
- zaklamp;
- ruitjespapier met grote ruitjes;
- toiletrolletje;
- liniaal van 30 cm;
- markeerstiften in twee verschillende kleuren.

Lesbeschrijving *Hoe werkt een zonnepaneel?*

Inleiding 15 minuten

Astronauten zoals de Nederlandse André Kuipers kunnen leven en werken in het Internationale Ruimtestation ISS. Voor een lang verblijf heeft het ruimtestation continu energie nodig. Waar haalt een ruimtevaartuig die energie vandaan?

Klassikaal gesprek

Praat met de leerlingen over het onderwerp energie, en stel onder meer de volgende vragen om hun voorkennis te activeren:

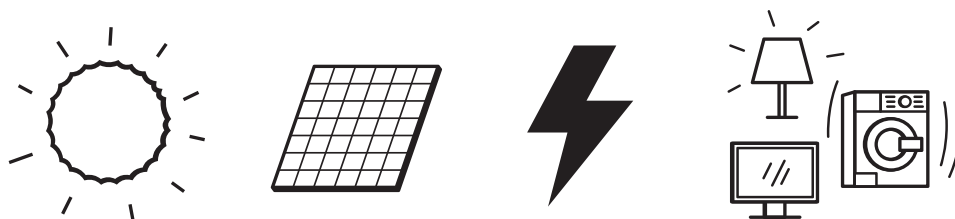
- Wat is energie? (Vertel onder andere over het verschil tussen energie en elektriciteit; zie de achtergrondinformatie.)
- Wat kun je met energie?
- Welke energiebronnen ken je?

Vat de inbreng van de leerlingen gestructureerd samen in een woordweb. Zoom vervolgens in op het onderwerp zonne-energie.

Op aarde hebben we verschillende energiebronnen, maar in de ruimte is er maar één. Weten de leerlingen welke energiebron dat is? Dat is de zon. Het licht van de zon wordt via zonnepanelen omgezet in elektriciteit. Daarom zie je op ruimtevaartuigen vaak grote zonnepanelen. De elektriciteit wordt gebruikt voor verlichting, verwarming, computers, radioapparatuur enzovoort. Ook wordt een deel van de elektriciteit opgeslagen in accu's. Als er eens minder zonlicht op de zonnepanelen valt, is er nog genoeg reserve in de accu's.

Wijs de zonnepanelen aan op de foto's uit de bijlagen. Speel hierna het filmpje *Hoe worden zonnepanelen gemaakt?* van Het Klokhuis af: <https://bit.ly/2RwSlp2>

Neem dit schema over op het digibord en bespreek aan de hand ervan de informatie uit het filmpje:



zonlicht → zonnepaneel → elektriciteit → apparaten

In de volgende oefening spelen de leerlingen na hoe een zonnepaneel werkt.

Hoe werkt een zonnepaneel? 25 minuten

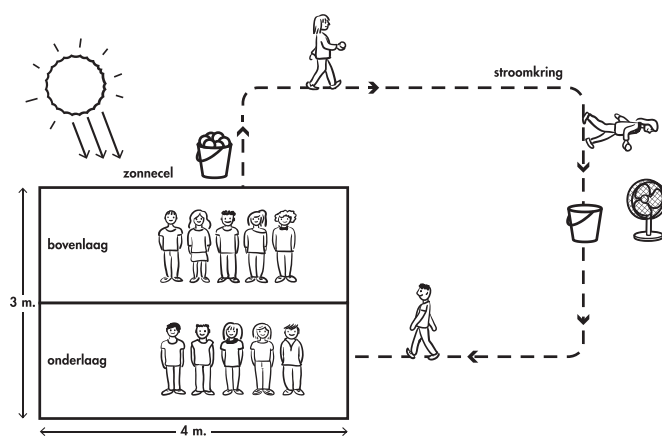
Leg de werking van een zonnepaneel uit (zie de achtergrondinformatie voor de leerkracht) en houd de illustratie van de zonnecel uit het filmpje van Het Klokhuis erbij.

Verdeel vervolgens de leerlingen in team A en team B. Team A maakt de zonnecel en de zon, en team B de stroomkring. Geef de teams instructies:

Team A: Maak met een touw of een andere markering een vak op de vloer van ongeveer 3 bij 4 meter. Dit is de zonnecel. Verdeel het vak horizontaal in twee lagen. Plak het touw of de markering vast op de vloer. Plaats een grote lamp waaraan een afbeelding van de zon hangt tegenover de bovenlaag. Zet bij de zon een emmer vol balletjes.

Team B: Leg met een touw of markering met een andere kleur de stroomkring op de vloer. Zet in de stroomkring een accu in de vorm van een lege emmer. Zet achter de accu een ventilator die aangesloten is op een stopcontact.

Zodra de zonnecel en de stroomkring klaarliggen, kan de oefening beginnen: de leerlingen laden met elkaar een accu op, zodat de ventilator gaat draaien.



De oefening

Eén leerling staat bij de zon en de emmer met balletjes en één leerling staat bij de ventilator. De andere leerlingen zijn elektronen. Er staan precies evenveel elektronen in de bovenlaag van de zonnecel als in de onderlaag. Bij een oneven aantal leerlingen zit er één leerling meer in de bovenlaag. Zet de grote lamp, ofwel de zon, aan.

- Zodra de zon schijnt, gaan de elektronen in de zonnecel bewegen en krijgen ze in de bovenlaag energie in de vorm van een balletje uit de emmer. De leerling bij de zon deelt het balletje uit aan de elektronen.
- De elektronen met energie kunnen alleen via de stroomkring naar de onderlaag bewegen. Door de scheidingslaag kunnen de elektronen niet direct van de bovenlaag naar de onderlaag stromen, andersom kan wel.

- De elektronen stromen via de stroomkring langs de accu. Bij de accu geven zij hun energie af (dus doen hun balletje in de emmer) en lopen daarna weer via de stroomkring door naar de onderlaag van de zonnecel.
- In de onderlaag zit nu een elektron te veel. Eén elektron stapt van de onderlaag naar de bovenlaag.
- In de bovenlaag krijgen de elektronen opnieuw energie die ze kunnen afgeven aan de accu.

De leerling die bij de ventilator staat, zet de ventilator aan zolang de accu energie krijgt van de elektronen.

Als de zon na enkele minuten uitgaat, lopen alle elektronen die op dat moment een energieballetje hebben door langs de accu naar de onderlaag van de zonnecel. In de onderlaag bewegen enkele elektronen zich naar de bovenlaag, zodat in beide lagen weer evenveel elektronen staan (of één meer in de bovenlaag bij een oneven aantal leerlingen).

De nabespreking

Kom terug op de oefening en vraag de leerlingen om in eigen woorden uit te leggen wat ze geleerd hebben. Zijn ze erachter gekomen hoe energie van de zon in een zonnecel wordt omgezet naar elektriciteit? En wat gebeurt er als er geen zonlicht meer schijnt?

Hoe werkt een zonnepaneel het best? 25 minuten

In tweetallen onderzoeken de leerlingen in hoeverre de stand en afstand van de lichtbron van invloed is op het rendement van een zonnecel. Ze schijnen een zaklamp op verschillende standen en afstanden van de zonnecel en zien aan de gekoppelde propeller in hoeverre de opgewekte elektriciteit toe- of afneemt.

De leerlingen volgen de instructies op het werkblad Hoe werkt een zonnepaneel het best? Loop het werkblad klassikaal door, zodat ze begrijpen wat ze moeten doen.

Geef elk tweetal het werkblad en alle benodigdheden voor hun onderzoek. Toon de foto van het zonnecelsetje uit de bijlagen op het digibord, zodat de leerlingen zien hoe dat in elkaar zit.

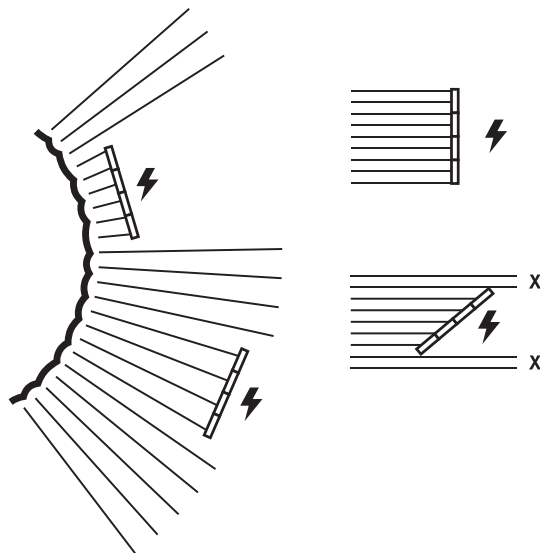
Tip

Een alternatieve opdracht staat op het werkblad Hoe vang je het meeste zonlicht? Deze duurt circa 10 minuten en wordt uitgevoerd met goedkopere materialen. Voor dit onderzoek werken de leerlingen in een donker klaslokaal of op een andere donkere plek.

Nabespreking 5 minuten

Besprek klassikaal wat de bevindingen van de onderzoeken zijn.

Als de zaklamp de zon voorstelt, wat weten de leerlingen dan nu over de invloed die de stand en de afstand van de zon hebben op de elektriciteit die zonnepanelen opwekken? Kom tot de conclusie dat de zonnepanelen zonder zonlicht geen elektriciteit kunnen opwekken. Als de zon te ver weg staat of het zonlicht te schuin op de zonnepanelen schijnt, dan wordt er minder of zelfs geen elektriciteit opgewekt. De zonnepanelen vangen het meeste zonlicht als ze dicht bij de zon staan en het zonlicht loodrecht op de zonnepanelen schijnt. Dit is te zien in deze tekening:



Formuleer met de groep het antwoord op de vraag: Hoe werkt een zonnepaneel het best?

Kom hierna terug op de zonnepanelen die ruimtevaartuigen gebruiken. De zonnepanelen zijn groot en draaien vaak in de richting van de zon, zodat ze zo veel mogelijk zonlicht kunnen opvangen. De zonnepanelen in de ruimte kunnen veel meer elektriciteit opwekken dan de zonnepanelen op aarde, doordat ze constant goed liggen ten opzichte van de zon. Ook hebben de zonnepanelen in de ruimte geen last van wolken die veel zonlicht tegenhouden, of van wisselende afstanden van de zon.

Zou het een goed idee voor de toekomst zijn om zonnepanelen in de ruimte te plaatsen die zo veel mogelijk elektriciteit voor de aarde opwekken?

Tip voor de leerkracht

Mogelijke vervolgvragen zijn te vinden op www.esero.nl, zoals de les 'Wat kun je met zonne-energie?' waarin leerlingen zelf een zonneauto maken.

Achtergrondinformatie

Wat is energie?

In alles zit energie. Energie is de mogelijkheid om warmte, licht of beweging op te wekken. Veel mensen halen de woorden energie en elektriciteit door elkaar, maar dat is niet goed: elektriciteit is namelijk een vorm van energie. De energie van bijvoorbeeld de zon of de wind kan worden omgezet in elektriciteit. Bewegende elektriciteit noemen we ook wel stroom.

Wat kun je met energie?

Wat je met energie kunt doen, is onder te brengen in de categorieën warmte, licht en beweging. Met slimme technieken is het mogelijk om de ene energie omzetten in de andere. Zo kunnen we licht omzetten in elektriciteit en met elektriciteit kunnen we apparaten laten werken.

Welke energiebronnen zijn er?

Energie ontstaat niet zomaar, daar heb je een bron voor nodig. Voorbeelden van energiebronnen zijn aardolie, aardgas, steenkool, hout, wind, waterkracht, zonlicht, planten en dieren.

Fossiele brandstoffen, zoals aardolie, aardgas en steenkool, zijn niet duurzaam. Deze brandstoffen zijn ontstaan uit organismen, zoals planten, die al miljoenen jaren onder de grond liggen. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt koolstofdioxide vrij. Dat is een schadelijk gas dat de warmte van de zon vasthoudt, waardoor de aarde opwarmt. Door de hogere temperaturen van de aarde kunnen planten niet goed overleven. Fossiele brandstoffen raken langzaam op, doordat ze niet meer bijgemaakt worden.

Duurzame energiebronnen zijn de zon, wind en waterkracht. Duurzaam wil zeggen dat ze langdurig beschikbaar zijn voor onszelf, onze kinderen en onze kleinkinderen, en dat ze de aarde weinig belasten. Als je deze energiebronnen gebruikt, komt er geen koolstofdioxide vrij, waardoor ze heel schoon en goed zijn voor mens en milieu.

Zonne-energie

Vrijwel alle energie op de aarde komt van de zon. Licht en warmte zijn de bekendste directe manieren waarop wij zonne-energie gebruiken, maar er zijn ook indirecte manieren, namelijk windenergie en waterkracht. Ook fossiele brandstoffen hebben we aan de zon te danken, want die zijn ontstaan uit afgestorven planten die groeiden door de zon.

Hoe werkt een zonnepaneel?

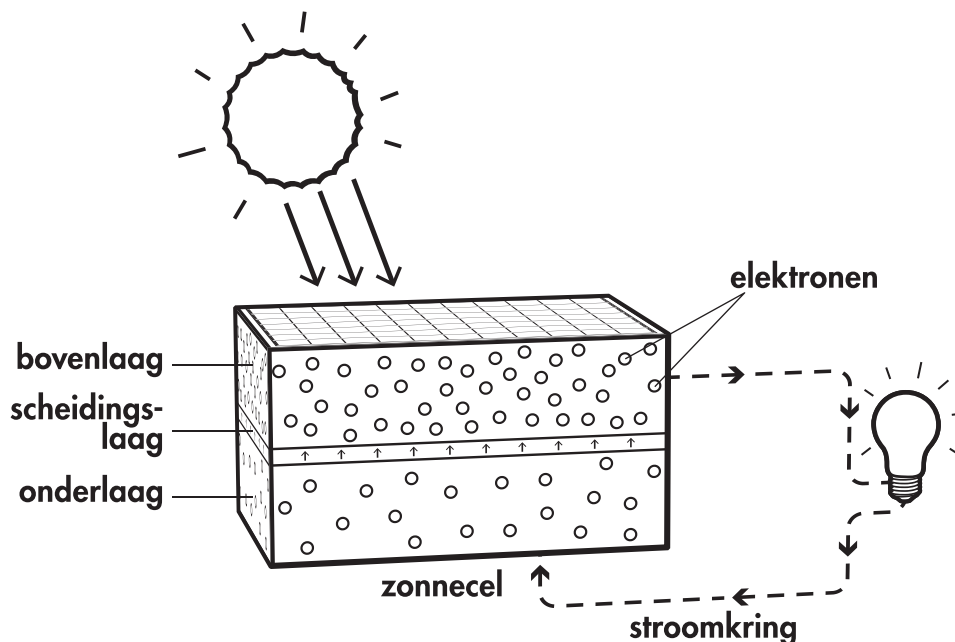
Een zonnepaneel bestaat uit meerdere zonnecellen. In een zonnecel wordt de energie van de zon omgezet in elektriciteit. Een zonnecel is opgebouwd uit twee lagen: een

bovenlaag en een onderlaag. In deze twee lagen zitten elektronen. Elektronen zijn onzichtbare geladen deeltjes die voor een elektrische stroom kunnen zorgen.

De bovenlaag van een zonnecel trekt elektronen aan, de onderlaag stoot die elektronen juist af. De elektronen in de bovenlaag willen bewegen naar de vrije ruimten in de onderlaag. Maar tussen de twee lagen zit een scheidelingslaag. Door de scheidelingslaag kunnen de elektronen niet direct van de bovenlaag naar de onderlaag stromen, andersom kan wel. Sluiten we een stroomkring aan op de zonnecel, dan kunnen de elektronen via deze stroomkring toch naar de onderlaag. Maar daar hebben de elektronen wel energie voor nodig.

Als er zonlicht op een zonnecel valt, krijgen de elektronen in de bovenlaag energie. Ze komen los, gaan vrij bewegen en willen naar de onderlaag. Omdat de elektronen niet via de scheidelingslaag direct naar de onderlaag kunnen, moeten ze via de stroomkring. De lege plekken die de elektronen achterlaten in de bovenlaag worden opgevuld door de elektronen uit de onderlaag. Hierdoor ontstaat een tekort aan elektronen in de onderlaag en een overschot in de bovenlaag.

Als de elektronen via de stroomkring naar de onderlaag stromen, verliezen ze hun energie aan het apparaat dat vastzit in de stroomkring. In de onderlaag stromen de elektronen weer terug naar de bovenlaag, als ze nieuwe energie krijgen van het zonlicht. De cyclus kan dan opnieuw beginnen.



Wanneer werkt een zonnepaneel het best?

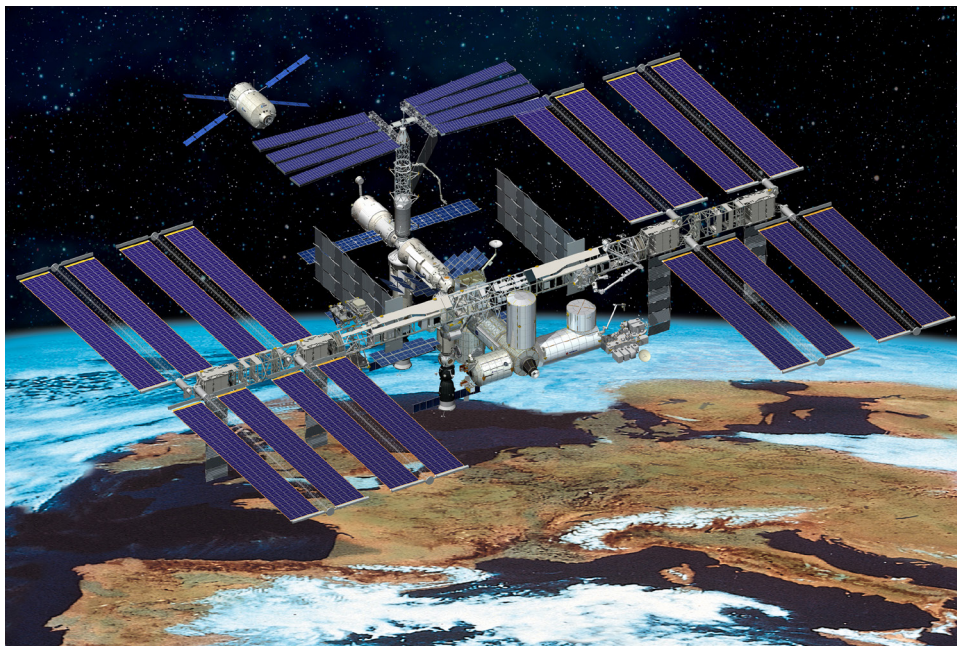
De zon brengt ons op aarde in anderhalf uur meer energie dan de hele wereldbevolking een jaar lang verbruikt. Met de zon heeft de aarde een gratis en zeer krachtige energiebron. Het is dus de kunst om de zon goed te benutten. Dat lukt het best als de zonnepanelen loodrecht op het zonlicht staan.

De zon komt op in het oosten, gaat onder in het westen en staat op zijn hoogste punt in het zuiden. De aarde draait rond, daardoor beweegt de zon aan de hemel. De zon staat in de zomer hoger aan de hemel en schijnt meer uren op een dag. De opbrengst van een zonnepaneel tijdens de zomer is dus hoger dan bijvoorbeeld in de winter.

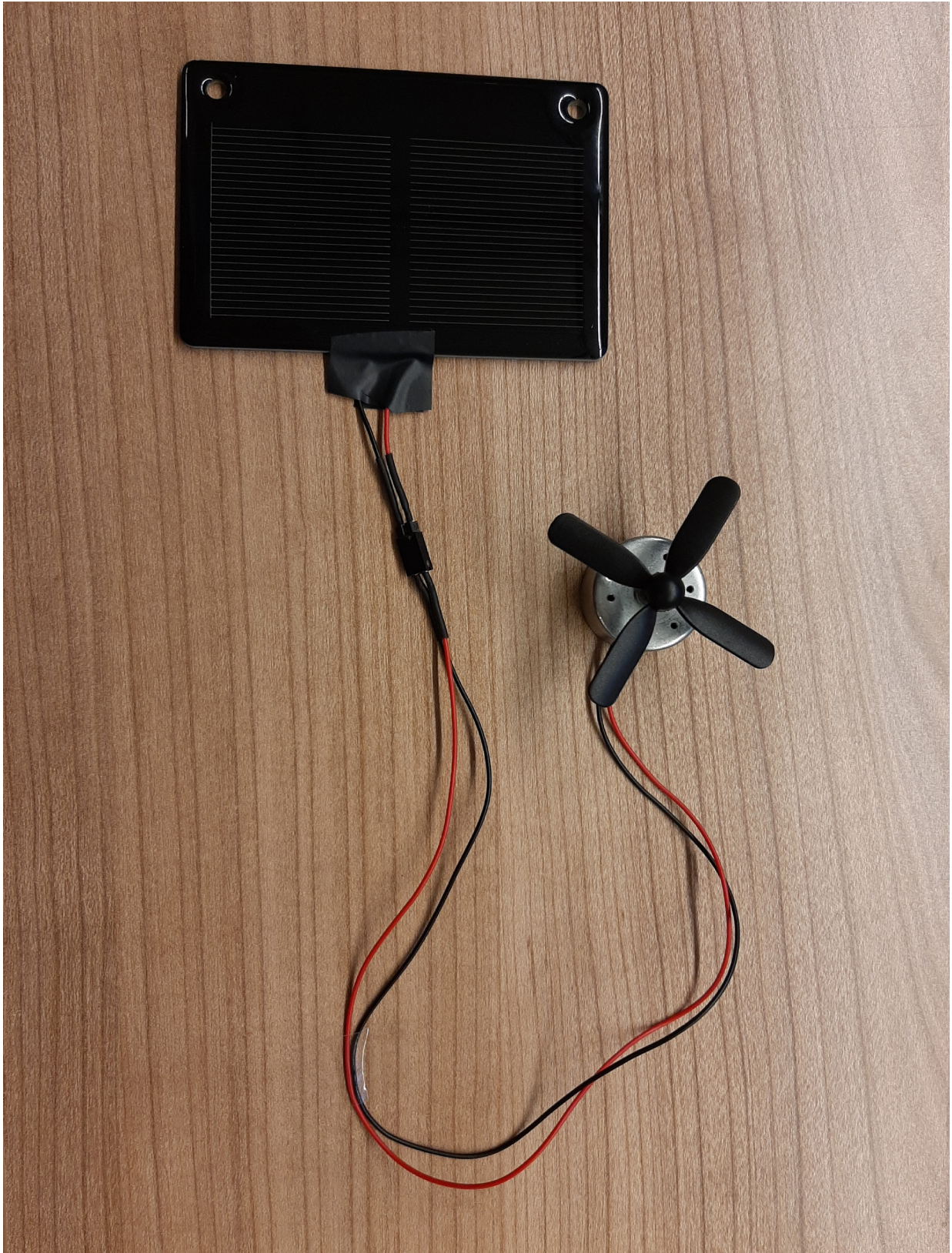
Zonnepanelen bewegen meestal niet mee met de zon. Als de zonnepanelen naar het zuiden zijn gericht, vangen ze het meeste zonlicht. Ze staan dan maximaal twaalf uur per dag in de zon. Zonnepanelen staan vaak gekanteld op het dak, in een bepaalde hellingshoek en zo veel mogelijk uit de schaduw. De hoek wordt zo gekozen dat de opbrengst in een jaar tijd het hoogst is. In Nederland is een hellingshoek van 35 graden naar het zuiden optimaal.



Bron: ESA/NSA



Bron: ESA

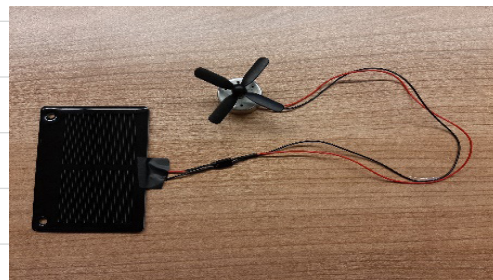


Hoe werkt een zonnepaneel het best?

Wat heb je nodig?

Per tweetal

- Een zonnecelsetje (het setje bestaat uit een motortje, propeller, zonnecel en stroomdraadjes)
- Liniaal van 30 cm
- Sterke zaklamp
- Plakband



Wat ga je doen?

1 Zet het zonnecelsetje in elkaar:

- Zet de propeller op het uitstekende pinnetje van het motortje.
- Verbind de stroomdraadjes van de zonnecel met de stroomdraadjes van het motortje. Jullie hebben nu een stroomkring met een zonnecel en een motortje gemaakt.

2 Op één kant van de zonnecel zien jullie dunne streepjes.

Dit is de kant waarop het licht moet schijnen.

Werkt de zonnecel niet meteen? Zet de zonnecel dan aan door de zaklamp op 5 cm afstand te houden.

- Zet de zonnecel in het felle zonlicht of schijn de zaklamp op de zonnecel.

Wat zien jullie gebeuren?

- Zet de zonnecel in de schaduw of dek de zonnecel met één hand af.

Wat zien jullie gebeuren?

Onderzoek A

Stand van de lichtbron

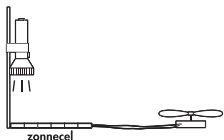
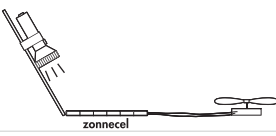
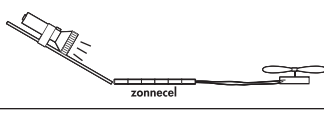
Jullie onderzoeken wat er gebeurt met de propeller als de zaklamp van stand verandert.

- 3** Maakt de stand van de zaklamp een verschil voor de hoeveelheid energie die de zonnecel opwekt? Wat is jullie voorspelling?

Wel / Geen verschil

4 Wat ga je doen?

- Houd de zaklamp tegen de liniaal, op 10 cm. Plak nu de zaklamp vast aan de liniaal.
- Bekijk de tabel hieronder. Zet de zaklamp naast de zonnecel zoals in situatie 1.
- Laat de zaklamp steeds zakken, zoals in situaties 2, 3 en 4. Kruis steeds in de tabel aan wat jullie zien gebeuren in die situaties.
- Omcirkel de situatie(s) waarin de propeller het snelst draaide.

	Wat zien jullie gebeuren?		
Situatie 1 	De propeller draait snel.		
Situatie 2 	☐ De propeller draait sneller dan in situatie 1	☐ De propeller draait langzamer dan in situatie 1	☐ De propeller draait niet
Situatie 3 	☐ De propeller draait sneller dan in situatie 1	☐ De propeller draait langzamer dan in situatie 1	☐ De propeller draait niet
Situatie 4 	☐ De propeller draait sneller dan in situatie 1	☐ De propeller draait langzamer dan in situatie 1	☐ De propeller draait niet

- 5** Wat weten jullie nu? Wat gebeurt er met de propeller als de zaklamp steeds schuiner van de zonnecel staat?

Onderzoek B:

Afstand van de lichtbron

Onderzoek nu wat er gebeurt als de afstand van de zaklamp groter wordt.

- 6** Maakt de afstand van de zaklamp een verschil voor de hoeveelheid energie die de zonnecel opwekt? Wat is jullie voorspelling?

Wel / Geen verschil

7 Wat ga je doen?

- Eén van jullie houdt de zaklamp loodrecht boven de zonnecel. Zorg dat de afstand 10 cm is. Vul de tabel in voor situatie 1.
- Beweeg de zaklamp langzaam van 10 cm naar 15 cm. Dit is situatie 2. Draait de propeller nu sneller of langzamer?
- Vul de tabel verder in, ook voor situaties 3 en 4.
- Omcirkel de situatie(s) waarin de propeller het snelst draaide.

	De propeller draait ...		
Situatie 1 afstand: 10 cm	☐ snel	☐ langzaam	☐ niet
Situatie 2 afstand: 15 cm	☐ sneller dan in situatie 1	☐ langzamer dan in situatie 1	☐ niet
Situatie 3 afstand: 17 cm	☐ sneller dan in situatie 1	☐ langzamer dan in situatie 1	☐ niet
Situatie 4 afstand: 19 cm	☐ sneller dan in situatie 1	☐ langzamer dan in situatie 1	☐ niet

8 Wat weten jullie nu?

Wat gebeurt er met de propeller als de zaklamp steeds verder van de zonnecel staat?

Hoe vang je het meeste zonlicht?

Wat heb je nodig?

- Zaklamp
- Ruitjespapier met grote ruitjes
- Toiletrol
- Liniaal van 30 cm
- Markeerstiften in twee verschillende kleuren

Wat ga je doen?

- 1 Eén van jullie houdt de toiletrol recht boven het ruitjespapier. Zorg dat de afstand tussen de toiletrol en het ruitjespapier 10 cm is.
- 2 Schijn nu met de zaklamp door de toiletrol. Let op: al het licht moet door de toiletrol gaan.
- 3 Jullie zien een lichtvlek op het ruitjespapier. Markeer de omtrek van de lichtvlek op het ruitjespapier met een markeerstift.
- 4 Houd nu het toiletrolletje schuin boven het ruitjespapier. Zorg dat de afstand weer 10 cm is.
- 5 Markeer weer de omtrek van de lichtvlek, nu met een andere kleur markeerstift.
- 6 Vergelijk de twee lichtvlekken:
 - Welke lichtvlek was het helderst, de eerste of de tweede? Zet een kruisje in het juiste vak in de tabel.
 - Welke lichtvlek was het grootst, de eerste of de tweede? Zet een kruisje in het juiste vak in de tabel. Check jullie antwoord door het aantal ruitjes te tellen.

	Lichtvlek 1	Lichtvlek 2
Welke vlek was het helderst?		
Welke vlek was het grootst?		
Aantal ruitjes		

7 Welke lichtvlek bevatte de meeste lichtstralen? Kruis het juiste antwoord aan.

- ☐ In lichtvlek 1 zaten meer lichtstralen dan in lichtvlek 2.
- ☐ In lichtvlek 2 zaten meer lichtstralen dan in lichtvlek 1.
- ☐ In beide lichtvlekken zaten evenveel lichtstralen.

8 Als jullie zo veel mogelijk zonlicht op een zonnepaneel willen vangen, hoe houden jullie het zonnepaneel dan ten opzichte van de zon?
