

BATTERIJ

HOE EEN ZONNEWAGEN KAN RIJDEN ZONDER ZON ...

INLEIDING

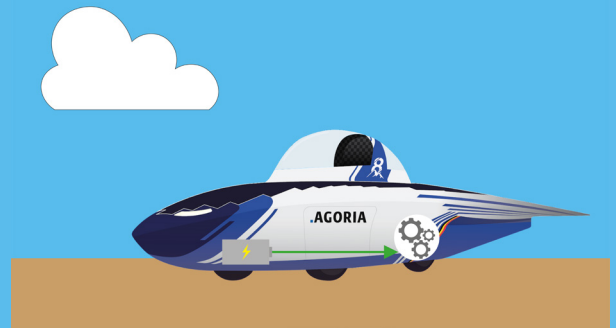
Hoe kunnen we met een zonnewagen rijden als de zon niet schijnt? Wat doen we met zonne-energie als de wagen stilstaat? Daarvoor gebruiken we een batterijpakket! Dat batterijpakket laden we op met het zonnepaneel. Als de zon even niet schijnt, gebruiken we de energie uit het batterijpakket om verder te rijden. In deze les leggen we uit hoe zo'n batterijen juist werken!

Tijdens de race rijden we meestal rechtsreeks op de energie van de zon. Die zonne-energie wordt omgezet in stroom door het zonnepaneel. Daarna vloeit die stroom naar de motor, om zo de zonnewagen te laten rijden.



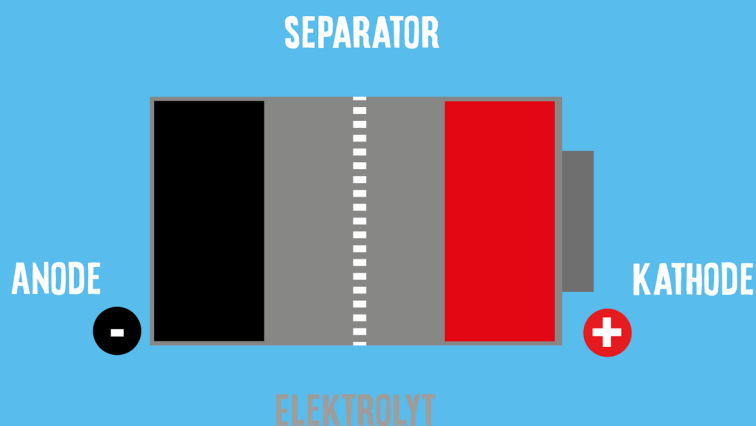
Soms zijn er snelheidsbeperkingen en mogen we niet snel rijden, terwijl we wel genoeg energie van de zon krijgen om snel te rijden. Daardoor hebben we dus een overschot van energie. De overtollige zonne-energie wordt door het paneel omgezet in stroom en opgeslagen in de batterij.

Natuurlijk zijn er ook soms wolken. In dat geval krijgt de zonnewagen niet genoeg energie van de zon om even snel te rijden als we zouden willen. Op zo'n momenten halen we energie uit de batterij om toch snel genoeg te rijden.



HOE WERKT EEN BATTERIJCEL

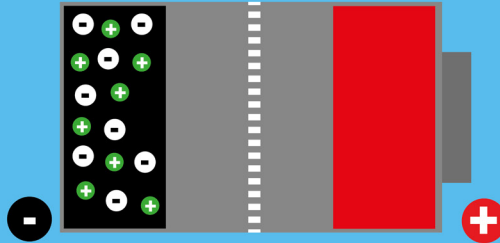
Structuur van een batterijcel



Chemische werking

In de batterijen vindt een chemische reactie plaats. De minpool of anode (met de N van negatief) is vaak van metaal gemaakt en geeft bij de reactie elektronen af. Dat proces heet oxidatie. De pluspool of kathode zal elektronen opnemen en dat noemen we reductie.

Zolang de anode en kathode niet elektrisch verbonden zijn, kunnen de elektronen niet weg aan de minpool en komen er aan pluspool geen nieuwe bij. Daardoor is er dus een overschot aan elektronen bij de minpool en een tekort aan elektronen bij de pluspool.

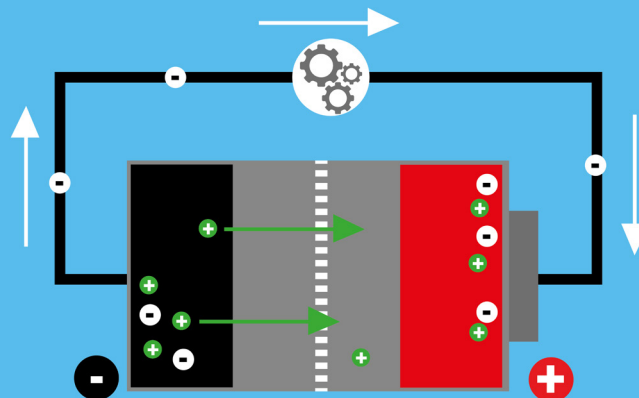


De elektronen kunnen zelf niet door het elektrolyt vloeien, maar willen wel graag van de anode naar de kathode, want bij de kathode is er een tekort aan elektronen. Daardoor ontstaat er een spanning, die we uitdrukken in volt.

Hoe groot die spanning is, hangt af van de materialen die gebruikt zijn voor de minpool en de pluspool. In smartphones gebruikt men bijvoorbeeld lithium voor de minpool. Die chemische stof kan een grote spanning veroorzaken en dat is goed.

Spanning en stroom

Een batterij wordt nuttig wanneer we een elektrische verbinding maken, bijvoorbeeld met een kabel. Daarbij ontstaat er een stroom: elektronen bewegen van de negatieve naar de positieve pool. Tegelijk gaan positief geladen metaaldeeltjes, bijvoorbeeld lithiumionen, door het elektrolyt ook van min naar plus. Zo blijft het ladingsevenwicht in stand en blijft de stroom vloeien. Als we tussen de twee polen een motor zetten, zal die stroom de motor aandrijven.



Stroom? Elektronen?

Opgelet! Als we stroom tekenen, doen we alsof de protonen van de plus- naar de minpool stromen. Dat is zo afgesproken en staat dus per conventie vast. Laat je echter niet misleiden! In werkelijkheid gebeurt het omgekeerde: de elektronen vloeien van de minpool naar de pluspool. In deze les tonen we altijd de beweging van de elektronen met witte pijlen. De groene éénrichtingspijlen tonen de beweging van de positieve deeltjes (ionen). Met gele pijlen duiden we ten slotte de stroom aan. Die zijn altijd dezelfde als de witte pijlen, maar in de tegengestelde zin.

Over lege batterijen en opladen

Hoe komt het dat een batterij leeg kan lopen? Dat gebeurt wanneer aan de anode de metalen op zijn. Dan moeten we de batterij opnieuw opladen. Dat doen we in de zonnewagen met het zonnepaneel. Het paneel zet zonne-energie om in elektrische energie. Die energie wordt vervolgens in de batterij omgezet in chemische energie. Er gebeurt dus exact het omgekeerde van wat er gebeurt als je de motor aandrijft met de batterij!

VAN BATTERIJCEL NAAR BATTERIJPAKKET

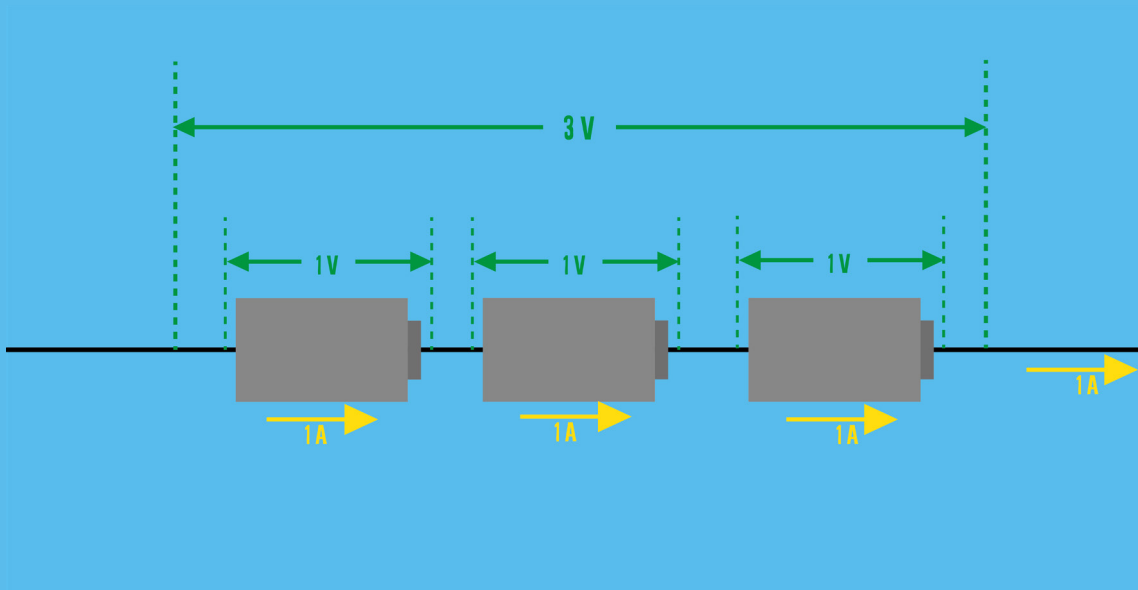
Serieschakeling

Als je batterijcellen in serie schakelt, zoals de tekening hieronder toont, zet je alle batterijen achter elkaar. De minpool van de ene cel verbind je met de pluspool van de andere cel. Er stroomt één en dezelfde stroom door alle batterijcellen. In dit voorbeeld is dat 1 ampère. De totale stroom door de serieschakeling is dus gelijk aan de stroom door elk van de onderdelen. In dit voorbeeld is dat:

$$I_{\text{totaal}} = I_1 = I_2 = I_3 = 1A$$

Over elke batterijcel staat een specifieke spanning. Herinner je: die spanning hangt af van het gebruikte materiaal aan de polen. We hebben eerder gezien dat lithium vaak wordt gebruikt aan de minpool in smartphonebatterijen. De totale spanning over je serieschakeling is de som van alle spanningen. In dit voorbeeld is dat:

$$V_{\text{totaal}} = V_1 + V_2 + V_3 = 1V + 1V + 1V = 3V$$



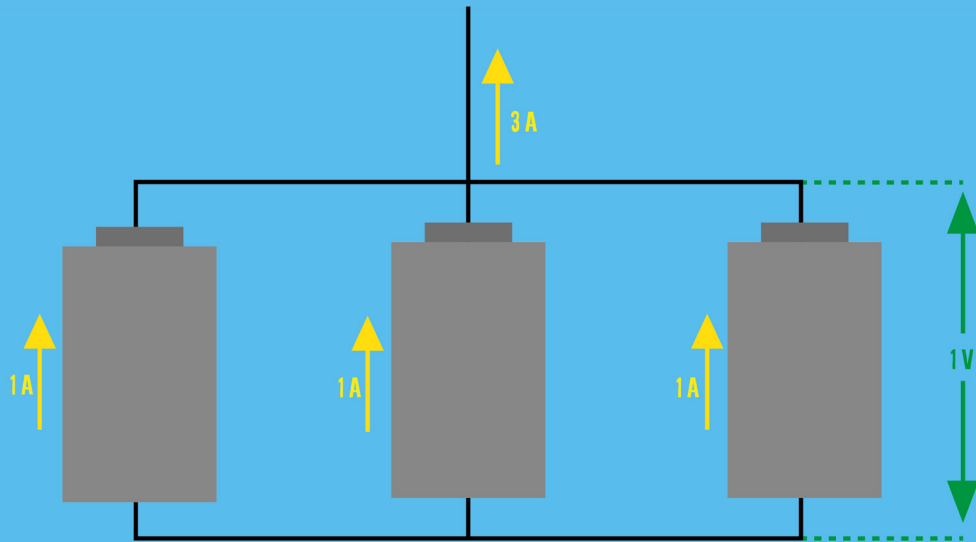
Parallelschakeling

Als je batterijcellen parallel schakelt, zet je ze allemaal naast elkaar. Alle minpolen zijn met elkaar verbonden, net als alle pluspolen. Dat tonen we op de tekening hieronder. Er staat één en dezelfde spanning over alle batterijcellen. In dit voorbeeld is dat 1 volt. De totale spanning over de parallelschakeling is dus gelijk aan de spanning over elk van de onderdelen. In dit voorbeeld is dat:

$$V_{\text{totaal}} = V_1 = V_2 = V_3 = 1V$$

Door elke batterijcel vloeit een specifieke stroom. De totale stroom over je serieschakeling is de som van alle stromen. In dit voorbeeld is dat:

$$I_{\text{totaal}} = I_1 + I_2 + I_3 = 1A + 1A + 1A = 3A$$



Wat moet je kiezen: parallel of serie?

In serieschakelingen tel je de spanningen op. Met zo'n schakeling kan je dus een grote spanning bekomen. Bij parallelschakelingen tel je dan weer de stromen op en kan je dus grote stromen bekomen. Tot slot kan je ook serie en parallel combineren om zo de gewenste spanning en stroom te bekomen.

Om dat te doen, zorg je eerst dat je aan de gewenste spanning komt door het juiste aantal batterijcellen in serie te schakelen. Zo'n serieschakeling beschouw je dan als ene nieuwe batterijcel met nieuwe spanning. Vervolgens combineer je die nieuwe batterijcel in een parallelschakeling tot je de juiste stroom verkrijgt.

Een hoge spanning is goed om snel te kunnen rijden met een zonnewagen. Hoge stromen zijn dan weer belangrijk als je snel wilt kunnen optrekken en gemakkelijk wilt kunnen vertrekken op een steile helling.

OEFENINGEN

1. Je krijgt batterijcellen van elk 1V. Door elke batterijcel stroomt 1A. Je wilt een zonnepaneel bouwen en daarvoor heb je een spanning van 3 volt nodig en een stroom van 2A. Hoe bouw je je batterijpakket op?
 - A. Je maakt 3 serieschakelingen van 2 cellen. Die zet je vervolgens allemaal in parallel.
 - B. Je maakt 3 parallelschakelingen van 2 cellen. Die zet je vervolgens allemaal in serie.
 - C. Je maakt 2 serieschakelingen van 3 cellen. Die zet je vervolgens opnieuw in serie.
2. Je krijgt batterijcellen van elk 2V. Door elke batterijcel stroomt 1A. Je wilt een robotstofzuiger bouwen en daarvoor heb je een spanning van 4V nodig en een stroom van 8A. Hoe bouw je je batterijpakket op? Teken je oplossing.
3. Je krijgt batterijcellen van elk 4V. Door elke batterijcel stroomt 3A. Je wilt een boormachine bouwen en daarvoor heb je een spanning van 24V nodig en een stroom van 6A. Hoe bouw je je batterijpakket op? Teken je oplossing. Teken daarna ook de beweging van elektronen in je batterijpakket.