



Citroenbatterij

Keuzeopdracht voor scheikunde bovenbouw vwo

Een verrijkende opdracht over redoxchemie in vruchten

Voorkennis: Redoxchemie

Benodigde tijd: 5 – 8 SLU

© Junior College Utrecht 2013

Men neme een citroen, een plaatje zink en een plaatje koper. Steek de zink- en koperplaatjes in de citroen. Sluit je er een voltmeter op aan, dan laat die een spanning van ongeveer 1 volt zien. Op deze citroenbatterij kun je een digitaal klokje laten lopen of een ledlampje laten branden. In een groepje van 2-4 personen ga je (hypothesegericht) onderzoeken welke halfreacties plaatsvinden wanneer een citroen of een vrucht (aardappel, tomaat, appel, etc.) met behulp van geschikte elektroden een spanning levert.

Oriëntatie



De citroenbatterij is een geliefde demonstratieproef voor redoxchemie en de elektrochemische cel. Het zure karakter van de citroen zou essentieel zijn voor het functioneren van de citroenbatterij, al blijkt ook rauwe aardappel - die we niet erg zuur vinden - uitstekend te functioneren. Strikt genomen heb je met één zink- en één koperelektrode nog geen batterij, maar een "cel". Door meerdere cellen in serie te schakelen krijg je een batterij.

Vraag 1. Analyse citroencel

Zoek uit hoe een citroencel werkt aan de hand van de volgende vragen en opdrachten.

- Maak een inventarisatie van de deeltjes die betrokken zijn bij de reacties die tot elektrische spanning kunnen leiden.
- Schrijf de half-reacties op die er kunnen plaats vinden. (gebruik BINAS tabel 48)
- Geef het celdiagram van de citroencel op basis van bovenstaande half reacties.
- Bepaal met behulp van de BINAS tabel 48 het te verwachten potentiaalverschil tussen de koper en zink elektrode. Welke elektrode is negatief?
- Kun je bij de citroencel spreken van een zoutbrug? Waarom wel/niet?
- Hoe zou je de citroencel bouwen als je alleen over citroensap beschikt? Teken de opstelling voor deze "citroensapcel".
- Welke elektrode is essentieel (reageert) en welke zou je eventueel kunnen vervangen door een inerte elektrode (koolstof, - of platina).
- Door welk materiaal zou je *andere* elektrode kunnen vervangen? Welk invloed heeft dat op het potentiaal?
- Door welke oplossing zou je het citroensap en de citroensapcel kunnen vervangen?
- Hoe zou je de werking van de citroensapcel kunnen optimaliseren? Denk hierbij onder andere aan het vermogen.

-
- k. Welk ander fruit/groente zou kunnen functioneren als elektrische cel en waarom?
- l. Is het verantwoord de citroen te eten nadat je hen als elektrochemische cel hebt gebruikt? Waarom wel/niet?
-

Het onderzoek

Aan de hand van je analyse ga je nu steeds een hypothese opstellen over de werking van de citroenbatterij en een bijbehorend experiment ontwerpen om de hypothese aan te nemen of te verwerpen.

Voorbeeld 1:

- Hypothese: De zinkelektrode reageert en is dus essentieel voor de werking van de batterij.
- Voorspelling: Als de hypothese waar is en ik vervang de zinkelektrode door een koolstofelektrode dan meet ik geen spanning meer.
- Experiment: Vervang de zinkelektrode door een koolstofelektrode (de stroomkring blijft gesloten) en meet de spanning.

Vraag 2. Hypothese opstellen en onderzoeken

Stel een hypothese op over een aspect van de werking van de citroencel dat je verder wilt Uitzoeken. De hypothese wordt aangenomen als de als de voorspelling uitkomt.

Ontwerp een experiment waarmee je de hypothese kunt verifiëren of falsificeren. Stel een lijst van materialen op die je daarbij nodig hebt.

Vraag aan je docent of de TOA welke materialen beschikbaar zijn. Zorg zelf voor de citroenen/ het citroensap/ ander fruitsap etc.

Op internet kun je een hoop informatie vinden over de werking van de citroenbatterij. Je kunt deze informatie gebruiken voor je onderzoek of ervoor kiezen het helemaal op eigen houtje te doen. Eventueel kun je de uitkomsten vergelijken met wat er op internet te vinden is. N.B. de meeste sites beperken zich tot een zeer basale uitleg. Door het uitvoeren van dit onderzoek word je geacht meer te weten te komen dan wat er daar te vinden is.

Vervolgonderzoek: combineer scheikunde met natuurkunde

De opdracht bij dit onderzoek is: maak een zo krachtig mogelijke fruit,- en/of groentebatterij en laat er een ledlampje/digitaal klokje/melodietje van een "lawaaikaart" o.i.d. op werken.

Voorbeeld 2:

- Hypothese: De spanning van de citroenbatterij wordt bepaald door het aantal in serie geschakelde cellen van de batterij.
- Voorspelling: Als de hypothese waar is en ik maak een serieschakeling dan krijg ik een grotere spanning.
- Experiment: Bepaal de spanning die één cel kan leveren, schakel vervolgens twee (of meer) cellen in serie en bepaal opnieuw de spanning. Je kunt ook bepalen of de spanning recht evenredig is met het aantal cellen.

Vraag 3. Hypothese over een krachtige cel

Waarvoor wordt het vermogen van de batterij bepaald? Heb je meerdere stukken fruit nodig of kun je met een stuk volstaan? Welke elektroden werken het best? Maak serie- en parallelschakelingen en meet spanningen en eventueel stroomsterktes (milli-ampères).

- Stel een hypothese op die je wilt onderzoeken.
 - Maak een plan om de hypothese te onderzoeken, stel een lijst met materialen op (zoals bij vraag 2) en voer het onderzoek uit.
 - Formuleer je conclusie(s).
-

Product

Bedenk met elkaar welke informatie je aan je docent en je medeleerlingen wilt/moet presenteren. Welke vorm (poster, PowerPoint, demo van een experiment, ...) past daar het beste bij?

Bedenk goed wat je publiek volgens jullie (ten minste) geleerd moet hebben als ze kennis hebben genomen van jullie product. Besteed aan die boodschap de meeste aandacht. Bedenk een vraag die een medeleerling moet kunnen beantwoorden als hij/zij jullie product heeft bestudeerd.