



De website [www.chemieleerkracht.be](http://www.chemieleerkracht.be)

## Project waterstofgas

# Inhoud

- 1. Project “Waterstofgas” op chemieleerkracht.be
- 2. Inhoud van het project
- 3. Tips om het project in de klas uit te voeren
- 4. Bijkomende tools
- 5. Bijkomende info rond het project op chemieleerkracht.be



2015 - 2016



-project waterstofgas



Vakdidactisch Centrum - Centre for Subject Matter Teaching  
[www.vakdidactiek.be](http://www.vakdidactiek.be)  
Agoralaan gebouw 8, bus 1, 3590 Diepenbeek - Belgium  
T +32 (0)11 561570 - F +32 (0)11 561579

Coachingssessie 3

## INLEIDING

### 1. THEORETISCHE BENADERING

### 2. PRODUCTIE VAN WATERSTOFGAS

#### 2.1. PRODUCTIEMOGELIJKHEDEN VAN WATERSTOFGAS

#### 2.2. WATERSTOFGAS MAKEN IN DE KLAS

#### 2.3. DE ECONOMISCHE PRODUCTIE VAN WATERSTOFGAS

#### 2.4. EIGENSCHAPPEN VAN WATERSTOFGAS

#### 2.5. VOOR-EN NADELEN VAN WATERSTOF

### 3. DE OPSLAG VAN WATERSTOFGAS

#### 3.1. DE OPSLAG

#### 3.2. BEREIDING EN OPSLAG VAN WATERSTOFGAS IN DE KLAS

### 4. TOEPASSINGEN VAN WATERSTOFGAS

#### 4.1. DE BRANDSTOFCEL

#### 4.2. DE BRANDSTOFCEL IN DE KLAS

#### 4.3. DE VERBRANDINGSMOTOR

### 5. BIBLIOGRAFIE

### 6. BIJLAGEN

## 2.2. WATERSTOF GASMAKEN IN DE KLAS

### Werkwijze1: reactie tussen aluminium en loog

Benodigheden:

- 2 reageerbuizen
- lucifers
- aluminiumfolie
- loog: NaOH-oplossing 10% (10 g NaOH opgelost in 100 ml water)

- Maak een propje met 2 cm<sup>2</sup> aluminiumfolie en breng het propje in een proefbuis.
- Giet hierover ongeveer 2 ml (2 cm in het proefbuisje) van de loog.
- Volg de optredende reactie. Indien de oplossing serieus reageert met het aluminium, dit zie je als de oplossing grijs begint te worden, zet je op de proefbuis omgekeerd de andere proefbuis.
- Vang het ontstane gas op gedurende een halve minuut.
- Steek het gas aan met een brandende lucifer.



[Sodium Hydroxide + Aluminium Exothermic Reaction- Al + NaOH = Na3AlO3 + H2 - YouTube](#)

## 2.2. WATERSTOFGASMAKEN IN DE KLAS

### Werkwijze2: Knallen van waterstofgas in een ei

Benodigheden:

Materiaal: Erlenmeyer
Stop doorboord met glazen staafje
Uitgeblazen ei
Tape
Lucifers
Stoffen: Mg-lint

---

Breng 2 cm Mg-lint in de erlenmeyer.

Zet op de erlenmeyer een stop doorboord met een glazen staafje. Zet hierop een uitgeblazen ei. Plak de andere opening met tape dicht.

Giet 20 ml HCl-oplossing bij het Mg-lint.

Doe de erlenmeyer direct dicht met de top waarop het ei bevestigd is.

Haal het ei van het glazen staal. Zet het met de opening naar beneden op een proefbuizenrek.

Hou een brandende lucifer bij de opening van het ei.

---



<https://www.youtube.com/watch?v=T0LOB874zY4>

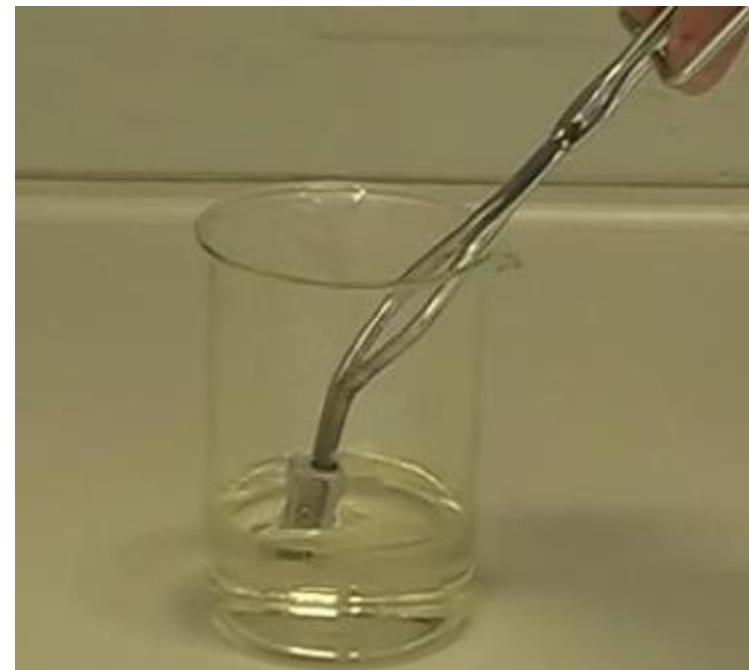
## 2.2. WATERSTOF GASMAKEN IN DE KLAS

### Werkwijze3: Potloodslijper vormt knalgas

#### Benodigdheden

Materiaal: Magnesiumpotloodslijper  
glazen petrischaal  
metalen tang  
HCl\_1 mol/l

Vul een petrischaaltje voor de helft met geconcentreerde HCl.  
Neem met de metalen tang de potloodslijper vast en leg deze in de oplossing.  
Verwijder de slijper na een tijd en poel de slijper af met gedestilleerd water.  
Controleer de slijper.



<https://www.youtube.com/watch?v=YukU5MyaFME>

## 2.4. De eigenschappen van waterstofgas

<https://tools.remeha.nl/actueel/alles-over-waterstof-compleet-overzicht/>

## 2.5 Voor- en nadelen van waterstofgas

De sterke eigenschappen zijn duidelijk:

- Prima op te slaan
- Het kan worden geproduceerd uit duurzame energie
- Het enige restproduct van een cv-ketel op waterstof is water
- Goed te transporteren

Extra proeven op waterstof en eigenschappen waterstofgas [LINK](#)

## Waterstofgas

- [Bereiding van diwaterstof](#)
- [Elektrolyse van waterstofchloride](#)
- [Knalgas ontploft in een ei](#)
- [Migratie van waterstof is sneller dan lucht](#)
- [Plaats van waterstof in de spanningsreeks van metalen](#)
- [Potloodslijper vormt knalgas en verdwijnt in zuur](#)
- [Racer is de kleinste waterstofauto ter wereld](#)
- [Verhit magnesium reageert met water](#)
- [Verschijnen en verdwijnen van een kaarsvlam met waterstofgas](#)



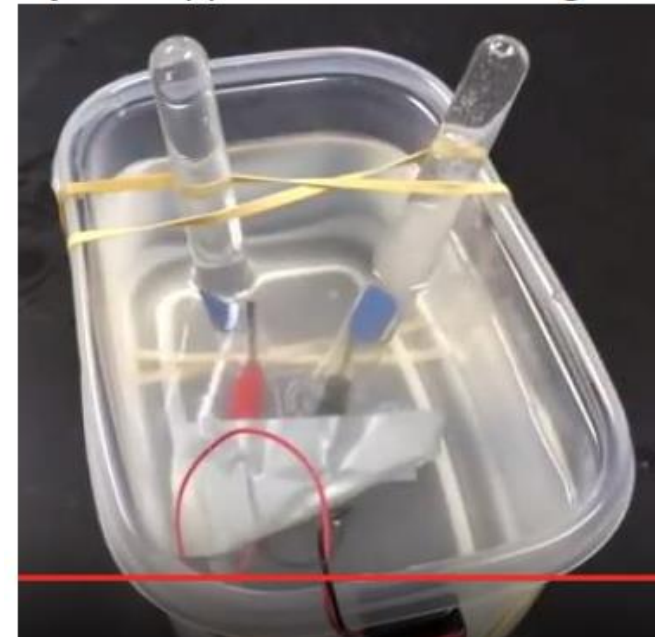
### 3. DE OPSLAG VAN WATERSTOFGAS

#### Werkwijze1: Zelf een elektrolysetoestel voor water bouwen

##### Benodigheden

Materiaal: 2 proefbuizen  
Een plasticen bakje  
2 grafielektroden (potlood)  
Tape  
3 elastiekjes  
Voeding, kabels en klemmen  
Stof:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  10% oplossing

Volg het stappenplan zoals op het bijgevoegd filmfragment. Neem één elastiek en breng deze rond het plasticen bakje. Span nu twee elastiekjes over de andere oppervlakken. Bevestig ze zodanig dat hiertussen de twee proefbuizen kunnen. Koppel aan twee grafielektroden (eventueel potlood) via een klem de kabels. Maak eventueel de kabels met tape vast aan het oppervlak van het bakje. Zet de elektroden in de proefbuizen. Vul de bak voor 2/3 met een  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -oplossing 10%. Zorg dat de proefbuizen volledig gevuld worden door ze onder te dompelen zonder boven het vloeistofoppervlak te komen. Plaats ze recht in het bakje. Zet de bron aan (9V) en neem de vorming van de gassen waar. Eventueel kunnen de gassen worden aangetoond.



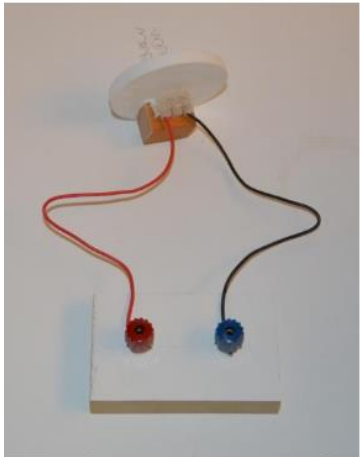
<https://www.youtube.com/watch?v=8CtOrF2ENJg>

### 3. DE OPSLAG VAN WATERSTOFGAS

#### Werkwijze2: Zelf een elektrolysetoestel voor water bouwen: alternatief

Benodigheden:

- glazen pot met kunststofdeksel;
- platinadraad +/- 20 cm (bestelling ev. Vincent leermiddelen) ;
- kroonsteentje 3 stuks;
- blokje hout: 18 x 18 x 30mm;
- soepel snoer rood en zwart: +/- 25 cm;
- stekkerbussen op plankje , bron 3V



Uitvoering

- 1 Neem de kunststofdeksel en priem ongeveer twee gaatjes 15 mm uit elkaar en in het midden van het deksel.
- 2 Knip de platinadraad in twee gelijke stukken en wind op een asje om een spiraal te maken.
- 3 Breng de spiralen door de deksel en laat ongeveer 10 mm aan de bovenkant uitsteken.
- 4 Monteer het kroonsteentje op de spiralen.
- 5 Lijm het blokje hout als steun van het kroonsteentje.
- 6 Sluit een rode en een zwarte draad aan het kroonsteentje dat verbonden is met de platinadraad.
- 7 De andere kant van de soepele draad sluit je aan op de stekkerbussen.
- 8 Vul gedemineraliseerd water in het potje tot aan de rand.
- 9 Monteer het deksel en volg de proef hieronder.



### 3. DE OPSLAG VAN WATERSTOFGAS

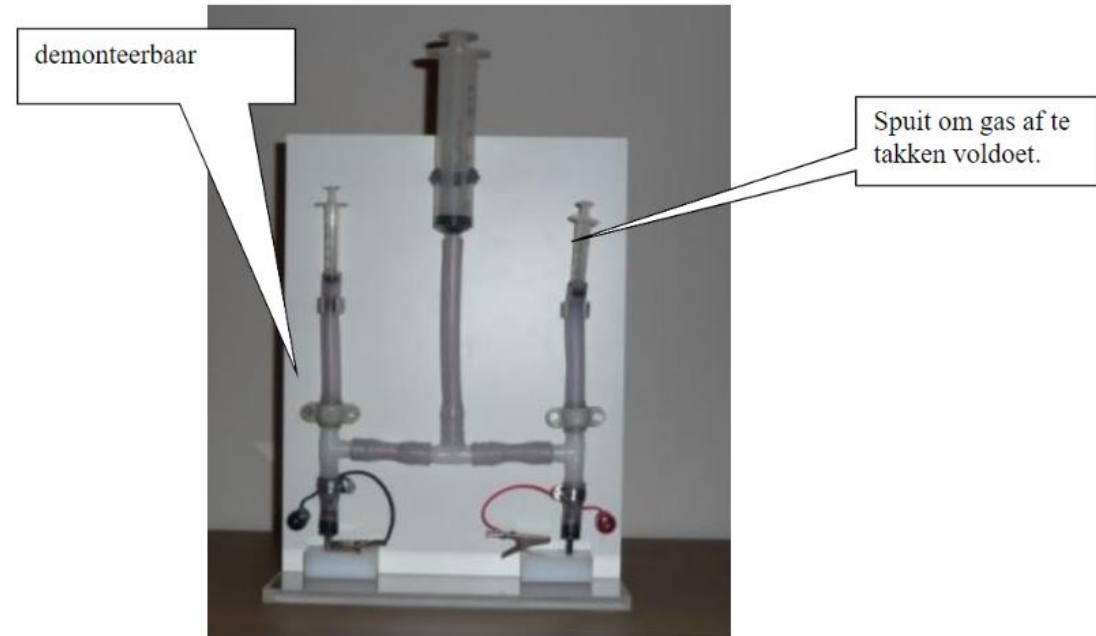
#### Werkwijze3: Bouwen van het toestel van Hoffman

##### Benodigdheden:

Toestel van Hoffman  
Water  
Spanningsbron van 12V  
Zout

##### Uitvoering:

Vul het toestel met water langs de middelste buis.  
Sluit aan de stekkerbussen een spanning van min. 12V aan. Het water zal door elektrolyse opsplitsen in waterstof en zuurstof.  
Het toestel kan aangekocht worden bij gespecialiseerde firma's of je kan het zelf ontwerpen  
De elektroden zijn vervaardigd uit koolstofstaafjes van een schrijnwerkerpotlood of batterij. Dit geeft een ruime waterstofproductie, maar onvoldoende zuurstof .  
Om de reactie optimaal te laten verlopen zijn elektroden van platina beter.

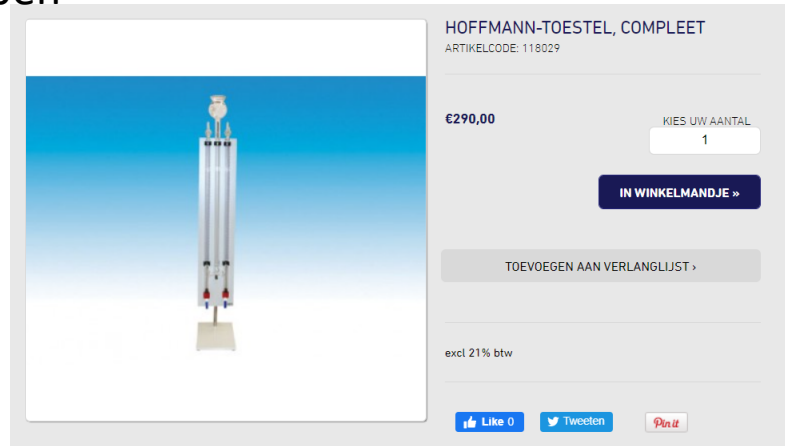


Alternatieven voor elektrolyse van water:  
-Zelf maken

<http://www.thuisexperimenteren.nl/science/electrolyse/electrolyse.htm>

[http://www.experimenten.nl/elektrolyse\\_water.html](http://www.experimenten.nl/elektrolyse_water.html)

-Aankopen



HOFFMANN-TOESTEL, COMPLEET  
ARTIKELCODE: 118029

€290,00

KIES UW AANTAL  
1

IN WINKELMANDJE >>

TOEVOEGEN AAN VERLANGLIJST >

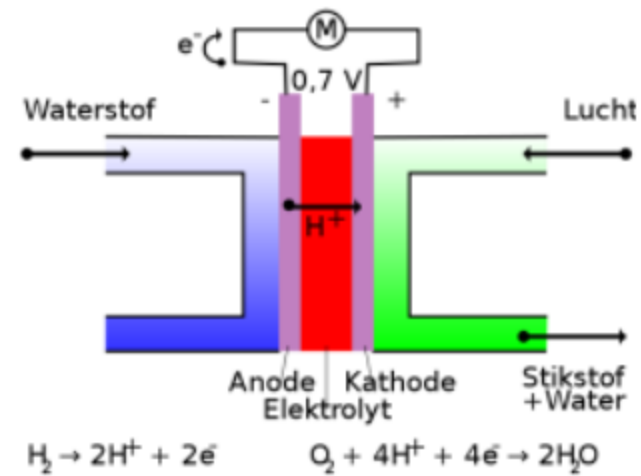
excl 21% btw

Like 0 Tweeten Pin it

<http://www.leermiddelen.be/nl/hoffmann-toestel-compleet>

## 4 TOEPASSINGEN VAN WATERSTOFGAS

### 4.1 De brandstofcel



<https://www.youtube.com/watch?v=N2DHIFCF-Q0>

## 4 TOEPASSINGEN VAN WATERSTOFGAS

### 4.2. Gebruik van de brandstofcel in de klas

Werkwijze1: De brandstofcelauto

<http://chemieleerkracht.blackbox.website/index.php/de-brandstofcelauto/>

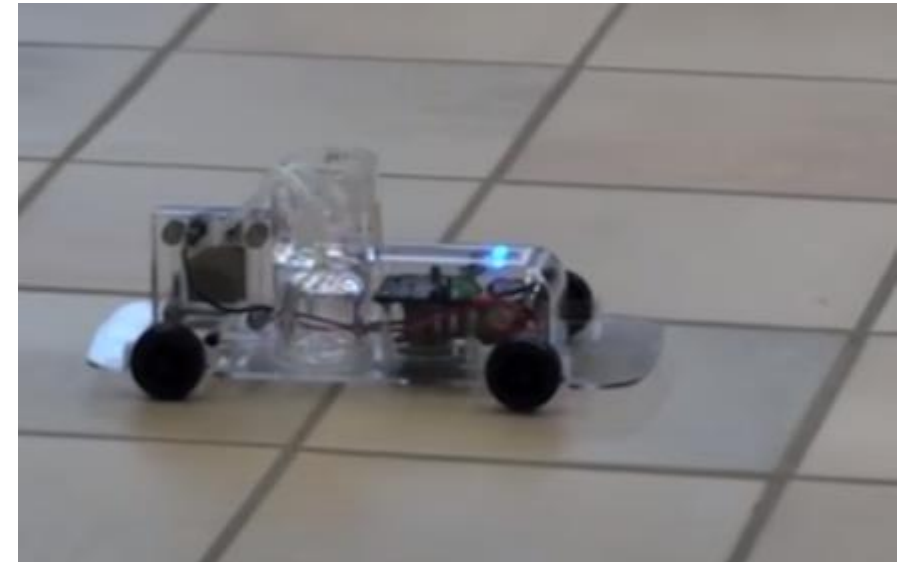
Benodigheden:

Waterstofauto (conrad.be)

Water in een zuivere vorm

Een energiebron van 3V ( batterijen, zonnepaneel...)

Spuitje



[https://www.youtube.com/watch?v=XIShMs\\_Sr-A](https://www.youtube.com/watch?v=XIShMs_Sr-A)

[Alternatief zelf maken](#)

## 4 TOEPASSINGEN VAN WATERSTOFGAS

### Tutorial HyRunner - Das Wasserstoff-Brennstoffzellen-Auto

Mit dem TUTORIAL HyRunner können Sie die Fortbewegung der Zukunft erforschen. Der HyRunner verwendet eine reversible Brennstoffzelle. Wird an die reversible Brennstoffzelle eine Spannung angelegt, produziert sie aus destilliertem Wasser Wasserstoff und Sauerstoff. Wird der Elektromotor des Autochassis angeschlossen, verbindet die reversible Brennstoffzelle Wasserstoff und Sauerstoff wieder zu Wasser und gibt dabei Strom und Wärme ab. Ladezeit mit Solarmodul bei Sonnenlicht ca. 9 Minuten, mit PowerSupply ca. 4 Minuten; Fahrzeit ca. 8 Minuten.

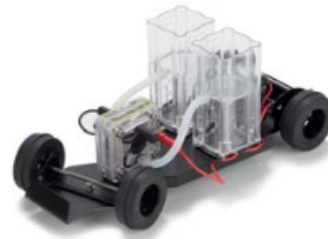
#### Technische Daten

- Elektrolysebetrieb: 5 cm<sup>3</sup>/min H<sub>2</sub>; 2,5 cm<sup>3</sup>/ O<sub>2</sub>; 1,16 W
- Brennstoffzellenbetrieb: H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>: 300 mW - H<sub>2</sub>/Air: 100 mW
- Gasspeicher: 30 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub> / 30 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>
- Solarmodul: 2,0 V / 600 mA
- Steckernetzteil: 1,2 A
- H x B x T: 100 x 115 x 260 mm; Gewicht: 1,3 kg

**NEU**


#### Lieferumfang:

- Reversible Brennstoffzelle H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/Air für Elektrolyse- und Brennstoffzellenbetrieb
- Gasspeicher für 30 cm<sup>3</sup> Wasserstoff- oder Sauerstoffgas
- Auto-Grundplatte, Chassis aus Metall mit Elektromotor
- Solarmodul Tutorial mit magnetischem Halter
- Steckernetzteil PowerSupply
- Verbindungskabel
- Lehrbuch „Brennstoffzellen im Unterricht“




T 207

€ 264,00

 +49 711 / 40 20 50

 +49 711 / 40 20 536

 [der-hedinger.de](http://der-hedinger.de)

289

## 4 TOEPASSINGEN VAN WATERSTOFGAS

### Werkwijze2: Meetmogelijkheden met elektrolysecel en brandstofcel

#### Benodigheden

- spanningsbron
- elektrolysecel
- 2 multimeter
- brandstofcel
- verbruiker
- 8 snoeren

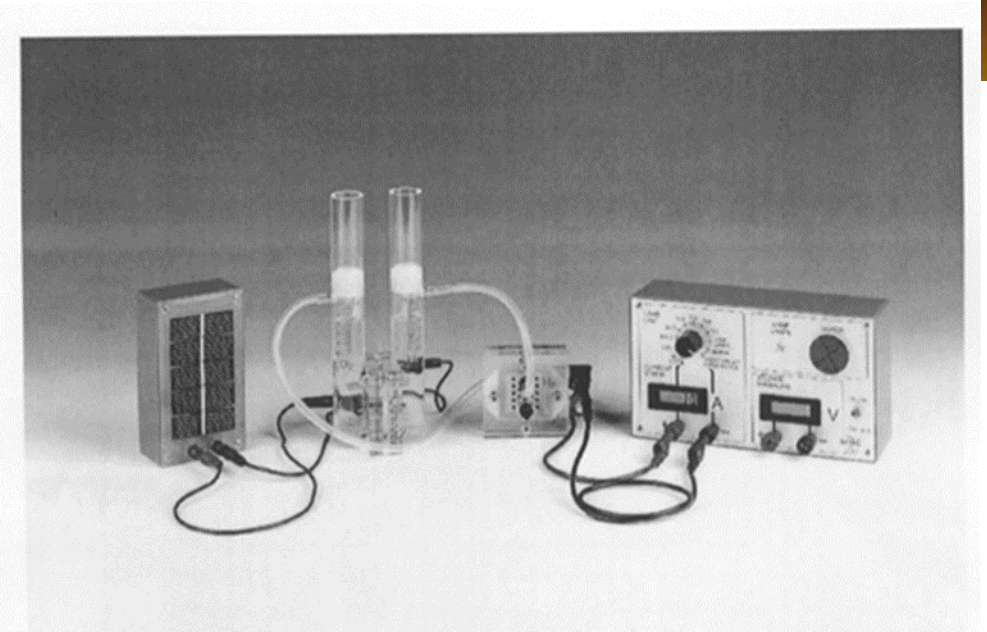
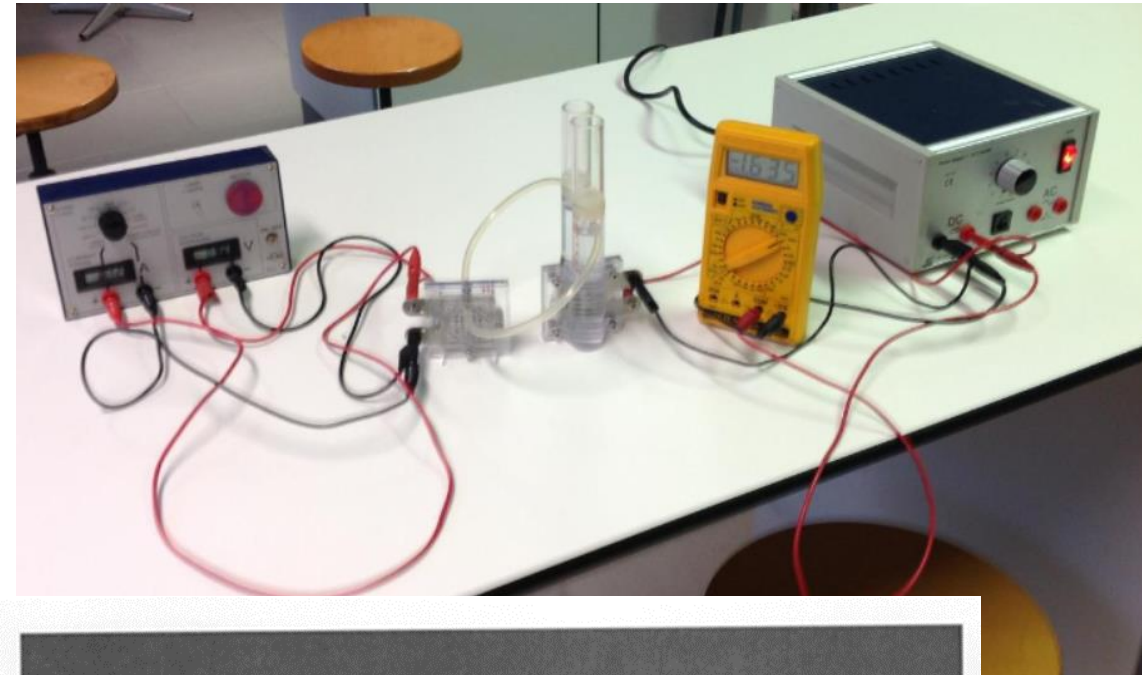
Bouw de opstelling.

Vul het elektrolysetoestel met gedestilleerd water.

Start met een spanning van 1 V. Meet deze spanning met de multimeter.

Laat de ontleding starten en meet de gevormde spanning aan de brandstofcel.

Koppel de brandstofcel eveneens aan de ampèremeter en meet de stroomsterkte bij 1 Ohm weerstand.





#### 4.1.2 Kit biogasreactor

Productie en analyse van biowaterstof



[LINK](#) p 5

<http://chemieleerkracht.blackbox.website/wp-content/uploads/2018/08/Bioreactor.pdf>



Na ongeveer 24 uur, bij een kamertemperatuur van ongeveer 23 °C, zullen er waterstofgasbellen uit de vloeistof, die zich in de biogasreactor bevinden, omhoog stijgen. Het gas dat vrijkomt zal opgevangen worden in de medische spuit die men vervolgens koppelde aan de driewegkraan. Men kan ook het gas rechtstreeks in verbinding stellen met de brandstofcel en dit gas omzetten in elektrische energie. Deze elektrische energie zal dan gebruikt worden om de elektrische miniwindmolen te doen draaien gedurende enkele uren. Als de proef werd uitgevoerd in een warmwaterbad, werden dezelfde waarnemingen gedaan als de proef op kamertemperatuur. Enkel de fermentatietijd zal hier sneller verlopen.