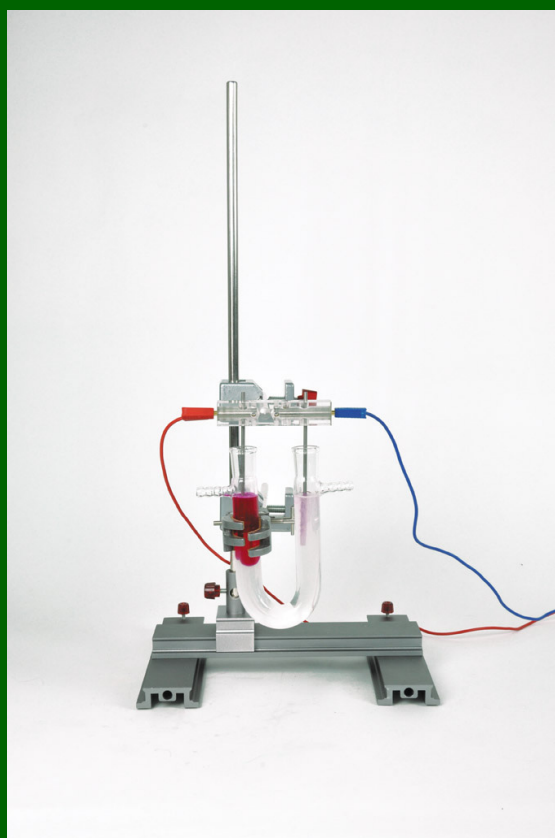


Leerlingexperimenten

HANDLEIDING  
**ELEKTROCHEMIE**  
C9160-4E



© NTL & CMA

# INHOUDSOPGAVE

<b>1.2. Elektrische Geleiding en Isolatoren .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Geleiding van verschillende materialen.....	3
1.2.1.1. Wanneer brandt de gloeilamp? .....	3
1.2.1.2 In de voetsporen van Ritter .....	4
1.2.2 Ionbinding (Ionrooster, Ionbeweging).....	5
1.2.2.5 Bewegende ionen .....	5
<b>1.3 Nieuwe stoffen afleiden met behulp van elektrische stroom.....</b>	<b>6</b>
1.3.1 Elektrolyse van een Zoutoplossing.....	6
1.3.1.1 Bruine strepen .....	6
1.3.1.2 Het omgekeerde proces .....	7
1.3.1.3 Uitwisselen van elektroden .....	8
1.3.2. Technische betekenis van elektrolyse.....	9
1.3.2.1 Tekenen van afbraak .....	9
1.3.2.2 De gedecoreerde sleutel .....	10
<b>2.4 Zuren en basen in het dagelijks leven.....</b>	<b>11</b>
2.4.3 Elektrische geleiding van zuren en basen.....	11
2.4.3.1 Zure geleiders? .....	11
2.4.3.2 Basische geleiders? .....	12
<b>2.6 Natuurlijke stoffen en synthetische materialen .....</b>	<b>13</b>
2.6.4 Elektrolyse van keukenzout.....	13
2.6.4.1 Verarmd keukenzout .....	13
<b>2.7 Stoffen in de wereld van het werk .....</b>	<b>14</b>
2.7.2 Aluminium.....	14
2.7.2.2 Gekleurde platen .....	14
<b>2.9 Alcohol en Koolzuren.....</b>	<b>16</b>
2.9.2 Vergelijken van basen en alcohol.....	16
2.9.2.2 Slechts één geleider.....	16

## 1.2. ELEKTRISCHE GELEIDING EN ISOLATOREN

### 1.2.1 GELEIDING VAN VERSCHILLENDE MATERIALEN

#### 1.2.1.1. WANNEER BRANDT DE GLOEILAMP?

U heeft nodig:

**Apparatuur:**

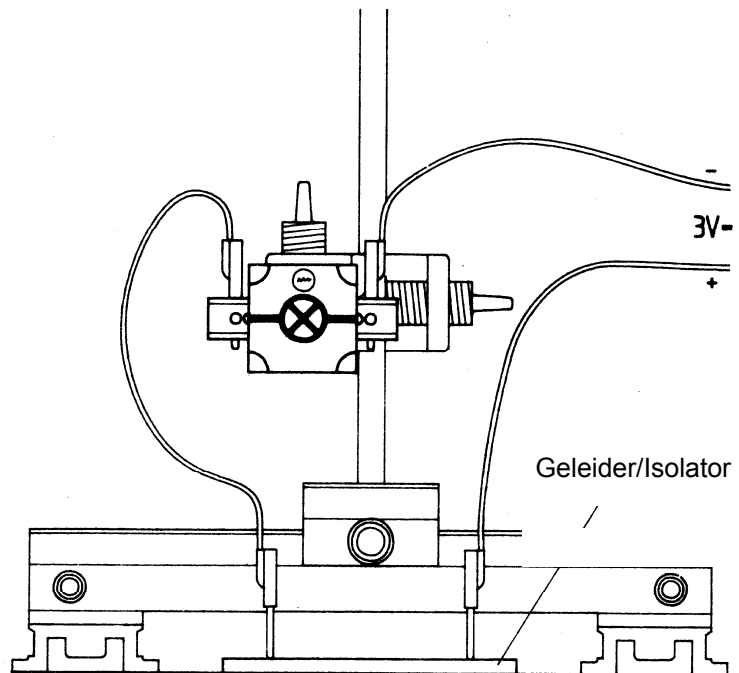
Spanningsbron (3V – 6V)  
Gloeilamp  
Fitting voor gloeilamp  
Aansluitdraden (3x)  
Koperelektrode  
Koolstofelektrode  
Nikkelelektrode  
Roerstaaf (glas)  
Tang  
Stukje slang  
Smeltkroes  
Lepel

**Chemicaliën:**

Geen

**Materialen:**

Houten stokje  
Suikerklontje  
Kort potlood (2 geslepen uiteinden)  
Papier  
Aluminiumfolie



**Veiligheid:**

Het gebruik van een hoger voltage dan de gestelde 3V kan leiden tot vuurverschijnselen (m.n. bij gebruik van het potlood als geleider)

**Werkwijze:**

Bouw de opstelling voor de proef zoals aangegeven op de tekening. U gaat bepalen welke vaste stoffen elektriciteit geleiden en welke niet. Zet de stoffen die getest zullen worden op tafel en raak elk van de voorwerpen aan met de bananenstekers die ongeveer 3 cm uit elkaar moeten staan en 3 volt spanning moeten dragen. Test de volgende materialen: koperelektrode (koper), koolstofelektrode (koolstof), nikkelelektrode (nikkel), glazen staaf (glas), tang (ijzer), slang (rubber), smeltkroes (porselein), lepel (plastic/metaal), aluminiumfolie (aluminium), houten stokje (hout), suikerklontje (suiker), potlood (behuizing en grafietstaafje), papier.

Maak een lijst van de voorwerpen (materialen) en noteer wanneer de gloeilamp brandt en wanneer niet.

**Resultaat:**

Gloeilamp brandt bij koper, koolstof, nikkel, ijzer, aluminium, grafiet, lepel (indien metaal), tang  
Gloeilamp brandt niet bij: glas, rubber, porselein, plastic, hout, suiker, papier.

Vaste stoffen die elektriciteit geleiden noemen we geleiders; vaste stoffen die geen elektriciteit geleiden noemen we non-geleiders of isolatoren. Vaste stoffen die vrije elektronen bezitten geleiden elektriciteit (metalen, grafiet, koolstof). Isolatoren hebben alleen gebonden elektronen (kunnen niet vrij bewegen).

Als verdere verdieping zou bij een vervolproef ook gekeken kunnen worden naar het effect van de fase van de stof (zouten geleiden alleen in de vloeibare fase).

## 1.2.1.2 IN DE VOETSPOREN VAN RITTER

U heeft nodig:

### **Apparatuur:**

Spanningsbron (3V - 6V)  
Aansluitdraden (2x)  
Gloeilamp met fitting  
Driepoot  
Draaibare klem  
Elektrodehouder  
Koolstofelektroden (2x)  
150 mL Bekerglas  
Roerstaaf (glas)  
Spatel

### **Chemicaliën:**

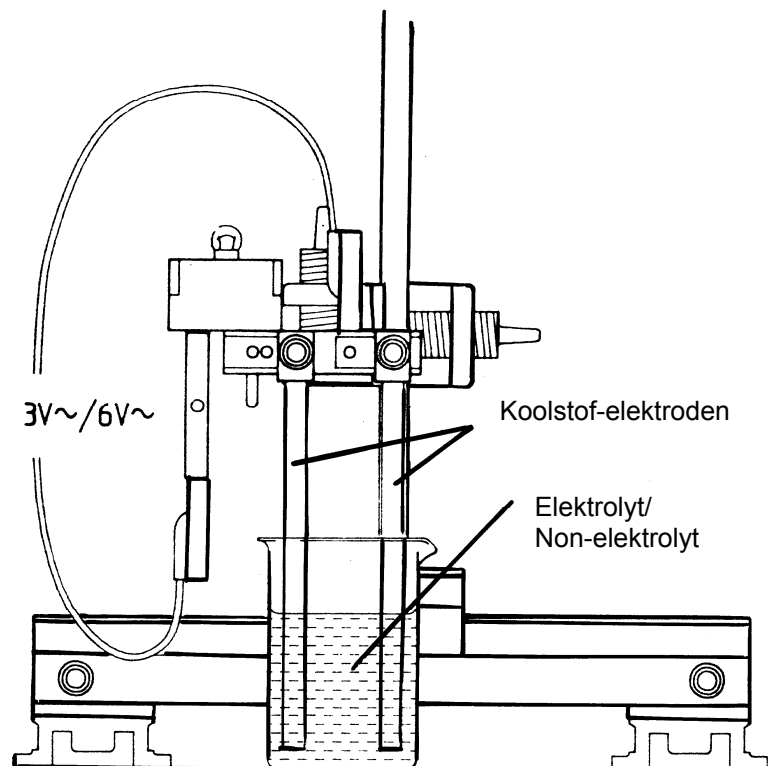
Natriumhydroxide (NaOH)  
Natriumchloride (NaCl)  
Ethanol  
1 M zoutzuur  
Kerosine

### **Materialen:**

Gedistilleerd water

### **Veiligheid:**

Er wordt gewerkt met zuren en basen, dus voorzichtigheid is geboden. Draag een labjas en veiligheidsbril.



### **Werkwijze:**

Bouw de opstelling voor de proef zoals aangegeven op de tekening. U gaat bepalen welke vloeistoffen elektriciteit geleiden en welke niet. Giet de vloeistof die getest moet worden (ong. 60 mL van elk type) in het bekglas, zodat beide elektroden goed contact maken met de oplossing en stel de spanningsbron in op ongeveer 6V (gelijkstroom).

Gebruik de volgende vloeistoffen:

- Gedistilleerd water,
- Kerosine
- Alcohol
- Zoutzuur
- Kraanwater

Maak tot slot twee zoutoplossingen door het bekglas te vullen met gedistilleerd water en vervolgens een spatelpunt zout (één keer met natriumhydroxide en één keer met natriumchloride) toe te voegen.

Maak een lijst van materialen en noteer wanneer de lamp oplicht en wanneer niet.

Wat zie je wanneer natronloog en natriumchloride worden toegevoegd?

### **Resultaat:**

Gloeilamp brandt: natronloog, zoutzuur, natriumchloride-oplossing.

Gloeilamp brandt niet: gedistilleerd water, kerosine, alcohol, kraanwater (afhankelijk van de hardheid).

Vloeistoffen die elektriciteit geleiden noemen we elektrolyten (zuren, basen, zoutoplossingen, gesmolten zouten) – deze bevatten allen vrij bewegende, geladen deeltjes (ionen).

J. W. Ritter (1776-1810) – Ontdekker van de elektrochemie

### **Tip:**

De vloeistoffen kunnen opnieuw gebruikt worden.

## 1.2.2 IONBINDING (IONROOSTER, IONBEWEGING)

### 1.2.2.5 BEWEGENDE IONEN

U heeft nodig:

#### **Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Spanningsbron (12V)  
Aansluitdraden (2x)  
Elektrodehouder  
(Nikkel)elektroden (2x)  
U-buis  
Roerstaaf  
250 mL Bekerglas  
Pipetten

#### **Chemicaliën:**

0,5 M Kaliumnitraat oplossing ( $\text{KNO}_3$  (aq))  
1 M Zwavelzuur ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  (aq))  
1 M Natronloog ( $\text{NaOH}$  (aq))

#### **Materialen:**

Watten  
Rodekoolsap

#### **Veiligheid:**

Er wordt gewerkt met zuren en basen, dus voorzichtigheid is geboden. Draag een labjas en veiligheidsbril.

#### **Werkwijze:**

Doe ongeveer 40 mL kaliumnitraatoplossing in het bekglas en voeg een paar mL paarse koolsap toe. Homogeniseer het mengsel. Vul de U- buis tot 2 cm onder de bovenranden met watten. Giet de kaliumnitraatoplossing over de watten tot een niveau net onder de zij-openingen. De watten zullen ietwat krimpen.

Pipetteer ongeveer 1 mL zwavelzuur op de anode-kant (+ pool) en ongeveer 1 mL natronloog-oplossing aan de kathode-kant (- pool). Zet de twee nikkelelektroden met de klemmen vast en dompel ze onder in de oplossing, totdat ze het poetskatoen bereiken (maar niet aanraken). Stel de spanningsbron in op 12 V gelijkstroom en zet de spanningsbron aan. Wat ziet u gebeuren?

Beëindig de proef zodra u een duidelijk verschil ziet tussen de twee kleurgebieden die in de watten ontstaan. Is er ook een verschil in verspreidingsnelheid?

#### **Resultaat:**

Rodekoolsap is een indicator voor de pH (rood in zure oplossingen, geel in basische oplossingen). Het rode gebied beweegt waarneembaar sneller dan het gele.

De waterstofionen  $\text{H}^+$  /  $\text{H}_3\text{O}^+$  (historische term: hydroxoniumionen) worden aangetrokken door de kathode (- pool) en zorgen ervoor dat het rodekoolsapoplossing rood wordt.

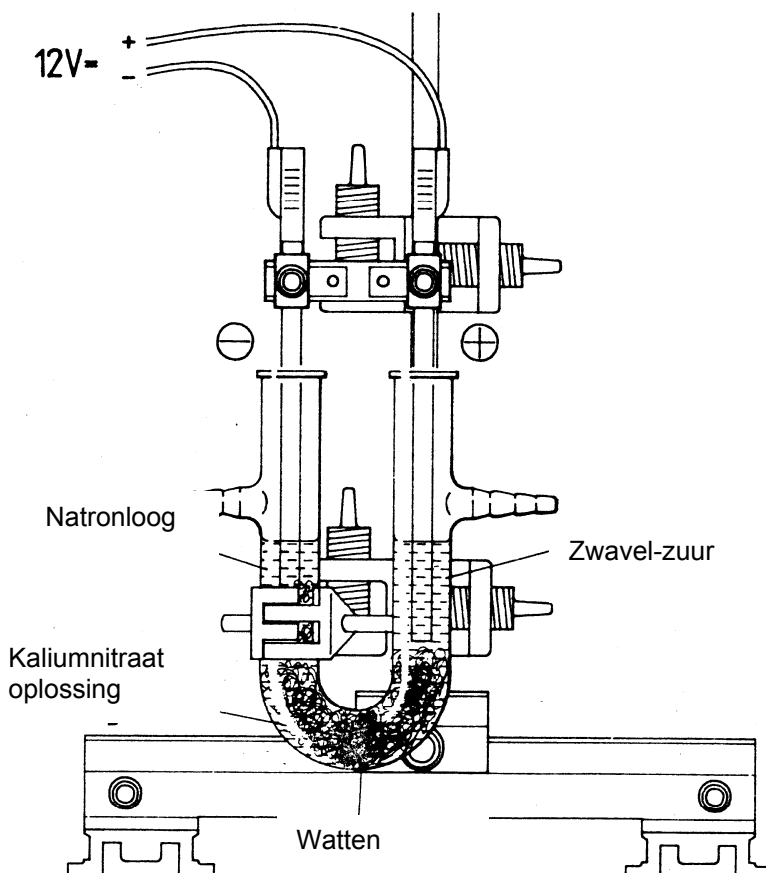
De hydroxide-ionen  $\text{OH}^-$  worden aangetrokken door de anode (+ pool) en zorgen voor de gele kleur.

Hydroxide-ionen zijn mobieler dan hydroxoniumionen, waardoor het rode vloeistoffront sneller beweegt.

Het woord "ion" stamt af van het Griekse *ienai* dat "gaan of wandelen" betekent. Deze term is bedacht door Michael Faraday om de deeltjes mee aan te duiden die van de ene naar de andere elektrode *gaan*

#### **Tip:**

De watten kunt u uit de U-buis verwijderen met bijvoorbeeld een pincet



# 1.3 NIEUWE STOFFEN AFLEIDEN MET BEHULP VAN ELEKTRISCHE STROOM

## 1.3.1 ELEKTROLYSE VAN EEN ZOUTOPLOSSING

### 1.3.1.1 BRUINE STREPEN

U heeft nodig:

**Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Spanningsbron (12V)  
Aansluitdraden (2x)  
Elektrodehouder  
Koolstofelektroden (2x)  
U-buis  
Roerstaaf

**Chemicaliën:**

0,2 M Zinkjodide ( $ZnI_2$  (aq))

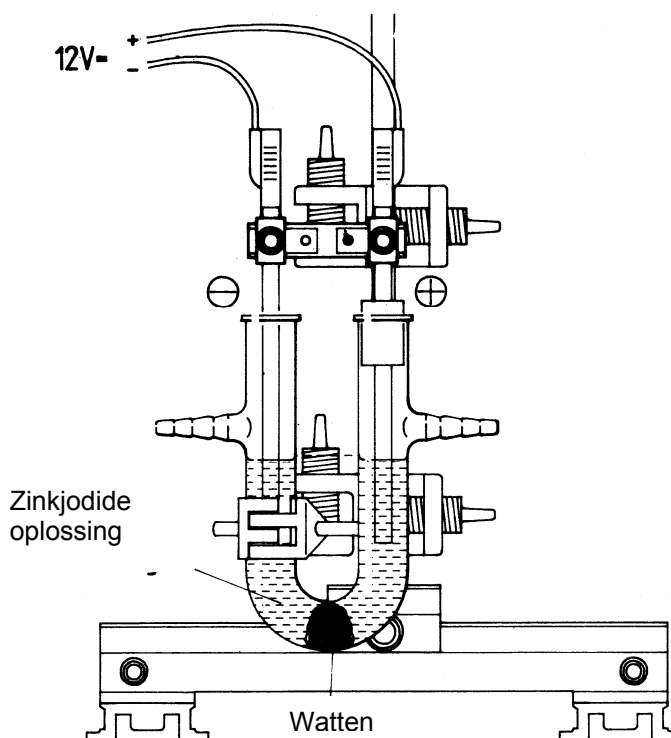
**Materialen:**

Watten  
Pincet  
Schuurpapier

Veiligheid: N.v.t.

**Werkwijze:**

Duw een kleine bal watten in de U-buis met behulp van de roerstaaf of pincet. Klem de U-buis in het statief en vul deze tot net onder de zijopeningen met de zinkjodide-oplossing. Zet de twee koolstofelektrodes vast zodat ze ondergedompeld zijn in de oplossing op een diepte van 3 - 4 cm.



Zet de elektrische voeding op 12 V gelijkstroom en schakel de spanningsbron in. Wat gebeurt er?

Zet de elektrische voeding na tien minuten weer uit. Bestudeer de koolstofelektrode aan de kathode-kant (-pool). Bekijk ook de veranderingen rond de anode (+ pool).

**Resultaat:**

De zinkjodide-oplossing wordt door elektrolyse ontleed. Er verzamelt zich vast zink op de kathode en er ontstaan bruine strepen bij de anode.

In water valt zink(II)jodide uiteen tot zink- en jodide-ionen volgens:  $ZnI_2 \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2 I^-$

Kathode-kant: de zinkionen worden aangetrokken door de kathode en nemen elektronen op; het metaal zink is het resultaat:  $Zn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Zn$

Anode-kant: de anode trekt de jodide-ionen aan, elektronen opnemen ; het resultaat is een molecuul jood:  $2 I^- \rightarrow I_2 + 2 e^-$

De totaalreactie van deze redoxreactie is dus:  $Zn^{2+} + 2 I^- \rightarrow Zn + I_2$

**Tip:**

De watten kunt u uit de U-buis verwijderen met bijvoorbeeld een pincet. Maak de elektroden schoon met bijvoorbeeld schuurpapier.

### 1.3.1.2 HET OMGEKEERDE PROCES

U heeft nodig:

**Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Elektrodehouder  
Spanningsbron  
Aansluitdraden (2x)  
Koolstofelektroden (2x)  
150 mL Bekerglas  
Pipet  
Roerstaaf

**Chemicaliën:**

1 M koper(II)sulfaat (CuSO<sub>4</sub> (aq))

**Materialen:**

Schuurpapier

**Veiligheidstip:** Pipeteer het zwavelzuur met de pipet en draag een labjas en veiligheidsbril.

**Werkwijze:**

Giet 100 mL koper(II)sulfaatoplossing in het bekersglas.

Klem de elektrodes vast in de elektrodehouder op zo'n manier dat ze ongeveer 3 – 4 cm diep in de oplossing zitten. Stel de spanningsbron in op 12 V gelijkstroom en schakel de spanningsbron in. Na enkele minuten is de kathode-kant (- pool) bedekt met koper.

Wissel op de elektrische voeding de + en – polen om door hun draden om te wisselen (verandering van stroomrichting). Zet de spanningsbron weer een paar minuten aan en kijk wat er gebeurt aan de elektroden.

**Resultaat:**

Koper slaat neer op de kathode; we zien een gas ontstaan rond de anode. Na het omwisselen van de aansluitdraden valt het koper van de kathode af, die inmiddels de anode is geworden. Dan slaat er koper neer op de "nieuwe kathode".

In de koper(II)sulfaatoplossing zijn positieve Cu<sup>2+</sup> ionen en negatieve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ionen aanwezig. Aan de kathode worden de koperionen aangetrokken door de kathode en nemen twee elektronen op; het resultaat is het metaal koper:  $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$ .

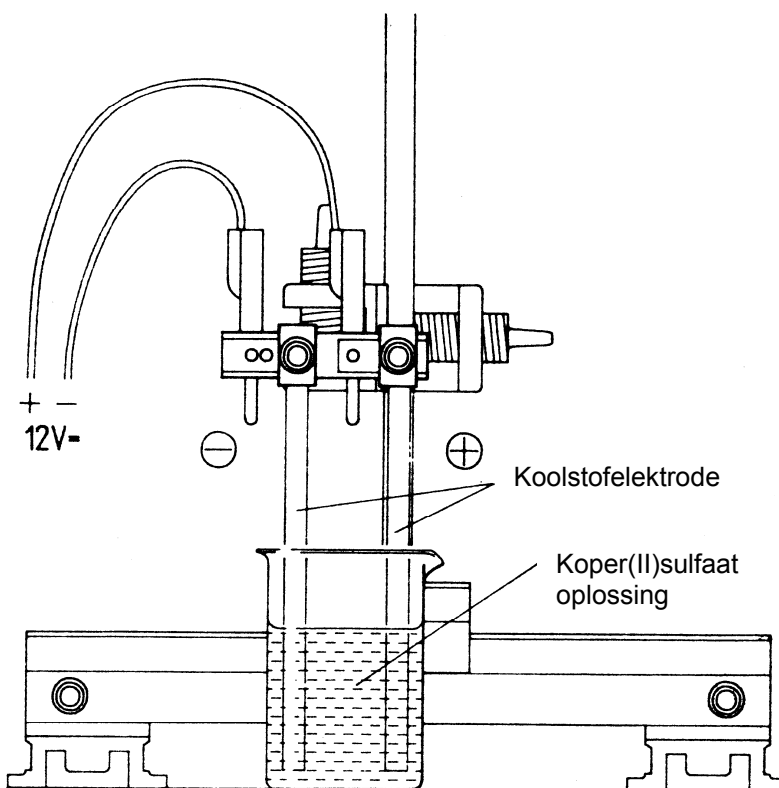
Aan de anode wordt water ontleedt volgens:  $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}^{+} + 4 \text{e}^{-}$

De totaalreactie van deze redoxreactie is dus:  $2 \text{Cu}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Cu} + \text{O}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}^{+}$

De oplossing wordt dus ook langzaam zuur. Dit is zichtbaar te maken door een indicator toe te voegen. Daarnaast zal ook de blauwe kleur van de gehydrateerde koper(II)-ionen langzaam verdwijnen

**Tip:**

Maak na de proef de elektrodes weer schoon met schuurpapier.



### 1.3.1.3 UITWISSELEN VAN ELEKTRODEN

U heeft nodig:

**Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Elektrodehouder  
Nikkelelektroden (2x)  
Aansluitdraden (2x)  
Spanningsbron  
U-buis  
100 mL bekeerglas  
Roerstaaf

**Chemicaliën:**

1 M natriumsulfaat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (aq))  
Fenolftaleïne

**Materialen:**

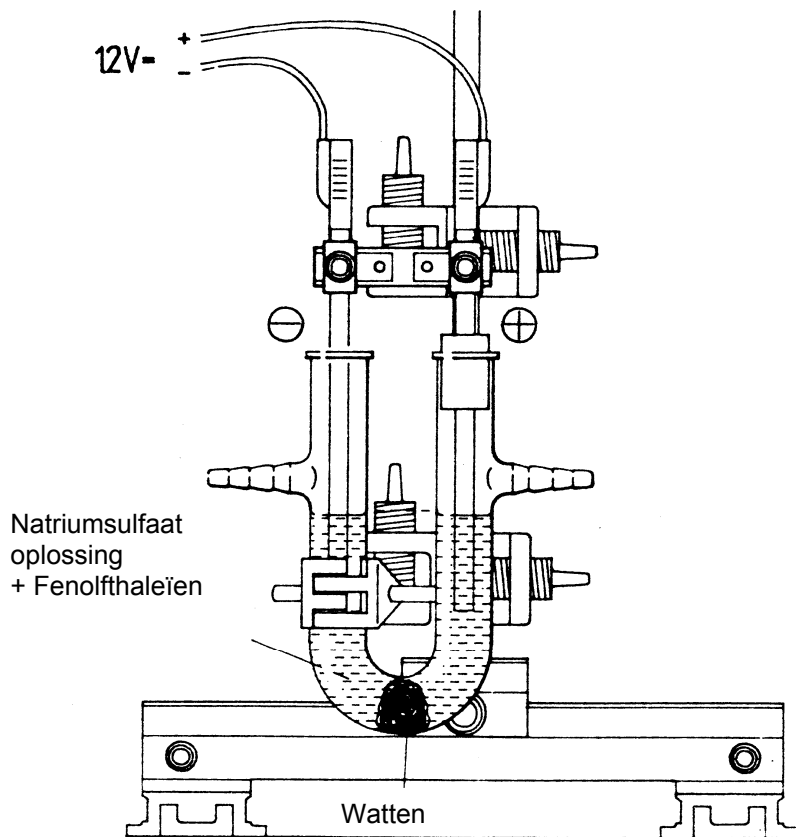
Watten

**Veiligheid:**

N.v.t.

**Werkwijze:**

Giet 40 mL natriumsulfaatoplossing in het bekeerglas en voeg een paar druppels fenolftaleïne toe. Homogeniseer het mengsel met de roerstaaf. Duw met behulp van de roerstaaf een kleine bol watten in het midden van de U-buis.

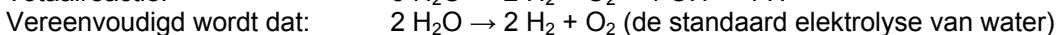
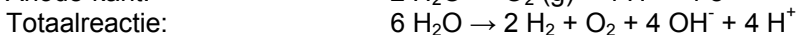


Bevestig de U-buis in het statief en vul hem met natriumsulfaatoplossing tot net onder de zij-openingen. Maak de twee nikkelelektroden vast aan de elektrodehouder zodat ze tot een diepte van 3 – 4 cm worden ondergedompeld in de oplossing. Zet de spanningsbron op 12 V gelijkstroom en zet de spanningsbron aan.

Na een korte tijd zal aan één van de elektroden een verkleuring optreden. Wissel dan de + en – polen door de aansluitdraden van de spanningsbron om te wisselen. Laat weer enige tijd een stroom lopen tot er weer een kleurverandering optreedt.

**Resultaat:**

De oplossing aan de kathode-kant wordt na korte tijd paars. Na het omwisselen van de polen verdwijnt de paarse verkleuring en wordt de vloeistof bij de “nieuwe” kathode paars. Een oplossing van natriumsulfaat bevat positieve  $\text{Na}^+$  ionen en negatieve  $\text{SO}_4^{2-}$  ionen. Deze ionen zorgen hier alleen voor geleiding. Aangezien de reactie met een zuur-base indicator wordt gevolgd, kan zwavelzuur hier bij dit experiment niet voor gebruikt worden. De daadwerkelijk reacties zijn:



Na het omwisselen van de polen wordt de base geneutraliseerd door het zuur dat zich dan vormt.

**Tip:**

Verwijder het poetskatoen met bijvoorbeeld een pincet.



## 1.3.2. TECHNISCHE BETEKENIS VAN ELEKTROLYSE

### 1.3.2.1 TEKENEN VAN AFBRAAK

U heeft nodig:

#### **Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Elektrodehouder  
Koperelektrode  
Aansluitdraden (2x)  
Spanningsbron  
250 mL bekglas

#### **Chemicaliën:**

1 M koper(II)sulfaat ( $\text{CuSO}_4$  (aq))

#### **Materialen:**

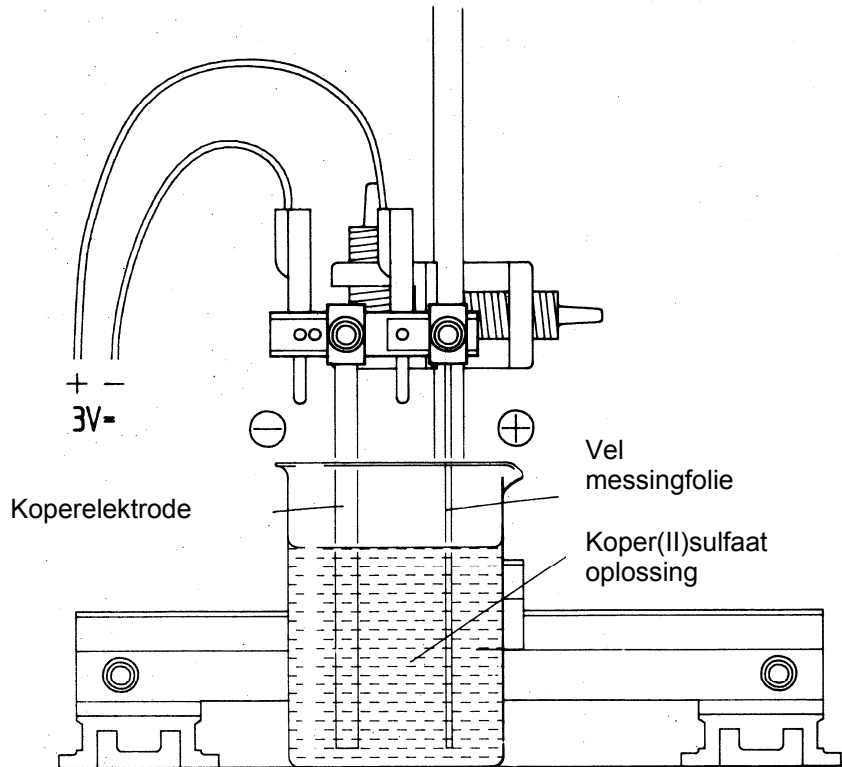
Schuurpapier  
Messingfolie

#### **Veiligheid:**

N.v.t.

#### **Werkwijze:**

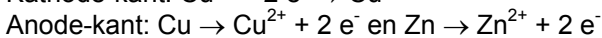
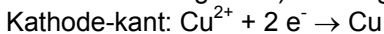
Giet 200 mL koper(II)sulfaatoplossing in het bekglas. Maak de koperelektrode en de folie zodanig vast dat ze worden ondergedompeld in de oplossing tot een diepte van 3 - 4 cm. Sluit de koperelektrode aan op de - pool en het vel messingfolie op de + pool. Stel de spanningsbron in op 3 V gelijkstroom en schakel de spanningsbron in.



Laat de stroom enige tijd door de oplossing lopen. Observeer de twee elektroden.

#### **Resultaat:**

Koper slaat neer op de koperelektrode. De folie valt na een tijdje uiteen (het wordt dunner en de hoeken worden deels afgerond). De volgende reacties vinden plaats:



De koper(II)ionen slaan neer op de kathode, terwijl zink opgelost blijft omdat er slechts een zwakke spanning wordt gebruikt. Het koper 'verhuist' op deze manier dus van de folie naar de elektrode.

Het zogenaamde "elektrolytisch koper", dat gebruikt wordt voor elektriciteitsdraden, wordt op een vergelijkbare manier geproduceerd.

#### **Tip:**

Maak de kathode voorzichtig schoon met schuurpapier.

### 1.3.2.2 DE GEDECOREERDE SLEUTEL

U heeft nodig:

#### **Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Elektrodehouder  
Aansluitdraden (2x)  
Spanningsbron  
Koolstofelektrode  
Krokodillenklem  
250 mL bekeerglas  
Roerstaaf  
Pipet

#### **Chemicaliën:**

1 M koper(II)sulfaat ( $\text{CuSO}_4$  (aq))

#### **Materialen:**

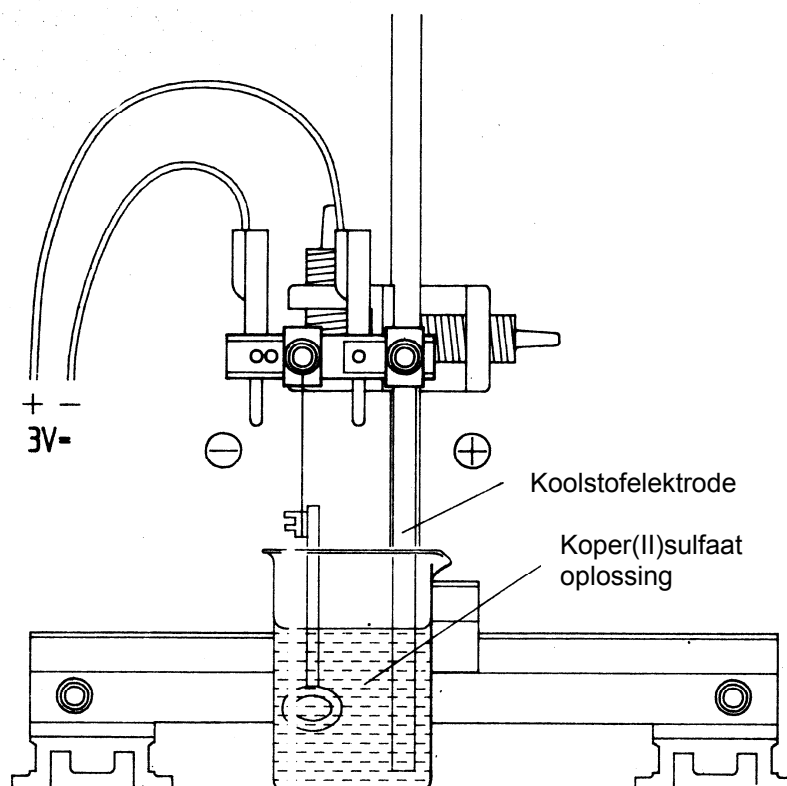
Sleutel  
Koperdraad  
Oogbescherming

#### **Veiligheid:**

pipeteer het zwavelzuur met behulp van een pipet; draag een labjas en veiligheidsbril

#### **Werkwijze:**

Maak de sleutel goed schoon. Dit zou je kunnen doen met een hoeveelheid zoutzuur, maar goed schrobben werkt ook.



Giet een hoeveelheid koper(II)sulfaatoplossing in het 250 ml bekeerglas. Maak de sleutel vast aan de elektrodehouder met behulp van een koperdraad en de krokodillenklem. Laat de sleutel vervolgens in de oplossing hangen. Bevestig ook de koolstofelektrode.

Sluit de koolstofelektrode aan op de + pool en de sleutel op de - pool. Stel de spanningsbron in op 3 V gelijkstroom schakel de spanningsbron in.

Laat ongeveer 5 minuten een stroom lopen bestudeer daarna de sleutel; merk ook op hoe zich gas rond de anode vormt.

#### **Resultaat:**

De reactie die plaatsvindt is gelijk aan de reactie in 1.3.1.2

Aan de kathode (de sleutel) worden de koperionen aangetrokken door de kathode en nemen twee elektronen op; het resultaat is het metaal koper:  $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ .

Aan de anode wordt water ontleedt volgens:  $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$

De totaalreactie van deze redoxreactie is dus:  $2 \text{Cu}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Cu} + \text{O}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}^+$

De oplossing wordt dus ook langzaam zuur. Dit is zichtbaar te maken door een indicator toe te voegen. Daarnaast zal ook de blauwe kleur van de gehydrateerde koper(II)-ionen langzaam verdwijnen

## 2.4 ZUREN EN BASEN IN HET DAGELIJKS LEVEN

### 2.4.3 ELEKTRISCHE GELEIDING VAN ZUREN EN BASEN

#### 2.4.3.1 ZURE GELEIDERS?

U heeft nodig:

**Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Elektrodehouder  
Koolstofelektroden (2x)  
Aansluitdraden (3x)  
Spanningsbron  
Gloeilamp met fitting  
100 mL bekersglas  
Roerstaaf

**Chemicaliën:**

1 M Zoutzuur  
0,1 M Salpeterzuur ( $\text{HNO}_3$  (aq))  
Citroenzuur

**Materialen:**

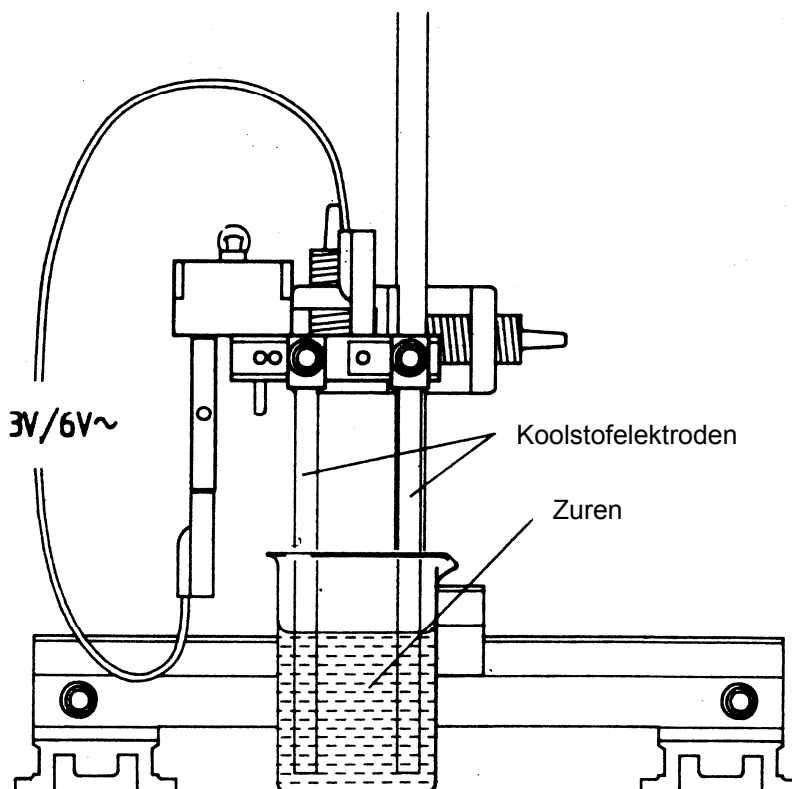
Spatel

**Veiligheid:**

Er wordt gewerkt met zuren, dus voorzichtigheid is geboden. Draag een labbril en labjas.

**Werkwijze:**

Bouw de opstelling zoals aangegeven op de tekening.



Vul het bekersglas met zoutzuur, hang de elektroden in de oplossing en stel de spanningsbron in op 3 V. Observeer de gloeilamp. Schakel de spanningsbron uit en verwijder de elektroden. Spoel vervolgens het bekersglas om en vul het met salpeterzuur. Schakel de spanningsbron weer in en observeer de gloeilamp. Schakel de spanningsbron weer uit en spoel het bekersglas weer om.

Vul het bekersglas met gedestilleerd water. Hang de elektroden in de oplossing en schakel de spanningsbron in. Observeer de gloeilamp. Voeg tot slot een spatel citroenzuur toe. Homogeniseer het mengsel door te roeren en observeer tegelijkertijd de gloeilamp.

**Resultaat:**

De gloeilamp licht op in alle drie de gevallen. In het laatste geval gaat de gloeilamp pas branden als er citroenzuur wordt toegevoegd.

In water oplossingen vallen zuren (deels) uiteen in ionen. De ionen zijn geladen (positieve en negatieve deeltjes) en kunnen zich vrijelijk bewegen. Ze zorgen daardoor voor elektrische geleiding.

De gloeilamp brandt min of meer helder. Dit hangt bijvoorbeeld af van de concentratie, het soort zuur en de afstand tussen de twee elektroden.

**Tip:**

Het zoutzuur en salpeterzuur kan hergebruikt worden.

## 2.4.3.2 BASISISCHE GELEIDERS?

U heeft nodig:

### **Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Elektrodehouder  
Koolstofelektroden (2x)  
Aansluitdraden (3x)  
Spanningsbron  
Gloeilamp met fitting  
100 mL bekerglas

### **Chemicaliën:**

1 M natronloog  
0,1 M kaliumhydroxide (KOH (aq))  
1 M ammonia (NH<sub>3</sub>)

### **Materialen:**

Geen

### **Veiligheid:**

Er wordt gewerkt met basen, dus voorzichtigheid is geboden. Draag een labbril en labjas.

### **Werkwijze:**

Bouw de opstelling zoals aangegeven op de tekening.

Vul het bekerglas met natronloog, hang de elektroden in de oplossing en stel de spanningsbron in op 3 V. Observeer de gloeilamp. Als het licht erg zwak brandt, verhoog dan de spanning. Schakel de spanningsbron uit en verwijder de elektroden. Spoel vervolgens het bekerglas om en vul het met kaliumhydroxide-oplossing. Schakel de spanningsbron weer in en observeer de gloeilamp. Schakel de spanningsbron weer uit en spoel het bekerglas weer om.

Vul het bekerglas tot slot met ammonia. Hang de elektroden in de oplossing en schakel de spanningsbron in. Observeer de gloeilamp.

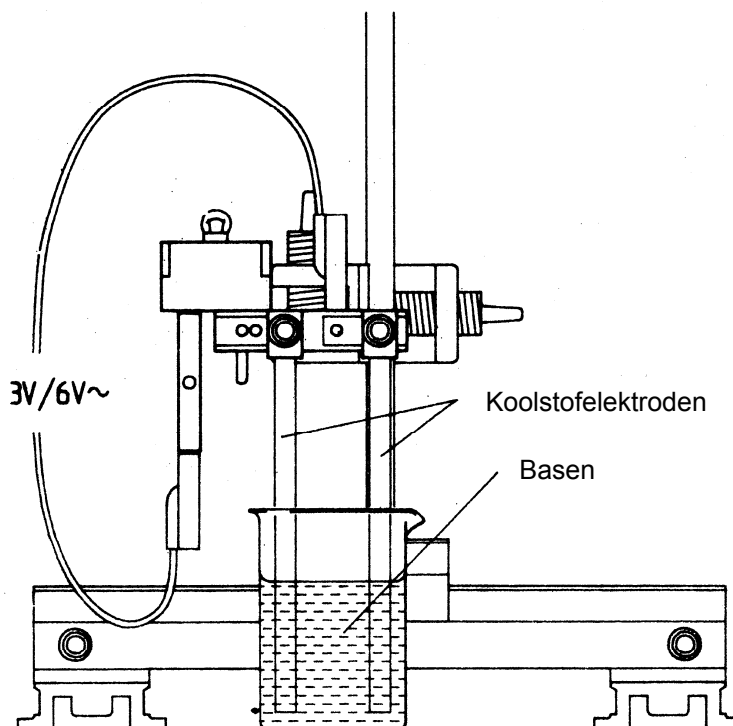
### **Resultaat:**

De gloeilamp licht op in alle drie de gevallen.

In water oplossingen vallen (sommige) zouten uiteen in ionen. De ionen zijn geladen (positieve en negatieve deeltjes) en kunnen zich vrijelijk bewegen. Ze zorgen daardoor voor elektrische geleiding. Dit is het geval bij natronloog en kaliumhydroxide. Beide oplossingen zijn bovendien ook basisch door de aanwezigheid van hydroxide-ionen.

Ook bij ammonia licht de gloeilamp op. Dit komt door de reactie van ammonia met water waarbij ammonium- en hydroxide-ionen ontstaan. Hiermee wordt aangetoond dat elke basische oplossing stroom geleidt.

De gloeilamp brandt min of meer helder. Dit hangt bijvoorbeeld af van de concentratie, het soort zuur en de afstand tussen de twee elektroden.



## 2.6 NATUURLIJKE STOFFEN EN SYNTHETISCHE MATERIALEN

### 2.6.4 ELEKTROLYSE VAN KEUKENZOUT

#### 2.6.4.1 VERARMDE KEUKENZOUT

U heeft nodig:

**Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Elektrodehouder  
Koolstofelektroden (2x)  
U-buis  
Aansluitdraden (2x)  
Spanningsbron  
Pipetten

**Chemicaliën:**

1 M Natriumchloride (NaCl (aq))  
Fenolftaleïne-opl.

**Materialen:**

Pincet  
Watten  
Blauwe inkt

**Veiligheid:**

Voor deze reactie uit in een zuurkast. Er wordt chloorgas gevormd.

**Werkwijze:**

Doe een klein bolletje watten in de U-buis met behulp van de pincet. Klem de U-buis in het statief en vul hem met natriumchloride-oplossing tot net onder de twee zij-ingangen.

Voeg met behulp van een pipet een paar druppels fenolftaleïne toe aan de kathode-kant (- pool) en een paar druppels blauwe aan de anode-kant (+ pool).

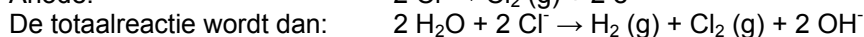
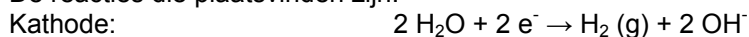
Maak de twee elektroden vast aan de statiefhouder zodat ze 3 – 4 cm ondergedompeld zijn in de oplossing. Stel de spanningsbron in op 12 V gelijkstroom en schakel de spanningsbron in.

Laat een stroom door de oplossing lopen totdat er aan beide polen een duidelijke kleurverandering optreedt. Schakel dan direct de stroom uit (dit i.v.m. de vorming van chloorgas).

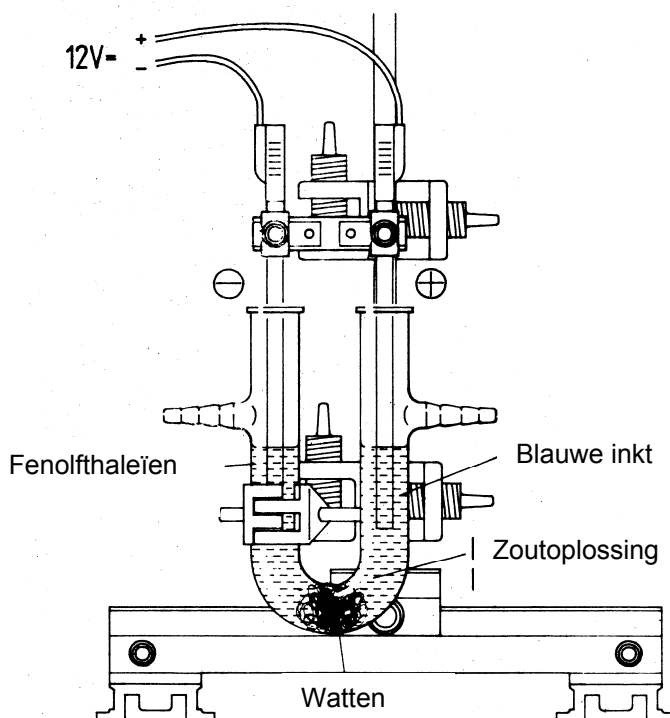
**Resultaat:**

We zien een paarse verkleuring en gasbelletjes aan de kathode-kant (- pool) ontstaan, terwijl de blauwe kleur van de inkt aan de anode-kant (+ pool) verdwijnt.

De reacties die plaatsvinden zijn:



De vorming van hydroxide-ionen zorgt voor de toename van pH waardoor de indicator paars kleurt. Het gevormde chloor aan de anode zorgt voor het ontkleuren van de inkt.



## 2.7 STOFFEN IN DE WERELD VAN HET WERK

### 2.7.2 ALUMINIUM

#### 2.7.2.2 GEKLEURDE PLATEN

U heeft nodig:

**Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Koolstofelektrode  
Elektrodehouder  
Aansluitdraden (3x)  
Spanningsbron  
Gloeilamp met fitting  
100 mL bekersglas  
Driepoot  
Gaasje  
Kroezentang  
Brander  
Pincet

**Chemicaliën:**

1 M zwavelzuur ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  (aq))  
Eosine-oplossing

**Materialen:**

Vel aluminiumfolie (ong. 6 x 2 cm)

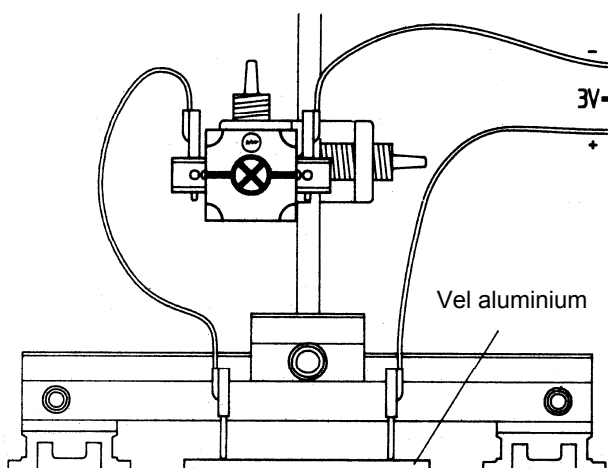
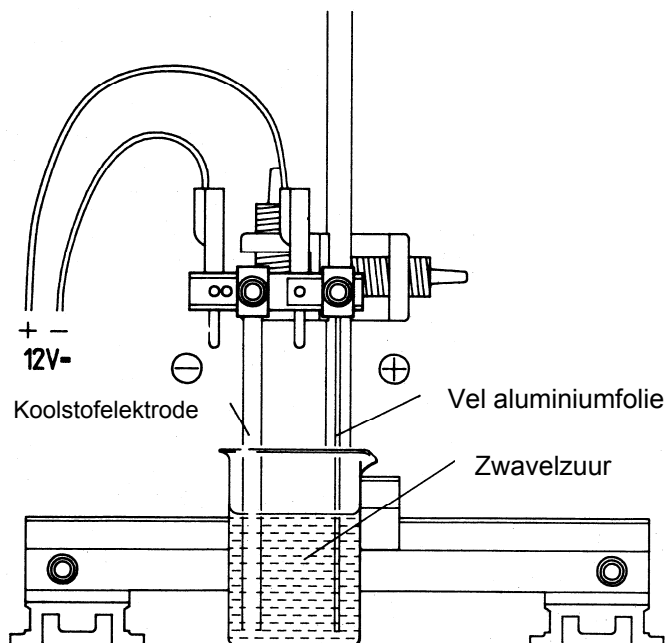
**Veiligheid:**

Wees voorzichtig bij het hanteren van zwavelzuur; vermijd huidcontact; het vernietigt weefsel; draag oogbescherming.

**Werkwijze:**

Vul het bekersglas deels met zwavelzuur. Klem de koolstofelektrode in de elektrodehouder als de kathode (- pool) en het velletje aluminiumfolie als de anode (+ pool). Verbind de elektroden met de aansluitdraden met de correcte polen van de spanningsbron. Beide elektroden moeten ondergedompeld zijn in het zwavelzuur tot een diepte van ongeveer 3 cm.

Stel de elektrische voeding in op 12 V gelijkstroom en laat gedurende 10 minuten een stroom lopen. Schakel de spanningsbron uit en spoel het metaal af onder de kraan.

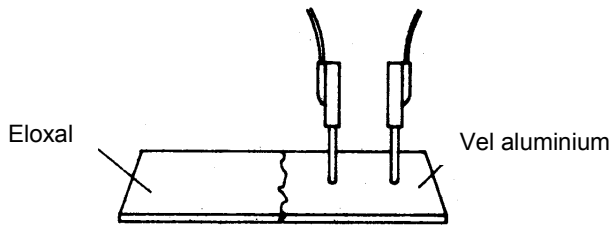


Giet dan het zwavelzuur uit het bekersglas (u kunt het opnieuw gebruiken) en verhit ongeveer 80 mL van de eosine-oplossing m.b.v. de brander. Gebruik de resterende tijd totdat de oplossing kookt voor de volgende experimenten.

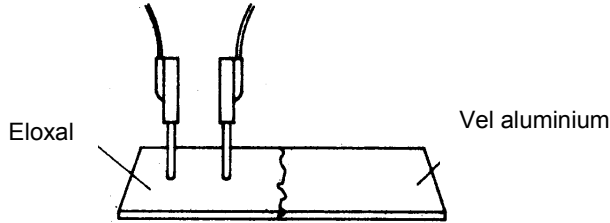
Bouw de opstelling om de geleidbaarheid te testen zoals aangegeven in de tekening.

Haal het vel aluminiumfolie los en laat het drogen. Leg het daarna plat op tafel. Stel de elektrische voeding in op 3 V gelijkstroom en kijk of de lamp oplicht wanneer de stekkers elkaar raken.

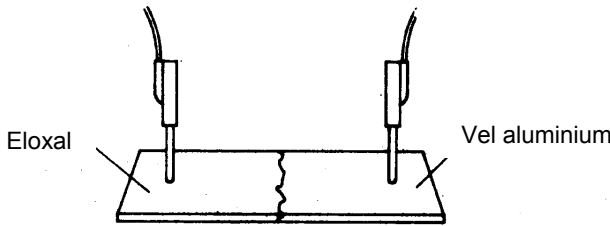
Voer vervolgens onderstaande drie metingen uit.



Raak met de twee bananenstekkers het uiteinde van het vel aluminium aan dat niet in contact was met het zwavelzuur en observeer wat er gebeurt.



Raak dan met twee bananenstekkers het uiteinde van het vel aluminium aan dat wél in contact was met het zwavelzuur en observeer weer wat er gebeurt.



Raak tot slot met één stekker het uiteinde dat niet in het zwavelbad zat aan en met de andere stekker het deel dat er wél in zat. Observeer wat er gebeurt.

Zorg ervoor dat je het uiteinde dat was behandeld niet bekrast – druk slechts lichtjes op het strookje aluminium.

Als de eosineoplossing aan de kook raakt, draai dan de brander uit en doop het uiteinde van de strook aluminium die in het zwavelbad zat in de hete oplossing zoals hiernaast in de tekening is weergegeven. Wacht 3 minuten voordat u de strook uit de oplossing haalt met het pincet. Spoel het onder kraanwater af, droog het en observeer wat er gebeurt.

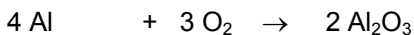
**Resultaat:**

Geleidbaarheidstest: de gloeilamp licht de eerste keer op, maar niet de andere twee keren. Het onderste stuk van de strook is rood gekleurd; deze verkleuring kunt u er niet afspoelen.

Aluminium heeft van zichzelf al een heel dun laagje oxide, die elektrische geleiding niet volledig voorkomt. Het elektrolyseren van aluminium verdikt deze oxide laag, waardoor er geen geleiding meer kan optreden. Dit proces noemen we "eloxaleren" of "anodiseren" (ELOXAL = elektrolytisch geoxideerd aluminium).

Er bouwt zich waterstof op rond de kathode tijdens het elektrolyseproces en zuurstof rond de anode – dit reageert met aluminium om aluminiumoxide te vormen.

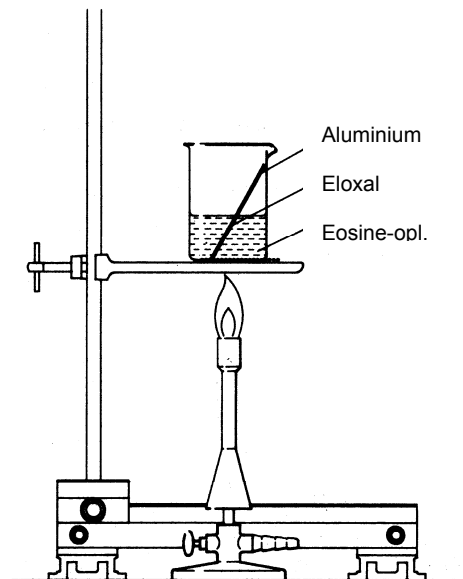
Aluminium + Zuurstof → Aluminium Oxide



De laag aluminiumoxide neemt eenvoudig kleurstoffen in zich op, waardoor die helft van het aluminiumfolie zichtbaar reageert met de eosine-oplossing

**Tip:**

Het zwavelzuur en de eosine-oplossing kunnen worden hergebruikt.



## 2.9 ALCOHOL EN KOOLZUREN

### 2.9.2 VERGELIJKEN VAN BASEN EN ALCOHOL

#### 2.9.2.2 SLECHTS ÉÉN GELEIDER

U heeft nodig:

**Apparatuur:**

Statief met statiefklem(men)  
Elektrodehouder  
Koolstofelektroden (2x)  
Aansluitdraden (3x)  
Spanningsbron  
Gloeilamp + fitting  
100 mL bekerglas

**Chemicaliën:**

Ethanol ( $C_2H_5OH$ )  
1 M natronloog ( $NaOH$  (aq))

**Materialen:**

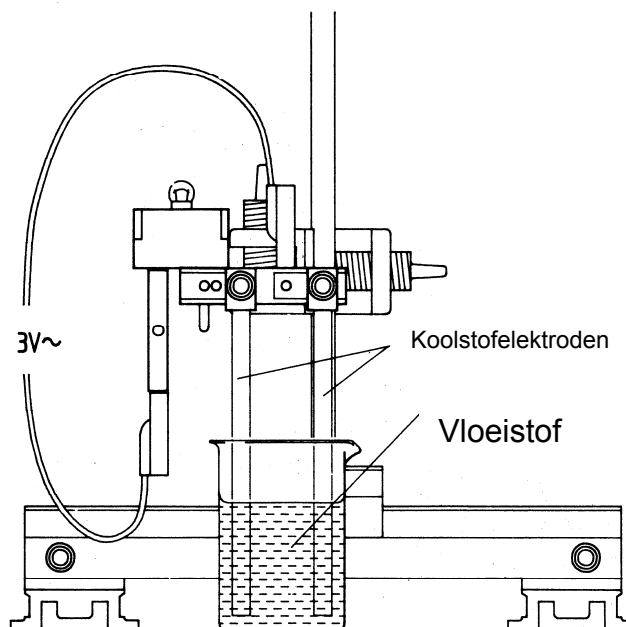
Geen

**Veiligheid:**

Er wordt gewerkt met een base. Voorzichtigheid is dus geboden. Draag een labjas en veiligheidsbril

**Werkwijze:**

Bouw de opstelling zoals weergegeven in de tekening. Het gaat in deze proef om het verschil tussen moleculaire stoffen en zouten wat betreft elektrische geleiding. Schenk een hoeveelheid ethanol in het schone en droge bekerglas. Stel de spanningsbron in op 3 V en schakel de spanningsbron in. Observeer de lamp.



Schakel de spanningsbron uit, spoel het bekerglas om en herhaal het experiment met natronloog.

**Resultaat:**

De lamp brandt niet wanneer ethanol gebruikt wordt, maar wel wanneer er natronloog gebruikt wordt.

Ethanol bestaat uit enkel niet-metaal atomen en is daarom een moleculaire stof. Het bestaat uit moleculen. Aangezien er geen geladen, vrij bewegende deeltjes aanwezig zijn, kan ethanol geen elektriciteit geleiden.

Zoals veel zouten splitst natriumhydroxide in water op in natrium- en hydroxide-ionen. Deze ionen zijn geladen en kunnen zich vrij bewegen, waardoor geleiding van elektriciteit mogelijk is.

**Tip:**

Zowel de ethanol als het natronloog kunnen worden hergebruikt.





**©Fruhman, GmbH**  
NTL Manufacturer & WholeSaler  
Werner von Siemens Str. 1  
A-7343 Neutal, Austria

**[www.ntl.at](http://www.ntl.at)**



**CMA**  
A.J.Ernststraat 169  
1083 GT Amsterdam

**[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)**