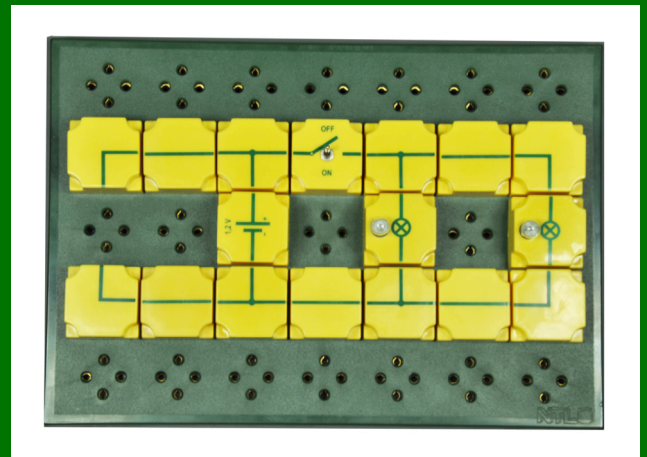
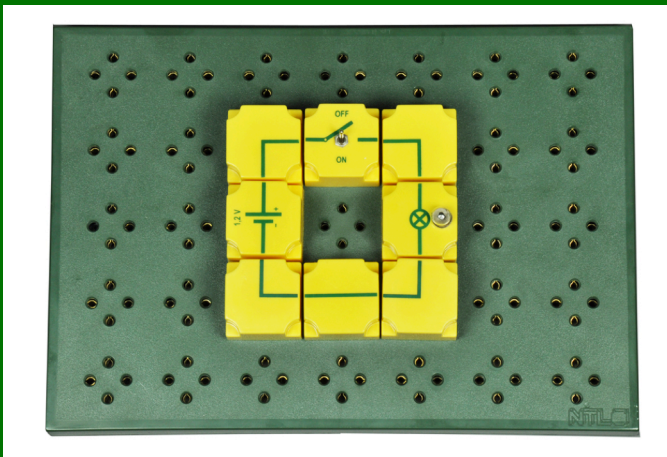


Leerlingexperimenten

HANDLEIDING **ELEKTRICITEIT** P9160-4D



INHOUDSOPGAVE

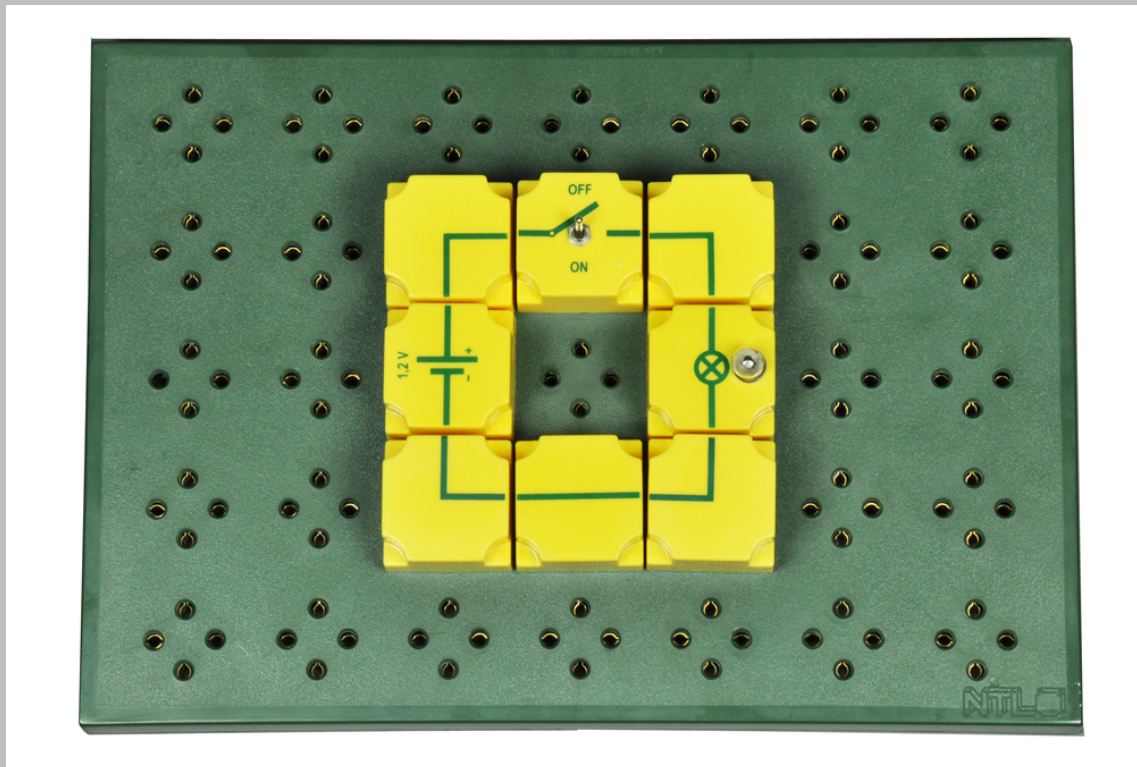
1. BASISPRINCIPES	3
1.1. De elektrische schakeling	3
1.2. Hotelschakeling	5
1.3. Spanning	7
1.4. Seriële aansluiting van spanningsbronnen	9
1.5. Parallele aansluiting van spanningsbronnen	11
1.6. Stroomsterkte	13
1.7. Geleiders en niet-geleiders	15
1.8. Geleiden vloeistoffen elektrische stroom?	17
2. ELEKTRISCHE WEERSTAND	19
2.1. Wet van Ohm	19
2.1.1. Meetserie voor de Wet van Ohm	21
2.2. Toepassing van de Wet van Ohm	23
2.3. De weerstand van draden	25
2.3.1. Specifieke weerstand van draden	28
2.4. Ohmse weerstanden	31
2.5. Een gloeilamp is geen Ohmse weerstand	33
2.6. Seriële aansluiting van gloeilampen	35
2.7. Seriële aansluiting van Ohmse weerstanden	37
2.8. Spanningsverdeling	39
2.9. Parallele aansluiting van gloeilampen	41
2.10. Parallele aansluiting van Ohmse weerstanden	43
2.11. Weerstanden in een gecombineerde serie-/parallelschakeling	45
2.12. Waarom zijn spanningsbronnen parallel aangesloten?	47
2.13. Model van een potentiometer	49
2.14. Interne weerstand van spanningsbronnen (eindspanning)	51
3. WARMTE-ENERGIE EN ELEKTRISCHE ENERGIE	53
3.1. Elektrische energie wordt omgezet in warmte-energie	53
3.2. Elektrische energie wordt omgezet in licht-energie	55
3.3. Geleidende draden en weerstandsdraden	57
3.4. Warmteontwikkeling bij verschillende draaddoorsnedes	59
3.5. Smeltveiligheid	61
4. ARBEID EN VERMOGEN	63
4.1. Het vermogen van gloeilampen	63
4.2. Elektrische arbeid	65
5. ELEKTROCHEMIE	68
5.1. Een elektrochemisch element	68
5.1.1. Zuil van Volta	70
5.2. Elektrolyse	72
5.3. Galvanisatie	74
5.4. Model van een loodaccu	76
5.5. Spanningsreeks	78

1.BASISPRINCIPES

1.1. DE ELEKTRISCHE SCHAKELING

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-batterij (accu) 1,2 V
- 1 EIC-lamphouder E 10
- 1 EIC-schakelaar AAN/UIT
- 1 Wit gloeilampje E 10; 2,5 V/0,2 A

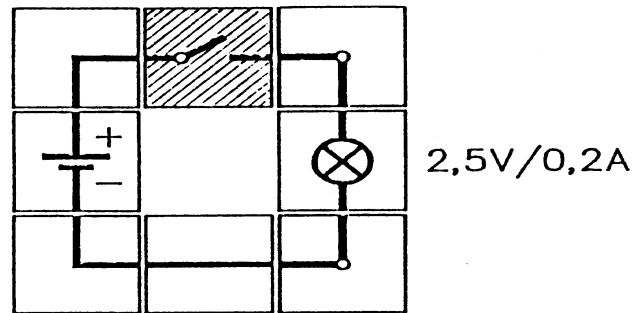
Wat is er nodig om een lamp te laten branden?

Bedrading:

Bouw de schakeling zoals aangegeven op de afbeelding. Een wit gloeilampje E 10; (2,5 V/0,2 A) wordt hier gebruikt. Op de gearceerde plek wordt nog geen EIC geplaatst.

Experiment 1:

Nadat de schakeling gebouwd is wordt er een rechte draad geplaatst op de gearceerde plek. Zo wordt het circuit gesloten. De lamp brandt nu.



Experiment 2:

We vervangen de EIC met de rechte draad, gemarkeerd met arcering, door de EIC met een schakelaar. De schakelaar staat eerst in de UIT-stand. Door naar de AAN-stand te schakelen wordt het circuit gesloten. De lamp gaat aan.

Conclusie:

De volgende onderdelen zijn nodig om een schakeling op te zetten:

Een bron van elektrische spanning (de batterij in dit experiment)

Een apparaat dat elektriciteit gebruikt (het gloeilampje in dit experiment)

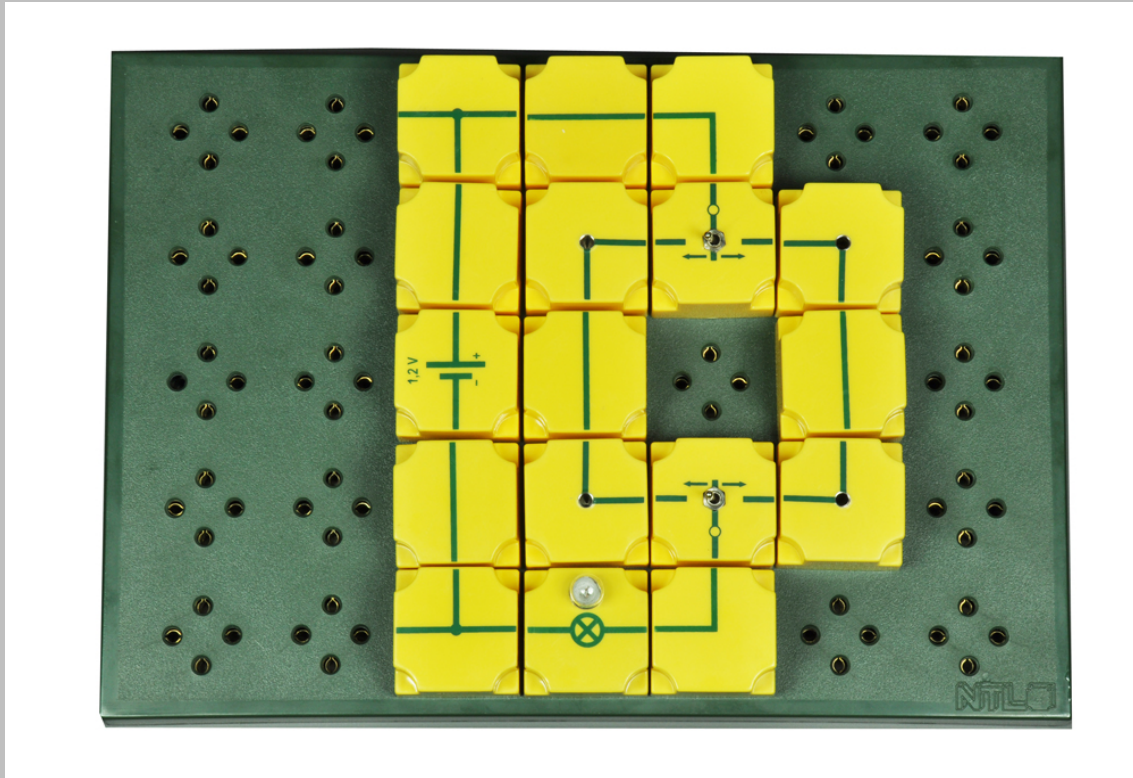
Draden om deze onderdelen onderling te verbinden.

Daarnaast kan de schakeling een schakelaar bevatten.

1.2. HOTELSCHAKELING

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set van EIC-contacten
- 1 EIC-lamphouder E 10
- 1 EIC-batterij (accu) 1,2 V
- 1 EIC-tuimelschakelaar
- 1 Gloeilamp E 10; 2,5 V/0,2 A

AAN/UIT schakelaar hebben we al geïntroduceerd. Af en toe is het nuttig om een apparaat vanuit twee verschillende punten aan- en uit te schakelen (bijv. de verlichting van een grote kamer). Hiervoor is een twee punt schakelsysteem nodig met twee tuimelschakelaars.

Bedrading:

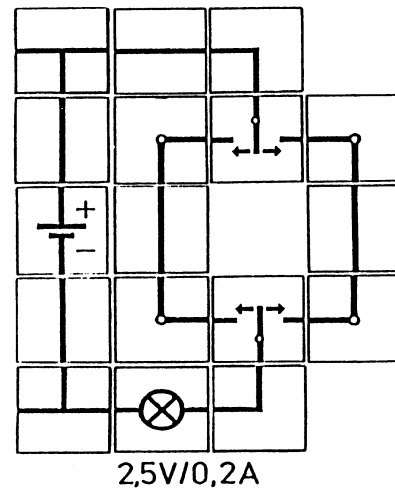
Sluit de bedrading volgens de tekening aan. De tuimelschakelaars hebben twee contacten, die een (geleidende) hoofdverbinding kunnen vormen. Eerst worden de twee schakelaars zodanig omgezet dat de lamp niet brandt.

Experiment:

Beide schakelaars worden diverse malen omgezet. De lamp kan worden aangezet (als hij uit staat) of uit (als hij brandt) door middel van elk van de twee schakelaars.

Conclusie:

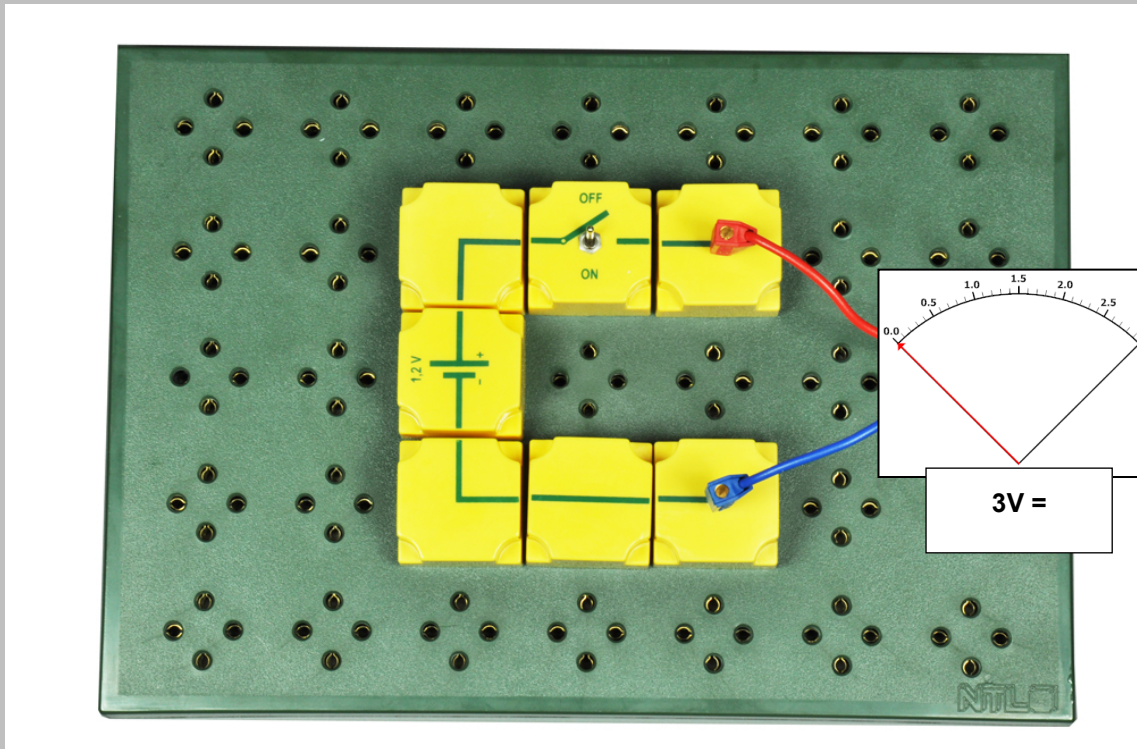
Een gloeilamp kan worden aan- en uitgezet vanaf twee punten door middel van een wisselende schakelaar. De positie van de tweede schakelaar is hierop niet van invloed.



1.3. SPANNING

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set van EIC-contacten
- 1 EIC-batterij (accu) 1,2 V
- 1 EIC-schakelaar AAN/UIT
- 1 Multimeter
- 2 Snoertjes

Elektrische stroom kunt u alleen aan de uitwerking ervan herkennen (dwz. als elektrische stroom door een lampje gaat dan kan het lampje licht gaan uitzenden). Om te onderzoeken of er elektrische stroom is heeft u een meetinstrument nodig. In dit experiment wordt spanning, wat de oorzaak is van elektrische stroom, gemeten.

Bedrading:

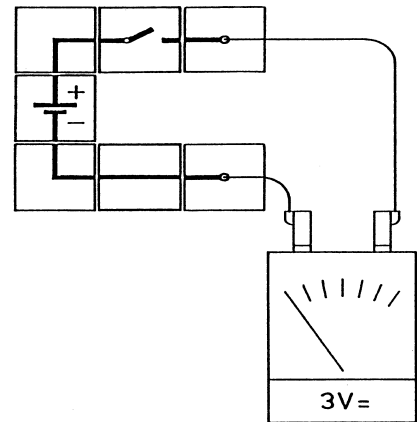
Sluit de bedrading volgens de tekening aan. We sluiten een voltmeter met een meetbereik van 3 V= op het steekbord aan.

Experiment:

De schakelaar is gesloten (AAN) en de spanning wordt gemeten.

Spanning van een batterij: $U = \dots\dots\dots$ Volt (V).

Een voltmeter kan, zonder een elektrisch component in de schakeling, worden aangesloten op de polen van een spanningsbron.



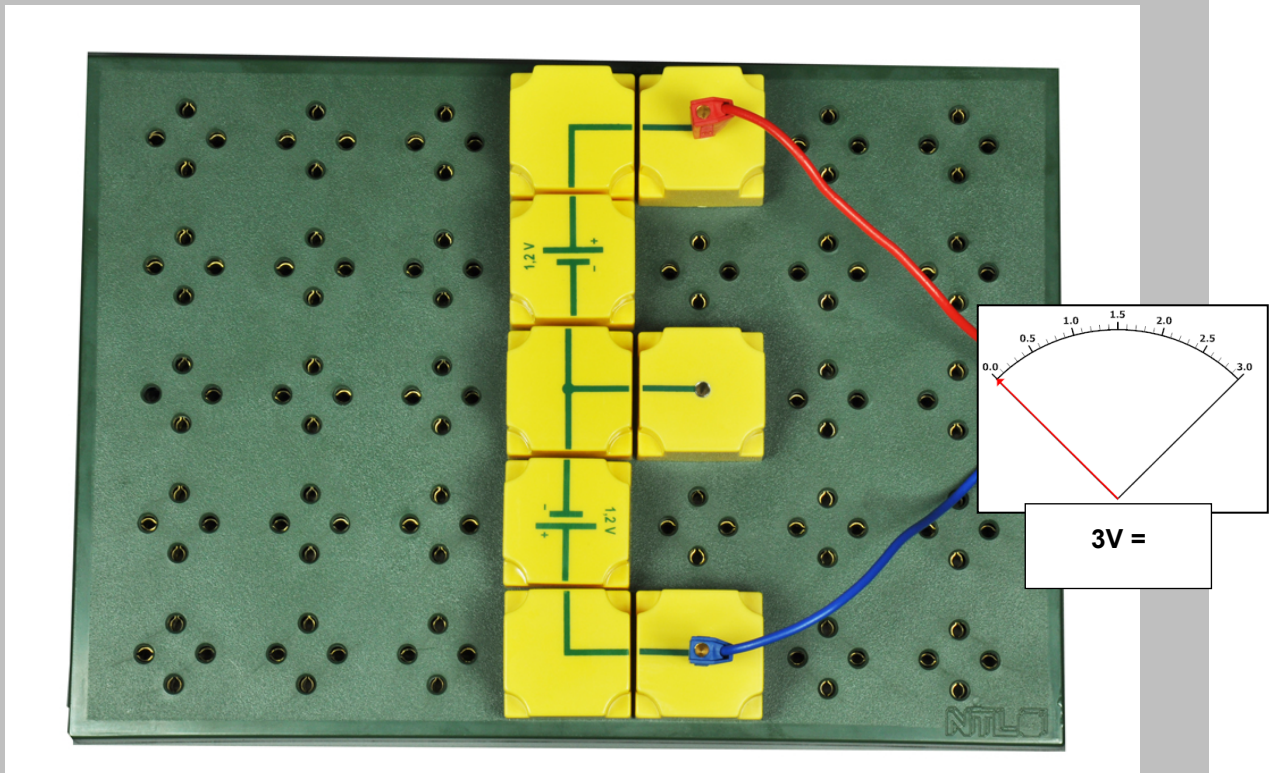
Conclusie:

Spanning wordt gemeten met een voltmeter. De meeteenheid wordt de Volt genoemd.

1.4. SERIËLE AANSLUITING VAN SPANNINGSBRONNEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set van EIC-connectors
- 1 EIC-batterij (accu) 1,2 V
- 1 Multimeter
- 2 Snoertjes

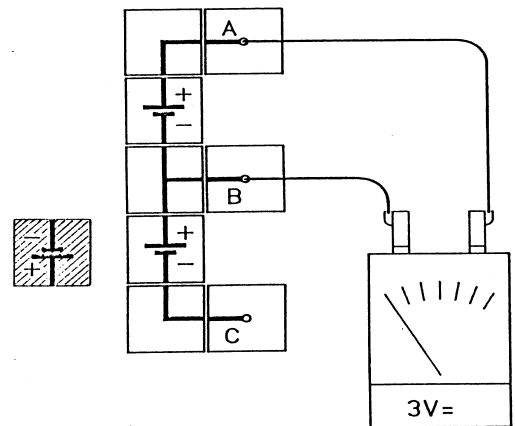
Spanningsbronnen kunnen na elkaar („in serie”) aangesloten worden. Dit doen we door de min-pool van de eerste spanningsbron aan te sluiten op de pluspool van de tweede. Een andere mogelijkheid is om twee identieke polen van de spanningsbronnen met elkaar te verbinden.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. Eerst wordt de min-pool van de bovenste batterij aangesloten op de pluspool van de onderste batterij. We gebruiken het meetinstrument met het bereik van 3 V=.

Experiment 1:

De voltmeter wordt zodanig aangesloten dat het de spanning van de enkelvoudige batterijen kan meten. Daarna wordt de totale spanning tussen A en C gemeten.



Spanning van de bovenste batterij (voltmeter aangesloten op A en B): $U_1 = \dots\dots\dots V$

Spanning van de onderste batterij (voltmeter aangesloten op B en C): $U_2 = \dots\dots\dots V$

Totale spanning (voltmeter aangesloten op A en C): $U_{\text{tot}} = \dots\dots\dots V.$

Conclusie:

De totale spanning is gelijk aan de spanning van beide batterijen opgeteld.

Experiment 2:

De onderste batterij wordt 180 graden gedraaid (volgens de gearceerde EIC) en teruggeplaatst in het bord. Zodoende worden de twee minpolen van de spanningsbronnen op elkaar aangesloten.

De totale spanning wordt gemeten op de twee pluspolen (bij A en C): $U = \dots\dots\dots V.$

Conclusie:

Als twee spanningsbronnen met dezelfde spanning tegengesteld aan elkaar worden geschakeld is de totale spanning nul.

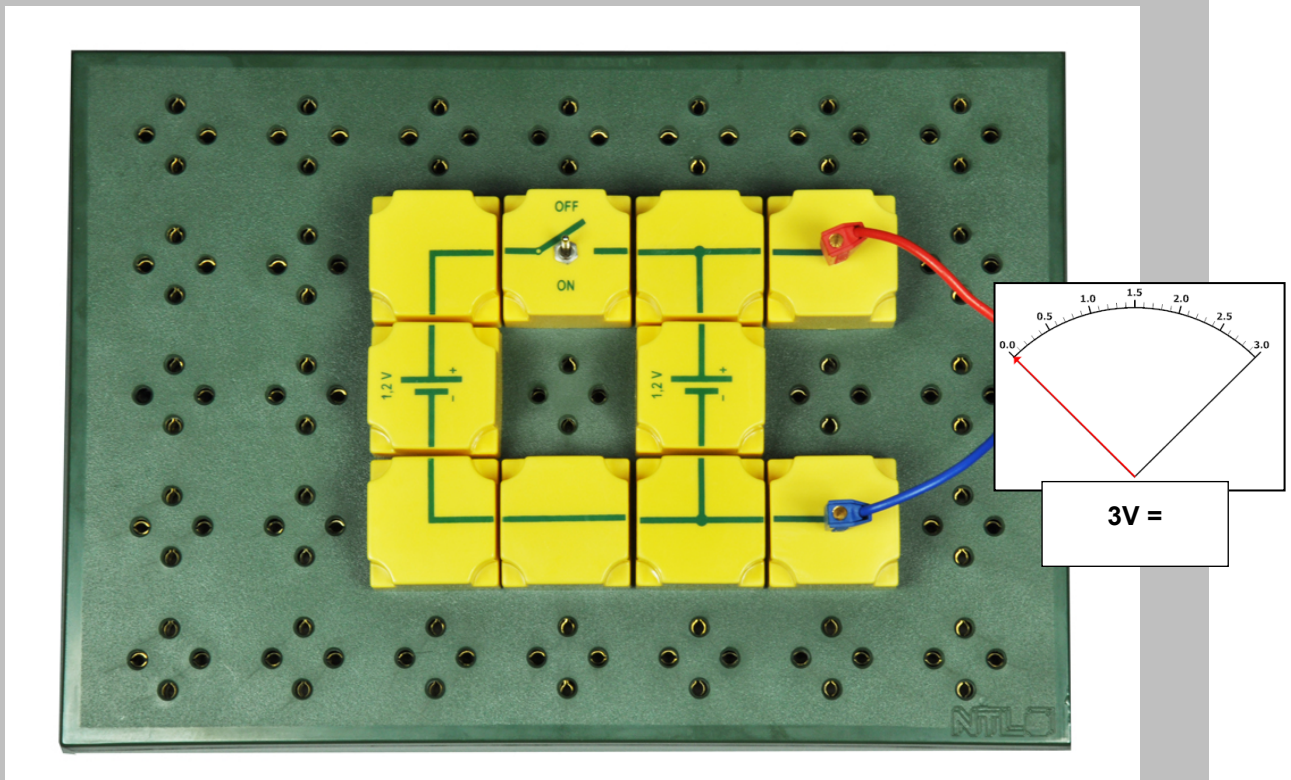
NB:

Als de spanning van de twee batterijen niet gelijk is zal de totale spanning van het tweede experiment niet nul zijn!

1.5. PARALLELE AANSLUITING VAN SPANNINGSBRONNEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



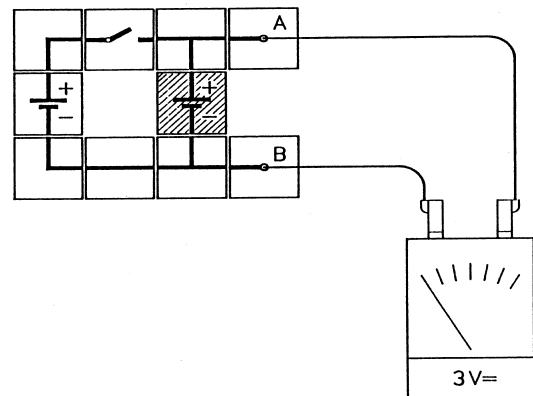
Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set van EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-batterijen (accu) $\pm 1,2$ V
- 1 Multimeter
- 2 Snoertjes

Als gelijke polen van de ene batterij op de andere batterij worden aangesloten (+ op + en - op -), dan is een parallelle schakeling gemaakt.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. De EIC-batterij, gemarkeerd met arcering, wordt nog niet tussengevoegd. We gebruiken een voltmeter met een bereik van 3 V=.



Experiment:

De schakelaar wordt gesloten (stand: ON). De spanning van de linker batterij wordt gemeten bij A en B:

$$U_1 = \dots\dots\dots \text{ V}$$

De schakelaar wordt geopend (stand: OFF) en de tweede batterij wordt volgens de afbeelding tussengevoegd. De spanning van de rechter batterij wordt gemeten bij A en B:

$$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$$

De schakelaar wordt gesloten en de totale spanning bij de twee batterijen wordt gemeten.

$$\text{De totale spanning is } U_{\text{tot}} = \dots\dots\dots \text{ V.}$$

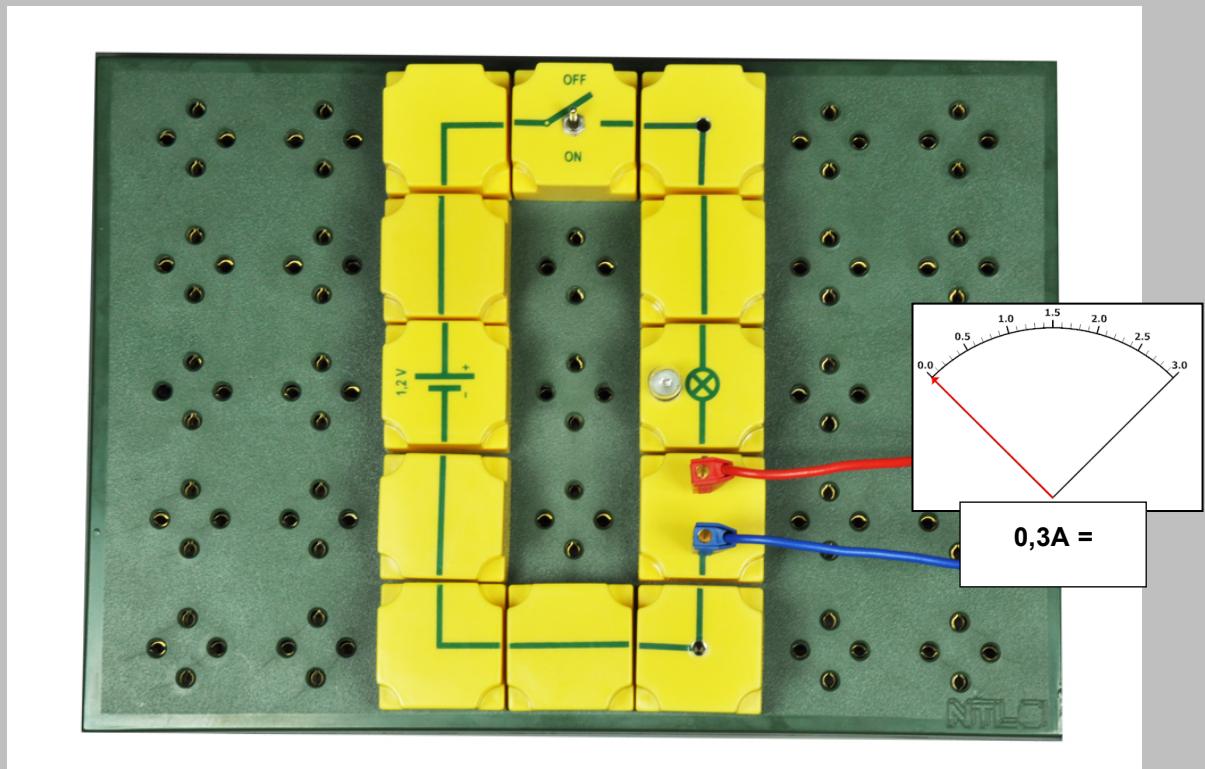
Conclusie:

De totale spanning is gelijk aan de som van de afzonderlijke spanningen als de spanningsbronnen parallel zijn aangesloten. Als de spanning van de twee batterijen onderling verschilt, dan zal in een parallelschakeling de totale spanning gelijk zijn aan de hoogste van de twee bronnen.

1.6. STROOMSTERKTE

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set van EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-lamphouder E 10
- 1 EIC-batterij (accu) 1,2 V
- 1 Gloeilamp E 10; 2,5 V/0,02 A
- 1 Multimeter
- 2 Snoertjes

1x Paper clips

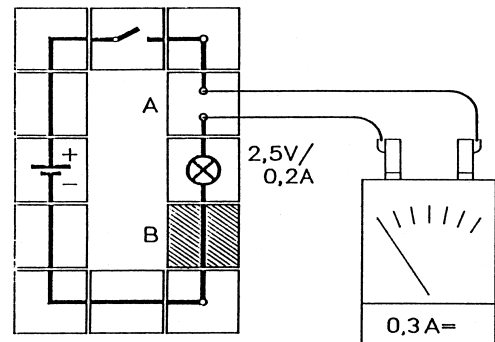
Helaas worden de misleidende termen "verbruik van elektriciteit" of "stroomverbruik" veelvuldig gebruikt in het dagelijks leven. Als elektriciteit verbruikt zou worden, dan betekent dit dat de elektrische stroomsterkte lager is nadat het door een apparaat is gegaan.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. We gebruiken een meetapparaat (een stroomsterkte meter) met een bereik van 3 V=.

Experiment:

De schakelaar wordt gesloten en de stroomsterkte wordt gemeten bij A volgens de getekende schakeling, voordat het door het elektrische apparaat is gelopen.



$$I_{\text{voor}} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

Daarna wordt de stroomsterkte gemeten bij B, nadat het door het lampje is gegaan (het onderbroken EIC-contact bij A wordt vervangen door het gearceerde rechte EIC-contact).

$$I_{\text{na}} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

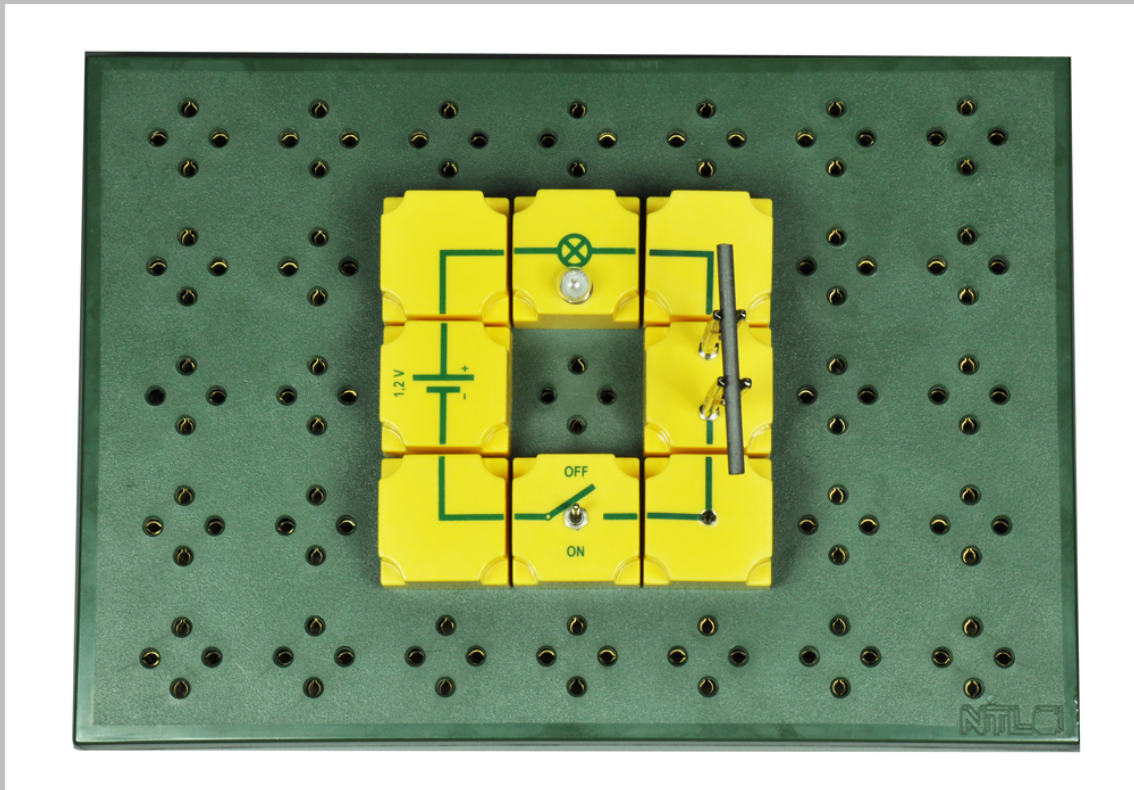
Conclusie:

- De stroomsterkte is precies hetzelfde op elk punt van een enkelvoudige (niet-vertakte) schakeling.
- Wat er wordt verbruikt is energie, geen elektriciteit.
- De stroomsterkte wordt gemeten met een ampèremeter.
- Een ampèremeter moet in serie worden geschakeld bij een elektrisch apparaat waardoor de stroom moet worden gemeten.

1.7. GELEIDERS EN NIET-GELEIDERS

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set van EIC-contacten
- 1 EIC-lamphouder E 10
- 1 EIC-schakelaar AAN/UIT
- 1 EIC-batterij (accu) 1,2 V
- 1 Gloeilamp E 10; 2,5 V/0,02 A
- 2 Krokodillenbek klemmen met plug pennen
- 1 Set geleiders en niet-geleiders
- 1 Set elektroden

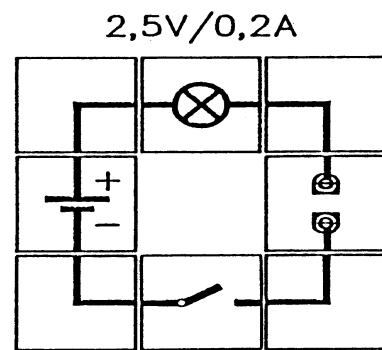
Sommige materialen geleiden gemakkelijk stroom (zijn goede stroomgeleiders), andere zijn dat totaal niet („niet-geleiders” of „isolatoren”).

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. Verschillende materialen worden in de krokodillenbek klem geklemd (papier, plastic, hout, koolstof, verschillende metalen). Na het sluiten van de schakelaar laat de lamp zien welke geleiden en welke niet, door te gaan branden of juist niet.

Conclusie:

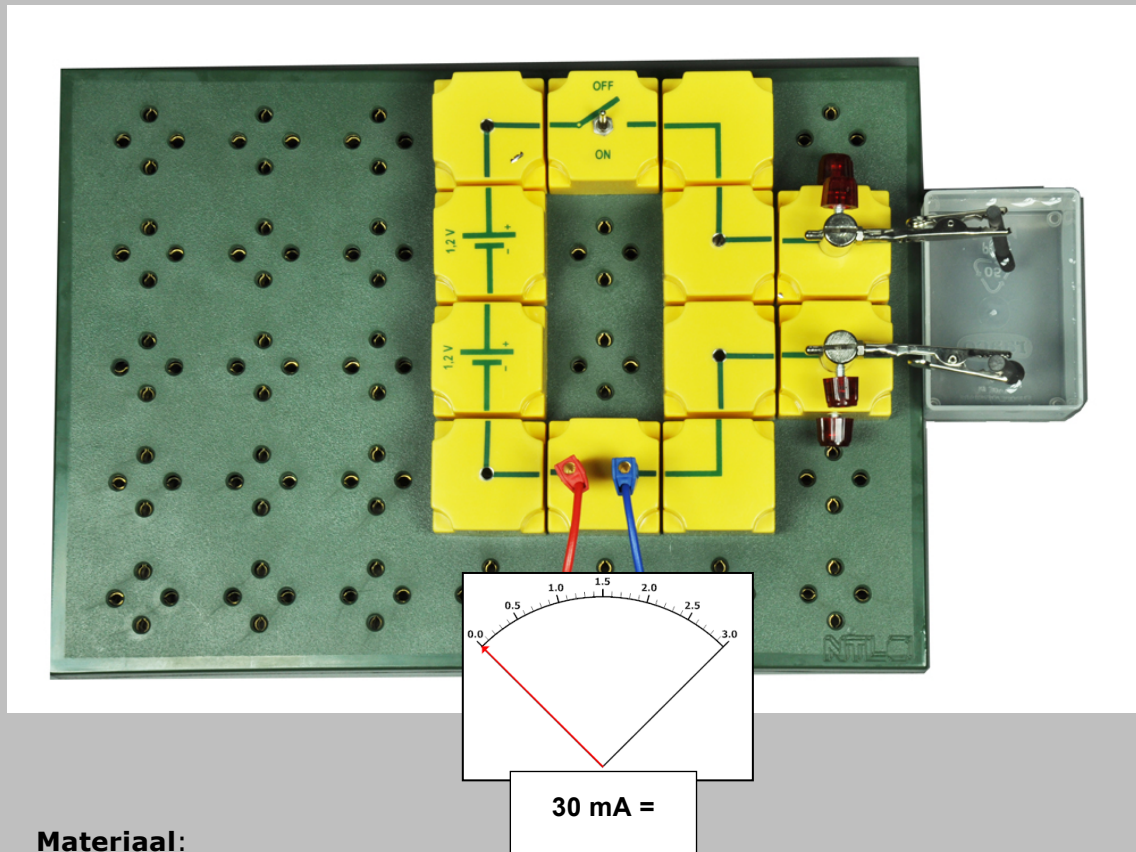
Alle metalen en koolstof zijn geleiders. Plastic, papier en hout zijn voorbeelden van isolatoren.



1.8. GELEIDEN VLOEISTOFFEN ELEKTRISCHE STROOM?

Gebuurkte kit:

P9901-4D Elektricitet 1



Materiaal:

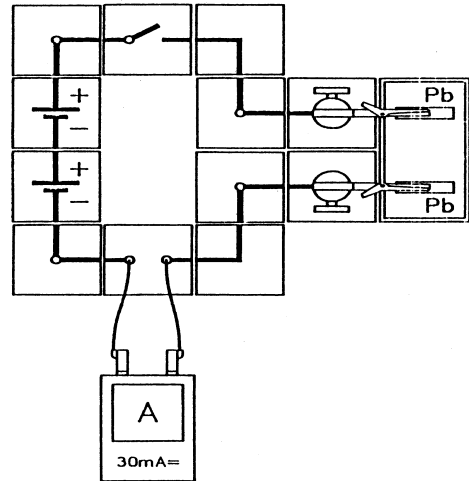
- 1 Steekbord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar AAN/UIT
- 2 EIC-batterijen (accu) 1,2 V
- 2 EIC-adapter met aansluitplug
- 2 Houders met pen en gat
- 2 Krokodillenbek klemmen met pennen
- 1 Elektrodeset (koolstof staven)
- 1 Elektrolysetank
- 1 Multimeter
- 2 Snoertjes

Zout

We proberen te ontdekken of vloeistoffen elektrische stroom geleiden of niet.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. De elektrolysetank is bijna compleet gevuld met water. De twee houders zijn ingeplugd in de EIC-adapter aansluitpluggen. De twee krokodillenbek klemmen met pennen zijn om de houders geklemd. De koolstofstaven worden vastgehouden door de krokodillenbek klemmen. De tank wordt naast het steekbord gezet zodat de twee koolstofstaven onder water kunnen worden gezet. We gebruiken de ampèremeter met een bereik van 30 mA=. Twee batterijen, die in serie staan aangesloten, dienen als spanningsbron.



Experiment 1:

De stroomkring wordt gesloten met de schakelaar. De ampèremeter geeft een zeer lage stroomsterkte aan. Dan heropenen we de schakelaar.

Experiment 2:

Keukenzout wordt in het water van de tank gegoten. Roer een aantal maal. De stroomkring wordt weer gesloten en de stroomsterkte kan worden afgelezen van de ampèremeter.

Is de stroomsterkte al voldoende hoog om een gloeilamp van 2,5 V te laten branden?
Zo nee, voeg dan nog wat zout toe aan de elektrolysetank en doe experiment 2 opnieuw.

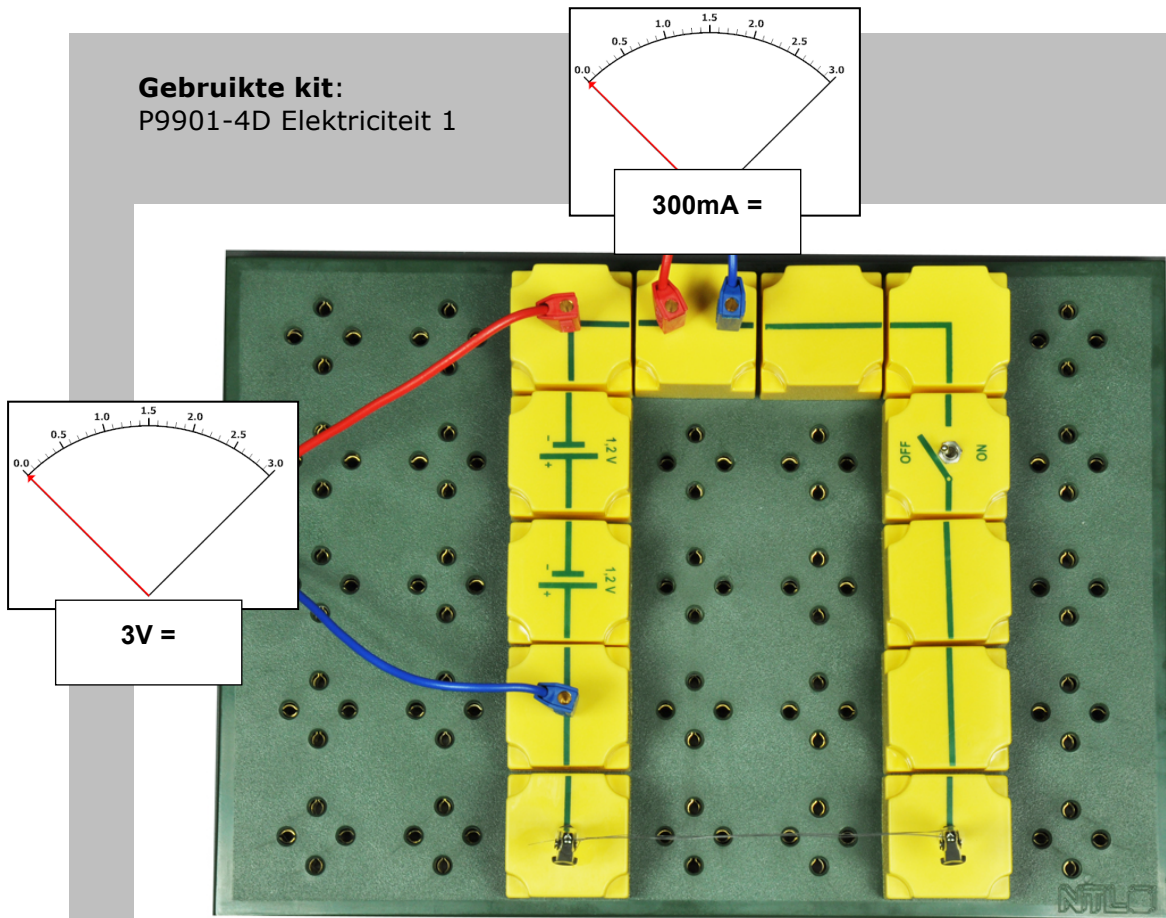
Conclusie:

Water is een slechte geleider van elektrische stroom. Gewone zoutoplossingen (maar daarnaast zuren en alkalische oplossingen ook) zijn betere geleiders dan (gedestilleerd) water.

2. ELEKTRISCHE WEERSTAND

2.1. WET VAN OHM

Gebruikte kit:
P9901-4D Elektriciteit 1



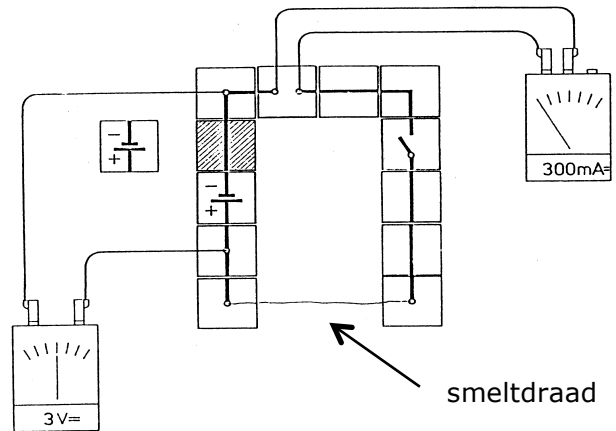
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-batterijen (accu) $\pm 1,2$ V
- 2 Krokodillenbek klemmen met aansluitpin
- 1 Smeltverbindingsdraad 0,1 mm rood
- 2 Multimeters
- 4 Snoertjes

Als elektrische apparaten worden aangesloten op gelijke spanning, dan zal de elektrische stroom door deze apparaten verschillen, dat komt omdat elk elektrisch apparaat een verschillende weerstand heeft. De elektrische stroomsterkte varieert dus per elektrisch apparaat. Het verband tussen elektrische stroom en weerstand gaan we in dit experiment onderzoeken. We gebruiken een smeltdraad als elektrisch apparaat.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. De krokodillenbek klemmen met aansluitpin worden in de twee EIC aansluitpunten gestopt. De smeltdraad (van ongeveer 13 cm lang) wordt met de krokodillenbek klemmen vastgeklemd. Eerst dient een EIC-batterij (accu) van 1,2 V als spanningsbron. Op de plaats waar later de tweede EIC-batterij (accu) van 1,2 V wordt ingepluigd wordt een recht EIC-verbindingsstuk tussengevoegd. De voltmeter (met meetbereik van 3 V=) meet de toegepaste spanning. De ampèremeter (met meetbereik van 300 mA=) meet de stroomsterkte.



Experiment:

De schakelaar wordt gesloten. De spanning en stroomsterkte worden gemeten. Dan worden de spannings- en stroomsterktewaarden afgelezen. Het resultaat noemen we elektrische weerstand. De meeteenheid ervan noemen we Ohm (Ω).

Spanning $U = \dots\dots\dots V$
 Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots A$

$$\text{Weerstand } R = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}} = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots V}{\dots\dots\dots A} = \dots\dots\dots \Omega$$

De tweede batterij wordt aangesloten op de plaats van het gearceerde gedeelte. De toegepaste spanning zou nu ongeveer twee keer zo hoog moeten zijn. Daarna meten we de toegepaste spanning en stroomsterkte opnieuw. De draadweerstand moet dan weer berekend worden.

Spanning $U = \dots\dots\dots V$
 Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots A$

$$\text{Weerstand } R = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}} = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots V}{\dots\dots\dots A} = \dots\dots\dots \Omega$$

Conclusie:

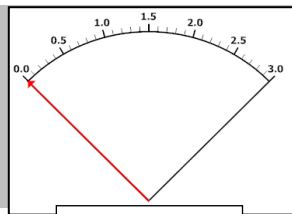
Het quotiënt van spannings- en stroomsterktewaarden van een elektrisch apparaat is altijd even groot. De stroomsterkte door het elektrisch apparaat is afhankelijk van de toegepaste spanning. Het verband tussen spanning en stroomsterkte wordt gegeven door de Wet van Ohm.

Wet van Ohm: $R = \frac{U}{I}$

2.1.1. MEETSERIE VOOR DE WET VAN OHM

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

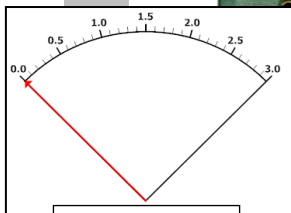


300mA =

+

5 V =

—



10V =

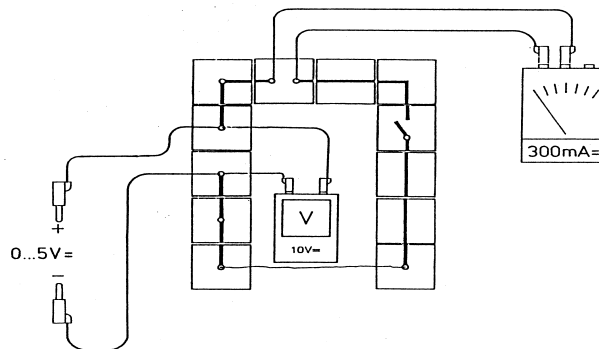
Material:

- 1 Steekbord
- 1 Set EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 Krokodillenbek klemmen met aansluitpin
- 1 Smeltverbindingsdraad 0,1 mm rood (13,0 cm)
- 2 Multimeters
- 6 Snoertjes
- Elektrische voeding (DC)

We gaan de weerstand van een draad berekenen bij verschillende spanningen.
De weerstand van de draad zou altijd gelijk moeten zijn.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. Eerst wordt een gelijkspanning van 1,0 Volt ingesteld. De voltmeter (met een meetbereik van 10 V=) meet de spanning. De ampèremeter (met een meetbereik van 300 mA=) meet de stroomsterkte. De gemeten waarden worden ingevuld in de tabel.



Experiment:

De schakelaar wordt gesloten en de spanning wordt ingesteld op precies 1,0 Volt. Dan wordt de stroomsterkte gemeten. De gemeten hoeveelheid wordt ingevuld in de tabel. Pas de spanning dan steeds aan naar de volgende waarde en meet steeds de stroomsterkte. Bereken de weerstandswaarden. Tenslotte worden de resultaten grafisch weergegeven in een diagram (I tegen U).

Spanning U	Stroomsterkte I	Weerstand $R = U/I$
1,0 V	 mA = A	 Ω
2,0 V	 mA = A	 Ω
3,0 V	 mA = A	 Ω
4,0 V	 mA = A	 Ω
5,0 V	 mA = A	 Ω

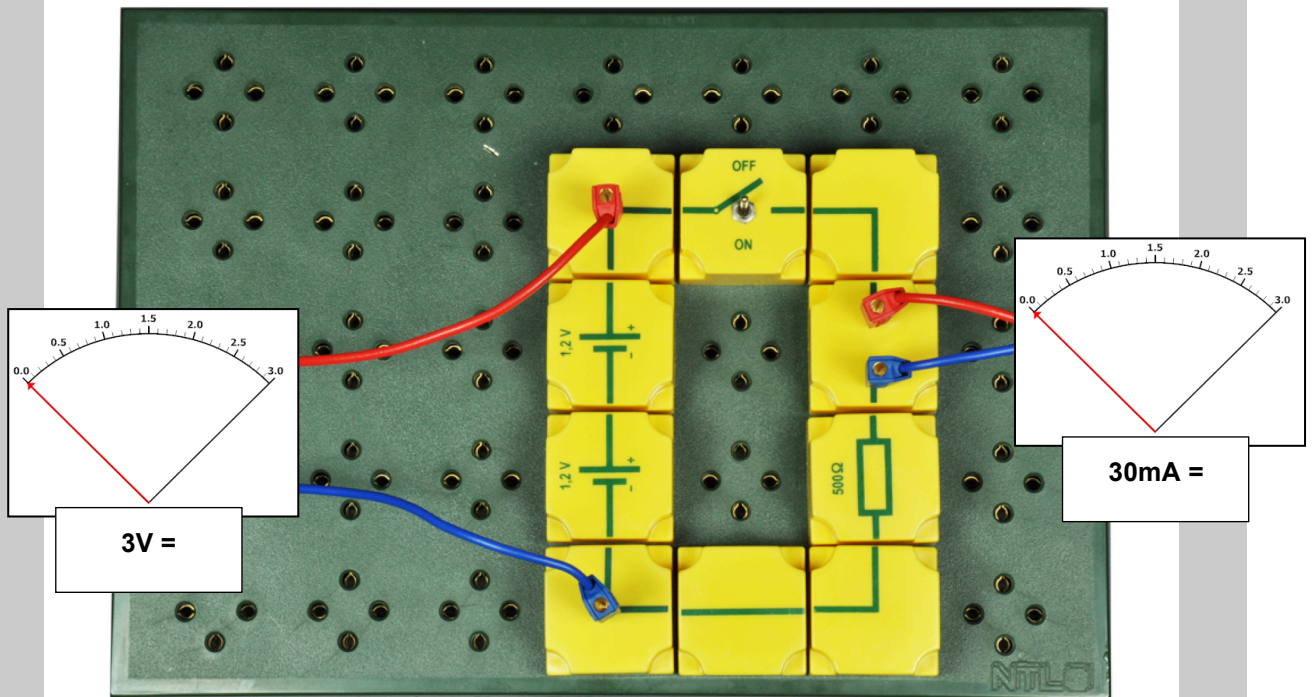
Conclusie:

De stroomsterkte is evenredig met de aangelegde spanning. De verhouding tussen spanning en stroomsterkte (de weerstand) is constant.

2.2. TOEPASSING VAN DE WET VAN OHM

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



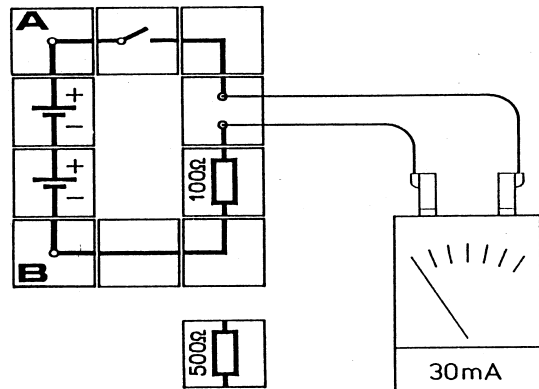
Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-batterijen 1,2 V
- 1 EIC-weerstand 100 Ω
- 1 EIC-weerstand 500 Ω
- 2 Multimeters
- 4 Snoertjes

De stroom door een stroomkring kan op voorhand berekend worden m.b.v. de Wet van Ohm. Deze berekening moet uitgevoerd worden voor twee weerstanden (100 Ω en 500 Ω).

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. Eerst wordt het onderdeel met het label "100 Ω " toegevoegd. De voltmeter (met meetbereik van 3 V=) controleert de toegepaste spanning (sluit de meter aan op punten A en B). We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 30 mA=.



Experiment:

De schakelaar is nog niet gesloten. Eerst wordt de toegepaste spanning gemeten. Dan wordt de spanning van de stroomkring berekend volgens de Wet van Ohm.

Spanning $U = \dots\dots\dots$ V

Weerstand $R = 100 \Omega$

$$\text{Stroomsterkte } I = \frac{U}{R} = \frac{\dots\dots\dots \text{ V}}{100 \Omega} = \dots\dots\dots \text{ A} = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

De schakelaar wordt gesloten en de stroomsterkte wordt gemeten. De gemeten hoeveelheid is gelijk aan de berekende hoeveelheid stroomsterkte (behoudens te verwaarlozen afwijkingen door meeton nauwkeurigheid).

Het experiment wordt herhaald met de EIC weerstand van "500 Ω ".

Spanning $U = \dots\dots\dots$ V

Weerstand $R = 500 \Omega$

$$\text{Stroomsterkte } I = \frac{U}{R} = \frac{\dots\dots\dots \text{ V}}{500 \Omega} = \dots\dots\dots \text{ A} = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

Conclusie:

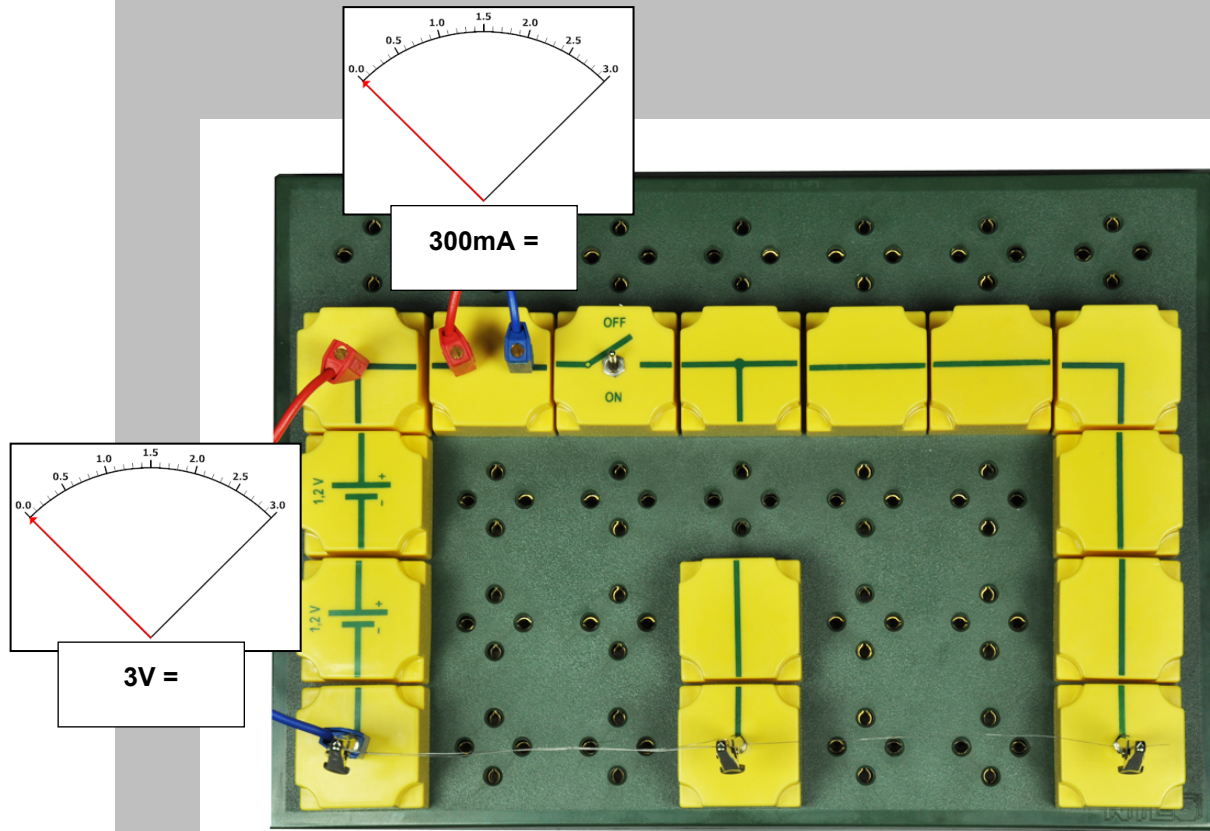
De stroomsterkte in een stroomkring kan voorspeld worden door middel van de Wet van Ohm, als tenminste de toegepaste spanning en de weerstand voor het elektrische apparaat bekend zijn.

NB: De weerstand van een onderdeel kan ook direct gemeten worden met een multimeter. Om dit te doen moet het meetbereik met het " Ω " symbool gekozen worden.

2.3. DE WEERSTAND VAN DRADEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



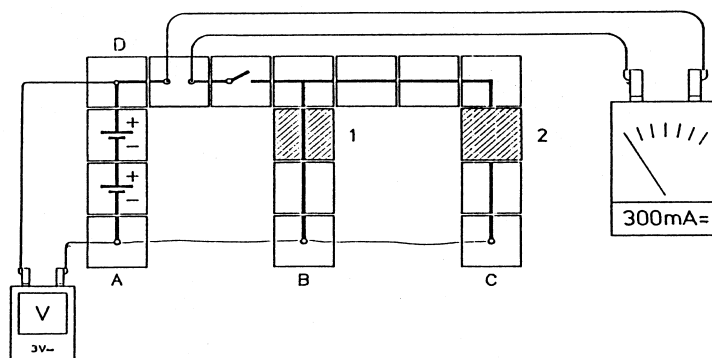
Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-batterijen $\pm 1,2\text{ V}$
- 3 Krokodillenbek klemmen met aansluitpin
- 1 Smeltverbinding 0,1 mm, rood
- 1 Weerstandsdraad 0,2 mm, blauw
- 1 Multimeters
- 2 Snoertjes

We onderzoeken hoe de lengte en diameter van een draad van invloed zijn op de hoeveelheid weerstand ervan. Verder vergelijken we twee draden van verschillend materiaal. Volgens de wet van Ohm geldt: hoe lager de stroomsterkte, hoe hoger de weerstand van een draad is.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De voltmeter (met meetbereik van 3 V=) meet eerst de spanning tussen de connecties A en D. We steken de krokodillenbek klemmen met aansluitpinnen in de contacten A, B en C. We klemmen een stuk smeltverbindingsdraad (ongeveer 25 cm) tussen de drie krokodillenbek klemmen. We maken dan nog een stuk smeltverbindingsdraad van dezelfde lengte klaar. We gebruiken de



ampèremeter met een meetbereik van

300 mA=. Het rechte EIC-contact, gearceerd weergegeven in het schema, voegen we in op positie 1. Zodoende loopt de stroom in de smeltverbinding alleen van B naar A.

Experiment 1:

We sluiten de schakelaar voor korte tijd en meten de stroomsterkte. De schakelaar moet weer snel opgezet worden (anders verbruiken we de batterijen te snel). De weerstand van de draad tussen A en B wordt berekend m.b.v. de gemeten spanning en stroomsterkte.

$$\begin{aligned} \text{Spanning} \quad U &= \dots\dots\dots \text{V} \\ \text{Stroomsterkte} \quad I &= \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A} \end{aligned}$$

$$\text{Weerstand } R = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}} = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{V}}{\dots\dots\dots \text{A}} = \dots\dots\dots \Omega$$

Het rechte, gearceerde, EIC-contact halen we weg bij positie 1 en voegen het in op positie 2. Zodoende loopt de stroom in de smeltverbindingsdraad van C naar A. Het stuk draad is nu twee keer zo lang als voorheen. We sluiten de schakelaar weer voor korte tijd en meten de stroomsterkte.

$$\begin{aligned} \text{Spanning} \quad U &= \dots\dots\dots \text{V} \\ \text{Stroomsterkte} \quad I &= \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A} \end{aligned}$$

$$\text{Weerstand } R = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}} = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{V}}{\dots\dots\dots \text{A}} = \dots\dots\dots \Omega$$

De weerstand is twee keer zo hoog als bij de draad van de halve lengte.

We klemmen nog een ander stuk smeltverbindingsdraad (van ongeveer 25 cm) *parallel* tussen de krokodillenbek klemmen als uitbreiding op de eerste draad. Zodoende wordt de oppervlakte van de draad verdubbeld en blijft de lengte gelijk. We meten de stroomsterkte opnieuw en berekenen de hoeveelheid weerstand.

$$\begin{aligned} \text{Spanning} \quad U &= \dots\dots\dots \text{V} \\ \text{Stroomsterkte} \quad I &= \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A} \end{aligned}$$

$$\text{Weerstand } R = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}} = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{V}}{\dots\dots\dots \text{A}} = \dots\dots\dots \Omega$$

De weerstand is nu de helft van de oorspronkelijke weerstand.

Experiment 2:

We herhalen de metingen en de berekeningen van experiment 1 maar nu met de weerstandsdraad.

Schrijf je bevindingen van de weerstandsdraad hieronder op.

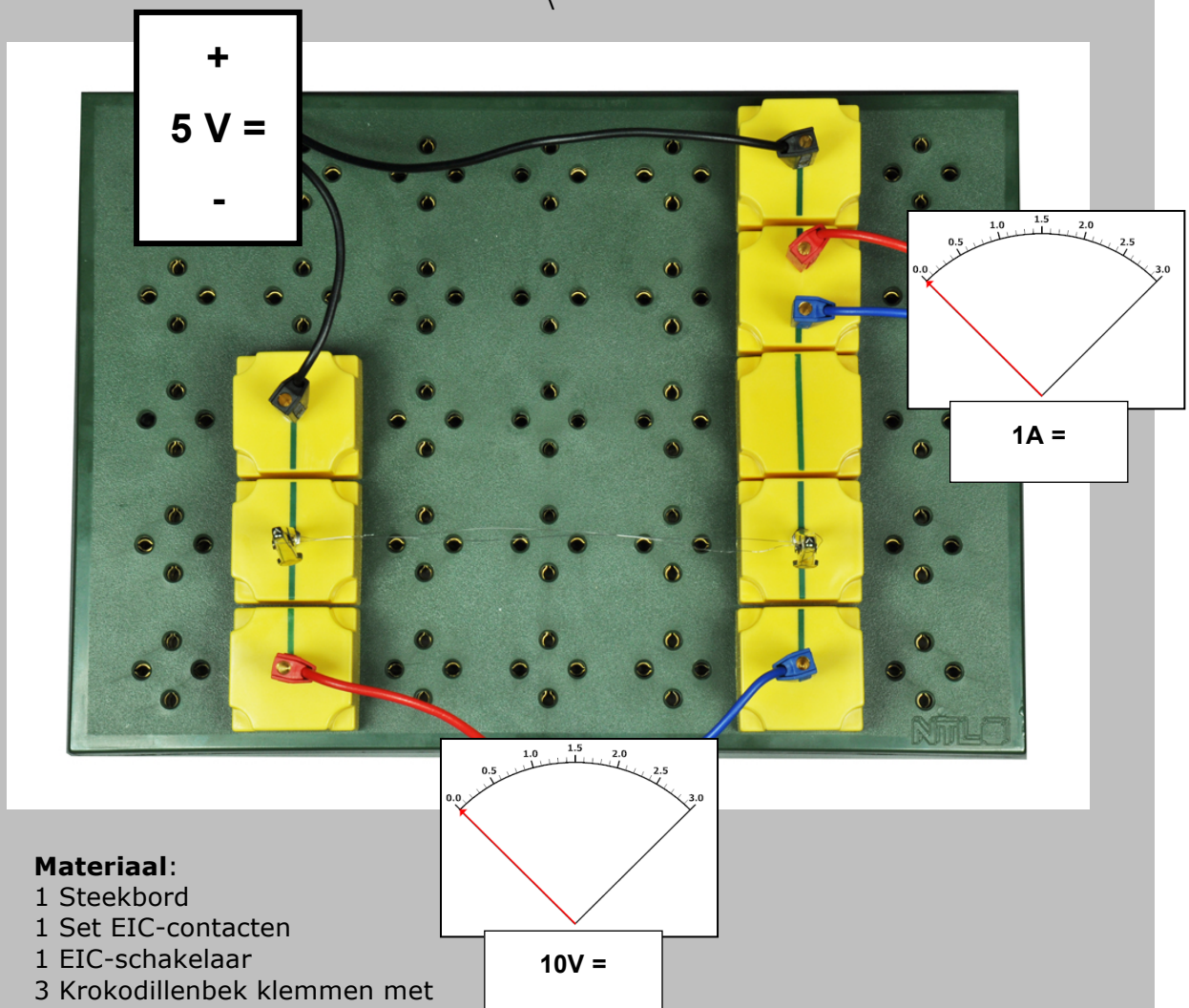
Conclusie:

De weerstand van een draad verdubbelt als de lengte ervan wordt verdubbeld. De weerstand halveert als het oppervlak van de draad wordt verdubbeld. Ook hangt de weerstand van een draad af van het gebruikte materiaal.

2.3.1. SPECIFIEKE WEERSTAND VAN DRADEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

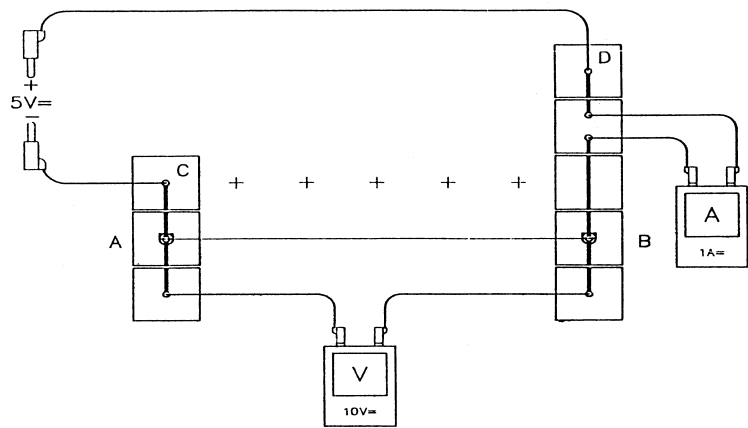


Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 3 Krokodillenbek klemmen met aansluitpin
- 1 Koperdraad 0,2 mm, zwart
- 1 Weerstanddraad 0,2 mm, blauw
- 2 Multimeters
- 6 Snoertjes
- Elektrische voeding

We gaan de soortelijke weerstand van twee draden van verschillend materiaal bepalen.

Bedrading: Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De toegepaste spanning wordt eerst gemeten d.m.v. de voltmeter (met meetbereik van 10 V=) op aansluitpunten C en D. We sluiten de krokodillenbek klem met aansluitpinnen aan op de contacten A en B. Een stuk koperdraad van ongeveer 25 cm wordt in de krokodillenbek klemmen vastgezet. Een stuk weerstandsdraad van dezelfde lengte wordt alvast klaargelegd voor experiment 2. We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik van 1 A=.



De spanning op de draad meten we met de voltmeter in het meetbereik van 10 V=. We gebruiken 5,0 volt gelijkspanning.

Experiment 1: De schakelaar wordt gedurende korte tijd gesloten en we passen de gebruikte spanning zodanig aan dat de voltmeter precies 5,0 volt aangeeft. De stroomsterkte wordt ook gemeten.

! De schakelaar moet nu snel geopend worden, omdat de elektrische stroom groot is en de draad daardoor erg heet wordt!

De weerstand van het stuk draad wordt berekend met de gemeten spanning en stroomsterkte. De lengte van het vastgezette stuk draad is precies bepaald en de oppervlakte van de doorsnede van de draad gaan we berekenen. De diameter van de draad is 0,2 mm, de oppervlakte is daarom: oppervlakte $A = 0,1^2 \cdot \pi \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$. De soortelijke weerstand ρ wordt uitgerekend via de formule:

$$\rho = \frac{A \cdot R}{l}$$

Spanning $U = \dots\dots\dots \text{V}$

Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A}$

Weerstand $R = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{V}}{\dots\dots\dots \text{A}} = \dots\dots\dots \Omega$

Soortelijke weerstand $\rho = \dots\dots\dots \Omega\text{m}$

Experiment 2: We vervangen het koperdraad door de weerstandsdraad en we herhalen het eerste experiment. We berekenen de weerstand en de soortelijke weerstand opnieuw. De weerstandsdraad heeft dezelfde diameter en heeft dus hetzelfde oppervlak als de koperdraad.

Spanning $U = \dots\dots\dots \text{V}$

Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A}$

Weerstand $R = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{V}}{\dots\dots\dots \text{A}} = \dots\dots\dots \Omega$

Soortelijke weerstand $\rho = \dots\dots\dots \Omega\text{m}$

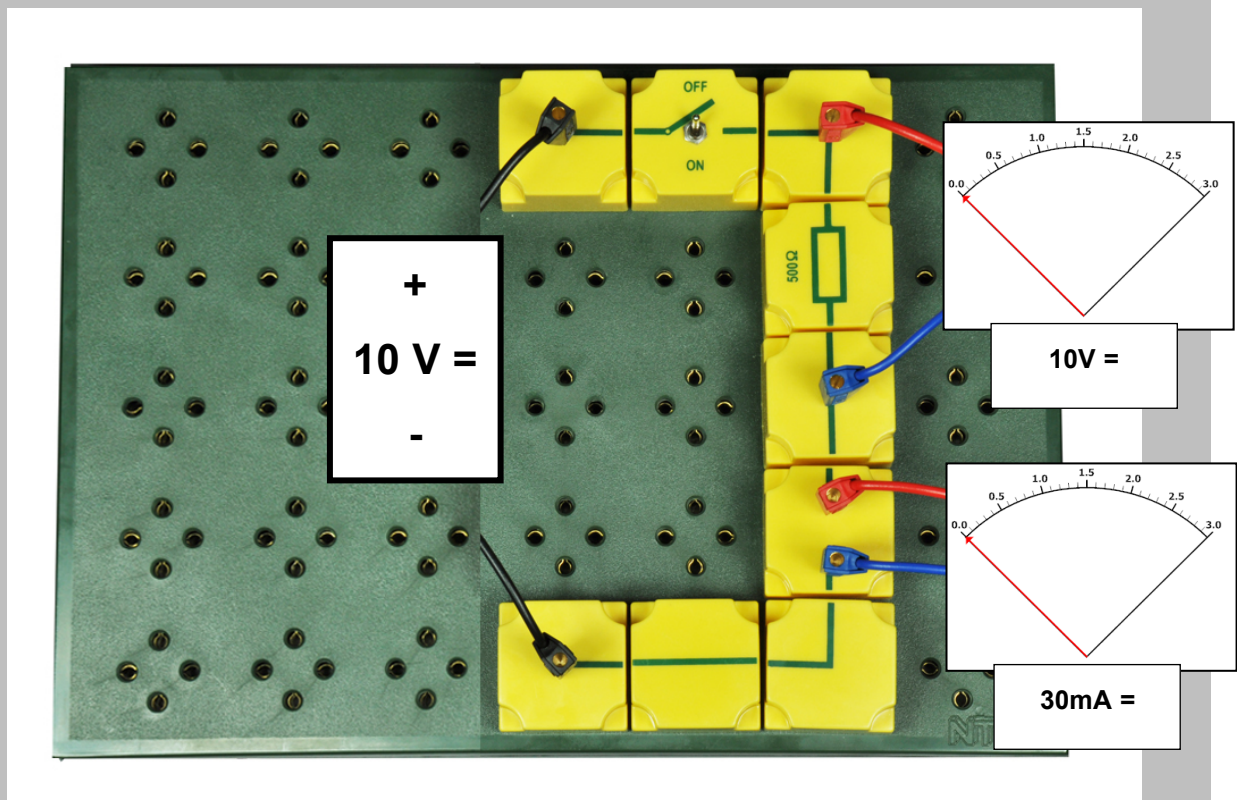
Conclusie:

De soortelijke weerstand van een draad met een bekende lengte en oppervlakte kan worden berekend. De soortelijke weerstand van het koperdraad is ongeveer $1,75 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$, de soortelijke weerstand van de weerstandsdraad is ongeveer $1 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$. Het koperdraad geleidt ongeveer 50 keer beter dan de weerstandsdraad.

2.4. OHMSE WEERSTANDEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



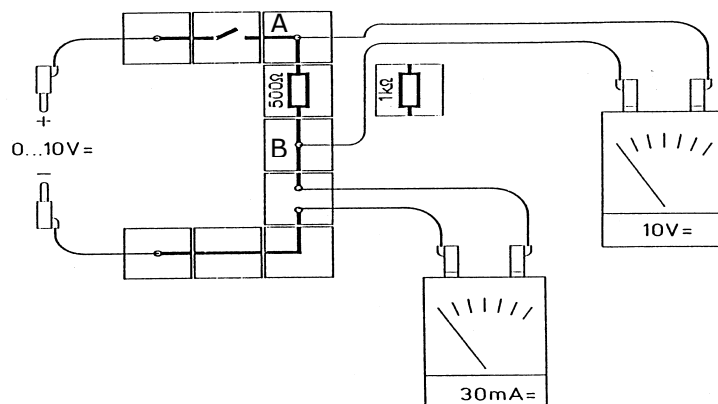
Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-weerstand 500 Ω
- 1 EIC-weerstand 1 k Ω
- 2 Multimeters
- 6 Snoertjes
- Elektrische voeding

Onderdelen waarvan de waarde van de weerstand constant is (niet afhangen van de stroomsterkte) noemen we "Ohmse weerstanden". Bij deze Ohmse weerstanden is de stroomsterkte recht evenredig met de toegepaste spanning. Dit geldt niet voor metalen zoals koper, ijzer, enz.. Het geldt echter wel voor een typische legeringen, "constantaan" (koper/nikkel legering). We onderzoeken de waarde van de weerstand van diverse elementen die als weerstand gebruikt worden.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De weerstandswaarde van het gebruikte element wordt telkens apart vastgesteld. De spanning bij de weerstand wordt m.b.v. een voltmeter (met meetbereik van 10 V=) gemeten bij de aansluitpunten A en B. We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 30 mA=. Eerst stellen we 1,0 V gelijkspanning in.



Experiment 1:

Het onderdeel met de opdruk 500 Ω voegen we tussen en we sluiten de schakelaar. De stroomsterkte meten we bij $U = 1,0$ V. Vervolgens passen we de andere spanningen, die in de tabel staan toe. Dan berekenen we de waarde van de weerstand aan de hand van de gemeten spanning en stroomsterkte.

Spanning U	Stroomsterkte I	Weerstand R
1,0 V	 mA = A	 Ω
5,0 V	 mA = A	 Ω
10,0 V	 mA = A	 Ω

Experiment 2: We stellen de waarde van de weerstand R van het onderdeel met de opdruk "1 kΩ" op dezelfde manier vast als in het eerste experiment.

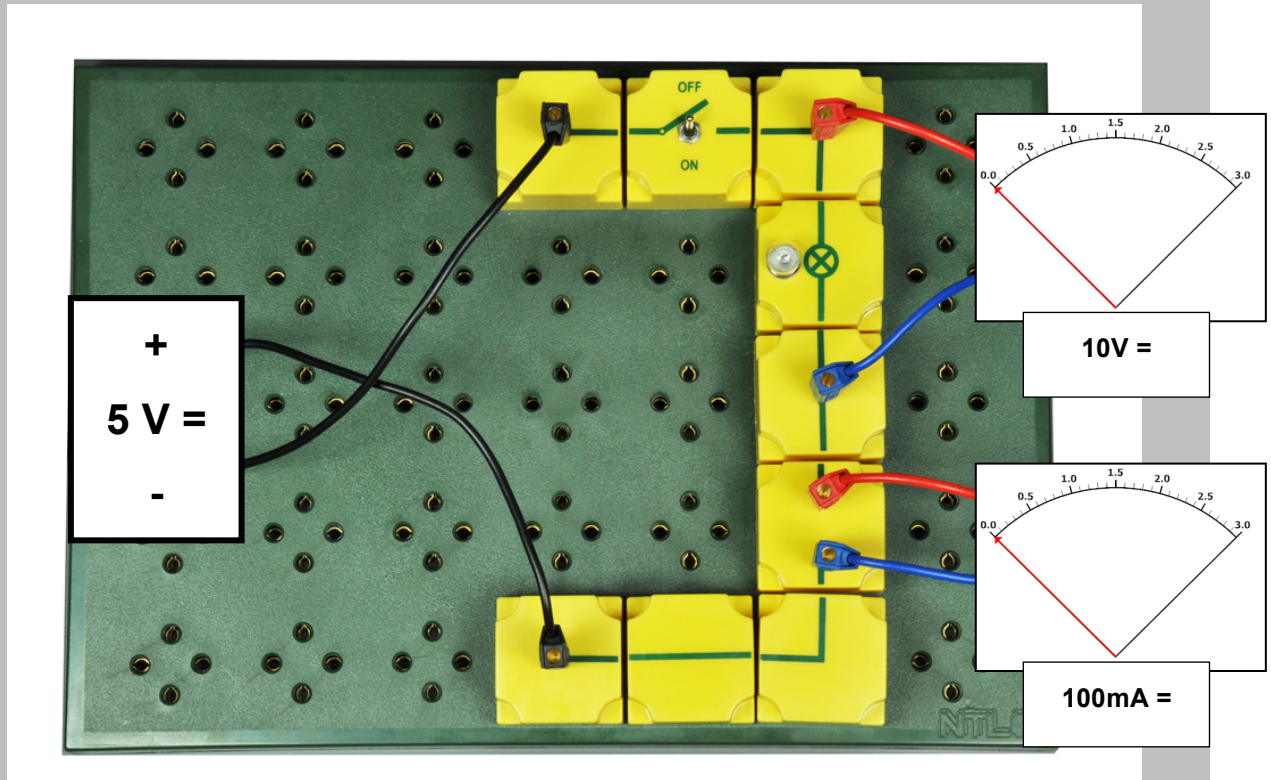
Spanning U	Stroomsterkte I	Weerstand R
1,0 V	 mA = A	 Ω
5,0 V	 mA = A	 Ω
10,0 V	 mA = A	 Ω

Er bestaan elementen waarvan de waarde van de weerstand 'altijd' gelijk blijft. Deze elementen noemen we Ohmse weerstanden.

2.5. EEN GLOEILAMP IS GEEN OHMSE WEERSTAND

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-lamphouder E 10
- 1 Gloeilamp E 10; 10 V/0,05 A
- 2 Multimeters
- 6 Snoertjes
- Elektrische voeding

We onderzoeken de weerstand van een lamp bij verschillende spanningen. Heeft het stijgen van de temperatuur in de gloeidraad effect op de weerstand?

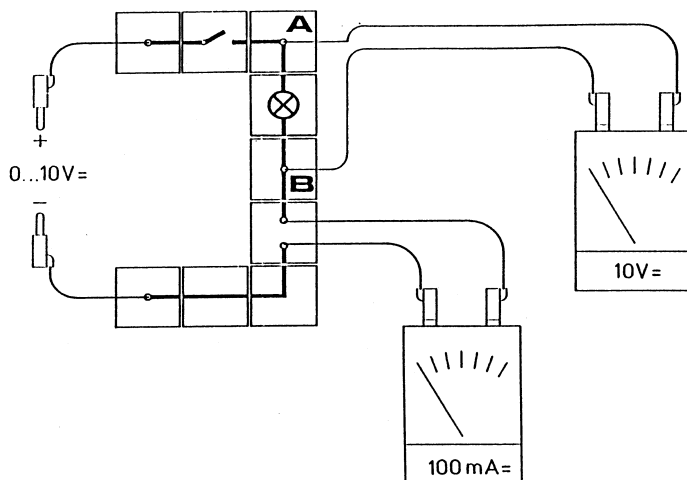
Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We meten de spanning van de lamp m.b.v. de voltmeter (met meetbereik van 10 V=) bij de aansluitpunten A en B. We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik van 10 mA=.

Experiment:

Eerst wordt de spanning op 1,0 V gezet en sluiten we de schakelaar. De stroomsterkte, die de ampèremeter weergeeft schrijven we op. Vervolgens stellen we de andere spanningen uit de tabel in. We meten de stroomsterkte en noteren deze in de tabel. Houdt de lamp in de gaten! De gloeidraad gloeit nu nog niet.

Maar bij 10,0 V is de gloeilamp volledig opgelicht. We berekenen de weerstand m.b.v. de gemeten spanning en stroomsterkte.



Spanning U	Stroomsterkte I	Weerstand R
1,0 V	 mA = A	 Ω
5,0 V	 mA = A	 Ω
10,0 V	 mA = A	 Ω

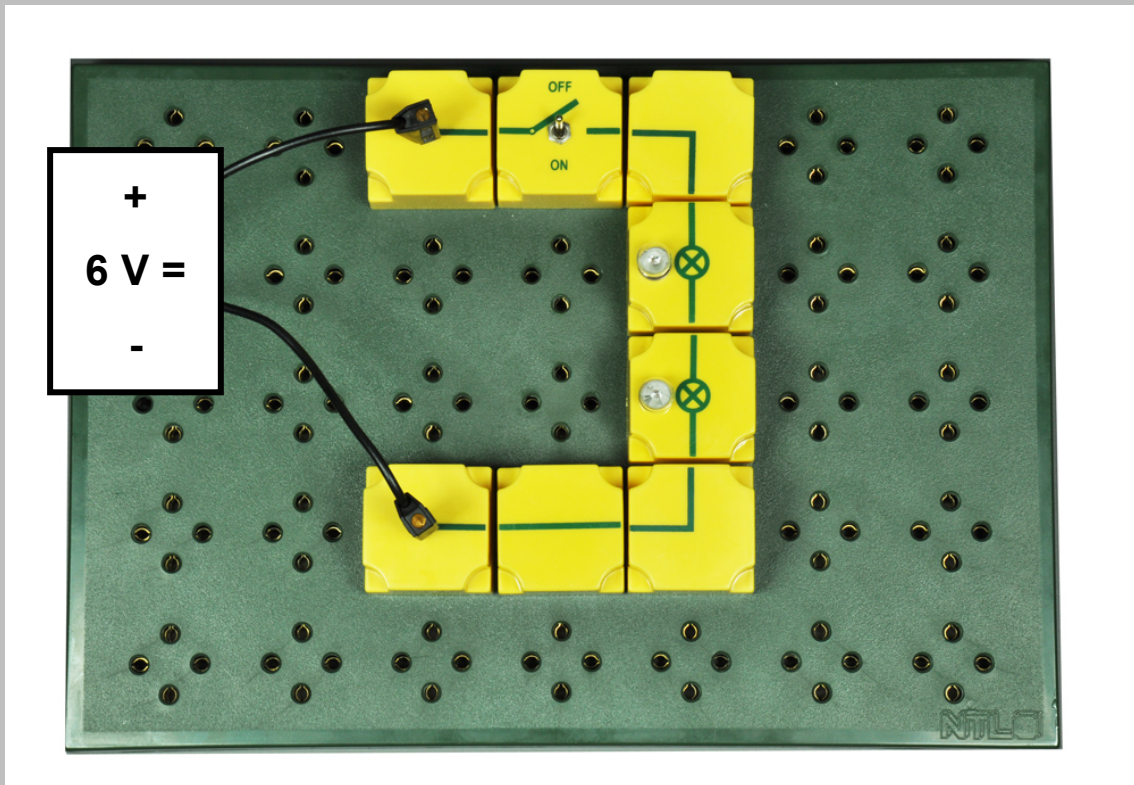
Conclusie:

De weerstand van een metalen gloeidraad neemt toe bij een stijgende temperatuur. De gloeilamp is daarom geen 'Ohmse' weerstand. De metalen gloeidraad heeft een positieve temperatuur coëfficiënt.

2.6. SERIËLE AANSLUITING VAN GLOEILAMPEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

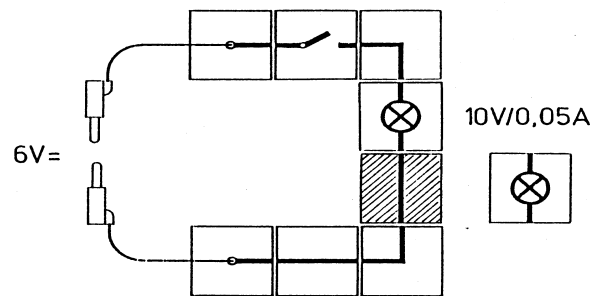
- 1 Steekbord
- 1 Set van EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-lamphouders E 10
- 2 Gloeilampen E 10; 10 V/0,05 A
- 2 Snoertjes
- Elektrische voeding

We sluiten twee lampen op twee manieren aan in het schema. Dit experiment gaat over het in serie aansluiten van gloeilampen.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. Eerst voegen we één lamp toe. Vervolgens vervangen we het rechte gearceerde EIC-contact door het tweede lampje.

We gebruiken 6 Volt gelijkspanning.



Experiment:

We sluiten de schakelaar en bekijken de lichtsterkte van de lamp. We openen de schakelaar en het rechte gearceerde EIC-contact wordt vervangen door de tweede lamp. Nadat we de schakelaar uitgezet hebben kunnen we zien dat de twee lampen aanzienlijk minder sterk oplichten dan toen de eerste lamp alleen brandde. Als we de toegepaste spanning opvoeren tot 12 Volt zal ongeveer dezelfde lichtsterkte als voorheen bereikt worden.

Wat gebeurt er als we één lamp uit de houder halen?

Conclusie:

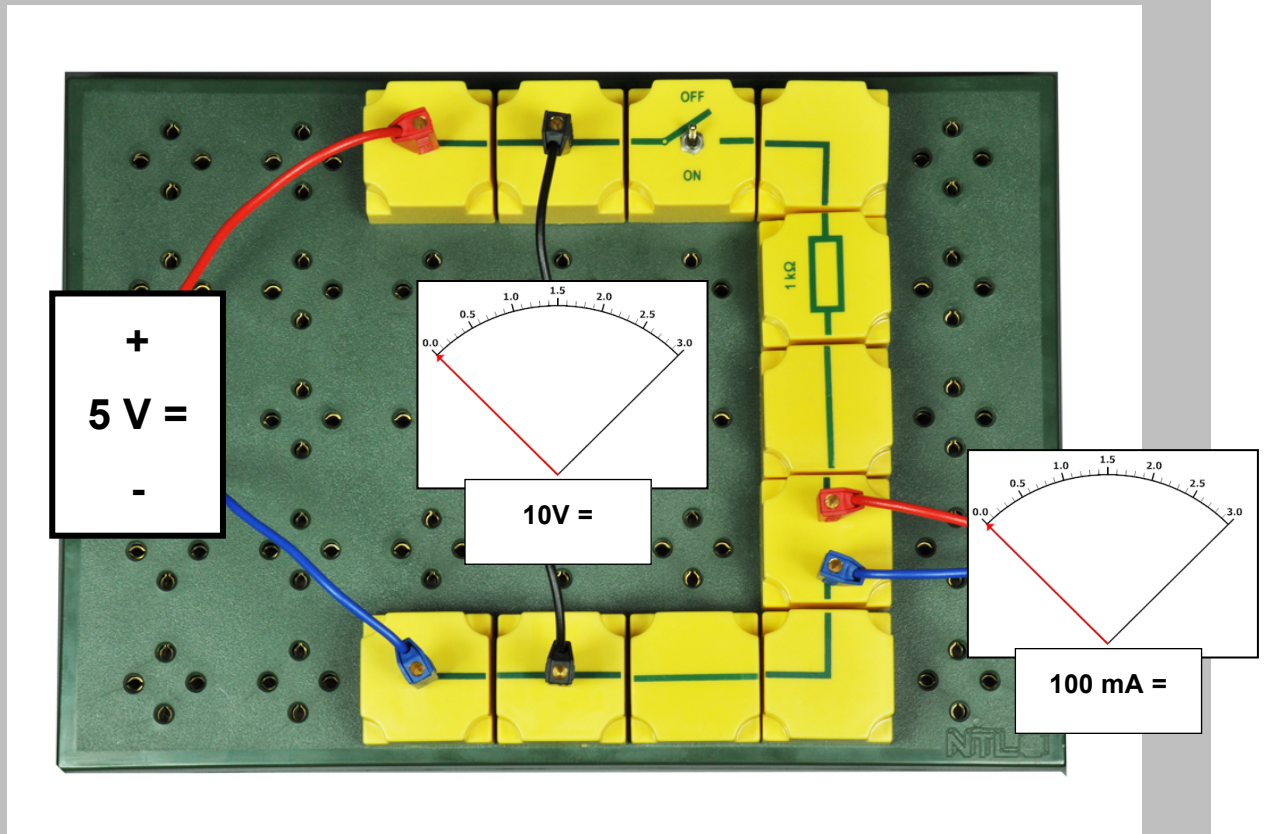
Bij een serie schakeling van twee lampen is twee keer de hoeveelheid spanning nodig. Als we één lamp weghalen wordt de stroomkring onderbroken.

N.B.: Als een gloeilamp in een huis niet werkt wordt de stroomkring niet onderbroken, want de andere apparaten blijven gewoon werken. Wat betekent dit?

2.7. SERIËLE AANSLUITING VAN OHMSE WEERSTANDEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



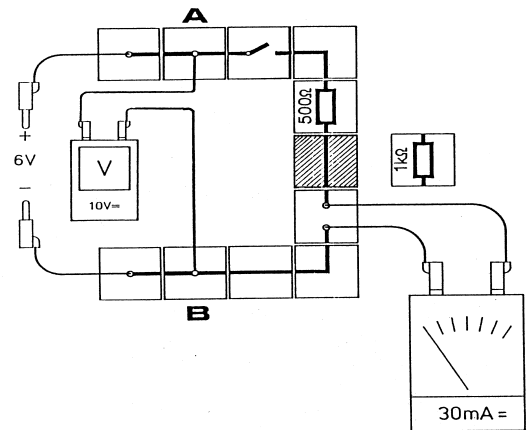
Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-weerstand 500 Ω
- 1 EIC-weerstand 1 k Ω
- 1 Multimeter
- 4 Snoertjes
- Elektrische voeding

We sluiten de weerstanden van $500\ \Omega$ en $1\ \text{k}\Omega$ ($1000\ \Omega$) één voor één aan (in serie). Hoeveel bedraagt de totale weerstand (ook wel vervangingsweerstand) van deze opstelling?

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We passen 10 volt gelijkspanning toe. We meten de ingestelde spanning met de voltmeter (met meetbereik van $10\ \text{V}$) op de aansluitingen A en B. We passen de spanning aan tot precies $10,0\ \text{V}$. We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik van $30\ \text{mA}$.



Experiment 1:

We sluiten de schakelaar. De elektrische stroom loopt door de Ohmse weerstand $R = 500\ \Omega$ en de ampèremeter (met meetbereik van $30\ \text{mA}$).

De stroomsterkte is mA = A .

Experiment 2:

We vervangen de weerstand van $500\ \Omega$ door die van $1\ \text{k}\Omega$. Na het sluiten van de schakelaar loopt de elektrische stroom door de Ohmse weerstand $R = 1\ \text{k}\Omega$ ($1000\ \Omega$) en de ampèremeter (met meetbereik van $30\ \text{mA}$).

De stroomsterkte is mA = A .

Experiment 3:

We vervangen het rechte, gearceerde EIC-contact door de $500\ \Omega$ weerstand. De twee weerstanden staan nu in serie geschakeld. De elektrische stroom loopt door de Ohmse weerstanden $R_1 = 1\ \text{k}\Omega$ en $R_2 = 500\ \Omega$ en door de ampèremeter.

De stroomsterkte is nu mA = A .

Totale weerstand $R_{\text{tot}} = 10,0\ \text{V} / \text{.....A} = \text{.....}\ \Omega$

Conclusie:

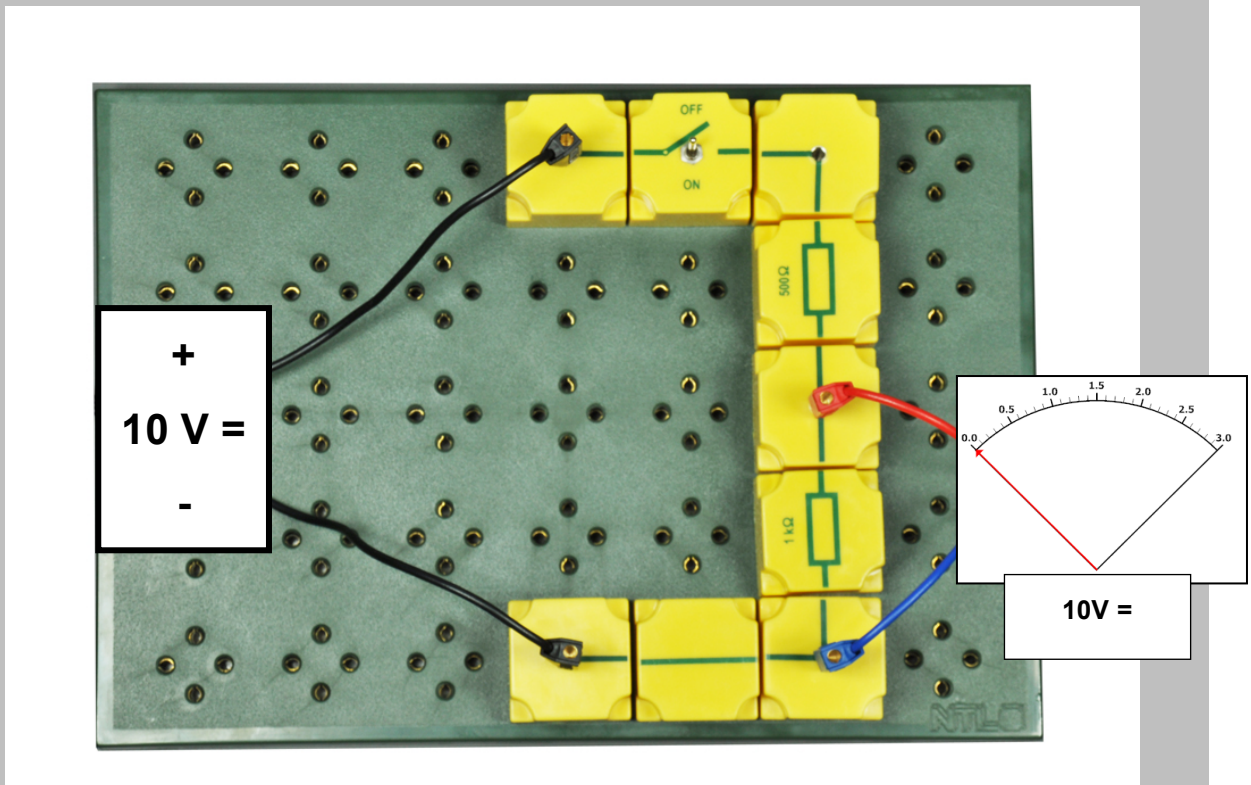
Als Ohmse weerstanden in serie worden geschakeld is de totale weerstand de som van de individuele weerstanden. De formule is:

$$R_{\text{tot}} = R_1 + R_2$$

2.8. SPANNIGSVERDELING

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



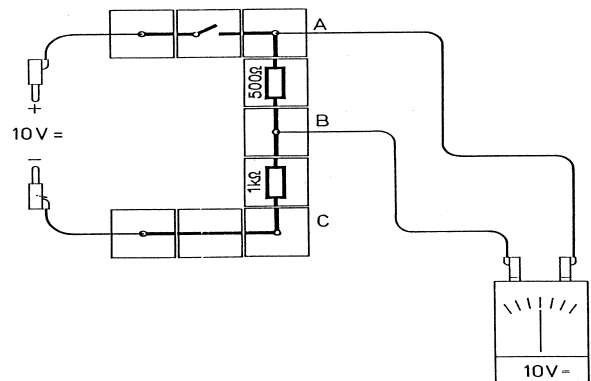
Materiaal:

- 1 Steekbord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-weerstand 500 Ω
- 1 EIC-weerstand 1 k Ω
- 1 Multimeter
- 4 Snoertjes
- Elektrische voeding

Als een elektrische stroom door twee in serie aangesloten Ohmse weerstanden heen loopt, zal de ingestelde spanning verdeeld zijn in twee verschillende spanningen U_1 en U_2 . Welke wet ligt ten grondslag aan deze gescheiden spanningen?

Bedrading:

Eerst meet de voltmeter (met meetbereik van 10 V=) de totale spanning U bij A en C. We passen dan de ingestelde spanning aan op 6 Volt. Vervolgens meten we de twee spanningen U_1 en U_2 bij de weerstanden.



Experiment:

De schakelaar wordt gesloten. Eerst sluiten we de voltmeter aan op de aansluitingen A en B.

De eerste spanning U_1 wordt gemeten bij R_1 (500Ω): $U_1 = \dots\dots\dots$ V.

Dan sluiten we de voltmeter aan op de aansluitingen B en C.

De tweede spanning U_2 wordt gemeten bij R_2 ($1 \text{ k}\Omega$): $U_2 = \dots\dots\dots$ V

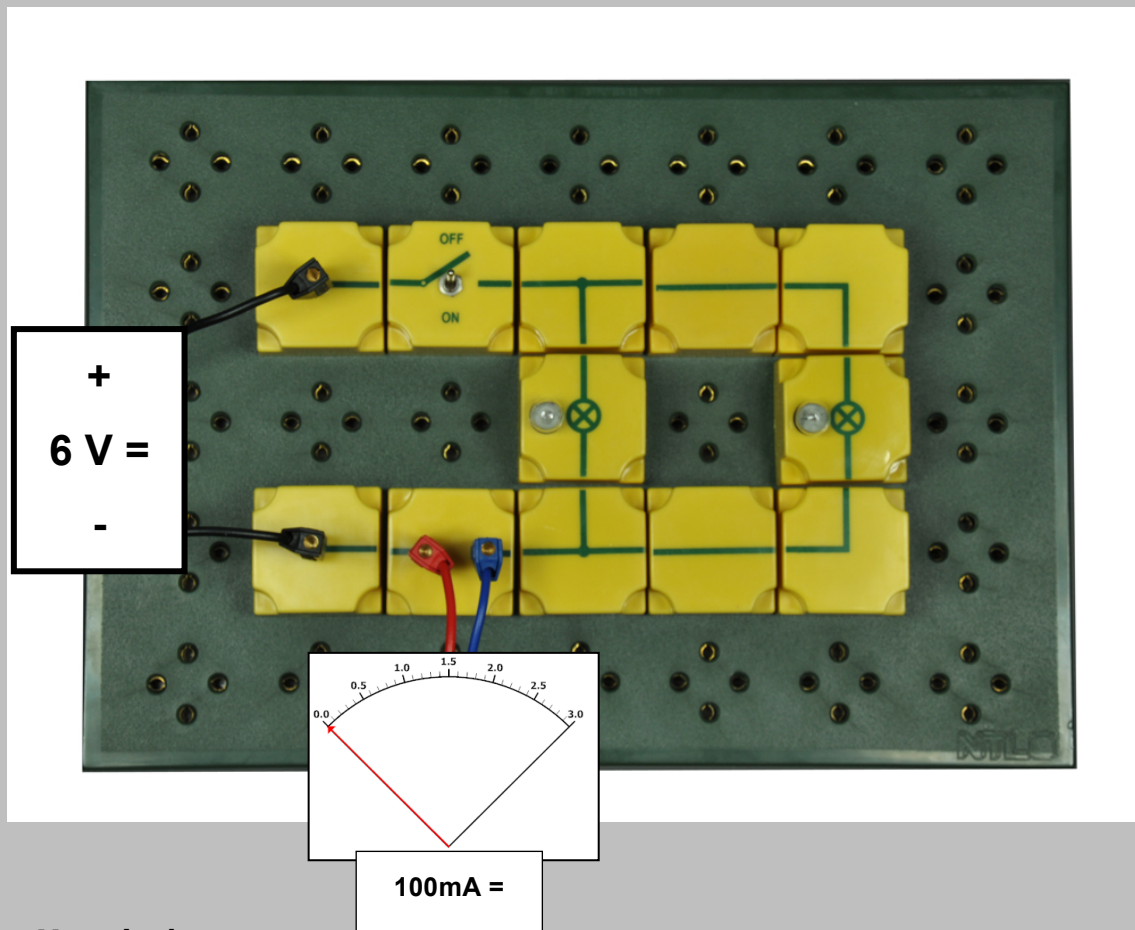
Conclusie:

- De som van beide deelspanningen is gelijk aan de totale spanning $U_1 + U_2 = U_{\text{tot}}$
- De spanning is zodanig verdeeld dat de hogere deelspanning gemeten wordt over de weerstand met de hoogste weerstandswaarde.

2.9. PARALLELE AANSLUITING VAN GLOEILAMPEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



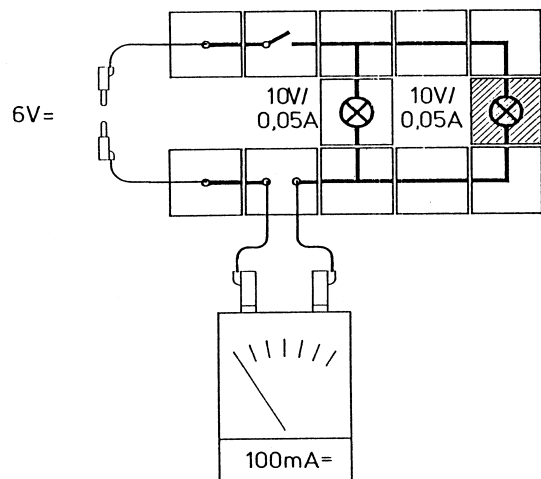
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-lamphouders E 10
- 2 Gloeilampen E 10; 10 V/0,05 A
- 1 Multimeter
- 4 Snoertjes
- Elektrische voedingseenheid

Parallele aansluitingen veroorzaken een vertakking van de elektrische stroom. We onderzoeken de karakteristieken van twee gloeilampen die parallel zijn aangesloten.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De gearceerde EIC-lamphouder is nog niet ingevoegd. We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 100 mA=. We stellen 6,0 Volt gelijkspanning in.



Experiment:

We sluiten de schakelaar en noteren de lichtsterkte van de lamp. Verder noteren we de stroomsterkte die door de ampèremeter wordt getoond. We openen de schakelaar en we voegen de gearceerde EIC-lamphouder in, gelijk met de tweede lamp. Na het sluiten van de schakelaar zullen beide lampen even sterk branden als de ene lamp die we hiervoor gebruikten. De hoeveelheid stroomsterkte is het dubbele van de oorspronkelijke waarde.

Wat gebeurt er als we één lamp uit zijn houder halen?

Conclusie:

De stroomsterkte wordt verdubbeld wanneer twee gloeilampen in een parallelle opstelling geplaatst worden. Als we één lamp weghalen blijft de andere lamp branden.

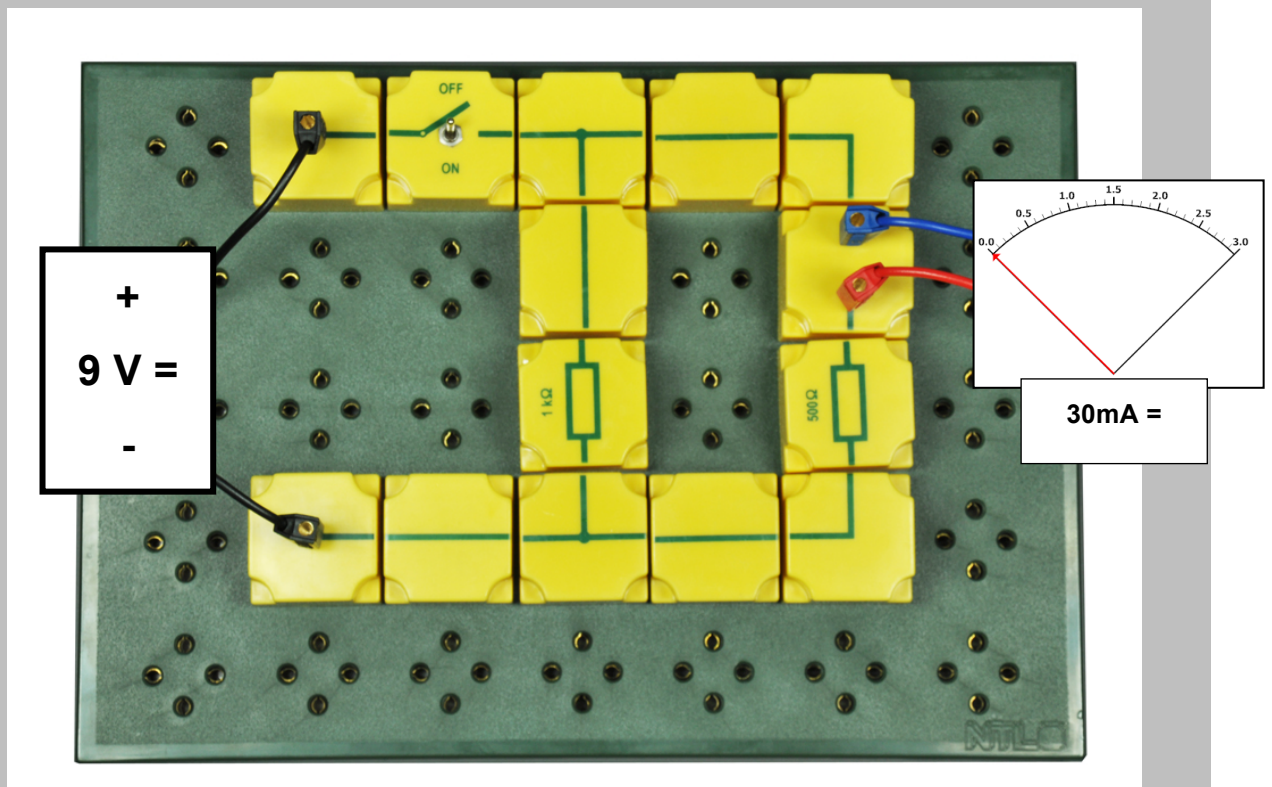
Tip:

De gloeilampen en elektrische apparaten in huis worden parallel aangesloten. De stroomsterkte neemt toe als meerdere elektrische apparaten worden ingeschakeld. De zekering dient als bescherming tegen overbelasting. Er ontstaat namelijk een gevaarlijke situatie als er teveel apparaten tegelijk (parallel) ingeschakeld worden, de stroomsterkte wordt dan steeds hoger.

2.10. PARALLELE AANSLUITING VAN OHMSE WEERSTANDEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



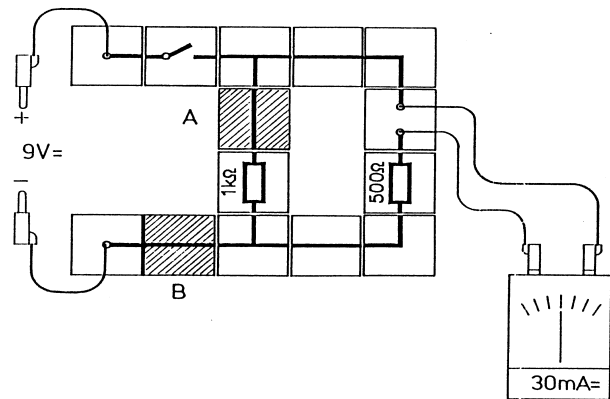
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-weerstand
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-weerstand 500 Ω
- 1 EIC-weerstand 1 kΩ
- 1 Multimeter
- 4 Snoertjes
- Elektrische voeding

We rekenen de totale spanning uit van 2 parallel aangesloten Ohmse weerstanden door het meten van de spanning en de stroomsterkte.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We gebruiken weerstanden van $500\ \Omega$ en $1\ \text{k}\Omega$ voor de bedrading. We stellen 9 Volt gelijkspanning in en de spanning wordt gemeten met de voltmeter (met meetbereik van $10\ \text{V}$). We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik $30\ \text{mA}$. We sluiten de ampèremeter eerst aan op het deel van het circuit waarin de $500\ \Omega$ weerstand zich bevindt.



Experiment 1:

We sluiten de schakelaar en meten de stroomsterkte.

$$I_1 = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A}.$$

Experiment 2:

We vervangen het onderbroken EIC-contact door het rechte, gearceerde EIC-contact (met de naam A) in de twee vertakkingen van de parallelle aansluiting. We sluiten de schakelaar en meten de stroomsterkte I_2 door de $1\ \text{k}\Omega$ weerstand.

$$I_2 = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A}.$$

Experiment 3:

We vervangen het onderbroken EIC-contact door het rechte, gearceerde EIC-contact (met de naam B). Na het sluiten van de schakelaar wordt de stroomsterkte I gemeten.

$$I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A}.$$

De stroomsterkten I_1 en I_2 door de twee parallel aangesloten vertakkingen worden dus opgeteld. De stroomsterkte van de vertakkingen samen is "precies" de stroomsterkte gemeten bij punt B.

We berekenen de totale weerstand van het parallelschakeling met behulp van de Wet van Ohm.

$$\begin{array}{ll} \text{Spanning} & U = 9\ \text{V} \\ \text{Stroomsterkte} & I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots \text{A} \end{array}$$

$$\text{Weerstand } R = \frac{U}{I} = \dots\dots\dots \text{V} / \dots\dots\dots \text{A} = \dots\dots\dots \Omega$$

Conclusie:

De stroomsterkte neemt toe door een tweede weerstand parallel aan te sluiten. De som van de stroomsterktes door de vertakkingen van de parallelschakeling is gelijk aan de stroomsterkte door de hoofdtak van de schakeling.

De totale weerstand wordt kleiner dan de twee parallel aangesloten verdeelde weerstanden.

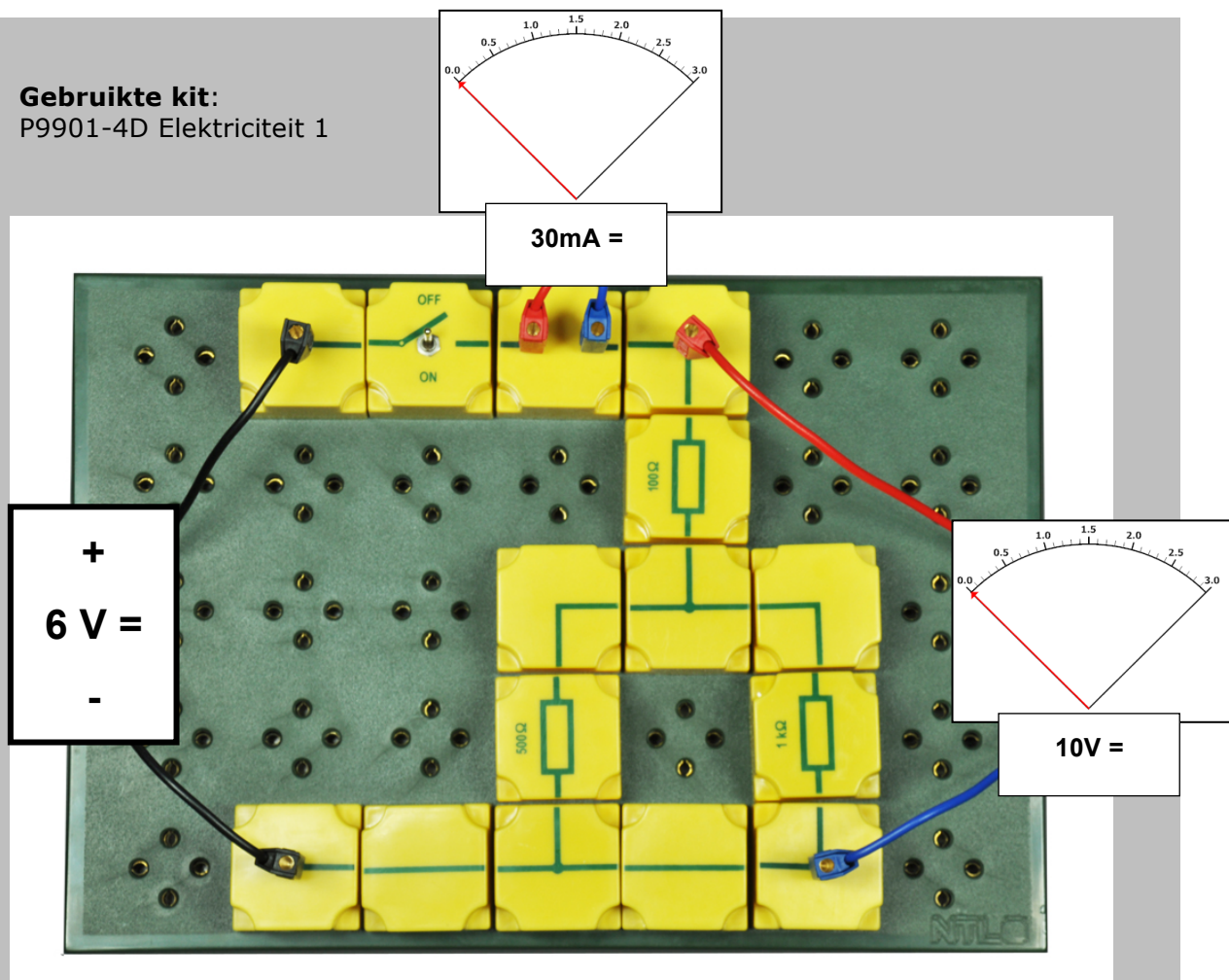
Tip: We kunnen de totale weerstand van een parallelschakeling ook berekenen. Het volgende is van toepassing op de totale weerstand:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{of omgezet:} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

2.11. WEERSTANDEN IN EEN GECOMBINEERDE SERIE-/PARALLELSCHAKELING

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



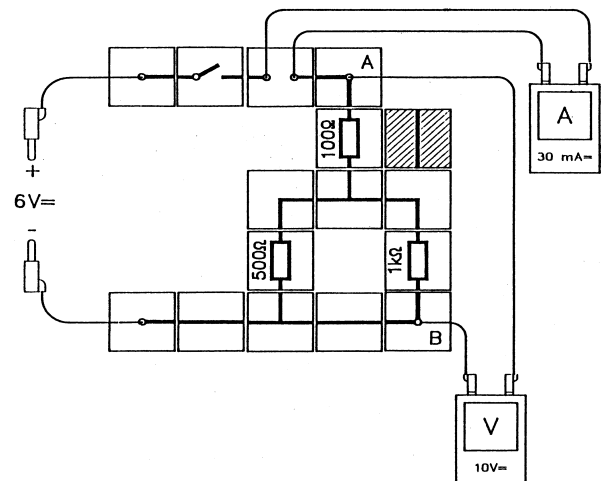
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar AAN/UIT
- 1 EIC-weerstand 100 Ω
- 1 EIC-weerstand 500 Ω
- 1 EIC-weerstand 1 k Ω
- 2 Multimeters
- 6 Aansluitingen
- Elektrische voeding

Wat is de totale weerstand van een combinatie van Ohmse weerstanden in een gecombineerde serie- en parallelschakeling?

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De 100 Ω EIC-weerstand is nog niet ingevoegd. In plaats daarvan voegen we het rechte, gearceerde EIC-contact in. De twee weerstanden $R_1 = 500 \Omega$ en $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ worden parallel aangesloten. We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik van 30 mA=. De voltmeter (met meetbereik van 10 V=) sluiten we aan op de aansluitingen A en B om de spanning bij de weerstanden aan te geven (nog geen ampèremeter aansluiten). We stellen gelijkspanning zodanig in dat de spanning over de parallelle weerstanden 9,0 Volt is.



Experiment 1:

We sluiten de schakelaar en meten de stroomsterkte. We berekenen de totale weerstand van de parallelschakeling met behulp van de Wet van Ohm.

Spanning $U = 9,0 \text{ V}$

Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$

Weerstand $R = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{ V}}{\dots\dots\dots \text{ A}} = \dots\dots\dots \Omega$

Experiment 2:

We vervangen het rechte, gearceerde EIC-contact door de EIC-weerstand van 100 Ω (R_3). Nadat de schakelaar gesloten wordt meten we de stroomsterkte opnieuw. We berekenen de totale weerstand.

Spanning $U = 9,0 \text{ V}$

Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$

Weerstand $R = \frac{U}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{ V}}{\dots\dots\dots \text{ A}} = \dots\dots\dots \Omega$

We controleren het resultaat door de totale weerstand te berekenen. We passen eerst de formule voor parallelschakelingen toe:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{of omgezet} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Parallel geeft een weerstand van 333 Ω . In de schakeling staat nog een weerstand van 100 Ω .

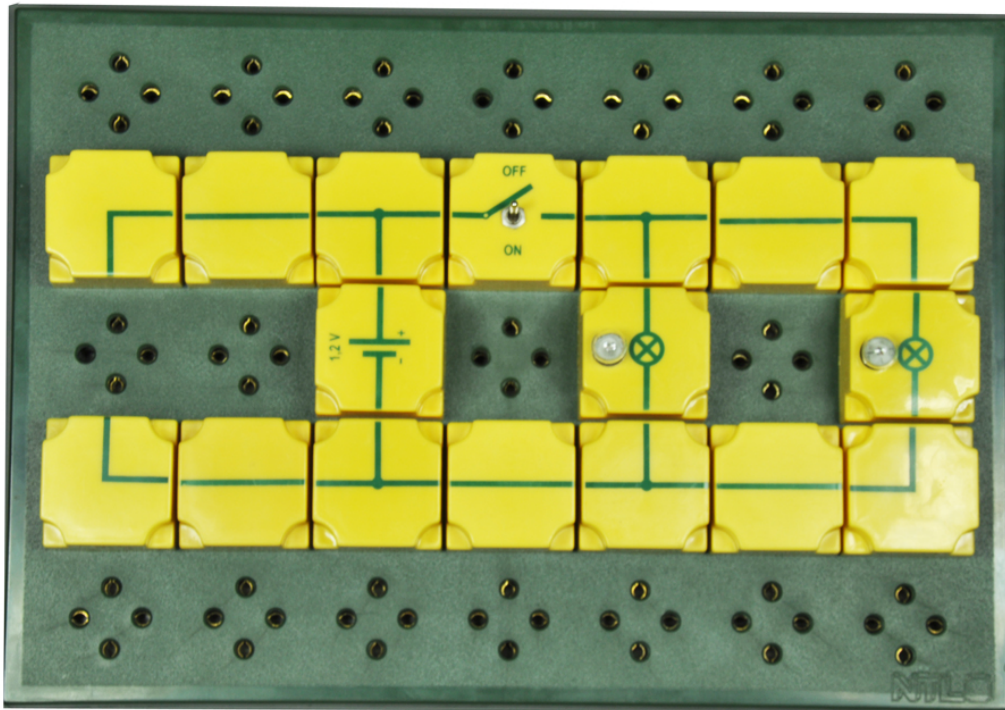
Dit resulteert in een totale weerstand van $R_{\text{tot}} = 433 \Omega$.

Conclusie: We berekenen de totale weerstand door de onderdelen in de schakeling één voor één uit te rekenen. Eerst de parallel delen en daarna het seriegedeelte.

2.12. WAAROM ZIJN SPANNINGSBRONNEN PARALLEL AANGESLOTEN?

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



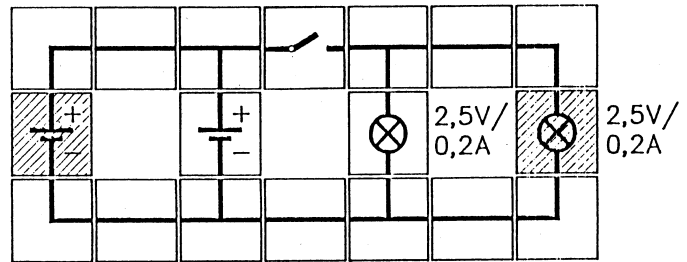
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-batterijen (accu) 1,2 V
- 2 EIC-lamphouders E 10
- 2 Gloeilampen E 10; 2,5 V/0,2 A

Waarom worden spanningsbronnen parallel aangesloten, ondanks dat de totale spanning niet toeneemt? Dit experiment toont de noodzaak aan van het parallel aansluiten van spanningsbronnen.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De twee gearceerde onderdelen zijn nog niet geplaatst. De 2,5 V lamp wordt gevoed door een EIC-batterij.



Experiment 1:

We sluiten de schakelaar (en die blijft gesloten gedurende de volgende experimenten). We volgen nauwkeurig de lichtsterkte van de lamp.

Experiment 2:

We voegen de tweede EIC-lamphouder toe in de bedrading samen met de gemarkeerde ampèremeter. We kijken weer naar de lichtsterkte van de eerste lamp. Die neemt af (terwijl hij eigenlijk gelijk zou moeten blijven).

Experiment 3:

We voegen de tweede EIC-lamphouder toe in de bedrading, parallel aan de eerste batterij. De lichtsterkte van beide lampen neemt toe.

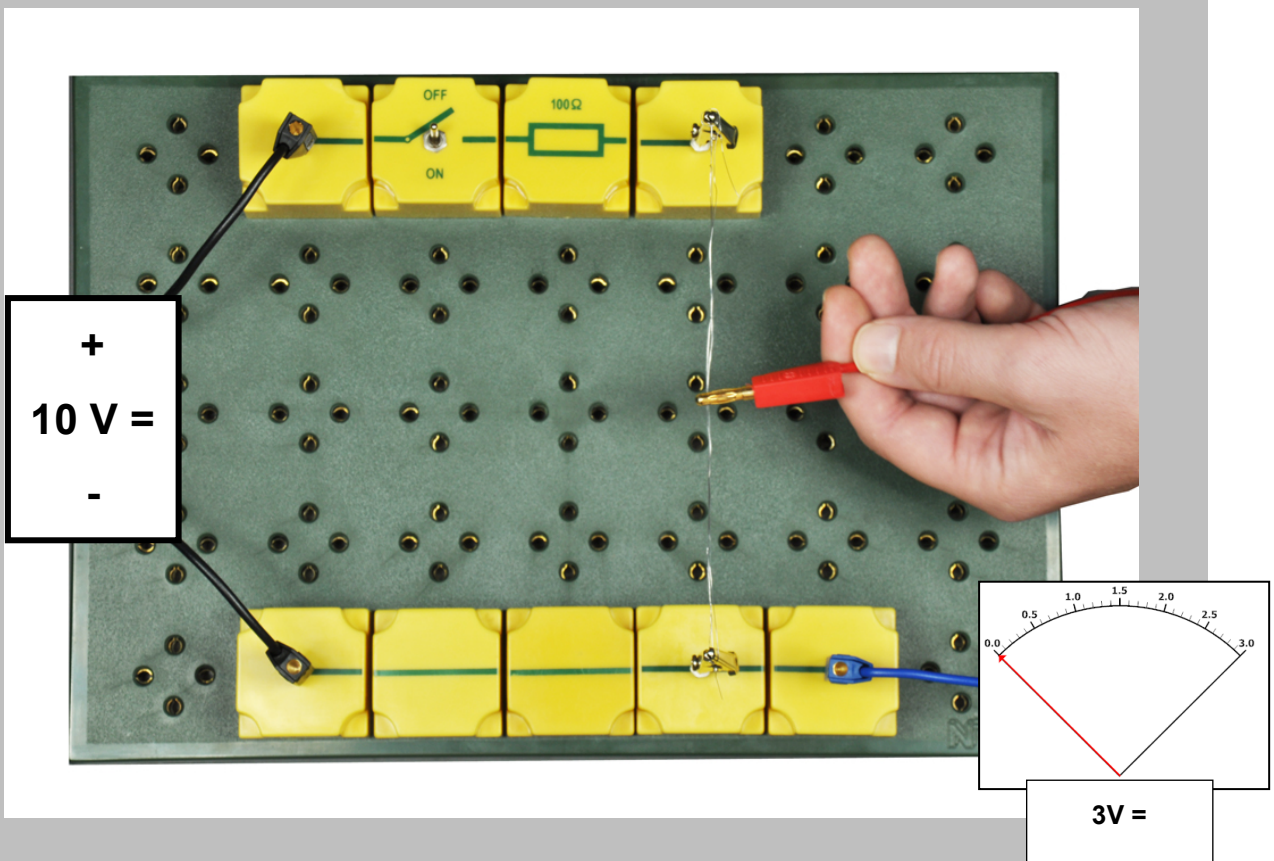
Conclusie:

De uiteindelijke spanning van een spanningsbron kan afnemen door verbruik van elektrische energie. Er kan meer elektrische energie geleverd worden door spanningsbronnen die parallel zijn aangesloten.

2.13. MODEL VAN EEN POTENTIOMETER

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



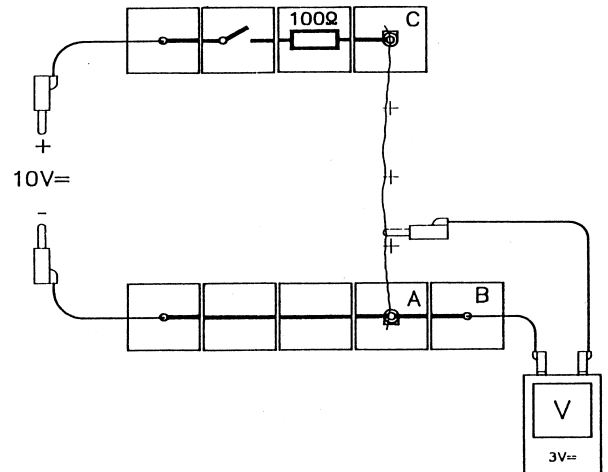
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-weerstand 100 Ω
- 2 Krokodillenbek klemmen met aansluitpinnen
- 1 Smeltweerstand 0,1 mm, rood
- 1 Multimeter
- 4 Snoertjes
- Elektrische voeding

Elke spanning tussen 0 en maximaal kan worden ingesteld middels een potentiometer. Met dit experiment willen we voordoen hoe een potentiometer werkt.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We voegen de krokodillenbek klemmen met pin in bij A en C. Een smeltdraad (van ong. 25 cm) zetten we vast tussen de klemmen. De weerstand van $100\ \Omega$ fungeert als een elektrisch apparaat in het geval de weerstand op 0 wordt gezet. Daardoor heeft de smeltdraad slechts een deel van de totale spanning. De totaal beschikbare spanning staat over beide einden van de draad. Het aftappen van een spanningscomponent doen we door een „tap” die we over de draad heen en weer kunnen schuiven. Een potentiometer heeft daarom altijd drie aansluitingen.



We gebruiken de voltmeter met het meetbereik van 3 V . We voegen de aansluitdraad van de voltmeter in op B, en de tweede draad blijft nog niet aangesloten. We gebruiken 10 Volt gelijkspanning.

Experiment:

We sluiten de schakelaar. We verplaatsen langzaam de aansluiting van de tweede draad, die naar de voltmeter loopt langs de aangespannen draad. De voltmeter geeft spanningen tussen de 0 en de maximale waarde aan (ongeveer 2 Volt).

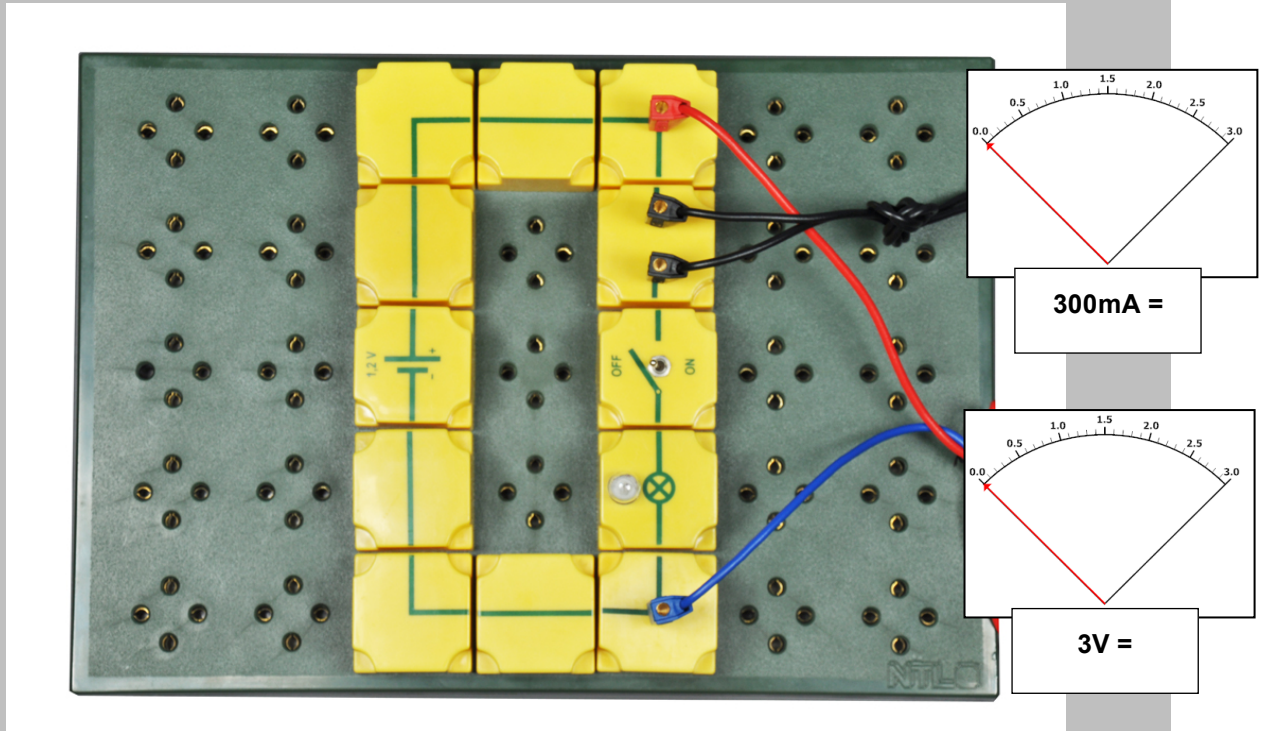
Conclusie:

Als deelspanningen van een gegeven spanning benodigd zijn, dan kunnen deze worden „afgetapt” met behulp van een potentiometer.

2.14. INTERNE WEERSTAND VAN SPANNINGSBRONNEN (EINDSPANNING)

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-lamphouder E 10
- 1 EIC-batterij
- 1 Gloeilamp E 10; 2,5 V/0,05 A
- 2 Multimeters
- 4 Snoertjes

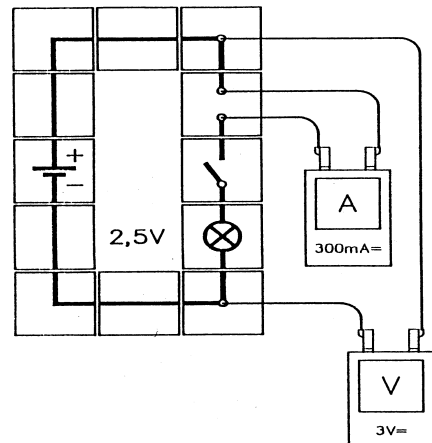
De gegenereerde spanning (kan gemeten worden op de aansluitpinnen) neemt af bij veel spanningsbronnen, bij een toename van de belasting van de spanningsbronnen (naarmate de afgenomen stroomsterkte hoger is). We zijn op zoek naar een uitleg van dit feit.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. Een EIC-batterij dient als spanningsbron. We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik van 300 mA=, en de voltmeter in het meetbereik van 3 V=. We laten de schakelaar in eerste instantie open.

Experiment:

We lezen de spanning op de voltmeter af die de batterij levert als hij niet belast is (behoudens de zeer lage stroom door de voltmeter). Deze spanning noemen we bronspanning (U_b).



Bronspanning $U_b = \dots\dots\dots$ V

Dan sluiten we de schakelaar zodat de elektrische stroom kan lopen. De lamp brandt. De elektrische stroom zorgt voor een belasting van de spanningsbron. Nu laat de voltmeter de klemspanning zien (U_{KL}) die wordt gemeten bij de aansluitingen van de batterij. De ampèremeter geeft de stroom weer die door de batterij en de gloeilamp loopt.

klemspanning $U_{KL} = \dots\dots\dots$ V; $I = \dots\dots\dots$ mA

Conclusie:

De spanning van een batterij neemt af als hij belast wordt. Dit komt door de „interne weerstand” R_i van de spanningsbron. Als er elektrische stroom gaat lopen produceert de stroomsterkte I een spanning $U = I \cdot R_i$ over de interne weerstand R_i . De klemspanning is daardoor lager dan de bronspanning bij belasting.

We kunnen de interne weerstand R_i berekenen met behulp van de twee spanningsniveaus. Het volgende geldt:

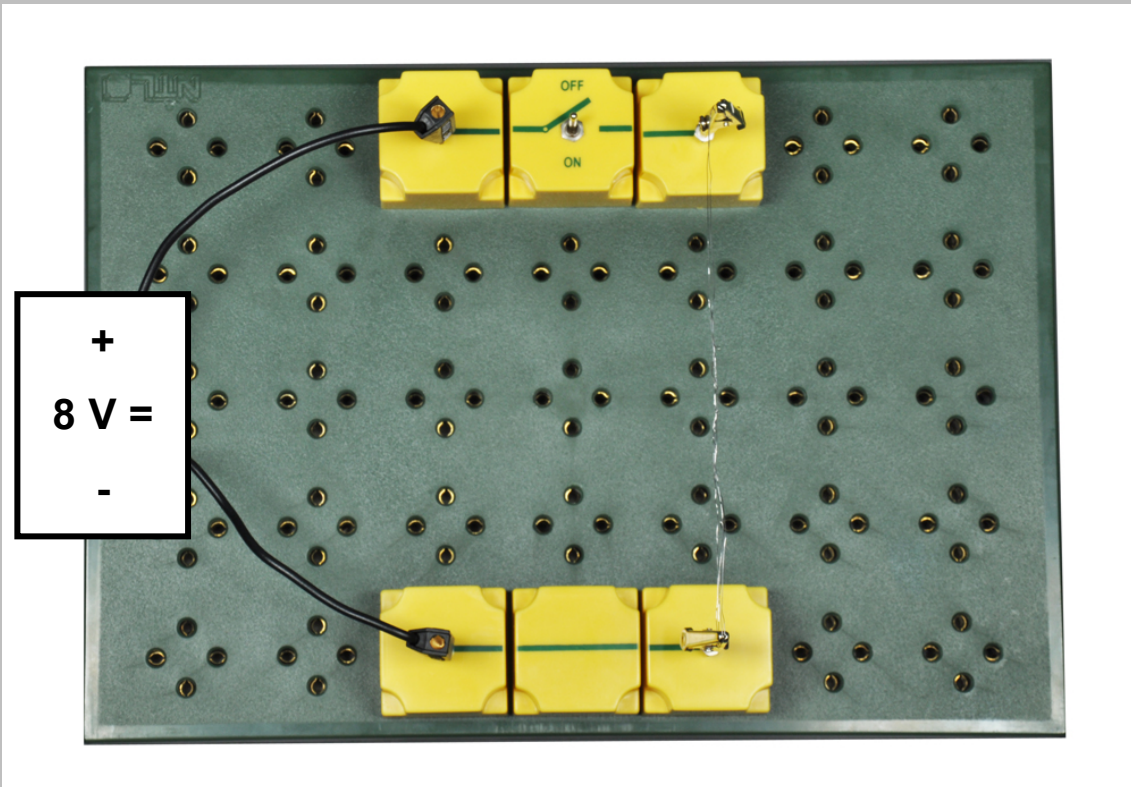
$$U_b = R_i \cdot I + U_{KL} \quad \rightarrow \quad R_i = \frac{U_b - U_{KL}}{I}$$

3. WARMTE-ENERGIE EN ELEKTRISCHE ENERGIE

3.1. ELEKTRISCHE ENERGIE WORDT OMGEZET IN WARMTE-ENERGIE

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-leads
- 1 EIC-schakelaar
- 2 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Smeltweerstand 0,2 mm, blauw
- 2 Snoertjes
- Elektrische voeding

Elektrische energie kan worden omgezet in andere vormen van energie, zoals licht, geluid en warmte. Welke elektrische apparatuur in de huishouding kan elektrische energie omzetten in warmte?

Een klein stukje smeltweerstandsdraad toont deze omzetting in dit experiment.

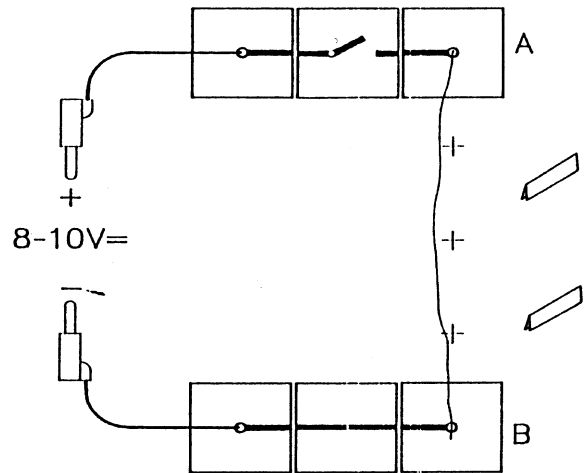
Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We maken krokodillenbek klemmen met pinnen vast aan de fittingen van de modules A en B. We klemmen een stuk smeltweerstandsdraad vast tussen deze modules (ongeveer 18 cm). We hangen smalle papierstroken (tissue of krantenpapier) over de smeltweerstandsdraad heen.

Experiment:

Draai langzaam de spanning op de draad omhoog en kijk of je de draad ziet gloeien. De draad gloeit nog niet bij een spanning van 8 tot 10 V, maar hij wordt al wel warm.

Dit zie je als het papier smeult en zwart wordt.



Als het papier begint te roken zet je de spanningsbron gelijk uit of de schakelaar open.

Pas op:

De draad wordt heet! Raak de draad niet meteen na het openen van de schakelaar aan!

Conclusie:

De eenvoudigste manier om een omzetting van elektrische in warmte uit te voeren is door middel van een weerstandsdraad.

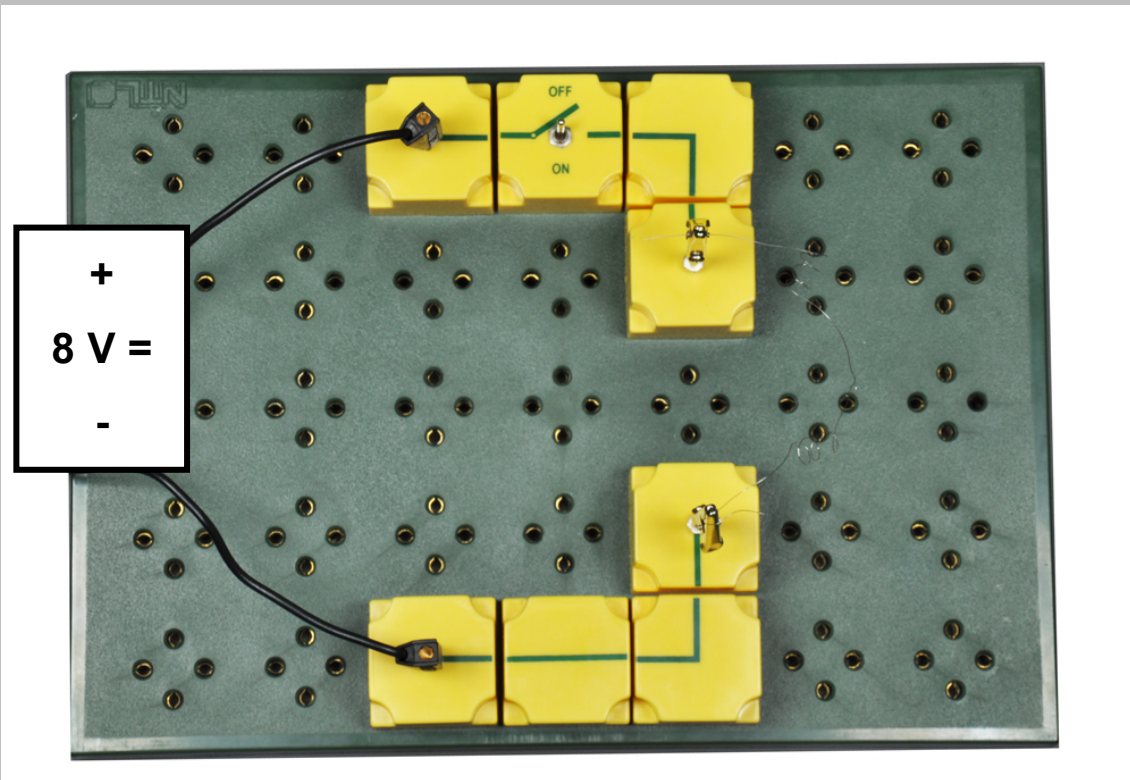
Tip:

De gloeiende draad kan ook gebruikt worden om piepschuim te snijden.

3.2. ELEKTRISCHE ENERGIE WORDT OMGEZET IN LICHT-ENERGIE

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1



Materiaal:

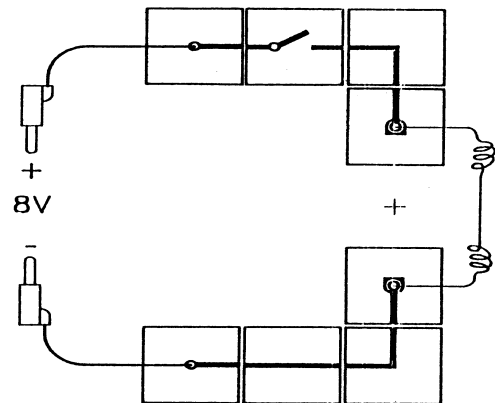
- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Smeltweerstandsdraad 0,2 mm, blauw
- 2 Snoertjes
- Elektrische voeding

Een weerstandsdraad begint te gloeien bij hogere temperaturen en zendt licht uit samen met een grote hoeveelheid thermische energie (warmte).

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We prepareren een stuk draad (smeltweerstandsdraad) volgens de schets. We bouwen twee kleine spiralen van elk drie slagen. Er loopt een recht stuk draad tussen de twee spiralen.

We zetten twee krokodillenbek klemmen met pinnen vast aan de twee EIC-aansluitingen. Het voorbereide stuk draad klemmen we tussen deze twee aansluitingen. We stellen 8 V gelijkspanning in.

**Experiment:**

We sluiten de schakelaar. De elektrische stroom laat de spiralen gloeien. Het stuk draad tussen de twee spiralen gloeit minder sterk. Hoe zou dit komen?

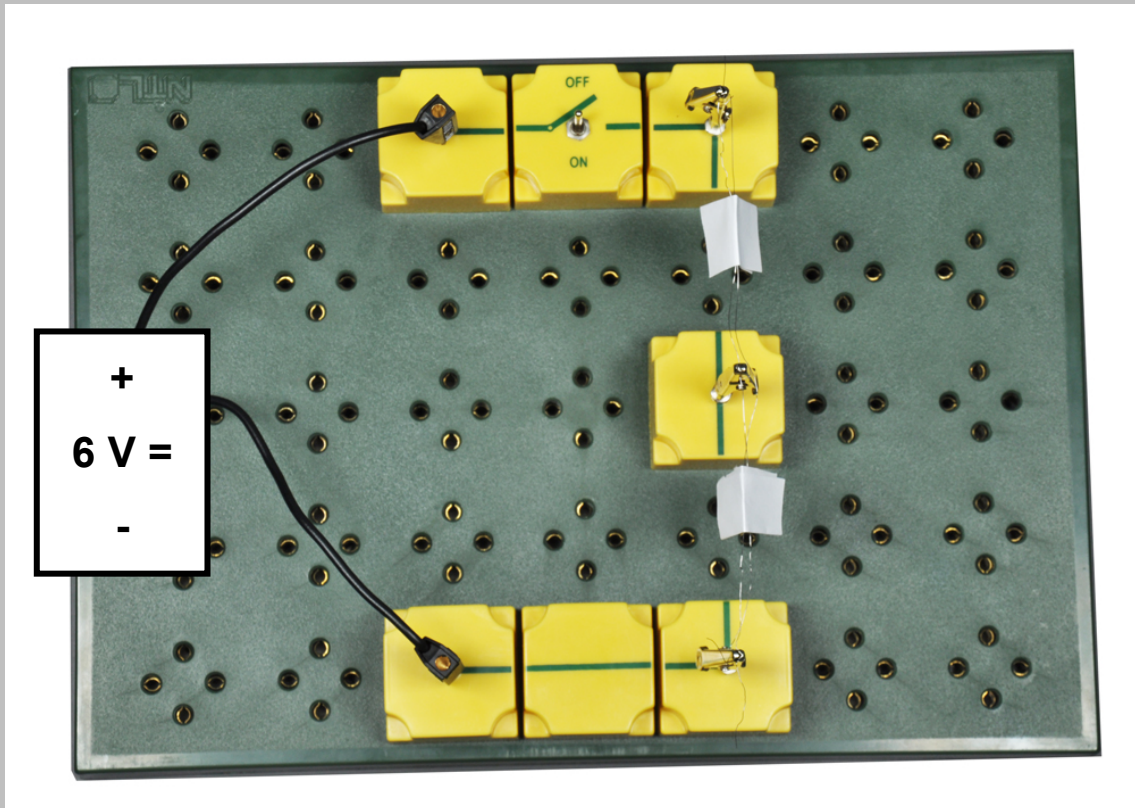
Conclusie:

De elektrische spanning kan een smeltweerstand zodanig verhitten dat hij begint te gloeien. Het licht is sterker op die plaatsen waar de slagen van de draad dicht op elkaar zitten. Dit komt omdat ze elkaar ook nog eens onderling verwarmen.

3.3. GELEIDENDE DRADEN EN WEERSTANDSDRADEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



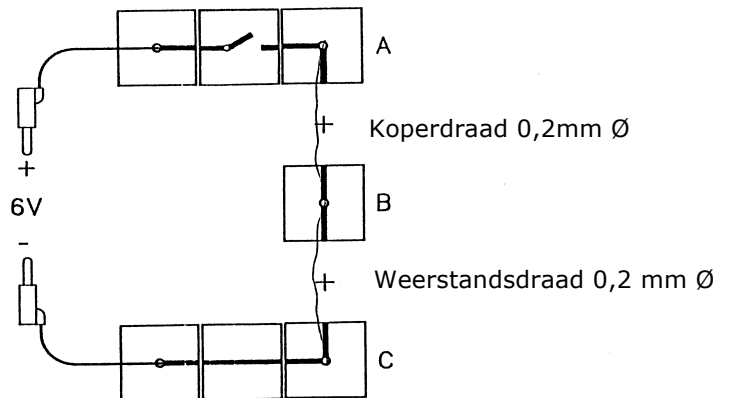
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 3 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Weerstanddraad 0,2 mm, blauw
- 1 Koperdraad 0,2 mm, zwart
- 2 Snoertjes
- Elektrische voeding

Waarin verschillen geleidende draden en weerstandsdraden van dezelfde lengte en diameter van elkaar?

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We voegen de krokodillenbek klemmen met pinnen toe in de fittingen van de modules A, B en C. We klemmen een stuk koperdraad tussen A en B (ongeveer 10 cm); en een stuk weerstandsdraad (ongeveer 10 cm) klemmen we tussen B en C. Beide draden hebben een diameter van 0,2 mm.



Experiment:

We hangen papierstrips over beide stukken draad heen en we zetten er 6 V gelijkspanning op. Welke strips beginnen het eerst te smeulen?

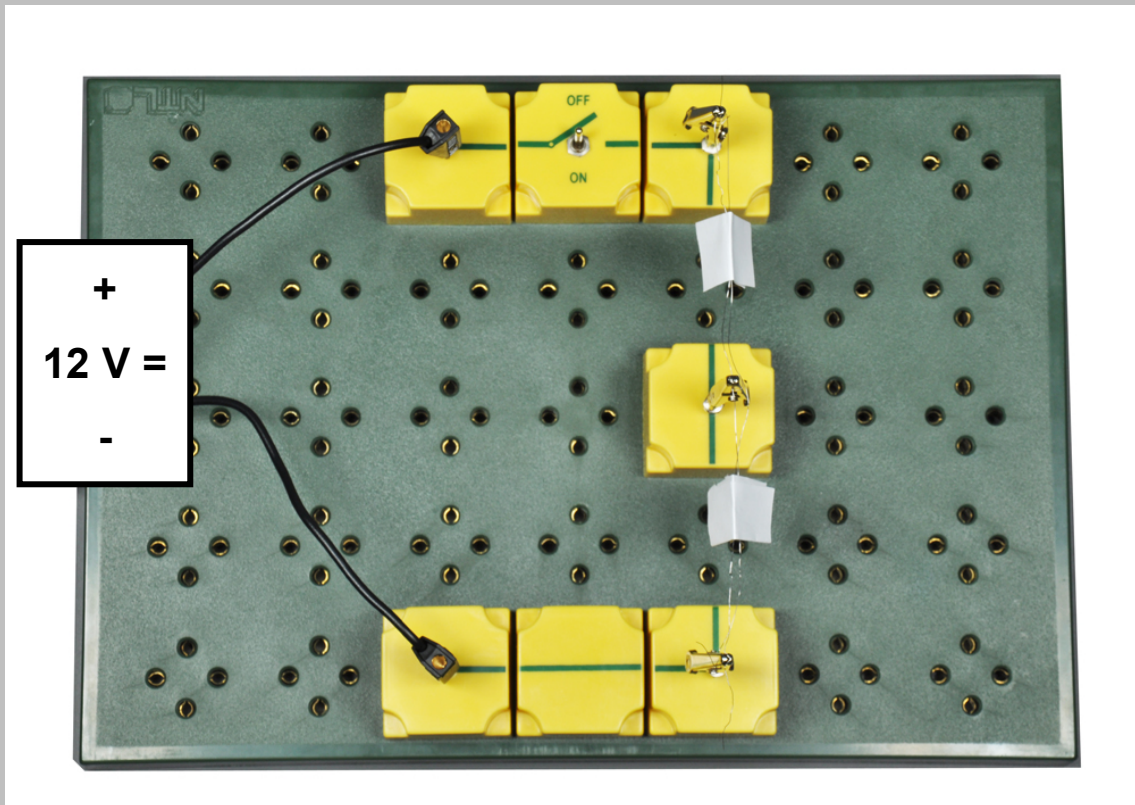
Conclusie:

De weerstandsdraad wordt veel heter dan de koperdraad bij gelijke spanning.

3.4. WARMTEONTWIKKELING BIJ VERSCHILLENDE DRAADDOORSNEDES

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



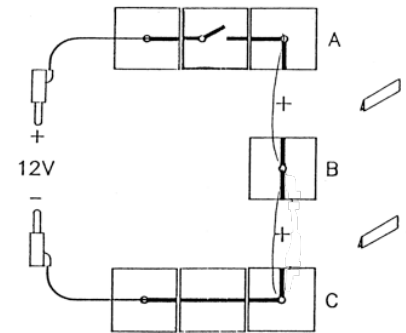
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 3 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Weerstandsdraad 0,2 mm, blauw
- 2 Snoertjes
- Elektrische voeding

We sluiten verschillende stukken draad van hetzelfde materiaal, maar met een verschillende diameter, in serie aan in één stroomkring. Welke stukken draad worden warmer dan de andere?

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We voegen de krokodillenbek klemmen met pinnen toe aan de fittingen van modules A, B en C. Een stuk weerstandsdraad van ongeveer 25 cm loopt vervolgens van A naar C en dan terug naar B, waar we het vastzetten. Daardoor is het stuk van A naar C twee keer de diameter van de afstand tussen A en B. We hangen papierstrips over beide stukken draad heen en stellen 8 V gelijkspanning in.



Experiment 1:

We sluiten de schakelaar en letten goed op de papieren strips terwijl ze warmer worden. Dan heropenen we de schakelaar. We halen de stukken papier voorzichtig weg.

Experiment 2:

We stellen 12 V gelijkspanning in. Het stuk draad met de kleinste diameter begint te gloeien. Het tweede stuk draad wordt kennelijk niet zo heet.

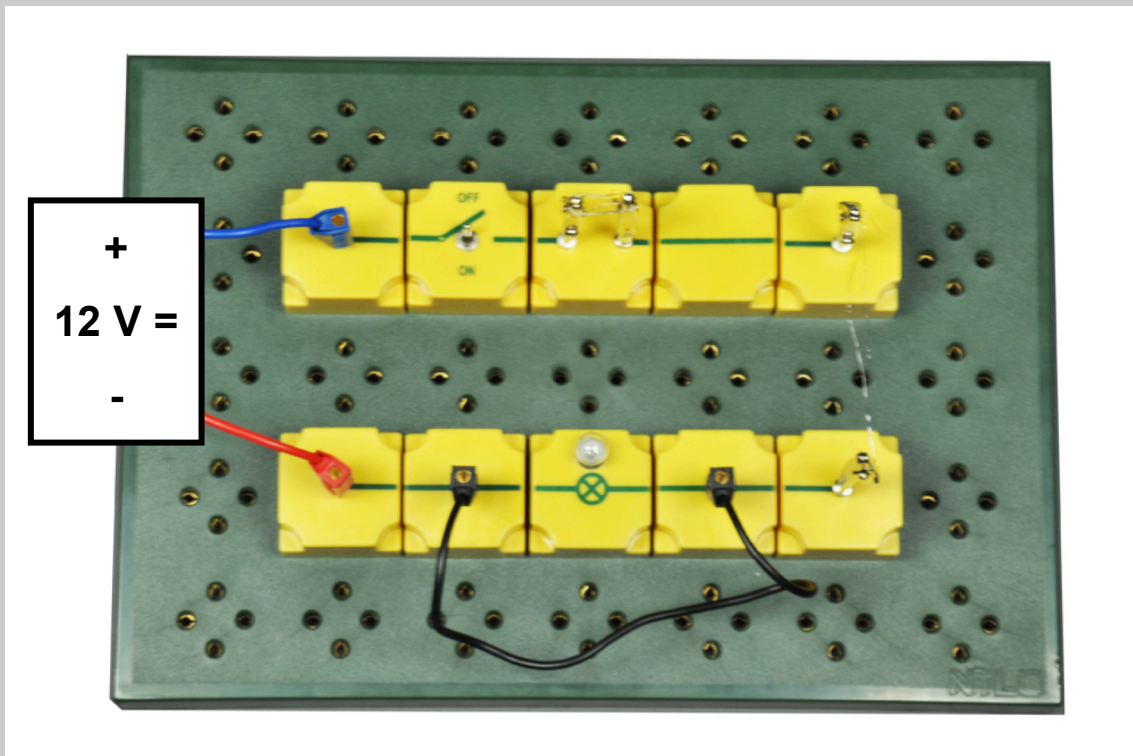
Conclusie:

Het stuk draad met de kleinere diameter laat een sterkere warmteontwikkeling zien dan de draad met de twee keer zo grote diameter. (Deze draadcombinatie heeft een lagere weerstand!).

3.5. SMELTVEILIGHEID

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacts
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-lamphouder E 10
- 1 Gloeilamp E 10; 10 V/0,05 A
- 2 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Weerstandsdraad 0,2 mm, blauw
- 1 Smeltverbinding 0,2 mm, rood
- 3 Snoertjes
- Elektrische voeding

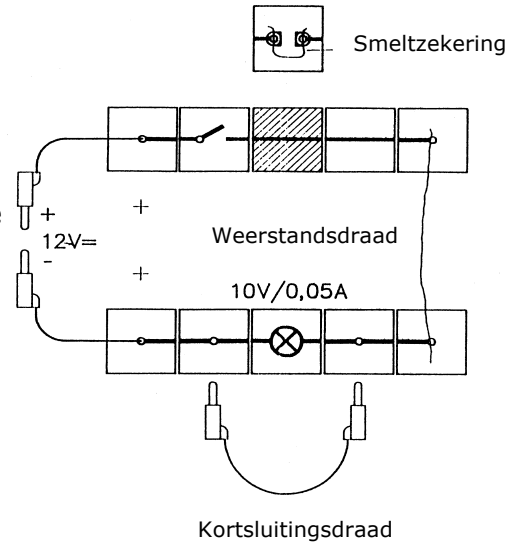
Zekeringen zouden geleidende draden moeten beschermen tegen de effecten van kortsluiting en overbelasting. De eenvoudigste zekering is de smeltveiligheid

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We sluiten de krokodillenbek klemmen met pinnen aan in de fittingen A en B. We klemmen een stuk weerstanddraad (van ongeveer 15 cm) ertussen vast. De bedoeling hiervan is om een stuk van de voedingskabel van het elektrische apparaat (brandende gloeilamp) zichtbaar te maken. We zetten er 12 V gelijkspanning op.

Experiment 1:

We sluiten de schakelaar en de lamp begint te branden. We veroorzaken kortsluiting door middel van het plaatsen van een verbindingsdraad tussen de fittingen C en D. De draad begint te gloeien. De voedingskabel kan vlam vatten of hij kan „doorbranden“. We heropenen de schakelaar daarom weer snel.



Experiment 2:

We vervangen het rechte EIC-stuk door het „model van de smeltveiligheid“. Het bestaat uit een onderbroken EIC-verbinding met twee aansluitpunten met krokodillenbek klemmen met pinnen. We klemmen een stuk smeltverbinding tussen de twee krokodillenbek klemmen. Er wordt weer kortsluiting veroorzaakt door het sluiten van de schakelaar. De smeltverbinding brandt door, en zo wordt de stroomkring onderbroken.

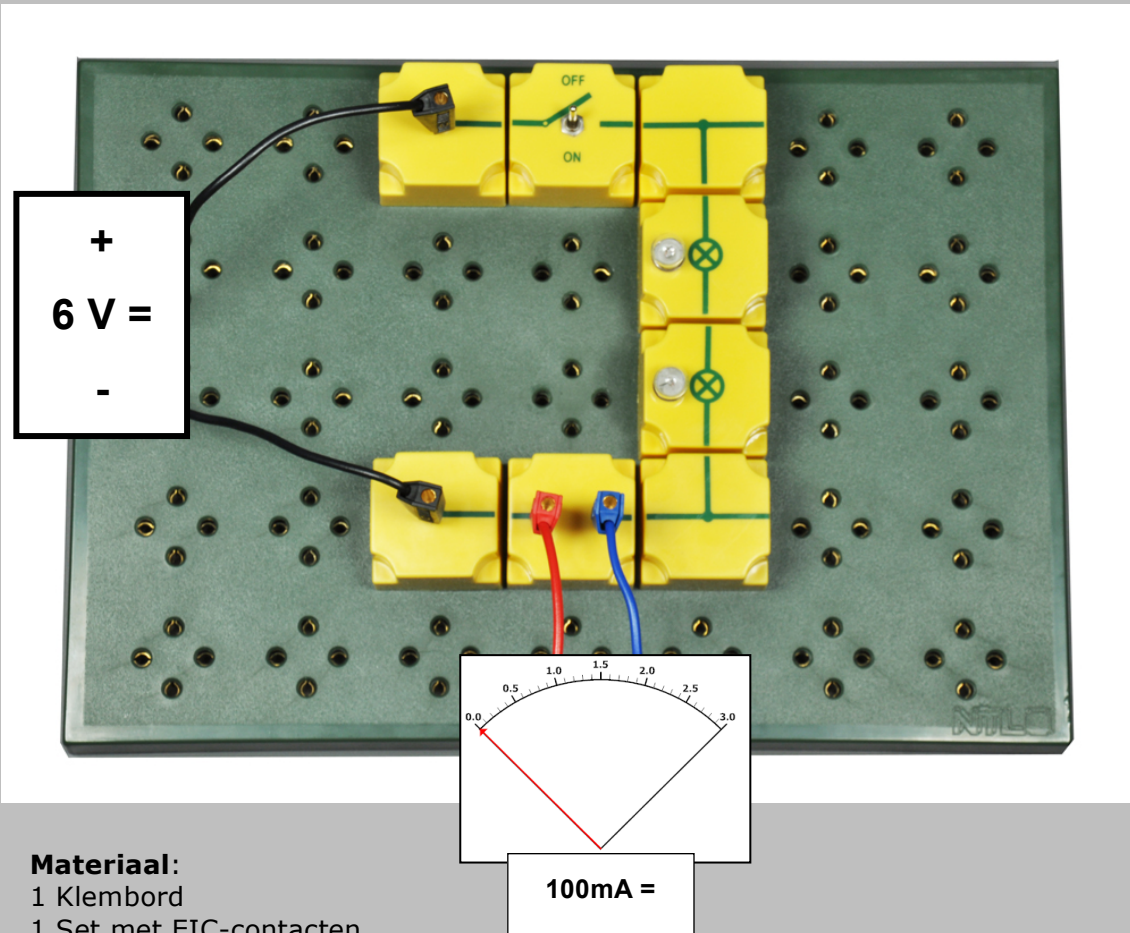
Conclusie:

Een stuk draad in de voedingskabels dat smelt boven een bepaalde stroomsterkte beschermt de bedrading tegen oververhitting als gevolg van kortsluiting.

4. ARBEID EN VERMOGEN

4.1. HET VERMOGEN VAN GLOEILAMPEN

Gebruikte kit:
P9901-4D Elektriciteit



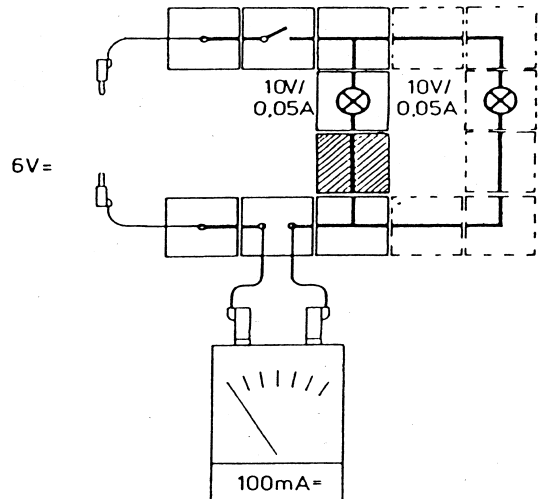
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-lamphouders E 10
- 2 Gloeilampen E 10; 10 V/0,05 A
- 2 Multimeters
- 6 Snoertjes
- Elektrische voeding

We gaan de factoren onderzoeken, die van invloed zijn op het vermogen van een gloeilamp.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We gebruiken een ampèremeter met een meetbereik van 200 mA=. Eerst stellen we 5,0 Volt gelijkspanning in. We gebruiken de voltmeter in het meetbereik van 10 V=, die in deze gevallen de toegepaste spanning weergeeft.



Experiment 1:

We sluiten één lamp aan op het circuit. We sluiten de schakelaar. We noteren de spanning en de stroomsterkte. We berekenen het vermogen door middel van de gemeten hoeveelheden. Het vermogen wordt weergegeven in Watt.

Spanning $U = \dots\dots\dots V$

Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots A$

Vermogen $P = U \cdot I = \dots\dots\dots W$

Experiment 2:

We vervangen het rechte, gearceerde EIC-contact door de tweede EIC-lamphouder, samen met een erin geplaatste lamp. De twee lampen geven een lagere lichtsterkte dan de enkele lamp eerder deed. We stellen opnieuw de spanning en de stroomsterkte vast. De stroomsterkte is lager, omdat de twee lampen in serie geschakeld staan. We voeren de spanning op totdat de stroomsterkte even groot is als in het eerste experiment. Nu verbruiken de twee lampen tweemaal zoveel vermogen als de enkele lamp en ze hebben dezelfde lichtsterkte als in het eerste experiment. U kunt het vermogen op dezelfde manier berekenen als in het eerste experiment.

Spanning $U = \dots\dots\dots V$

Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots A$

Vermogen $P = U \cdot I = \dots\dots\dots W$

Experiment 3:

We passen de bedrading zodanig aan dat de twee lampen parallel geschakeld staan. We stellen 5,0 V gelijkspanning in. Na het sluiten van de schakelaar kunnen we de spanning en stroomsterkte aflezen. De twee lampen verbruiken tweemaal zoveel energie als de enkele lamp en geven evenveel licht als de enkele lamp in het eerste experiment. We berekenen het vermogen opnieuw, aan de hand van de afgelezen hoeveelheden.

Spanning $U = \dots\dots\dots V$

Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots A$

Vermogen $P = U \cdot I = \dots\dots\dots W$

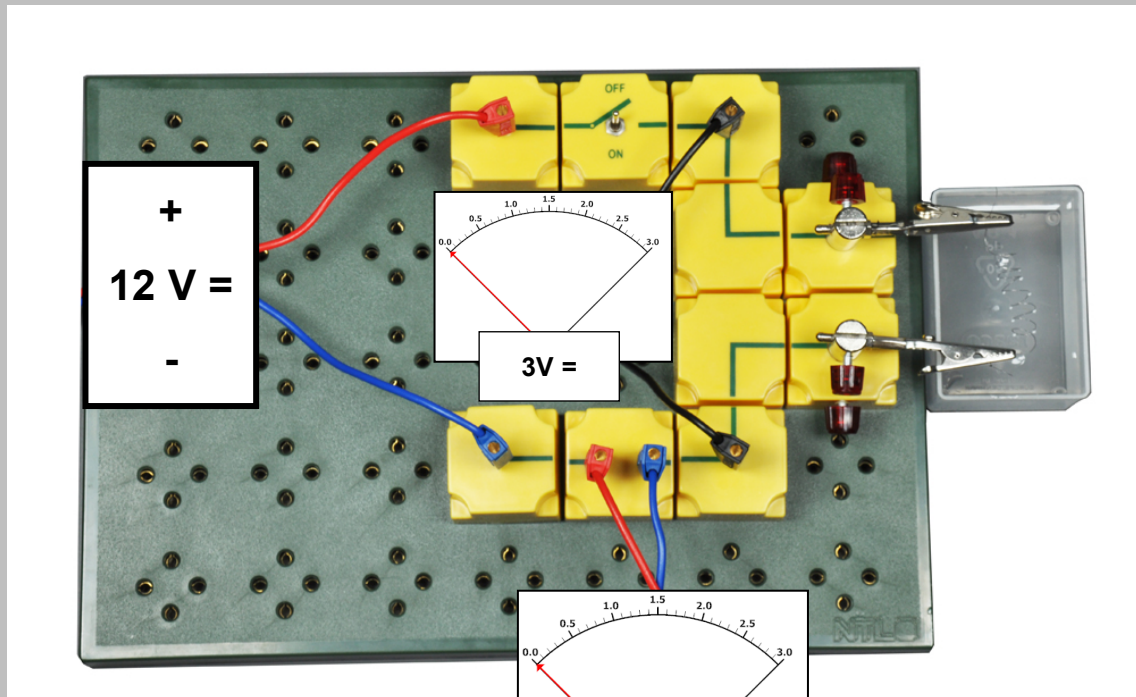
Conclusie:

Hoe hoger de spanning en stroomsterkte, hoe groter het vermogen. Elektrisch vermogen is recht evenredig met de spanning en de stroomsterkte.

4.2. ELEKTRISCHE ARBEID

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



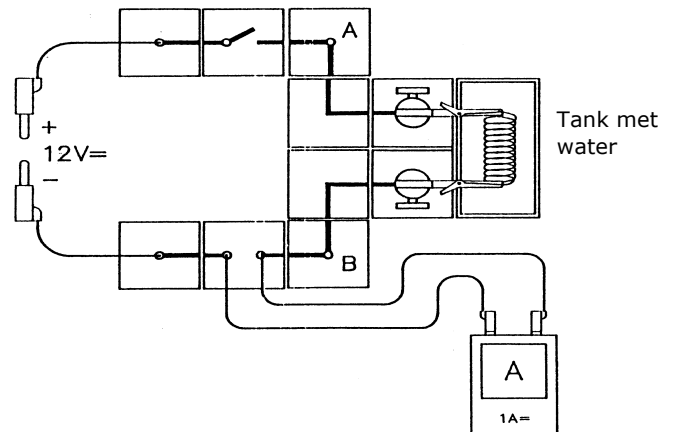
Materiaal:

- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-klemadapter
- 2 Houders met pen en gat
- 2 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Weerstandsdraad 0,2 mm, blauw
- 1 Elektrolysebak
- 2 Multimeters
- 6 Snoertjes
- Elektrische voeding

Elektrische stroom kan energie overdragen en bijvoorbeeld water te verhitten. We kunnen de overgedragen energie berekenen met behulp van een dompelaar.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De EIC-klemadapter draagt de houders met pen en gat. We voegen de krokodillenbek klemmen met pinnen toe in deze houders. We vullen de tank met water tot een hoogte van ongeveer 1 cm. We vormen een verwarmingsspiraal van een stuk weerstandsdraad van ongeveer 40 cm lang (we winden de draad om de pin van de houder). U zou ongeveer 10 cm draad over moeten laten aan weerszijden van de verwarmingsspiraal om hem vast te kunnen zetten met de krokodillenbek klemmen, zodat hij volledig in het water is ondergedompeld. We gebruiken een ampèremeter in het meetbereik van 1 mA=.



We sluiten een voltmeter (met meetbereik van 30 V=) aan op de fittingen A en B. Die meet de spanning, die over de verwarmingsdraad staat. We stellen 12 Volt gelijkspanning in. Zorg ervoor dat het water koel is (de watertemperatuur kan gemeten worden met een thermometer).

Experiment:

We sluiten de schakelaar. Controleer de tijd met een stopwatch. Terwijl de verwarmingsdraad het water verwarmt lezen we de waarden van stroomsterkte en de spanning af. Na precies 5 minuten heropenen we de schakelaar. De watertemperatuur is aanzienlijk gestegen. (U kunt het water roeren met een thermometer. Dan meten we de temperatuur weer). Nu kunnen we het vermogen van de verwarmingsdraad in het elektrische circuit berekenen. Het volgende geldt voor elektrische vermogen:

$$\text{Vermogen} = \text{Spanning} \times \text{Stroomsterkte}$$

$$P = U \cdot I$$

Eenheid van vermogen: Watt (W)

$$\text{Gemeten spanning} \quad U = \dots\dots\dots \text{ V}$$

$$\text{Gemeten stroomsterkte} \quad I = \dots\dots\dots \text{ A}$$

$$\text{Vermogen} \quad P = \dots\dots\dots \text{ W}$$

We moeten het vermogen vermenigvuldigen met de hoeveelheid tijd om de elektrische energie te meten. 5 minuten zijn 300 seconden. Het volgende geldt voor energie:

$$\begin{aligned} \text{Energie} &= \text{Vermogen} \times \text{tijd} \\ E &= P \cdot t \end{aligned}$$

Eenheid van energie: 1 Wattseconde (1 Ws) = 1 Joule (1 J)

$$\text{Vermogen} \quad P = \dots\dots\dots \text{ W}$$

$$\text{Tijd} \quad t = 300 \text{ s}$$

$$\text{Energie } E = \dots\dots\dots \text{ J}$$

De verwarmingsdraad heeft het water gedurende ongeveer 5 minuten verwarmd.

Gedurende deze tijd heeft de elektrische stroom J overgedragen.

Waar is de temperatuurstijging op gebaseerd?

Conclusie:

Elektrische stroom kan energie overdragen aan water. De hoeveelheid energie is afhankelijk van de tijd en het vermogen van de verwarmingsdraad. Het vermogen van de verwarmingsdraad hangt af van de ingestelde spanning en stroomsterkte.

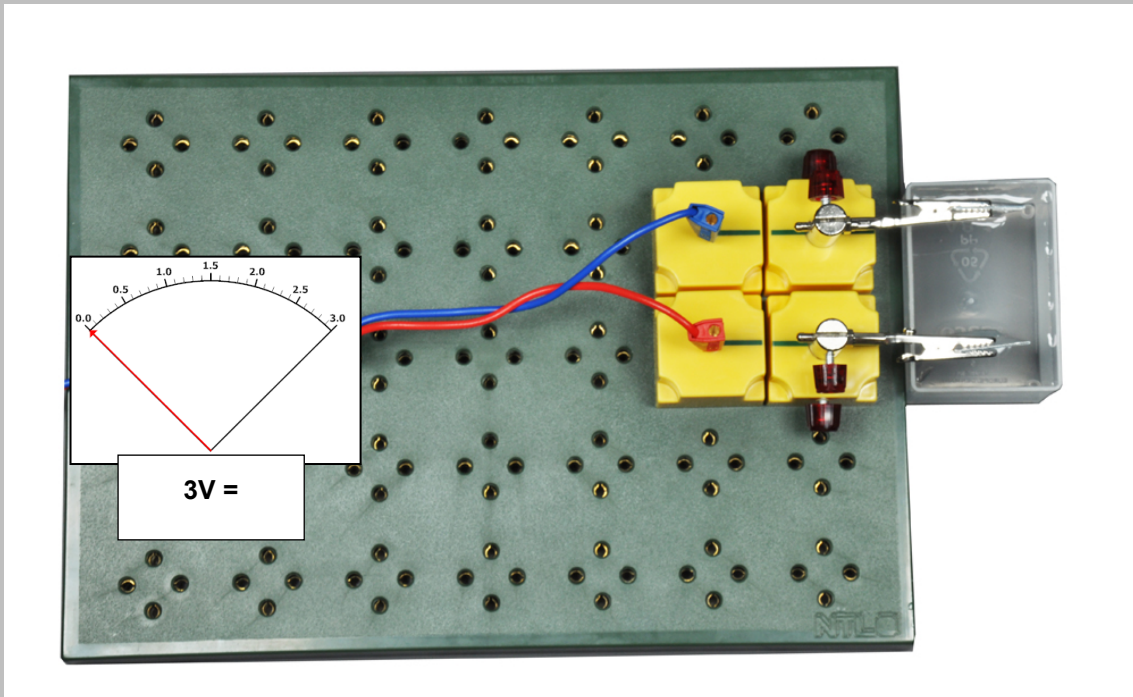
Tip: Als het experiment wordt uitgevoerd met een calorimeter en als de massa van het water bekend is, dan kunnen we ook de soortelijke warmte van water bepalen met dit experiment.

5. ELEKTROCHEMIE

5.1. EEN ELEKTROCHEMISCH ELEMENT

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



Materiaal:

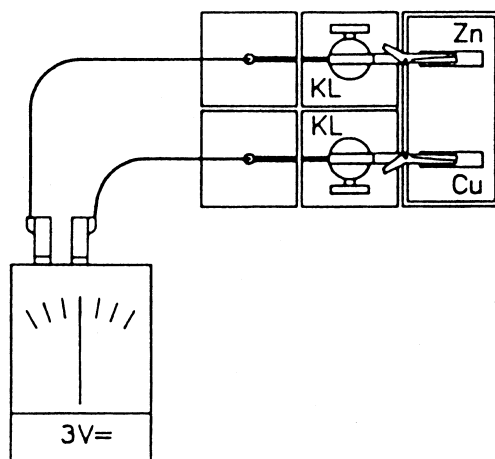
- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 2 EIC-klemadapter
- 2 Houders met pen en gat
- 2 Krokodillenbek klem met pinnen
- 1 Set van elektroden
- 1 Elektrolysebak
- 1 Multimeter
- 2 Snoertjes

Zoutoplossing

We demonstreren hoe spanning wordt opgebouwd in een batterij.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De bak bevat een zoutoplossing. We plaatsen de bak naast het klembord. We plaatsen de twee houders met pen en gat in de klemadapter. We klemmen de krokodillenbek klemmen met pinnen in de houders met gat en pen. De krokodillenbek klemmen houden een plaatje koper en zink vast. We dompelen de elektrodes onder in de zoutoplossing. We gebruiken de voltmeter in het meetbereik van 3 V=.



Experiment 1:

We lezen de hoeveelheid spanning tussen de twee elektroden af van de voltmeter.

De spanning tussen de plaatjes van koper en zink van de elektrode is V.

Op deze manier wordt elektrische energie opgewekt door chemische energie.

Experiment 2:

Nu gebruiken we twee elektroden van hetzelfde materiaal. We vervangen het koperen plaatje door een ander zinkplaatje. De voltmeter geeft geen enkele spanning tussen de twee elektrodes aan.

Er bestaat een spanning van V tussen de twee elektroden.

We vergelijken deze hoeveelheid spanning met de spanning tussen de koperen en zinken plaatjes.

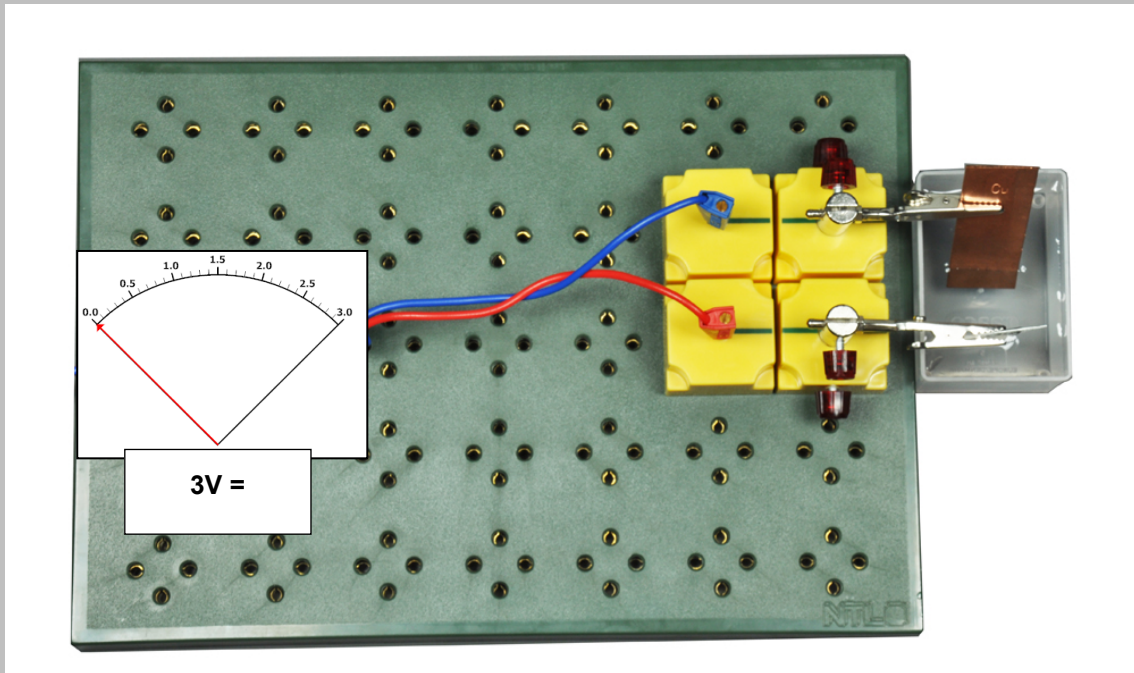
Conclusie:

Een elektrochemisch element bestaat uit twee elektroden van verschillend materiaal en een elektrolytische vloeistof.

5.1.1. ZUIL VAN VOLTA

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



Materiaal:

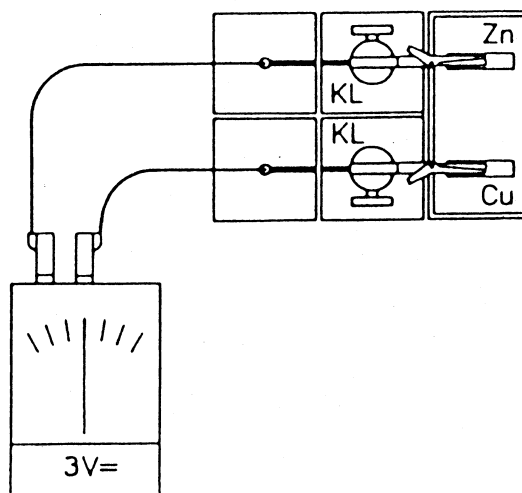
- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 2 EIC-klemadapter
- 2 Houders met pen en gat
- 2 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Set met elektroden
- 1 Elektrolysebak
- 1 Multimeter
- 2 Snoertjes

Verdunde zwavelzuuroplossing (0,1 M)

We introduceren hier een speciaal chemisch element.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De bak bevat een verdunde zwavelzuuroplossing (*voorzichtig!*). We plaatsen de bak naast het klembord. We plaatsen de twee houders met pen en gat in de klemadapter. We klemmen de krokodillenbek klemmen met pinnen in de houders met gat en pen. De krokodillenbek klemmen houden een plaatje koper en zink vast. We dompelen de elektroden onder in de zwavelzuuroplossing. We gebruiken de voltmeter in het meetbereik van 3 V=.



Experiment:

We lezen de hoeveelheid spanning tussen de twee elektroden af van de voltmeter.

De spanning tussen de plaatjes van koper en zink van de elektrode is V.

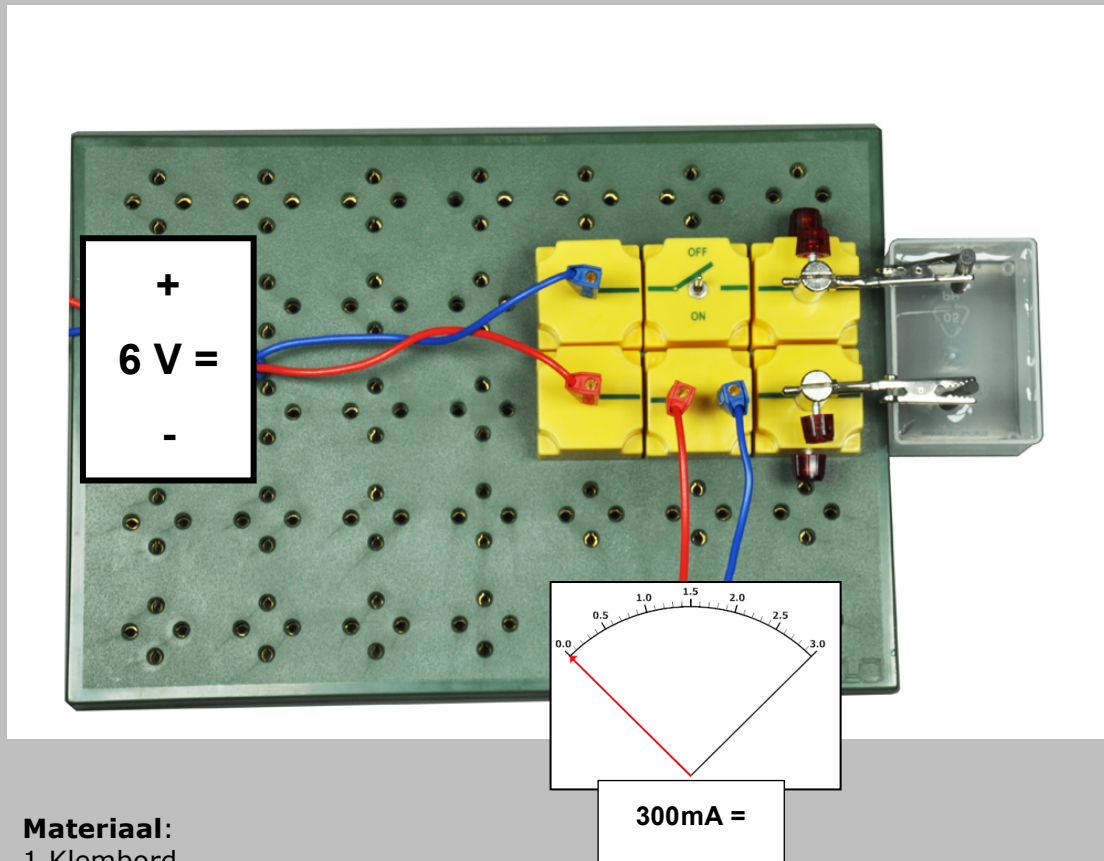
Conclusie:

We gebruiken een elektrochemisch element dat bestaat uit een koperen en zinken plaat, waarvoor de verdund zwavelzuuroplossing als elektrolyt wordt gebruikt. Een combinatie van meerdere van deze elementen wordt een '*Zuil van Volta*' genoemd. Deze levert een spanning van ongeveer 1 Volt.

5.2. ELEKTROLYSE

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



Materiaal:

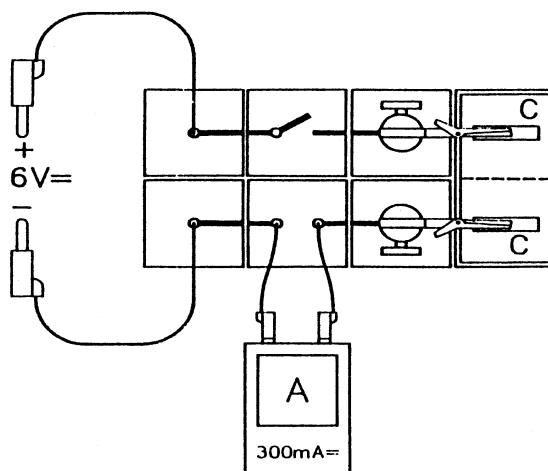
- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-klemadapter
- 2 Houders met pen en gat
- 2 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Set van elektrodes (koolstofstaaf)
- 1 Multimeter
- 4 Snoertjes
- Elektrische voeding

Zoutoplossing
Lakmoesoplossing
Tekenpapier

Het is de bedoeling dat we gaan aantonen of elektrische stroom de chemische samenstelling van een vloeistof verandert, dat wil zeggen dat ze chemische effecten veroorzaken.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De bak bevat een zoutoplossing waaraan een paarse lakmoesoplossing wordt toegevoegd. We plaatsen een scheidingswand die we gemaakt hebben van tekenpapier in het midden van de bak. De wand is voorzien van kleine gaatjes (geprikt met een naald?). De scheidingswand is bedoeld om te voorkomen dat de vloeistoffen zich mengen. We plaatsen de bak naast het klembord. We plaatsen de twee houders met pen en gat in de klemadapter. We klemmen de krokodillenbek klemmen met pinnen in de houders met gat en pen. De twee koolstofstaven worden vastgehouden door de krokodillenbek klemmen. We dompelen de elektrodes onder in de zoutoplossing. We stellen 6 V gelijkspanning in. De ene koolstofstaaf wordt bevestigd aan de positieve zijde van de spanningsbron (de anode), de tweede koolstofstaaf wordt bevestigd aan de negatieve zijde van de spanningsbron (de kathode). We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik van 300 mA=.



Experiment:

We sluiten de schakelaar. De ampèremeter geeft aan dat er een elektrische stroom vloeit. We houden de ruimte tussen de twee elektroden in de gaten. Na enige tijd zien we een verkleuring van de paarse lakmoesoplossing optreden. De vloeistof wordt rood bij de anode, terwijl hij blauw wordt bij de kathode.

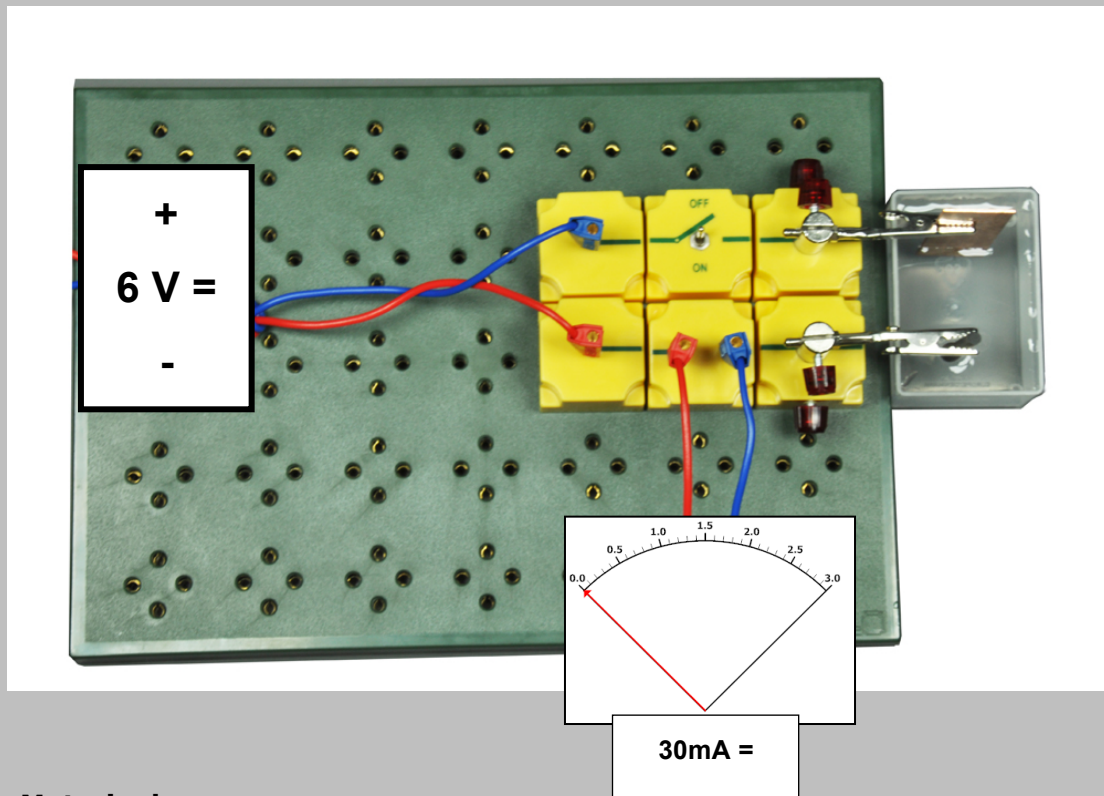
Conclusie:

Elektrische stroom veroorzaakt chemische effecten. Waterstof en chloor worden afgezet op de elektroden in een zoutoplossing. Het chloor veroorzaakt een rode kleur in de lakmoesoplossing bij de anode. Op de kathode wordt *natronloog* (NaOH) geproduceerd. Dit veroorzaakt de blauwe kleur van de lakmoesoplossing.

5.3. GALVANISATIE

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



Materiaal:

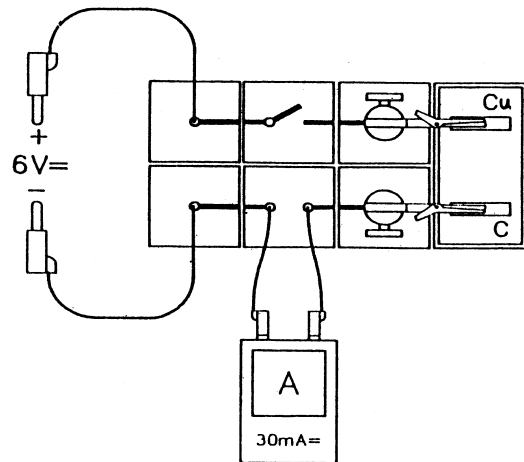
- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 2 EIC-klemadapter
- 2 Houders met gat en pen
- 2 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Set elektrodes
- 1 Elektrolysebak
- 1 Multimeter
- 4 Snoertjes
- Elektrische voeding

Kopersulfaat oplossing (.....M)

Vele zaken uit ons alledaagse leven, zoals ijzeren raam- en deurkozijnen, of sanitaire producten in een badkamer, zijn bedekt met een dunne laag metaal om ze te beschermen. Los van de bescherming die dit biedt maakt het de producten ook mooier om te zien. In het volgende experiment laten we zien hoe voorwerpen een coating kunnen krijgen van een metallic laag.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We vullen de bak met een kopersulfaat oplossing. We zetten de bak naast het klembord. We plaatsen de twee houders met gat en pen in de klemadapters. We klemmen de krokodillenbek klemmen met pinnen in de houders met gat en pen. De twee koolstofstaven worden vastgehouden door de krokodillenbek klemmen. We dompelen de elektroden onder in de kopersulfaat oplossing. We passen 6 V gelijkspanning toe. De koperen elektrode wordt bevestigd aan de positieve zijde van de spanningsbron (de anode), de tweede koolstofstaaf wordt bevestigd aan de negatieve zijde van de spanningsbron (de kathode). We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 300 mA=.



Experiment:

We sluiten de schakelaar. De ampèremeter geeft aan dat er een stroomsterkte is. Na een tijdje vormt zich een dunne, roodachtige laag van koper op de koolstofstaaf.

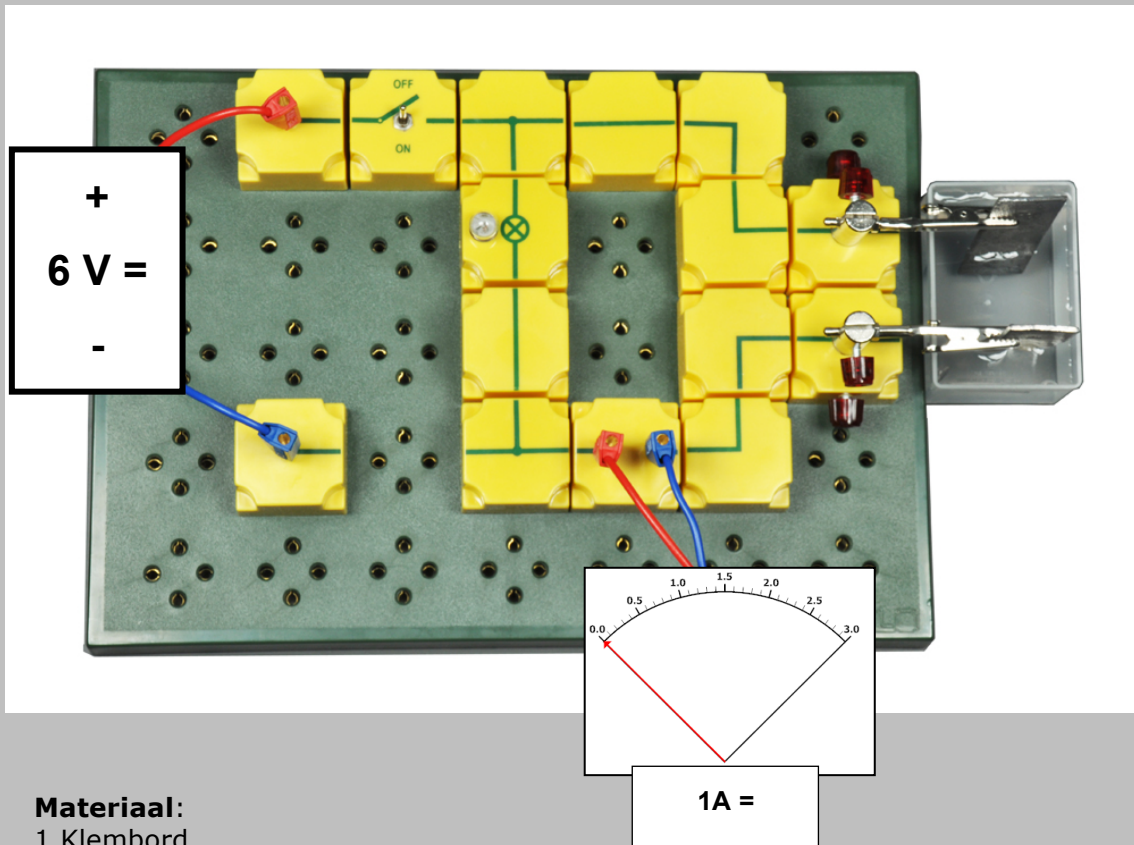
Conclusie:

Het is mogelijk om geleidende materialen (zoals onedele metalen) te bedekken met dunne lagen van een edeler metaal door middel van elektrische stroom. Dit proces noemen we galvanisatie.

5.4. MODEL VAN EEN LOODACCU

Gebuchte kit:

P9901-4D Elektriciteit



Materiaal:

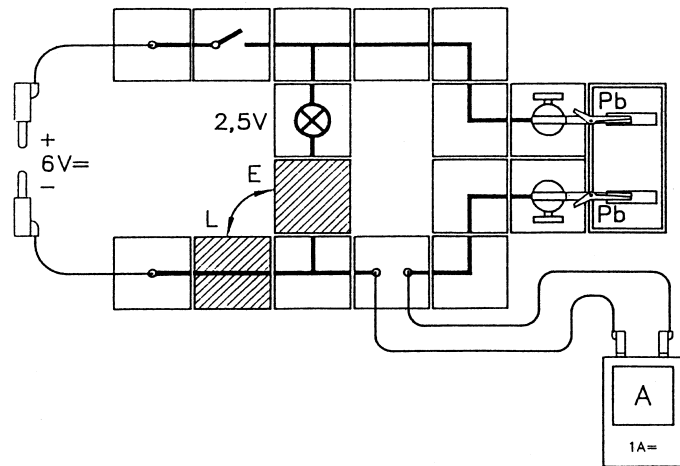
- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 1 EIC-schakelaar
- 1 EIC-lamphouder E 10
- 2 EIC-klemadapter
- 2 Houders met pen en gat
- 2 Krokodillenbek klemmen met pinnen
- 1 Set van elektroden (lood)
- 1 Gloeilamp E 10; 2,5 V/0,2 A
- 1 Elektrolyse bak
- 1 Multimeter
- 4 Snoertjes
- Elektrische voeding

Verdunde zwavelzuuroplossing (...M)

Een accu kan, in tegenstelling tot een batterij, opnieuw geladen worden als de elektrische energie van de accu 'opgebruikt' is.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De elektrolyse bak bevat een sterk verdunde zwavelzuuroplossing. We zetten de bak naast het klembord. We plaatsen de twee houders met gat en pen in de klemadapters. We klemmen de krokodillenbek klemmen met pinnen in de houders met gat en pen. De twee loden platen worden vastgehouden door de krokodillenbek klemmen. De elektroden dompelen we onder in de verdunde zwavelzuuroplossing. We gebruiken 6,0 V gelijkspanning. We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik van 300 mA=. We plaatsen eerst het rechte, gearceerde EIC-contact op positie L (Laden).



Experiment:

We sluiten de schakelaar. De lamp brandt niet omdat hij niet in de schakeling is opgenomen. De stroomsterkte lezen we af van de ampèremeter. Let op de richting van de elektrische stroom (noteer of de stroom een positief dan wel negatief teken heeft op het display van de multimeter).

Na een paar minuten plaatsen we het rechte, gearceerde EIC-contact op positie E (ontladen). Daarmee wordt de aangelegde spanning onderbroken. De stroomkring wordt gesloten via de gloeilamp.

Let op het display van de ampèremeter.

Houdt de richting van de elektrische stroom verband met de richting van de laadstroom?

Welke loden plaat (boven of onder) functioneert als de positieve pool van de accu?

De lamp gloeit slechts korte tijd. Daarna moet de accu weer herladen worden. Om dit te doen plaatsen we het rechte EIC-contact in positie L.

Conclusie:

Elektrische energie wordt omgezet in chemische energie als we een loodaccu herladen.

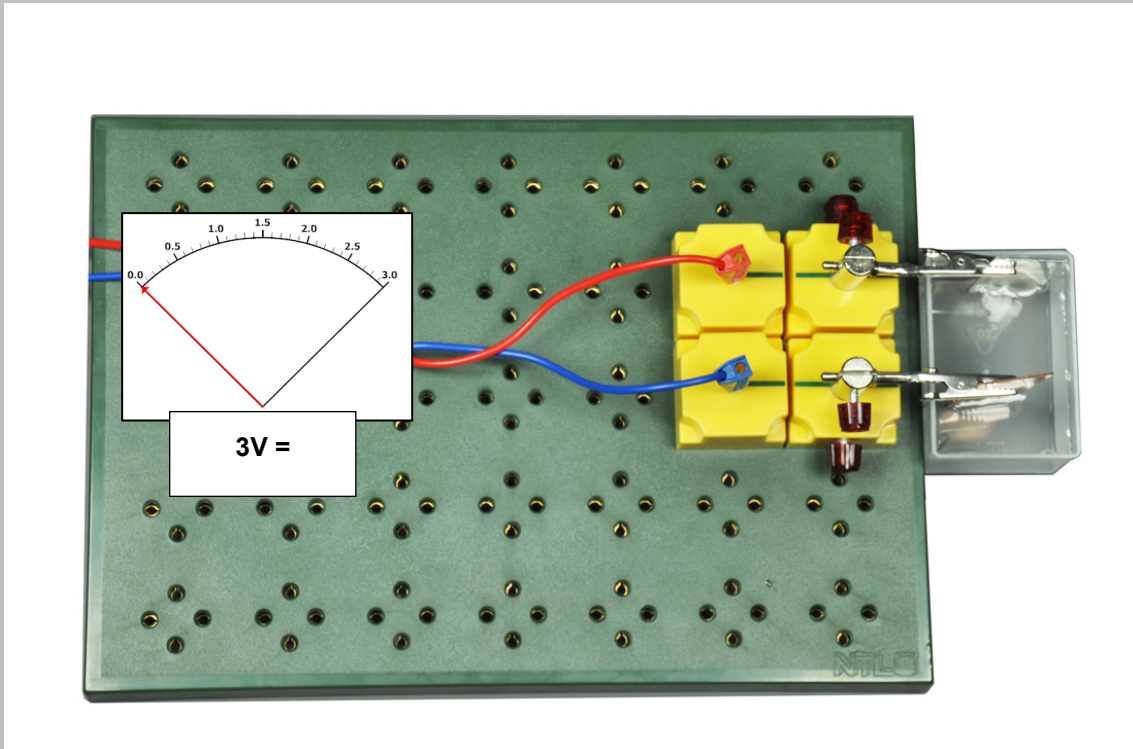
Chemische energie wordt omgezet in elektrische energie en zal bijvoorbeeld een lamp doen branden, waardoor de accu wordt ontladen.

Bij ontladen van de accu loopt de elektrische stroom in tegenovergestelde richting.

5.5. SPANNINGSREEKS

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit



Materiaal:

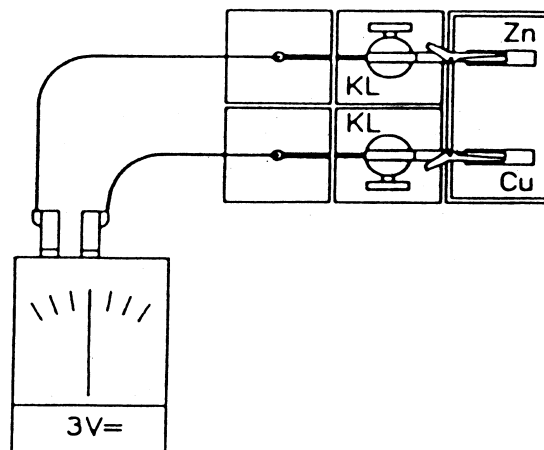
- 1 Klembord
- 1 Set met EIC-contacten
- 2 EIC-klemadapter
- 2 Houders met pen en gat
- 2 Kroddillenbek klemmen met pinnen
- 1 Set elektrodes
- 1 Elektrolysebak
- 1 Multimeter
- 2 Snoertjes

zwavelzuuroplossing

We gaan laten zien hoe spanning wordt geproduceerd door een batterij.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. De bak bevat verdund zwavelzuur. (*voorzichtig!*) We plaatsen de bak naast het klembord. We plaatsen de twee houders met gat en pen in de klemadapters. We klemmen de krokodillenbek klemmen met pinnen in de houders met gat en pen. De krokodillenbek klemmen worden vastgehouden door een koperen plaat (Cu) en een zinken plaat (Zn). We dompelen de elektroden onder in het verdunde zwavelzuur. We gebruiken een voltmeter met een meetbereik van 3 V=.



Experiment 1:

Na ongeveer 1 minuut lezen we de spanning tussen de twee elektroden af van de voltmeter.

Positieve pool: - plaat
Negatieve pool: - plaat
Spanning Fe - Zn: V

Nu vervangen we de zinken plaat door de ijzeren plaat (Fe). Na ongeveer 1 minuut meten we de spanning opnieuw.

Positieve pool: - plaat
Negatieve pool: - plaat
Spanning Cu - Zn: V

We vervangen de ijzeren plaat door een messing plaat en meten opnieuw..

Positieve pool: - plaat
Negatieve pool: - plaat
Spanning Cu - messing: V

We meten de spanning van het galvanische element met een koperen en een loden (Pb) plaat.

Positieve pool: - plaat
Negatieve pool: - plaat
Spanning Cu - Pb: V

We zetten de metalen op volgorde volgens de spanning die ze leveren in combinatie met de koperen plaat. Omdat de koperen plaat altijd (in dit experiment) de positieve pool wordt zijn alle andere metalen minder edel dan koper. (Ze staan makkelijker elektroden af). En dus staat koper bovenaan dit lijstje.

Koper
Messing
Lood
Ijzer
Zink

Experiment 2:

Volgens het eerste experiment veronderstellen we dat in het geval van een galvanisch element dat bestaat uit een ijzeren en zinken plaat, de ijzeren plaat dienst doet als positieve pool. Deze veronderstelling willen we toetsen.

Positieve pool: - plaat
Negatieve pool: - plaat
Spanning Fe - Zn: V

We onderzoeken ook een galvanisch element van lood en ijzer.

Positieve pool: - plaat
Negatieve pool: - plaat
Spanning Pb - Fe: V

We herhalen het experiment met ijzer en messing.

Positieve pool: - plaat
Negatieve pool: - plaat
Spanning messing - Fe: V

Conclusie:

Het meest edele metaal van de twee wordt de positieve pool van een galvanisch element. De hoeveelheid spanning tussen de twee elektroden hangt af van welke metalen gebruikt worden.



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

www.ntl.at



CMA
A.J.Ernststraat 169
1083 GT Amsterdam

www.cma-science.nl