

Werkblad 1 - Geleiders en isolatoren	3
Werkblad 2 - Schakelingen	5
Werkblad 3 - Elektrische stroom	7
Werkblad 4 - Elektromagnetisme	9
Werkblad 5 - Elektrolyse	11
Werkblad 6 - Schakelaars	13
Werkblad 7 - De zekering	15
Werkblad 8 - Symbolen en schakelingen	17
Werkblad 9 - Weerstand	19
Werkblad 10 - Lampen in serie en parallel	21
Quiz	23
Docentenhandleiding	25
Hand-outs voor leerlingen	32

Ontwikkeld door John Verrill in samenwerking met Matrix Multimedia Limited

**Over dit document:**

Code: LK7325

Ontwikkeld voor product code LK9071– Elektriciteit, magnetisme en materialen

# Werkblad 1

## Geleiders en isolatoren

w11Stock00002603601Small



We worden omgeven door vele soorten van materialen. Ze gedragen zich allemaal op een andere manier. Eén manier waarin ze verschillen is dat sommige elektriciteit doorlaten en andere niet.

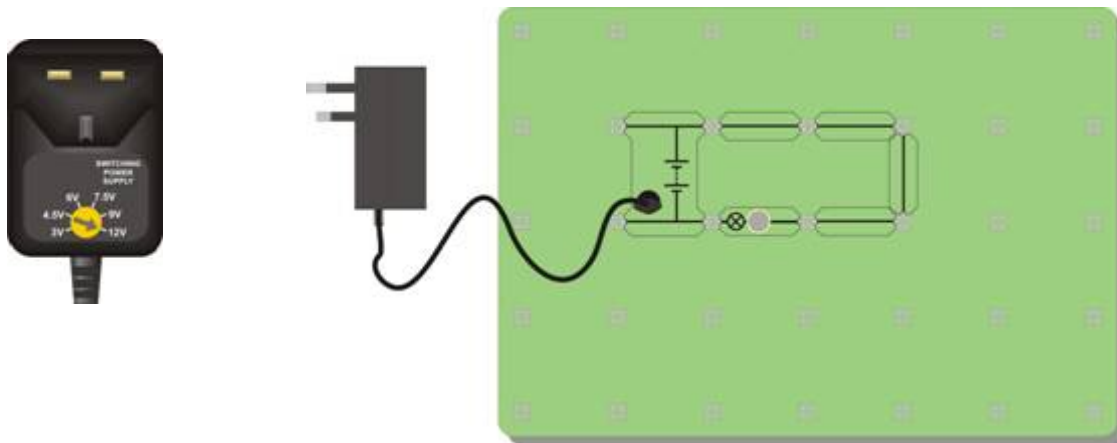
Materialen die elektriciteit doorlaten worden **geleiders** genoemd.  
Materialen die geen elektriciteit doorlaten worden **isolatoren** genoemd.

**Nu is het aan jou:**

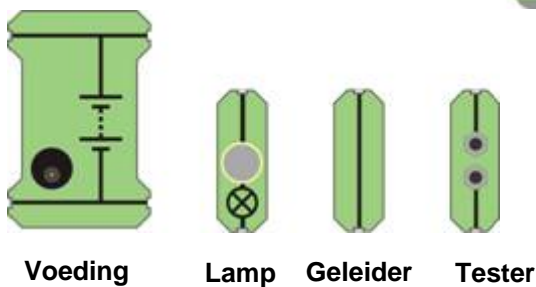
Maak een schakeling waarbij een lampje gaat branden.  
De afbeelding toont een manier om dit te doen.



W1a



W1b



Hier zijn de namen van sommige componenten die je op het bord zal gebruiken.

W1c

## Werkblad 1 Geleiders en isolatoren

Wissel één geleider met de tester. Je bord ziet er nu uit zoals op de afbeelding.

Houd om de beurt verschillende materialen tussen de opening.

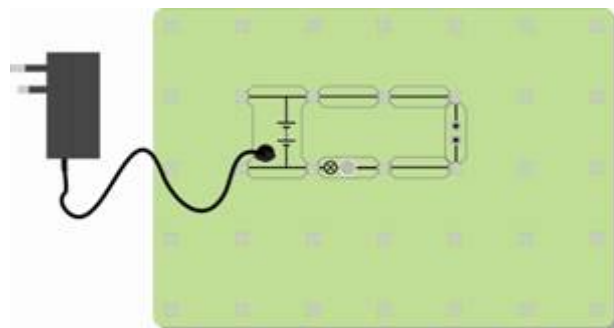
Kijk of het lampje gaat branden.

Probeer het volgende:

Aluminiumfolie, rubber gum, papier, polyetheen, koper, lucht, lood, grafiet (potlood), glas, hout, een muntstuk, een doekje, een plastic pen, en andere makkelijke materialen.

Verdeel de materialen in twee groepen – **geleiders** en **isolatoren**.

Vul de materialen in een tabel in, zoals hier is weergegeven.



<i><b>Materialen die geleiden</b></i>	<i><b>Materialen die isoleren</b></i>

### En dan ?

- Bekijk de materialen die elektriciteit doorlaten.
- Bij welke groep materialen horen ze?
- Als je een hard, glimmend voorwerp had, dat koud aanvoelde, verwacht je dan dat dit een geleider zou zijn? Verklaar je antwoord aan je partner of je docent.
- Bedenk een manier om te testen of water een geleider of een isolator is. Laat je idee bij de docent controleren. Als deze het goedkeurt, probeer je het idee uit.
- Test zuiver water, kraanwater (wat niet hetzelfde is!) en zout water.  
Is er een verschil?

### Om te onthouden:

- De meeste geleiders horen bij de groep materialen die ..... worden genoemd.
- Ik denk dat het harde, glimmende voorwerp dat koud aanvoelt elektriciteit ....., omdat het waarschijnlijk gemaakt is van een .....
- Zuiver water is een ..... maar, als het onzuiverheden bevat, zoals zout of chloor, dan is het water een .....
- Lucht is een ..... wat verklaart waarom we geen elektrische schok krijgen als we naast een stopcontact staan.

## Werkblad 2 Schakelingen



Een achtbaan maakt een volledige ronde op de baan.  
Het eindigt op dezelfde plaats als het begonnen was.  
Elektriciteit is de stroom van onzichtbare deeltjes die elektronen worden genoemd. Ze gaan rond door een draad.

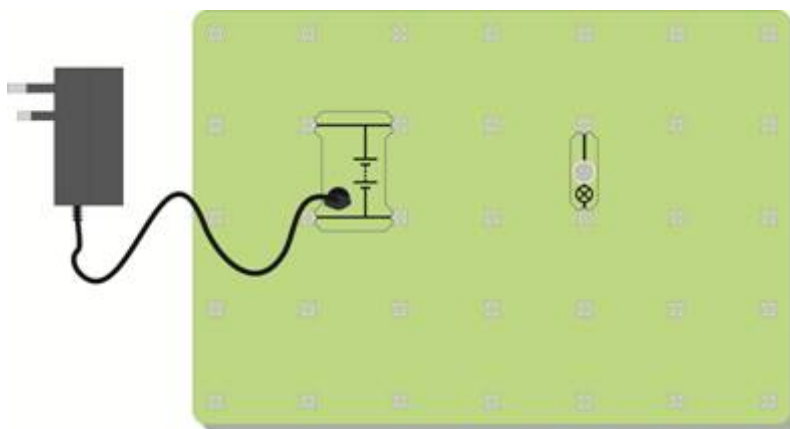
We noemen elektrische wegen - **schakelingen**.

### Nu is het aan jou:

Bouw de getoonde opstelling, gebruik een lamp van 12 V 0,1 A. Controleer of de voeding is ingesteld op 12 V. Voeg geleiders toe om het lampje te laten branden.



Vermogen van de lamp



Je hebt net twee schakelsymbolen gebruikt. Eén staat voor een voeding zoals een batterij(en) of adapter en de ander voor een lamp (of een andere vorm van een indicator). We zullen later meer van deze symbolen behandelen in de werkbladen. Je moet proberen ze te leren terwijl je ze gebruikt.



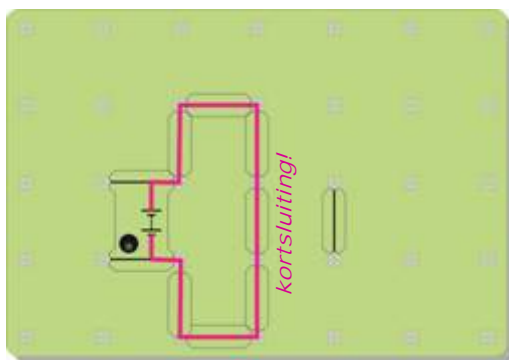
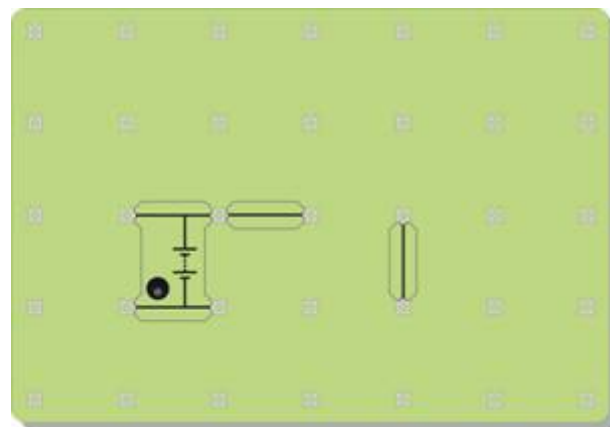
Voeding



Lamp

## Werkblad 2 Schakelingen

Maak andere vormen met de geleiders om de lamp te laten branden.  
Je kan proberen om de getoonde opstelling af te maken.



### WEES VOORZICHTIG!

Veroorzaak geen **kortsluiting**, waarbij de elektriciteit van de ene kant van de voeding naar de andere kant gaat zonder door de lamp te gaan.

Dit kan de voeding beschadigen!

Het afbeelding hiernaast laat een voorbeeld van een kortsluiting zien.

### En dan?

- Je hebt een complete schakeling nodig om de lamp te laten branden. Er moet een ononderbroken weg zijn van geleiders die van de voeding naar de lamp gaan en dan terug naar de voeding.
- De werkelijke vorm van de schakeling maakt niets uit.
- Kun je een schakeling maken waarin twee lampen branden ?
- Er zijn twee manieren om dit te doen. Eén manier laat de lampen zwakker branden dan wanneer er slechts één lamp was. Bij de andere manier behoudt de lamp ongeveer dezelfde helderheid als in de schakeling met één lamp. Kan je beide schakelingen maken?

### Om te onthouden:

Om een lamp te laten branden, is het volgende nodig:

- een .....bron , zoals een batterij of een voeding;
- draden van metaal om de elektriciteit te ..... ;
- draden die geïsoleerd zijn met een ..... laag om te voorkomen dat metalen geleiders elkaar aanraken;
- een complete ....., zonder onderbrekingen.

## Werkblad 3 Elektrische stroom



We gebruiken elektriciteit op vele manieren, en niet alleen om lampen te laten branden.

Het verwarmt onze huizen, laat onze wasmachines, drogers en stofzuigers werken en voorziet onze computers, spelconsoles en telefoons van stroom.

Elektrische stroom warmt de draden op waarin hij zich voortbeweegt.

### Nu is het aan jou:

Maak de getoonde opstelling, gebruik een lamp van 12 V 0,1 A.

Zorg ervoor dat de voeding ingesteld is op 12V.



Vermogen van de lamp

w1a



Sluit de schakelaar.

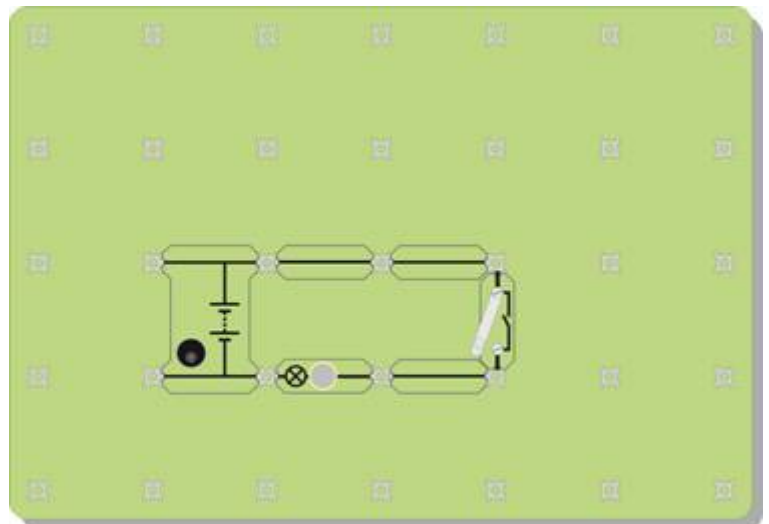
Kijk naar de gloeidraad van de lamp.

Het moet warm-geel gloeien.

Raak de glazen buitenkant van de lamp aan.

Voelt het warm aan?

Open de schakelaar.



w3b

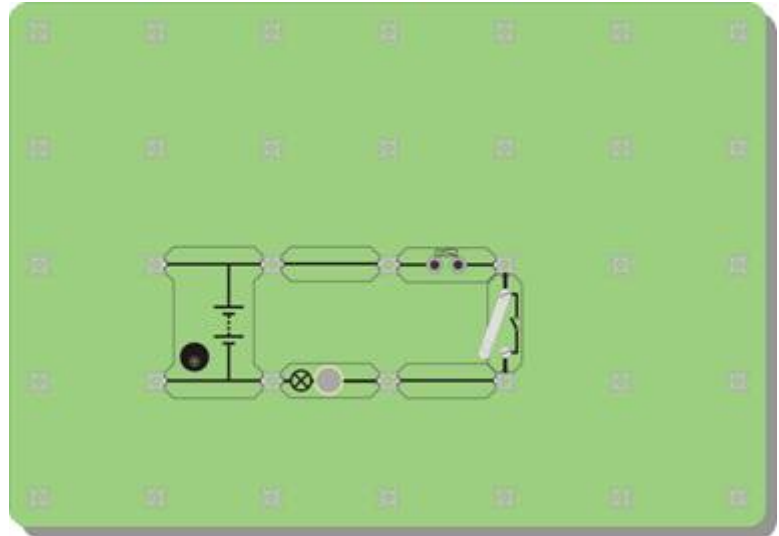


Neem één of twee draadjes staalwol uit de verpakking. Klem ze voorzichtig over de opening van de tester, zoals op de afbeelding.

w3c



Pas je schakeling aan door één van de geleiders te vervangen met de tester, zoals hiernaast. Sluit de schakelaar. Wat gebeurt er?



w3a

### En dan?

- Een elektrische stroom kan dingen verwarmen.
- Sommige soorten draden warmen meer op dan andere.
- Sommige draden worden zo heet dat ze gaan gloeien. Dit is wat er gebeurt in sommige lampen. In feite geeft dit soort lampen meer warmte af dan licht!
- Zoek zoveel mogelijk informatie over spaarlampen.
- Verklaar aan je partner waarom het een goed idee is om deze te gebruiken in plaats van “normale” lampen (degene die heel erg warm worden!)

### Om te onthouden:

- Wanneer een elektrische ..... door draden gaat, warmen deze op.
- Sommige soorten draden worden zo heet dat ze .....
- Een soort lamp, gloeilamp genoemd, gebruikt dit effect om licht te produceren.
- Ze zijn duur in gebruik omdat ze meer ..... produceren dan .....



## Werkblad 4 Elektromagnetisme



We gebruiken elektriciteit op vele manieren, en niet alleen om lampen te laten branden.

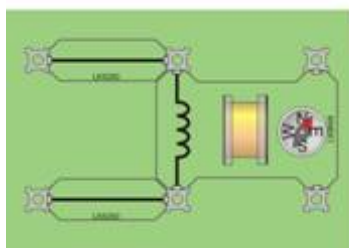
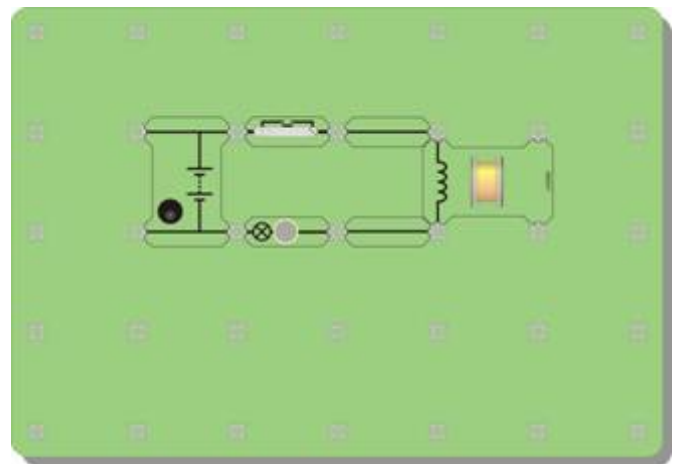
Het verwarmt onze huizen, laat onze wasmachines, drogers en stofzuigers werken en voorziet onze computers, spelconsoles en telefoons van stroom.

Elektrische stroom kan ervoor zorgen dat draden zich gaan gedragen als magneten!

### Nu is het aan jou:

Maak een opstelling zoals in de afbeelding met een gloeilamp van 12 V 0,1 A en de gemonterde spoel.

Zet een kompas naast de spoel.  
Draai het bord zodat de kompasnaald wijst naar de opening van de spoel.  
Druk op de schakelaar. Wat gebeurt er?  
Schakel nu uit en herhaal.



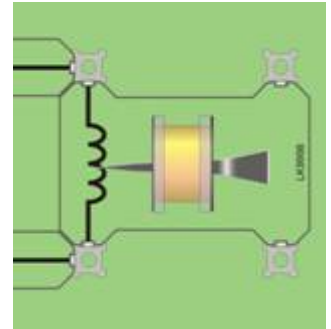
Beweeg een magneet in de buurt van het kompas.  
Wat gebeurt er?  
Wat vertelt dit over de spoel wanneer deze stroomdagend was?



## Werkblad 4 Elektromagnetisme

### En dan ?

- Een elektrische stroom kan ervoor zorgen dat de spoel zich hetzelfde gedraagt als een magneet.
- Schuif een stalen spijker in de spoel.  
Zet de voeding aan en bekijk het kompas. Is het effect sterker dan eerst?
- Kijk of je paperclips aan de spijker kunt laten “plakken”.
- Probeer hetzelfde uit door een ijzeren spijker te gebruiken in plaats van een stalen spijker.  
Zie je verschil?  
(Kijk in beide gevallen goed wat er gebeurt nadat je de elektriciteit uitzet.)
- Hoe kan je het magnetisch effect versterken, denk je? Verklaar je ideeën aan je docent. Misschien mag je sommige ideeën uitproberen!



w4d

### Om te onthouden:

- Wanneer een elektrische stroom door een draad vloeit, geeft dit een ..... effect.
- Het effect is sterker als je van de draad een spoel maakt en er een spijker, gemaakt van ..... of ....., in het midden schuift.
- De spijker gedraagt zich als een ..... Het beïnvloedt een kompasnaald en kan zelfs paperclips oppakken.
- Twee manieren om het magnetisch effect te versterken zijn:
  - voeg meer .....toe;
  - verhoog de .....

## Werkblad 5 Elektrolyse (optionele proef)



Elektrische stroom kan een aantal effecten veroorzaken. Het kan:

- de draden opwarmen waardoor het vloeit.
- magnetische effecten opwekken.
- chemische reacties laten plaatsvinden.

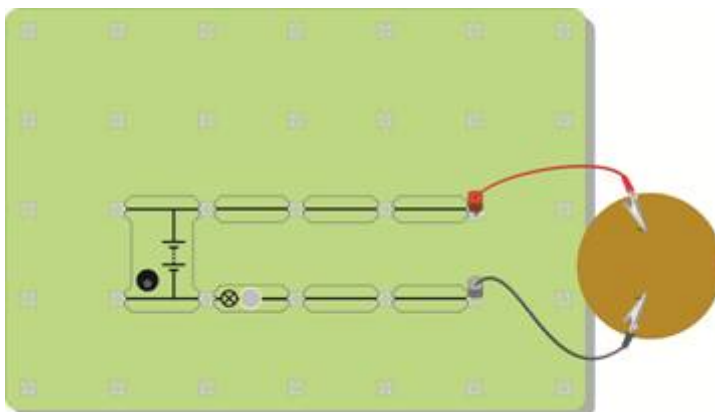
In de industrie, berusten processen zoals elektrolyse en galvaniseren op deze chemische reacties.

Elektrische stroom kan chemische reacties veroorzaken!

### Nu is het aan jou:

Maak de opstelling zoals in de afbeelding, als volgt:

- Duw voorzichtig twee grafietstaafjes door de hardboardschijf, zoals in de afbeelding. Zorg ervoor dat ze niet breken!
- Draag een veiligheidsbril om je ogen te beschermen.
- Giet ongeveer 200 ml kopersulfaatoplossing in een bekersglas van 250 ml. De concentratie van het gebruikte kopersulfaat is niet gevaarlijk, maar vergeet niet je handen te wassen op het einde van het onderzoek.
- Laat de grafietstaafjes in het bekersglas zakken, zodat de hardboardschijf op de bovenkant van het bekersglas rust.



- Sluit twee experimenteersnoeren m.b.v. krokodillenklemmen aan op de staafjes. Zorg er weer voor dat je ze niet breekt!
- Sluit de schakeling aan dat te zien is in het schema, gebruik een lamp van 12 V 0,1 A.
- De lamp is toegevoegd zodat je kan zien wanneer een elektrische stroom vloeit.

Bekijk het bekersglas goed om te zien of er iets gebeurt. Je zou twee activiteiten moeten kunnen zien. Bekijk welke elektrode (grafietstaaf) is betrokken bij de reactie.



Hier is een ander voorbeeld van een chemische reactie die opgewekt wordt door een elektrische stroom.  
Dit keer zijn de beide elektrodes gemaakt van koper.  
Sluit opnieuw de elektroden aan op de schakeling zoals eerder aangegeven.  
Observeer nauwkeurig om te zien wat er gebeurt!

w5c



### En dan?

Een elektrische stroom kan een chemische reactie veroorzaken.  
Wat heeft je overtuigd dat er een reactie plaatsvond?  
Hoe kon je controleren of er een elektrische stroom vloeide?  
Hoe kun je zeker weten dat de reactie werd veroorzaakt door een elektrische stroom?  
Bespreek je ideeën met je partner en verklaar daarna je bevindingen aan je docent.  
Maak een plan om je ideeën te testen. De docent kan je groen licht geven om je plan te testen.



### Om te onthouden:

Een elektrische stroom kan een chemische reactie veroorzaken.  
Dit effect is zeer nuttig in de chemische industrie.  
Het wordt gebruikt om chemische stoffen te zuiveren en nieuwe te produceren.  
De toepassingen van dit effect zijn onder andere **elektrolyse** en **galvaniseren**.

## Werkblad 6 Schakelaars



Werd je ooit al gezegd om het licht niet te laten branden?

Licht laten branden verspilt energie en geld!

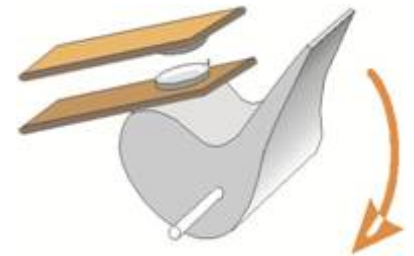
We hebben iets nodig om de stroom van elektriciteit te besturen.

Dat is wat een schakelaar doet!



Bekijk de tekening! Het laat zien hoe een schakelaar werkt.

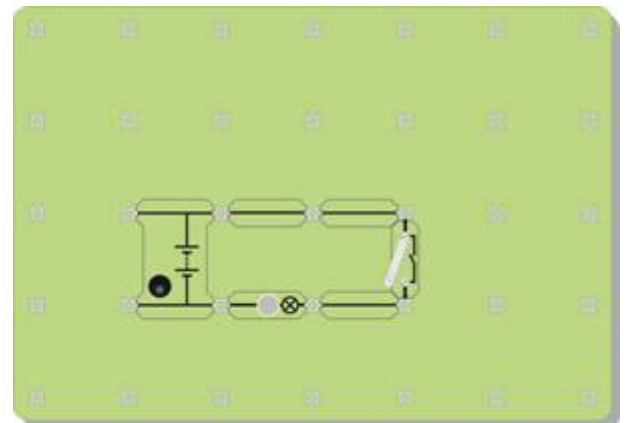
Kun je zien wat er zal gebeuren als je op de schakelaar drukt en de hefboom naar beneden gaat?



Een schakelaar start en stopt de elektrische stroom.

### Nu is het aan jou:

Bouw de opstelling zoals in de afbeelding, gebruik een voeding van 12 V en een lamp van 12 V 0,1A.



Sluit de schakelaar en bekijk wat er gebeurt.

Verander de schakeling zodat er twee lampen in aanwezig zijn en de schakelaar ze allebei bedient.

Verander de schakeling nogmaals zodat de schakelaar slechts één lamp bedient. De andere lamp moet de hele tijd branden.

## Werkblad 6 Schakelaars

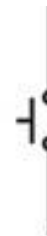
De afbeelding aan de rechter kant laat de gebruikte symbolen zien van de twee soorten schakelaars.

Een drukschakelaar is alleen 'aan' zolang je er op drukt. Wanneer je een tuimelschakelaar inschakelt, blijft hij aan, tot je hem uitschakelt.

Hier zijn twee afbeeldingen van schakelaars—een deurbel en een lichtschaakelaar. Bepaal welke een tuimelschakelaar is en welke een drukschakelaar.



Tuimel-  
schakelaar



Druk-  
schakelaar



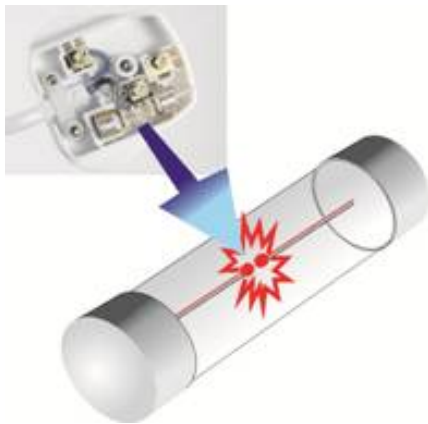
### En dan ?

- Een schakelaar start en stopt de elektrische stroom.  
Wat stopt de elektrische stroom wanneer de schakelaar open is?
- Maakt het uit waar de schakelaar is gezet in de schakeling zoals in stap 1?
- Verklaar je antwoord aan je partner en onderzoek daarna of je gelijk had.

### Om te onthouden:

- Een schakelaar start en stopt de ..... stroom
- Wanneer een schakelaar open is, stopt de ..... de stroom van elektriciteit.
- Wanneer de schakelaar ..... is , verdwijnt de luchtopening en de elektriciteit stroomt door de schakeling.
- Een tuimelschakelaar blijft de hele tijd aan of uit. Een drukschakelaar is alleen aan zolang deze wordt ingedrukt.
- Een deurbel is een ..... schakelaar.
- Een lichtschaakelaar is een ..... schakelaar.

## Werkblad 7 De zekering



Elektriciteit kan gevaarlijk zijn.

De lage spanning die je gebruikt bij de proeven is veilig, maar de hoge spanning gebruikt in de netspanning kan dodelijk zijn.

Als er een probleem is met de netspanning kunnen de draden zo heet worden dat er brand ontstaat in huis.

We hebben een beveiligingsapparaat nodig !

Zekeringen beschermen ons als elektrische apparaten defect zijn.  
Ze voorkomen brand wanneer elektrische storingen optreden.

### Nu is het aan jou:

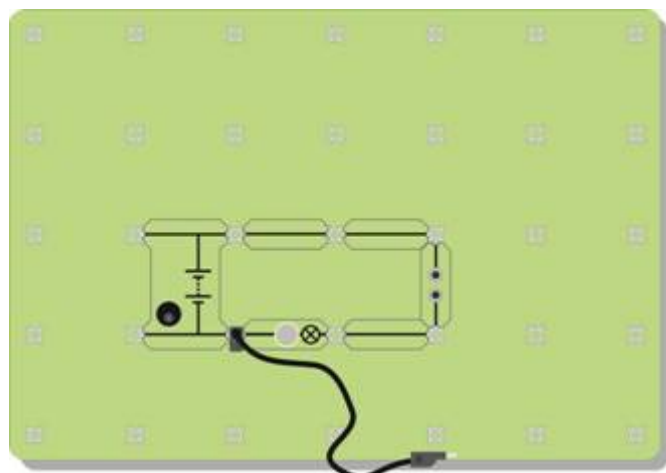
Klem één of twee draadjes staalwol tussen de aansluitklemmen van de tester.



Bouw de opstelling zoals in de afbeelding met een voeding op 12 V en een 12 V 0,1A lamp.  
Laat één kant van het zwarte experimenteersnoer los. Zorg ervoor dat het de schakeling niet raakt.  
Sluit de schakelaar en zorg ervoor dat de lamp brandt.



Creëer nu een storing in de schakeling.  
Raak met het losse einde van het experimenteersnoer heel even de rechterzijde van de lamp aan.  
Je hebt net een kortsluiting veroorzaakt in de lamp.  
Wat gebeurt er?



De afbeelding laat het symbool zien dat gebruikt wordt voor een zekering.



**Zekering**

w7b

### En dan?

- Het fijne draadje staalwol wordt warmer dan de andere draden. Het wordt in feite zo heet dat het gaat smelten.  
Probeer de smeltemperatuur van staal op te zoeken.
- Wanneer het draadje smelt, ontstaat er een luchtopening in het schakeling, vergelijkbaar met een schakelaar die open is. Er kan geen elektrische stroom vloeien.

### Om te onthouden:

- Een zekering bevat een dunne metaaldraad.
- Wanneer de elektrische stroom te groot wordt, wordt dit metaal zo heet dat het ..... en breekt.
- Dit creëert een lucht ..... in de schakeling, die de stroom van elektriciteit stopt.
- Dit weerhoudt de andere ..... in de schakeling om te heet te worden en brand te veroorzaken.



## Werkblad 8 Symbolen en schakelingen



Elke dag kom je **symbolen** in huis of in je omgeving tegen.  
Ze kunnen vlugger gelezen worden dan lange boodschappen met woorden.  
Op dit bord kan de taal moeilijk te begrijpen zijn, maar de symbolen niet!

Symbolen worden gebruikt om te beschrijven welke onderdelen gebruikt worden in een schakeling en hoe ze zijn aangesloten.

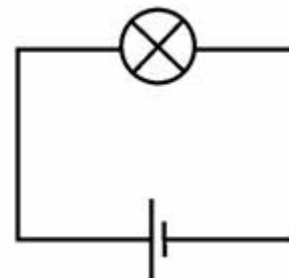
Een schakeling kan er zo uit zien -



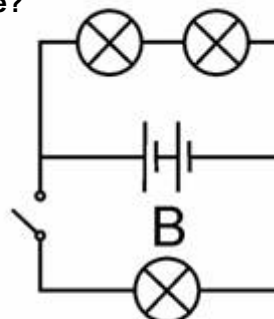
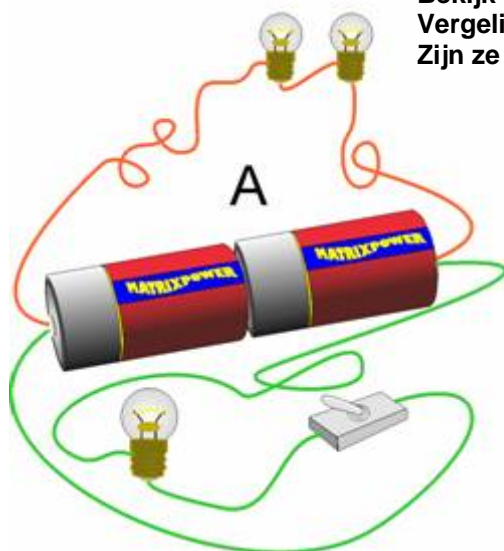
Het is eenvoudiger om symbolen te gebruiken -



Of nog beter -



Bekijk de twee schakelingen, A en B.  
Vergelijk ze.  
Zijn ze hetzelfde?

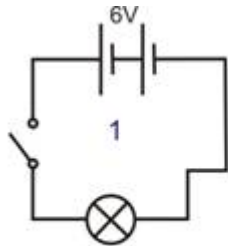


## Werkblad 8 Symbolen en schakelingen

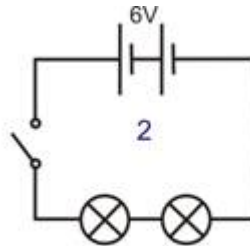
### Nu is het aan jou:

Maak de schakelingen zoals getoond in onderstaande schakelschema's, gebruik 12 V 0,1 A lampen. De voedingsspanning staat bij de schakelingen aangegeven.

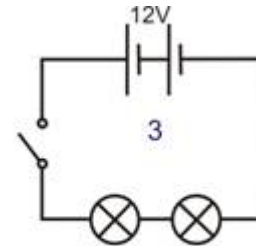
Beantwoord de vragen.



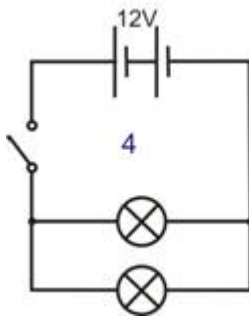
Lamp: helder / zwak?



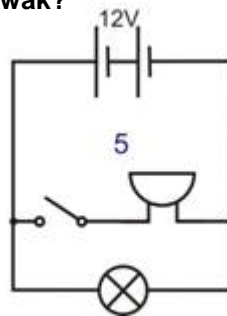
Lampen: helder / zwak?



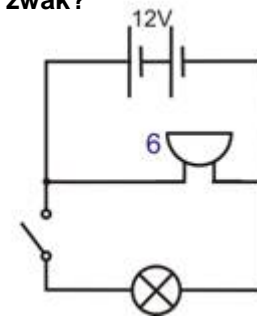
Lampen: helder / zwak?



Lampen: helder / zwak?



Schakelaar bedient ..... ?



Schakelaar bedient ..... ?

### En dan?

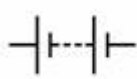

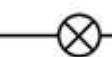



Het is veel sneller en gemakkelijker om te beschrijven wat er in een schakeling zit door een schakelschema te tekenen met symbolen. Je moet de symbolen gebruiken die iedereen begrijpt.

### Om te onthouden:

Neem onderstaande tabel over.

Je hebt de zoemer, of buzzer, gezien in de bovenstaande schakelingen.

Je zal binnenkort iets leren over de weerstand.

					
Batterij	Tuimel-schakelaar	Lamp	Zekering	Weerstand	Zoemer
Levert elektrische Energie	Bedient de schakeling	Zet elektriciteit om in licht	Beveiligings-apparaat	Bepaald de grootte van de stroom	Zet elektriciteit om in geluid

## Werkblad 9 Weerstanden



Een kraan verandert de waterstroom van snel naar langzaam.

Een weerstand verandert de stroom van elektriciteit.

De tweede afbeelding laat weerstanden zien die verbonden zijn met een printplaat.

Elektrische stroom kan verschillende effecten veroorzaken – verwarming, verlichting, magnetisme en chemische effecten.

Hoewel we hem niet kunnen zien, vormen kleine deeltjes, elektronen genaamd, de elektrische stroom. De stroom van deze elektronen kan verkleind worden door meer weerstand toe te voegen aan de schakeling.

Het effect van weerstand is alsof je probeert te rennen in de modder.



### Nu is het aan jou:

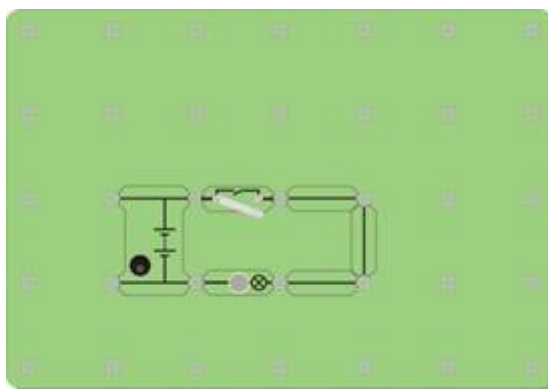
Maak je eigen weerstand door een grafietstaafje ( een mengsel van koolstof en klei zoals in een potlood) met krokodillenklemmen te bevestigen aan de twee uiteinden van de geleiders. De staaf moet zo lang mogelijk zijn, minstens 15cm lang.



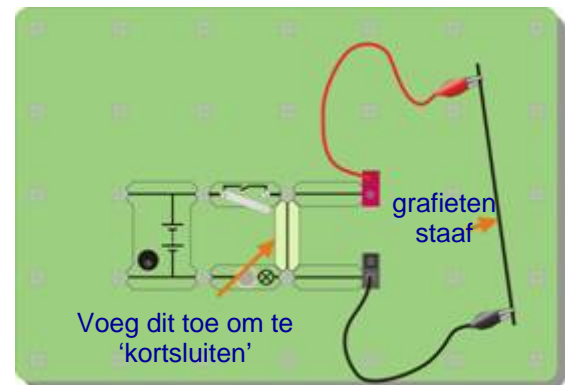
Bouw de schakeling zoals in de afbeelding met een lamp van 12 V 0,1 A.

Sluit de schakelaar en bekijk de helderheid van de lamp.

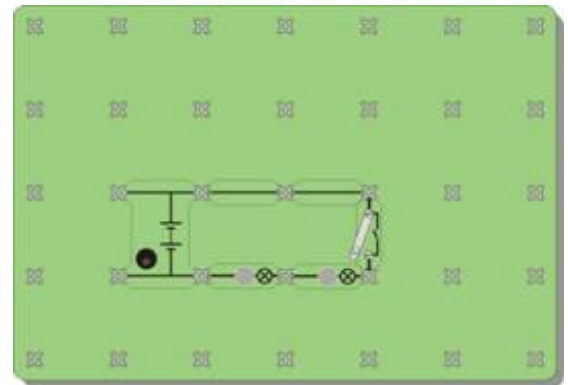
Onthoud – hoe helderder de lamp, hoe groter de stroom die vloeit.



Verwissel nu een geleider met je zelfgemaakte weerstand zoals in de afbeelding. Sluit dan opnieuw de schakelaar. Wat merk je op aan de lamp? Wat zegt dit over de elektrische stroom wanneer je een weerstand toevoegt?  
(Om dit makkelijker te vergelijken, kan je de weerstand 'kortsluiten'. Om dit te doen voeg je een geleider toe zoals in de afbeelding.)



Bouw nu de schakeling zoals in de afbeelding hiernaast met twee gloeilampen van 12 V 0,1 A. Sluit de schakelaar. Wat valt je op aan de helderheid van de lampen vergeleken met de helderheid van één lamp in de eerste schakeling? (voor je de weerstand toevoegde)?

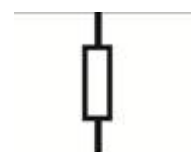


### En dan?

- Meer weerstand toevoegen aan een schakeling maakt de elektrische stroom kleiner.
- Niet alleen 'weerstand' hebben weerstand – potloodvulling, lampen en zelfs de draden en de voeding hebben enige weerstand.
- Wissel één van de lampen om met een weerstand van 12 ohm. Bekijk de helderheid van de overgebleven lamp. Wat zegt dit over lampen ?
- Een goede vraag – waar gaat de 'extra' elektrische stroom naartoe wanneer je een weerstand toevoegt ?  
Denk hierbij ook aan andere zaken, zoals water of verkeer. Wanneer je een kraan een beetje dicht draait om de waterstroom te verminderen, waar is het 'ontbrekende' water dan naartoe ? Wanneer een auto remt op een drukke weg, vertraagt het verkeer. Waar is de 'ontbrekende' stroom van auto's naartoe ?

### Om te onthouden:

- Een weerstand beperkt de elektrische stroom.
- Hoe groter de weerstand, hoe kleiner de elektrische stroom.
- Weerstand wordt gemeten in ohm. Meestal gebruiken we het  $\Omega$  teken om ohm uit te drukken.
- Het symbool van een weerstand staat hiernaast weergegeven:



**Weerstand**

## Werkblad 10 Lampen in serie en parallel

We gebruiken navigatie (satellietnavigatie-systemen) om onze route te plannen wanneer we met de auto reizen. Deze krachtige elektronische processors bekijken de vele mogelijke routes en kiezen de beste. In sommige elektrische schakelingen is er maar één mogelijke route waardoor de elektriciteit moet stromen.



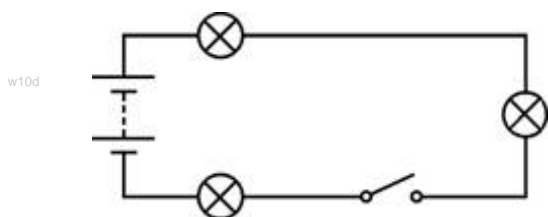
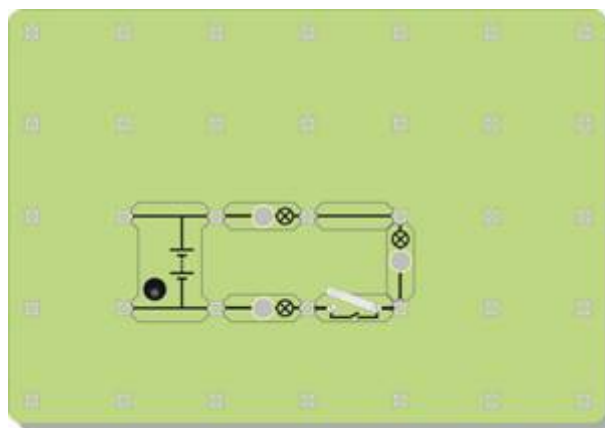
Men noemt deze **serieschakelingen**.

Een **serieschakeling** biedt slechts één route in de schakeling, van het ene einde van de batterij terug naar het andere! Er zijn geen kruisingen in een serieschakeling.

### Nu is het aan jou:

Bouw de schakeling zoals in de afbeelding met een 12 V voeding en 12 V 0,1 A lampen.

Dit is een serieschakeling —alles wordt aangesloten in één lijn, het ene na het andere. Er is slechts één weg voor de elektrische stroom om van het ene einde van de batterij naar het andere te gaan. Er zijn geen kruisingen, geen alternatieve routes!



Hier is dezelfde schakeling, getekend met symbolen. Vergelijk de twee versies van hetzelfde schakelschema!

Sluit de schakelaar en bekijk hoe helder de lampen branden. Vergeet niet – hoe helderder de lamp, hoe groter de stroom die vloeit. Draai één van de lampen los en bekijk het effect.

Lijkt het alsof de elektrische stroom ‘opverbruikt’ wanneer het door de schakeling gaat? (Met andere woorden, branden de lampen zwakker naarmate je verder van de batterij af komt?)

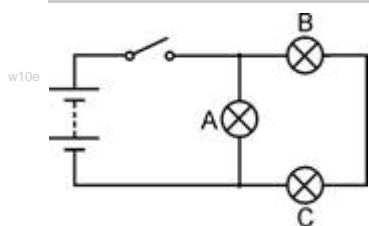
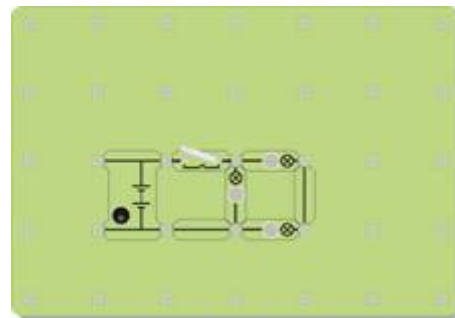
Als de lampen dezelfde helderheid hebben, moet de stroom die er doorheen vloeit hetzelfde zijn. (Denk eraan - de lampen worden in massa geproduceerd en zijn dus nooit helemaal identiek.)



## Werkblad 10 Lampen in serie en parallel

Verander de schakeling zoals in de afbeelding. Gebruik nog steeds de 12 V instelling op de voeding en de lampen van 12 V 0,1 A.

Dit is geen serieschakeling—er zijn twee manieren om van het ene uiteinde van de batterij naar het andere te komen! Zoek zelf de mogelijke routes!



De 'bolletjes' boven en onder lamp A geven de kruisingen in de schakeling aan.

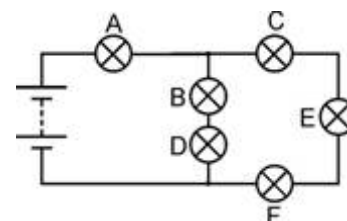
Kijk naar de helderheid van de drie lampen. Wat betekent dit?  
Draai lamp A los. Wat gebeurt er?  
Draai lamp B los. Wat gebeurt er?

### En dan?

- Eén route gaat slechts door één lamp. De andere gaat door twee lampen. Deze route is dubbel zo moeilijk voor de elektronen. De meeste zullen de makkelijke route nemen, door slechts één lamp. Hoe meer elektronen er stromen per seconde, hoe groter de elektrische stroom.  
Verklaar aan je partner of je docent hoe je waarnemingen dit idee ondersteunen.
- De tweede schakeling is geen serieschakeling omdat er twee manieren zijn om van het ene uiteinde van de batterij naar het andere te komen. Lamp A is parallel aangesloten op de andere twee lampen. Lamp B is in serie aangesloten met lamp C omdat ze op dezelfde route zitten.
- **Een uitdaging!** Verander de schakeling zodat de schakelaar alleen lamp B en C bedient, **MAAR** je mag alleen lamp A verplaatsen.

### Om te onthouden:

- Een serieschakeling biedt slechts één route voor de elektrische stroom.
- Als er ergens in de schakeling een onderbreking ontstaat, stopt de elektrische stroom overal. Als één lamp in de schakeling uitvalt, gaan de lampen allemaal uit.
- De hoeveelheid elektrische stroom is in de hele schakeling gelijk.
- Een parallelschakeling biedt meer dan één route en daardoor kunnen verschillende stromen door verschillende delen van de schakeling vloeien.
- Neem het schakelschema over en beantwoord deze vragen:
  1. Lamp B staat in serie met lamp .....
  2. Lamp C staat ..... met lamp E en lamp F.
  3. Lampen B en D staan ..... met lampen C, E en F.
  4. De grootste stroom zal vloeien door lamp .....
  5. Lamp ..... zal de helderste lamp zijn.



### Ronde 1

Noem drie materialen die elektriciteit geleiden.

Welke is een isolator? Koper, kwik, rubber, tin.

Wat gebeurt er met de fijne draad in een zekering die 'klapt'?

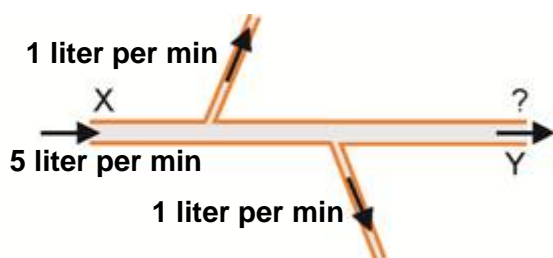
Welke stof voorkomt de stroom van elektriciteit wanneer de schakelaar geopend is?

Een elektrische stroom kan een magnetisch veld produceren, een warmte-effect en een chemisch effect. Welke van deze effecten wordt gebruikt in een gloeilamp, zoals in de afbeelding ?



### Ronde 2

Q2water

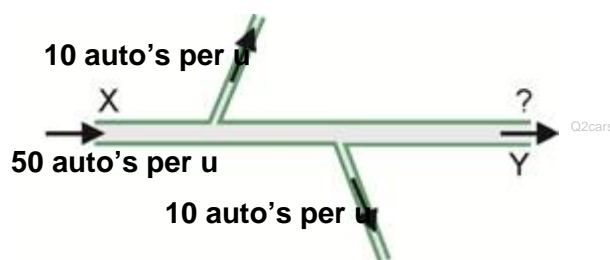


Hier is een buis met water. Het lekt niet! Elke minuut komt vijf liter water bij X de buis binnen. Wat water stroomt uit de buis, zoals te zien is. Hoeveel liter water per minuut verlaat de buis bij Y?

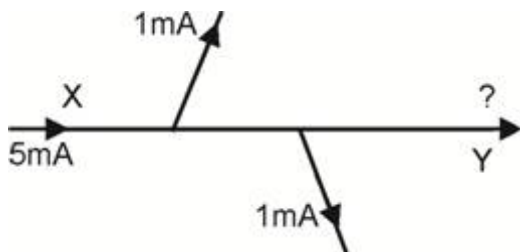
Hier zie je een deel van een eenrichtingsweg waarop alleen auto's rijden!

Er zijn geen ongevallen! Niemand parkeert! Er zijn geen autobedrijven of garages!

Hoeveel auto's per uur verlaten de weg bij Y?



Q2elec



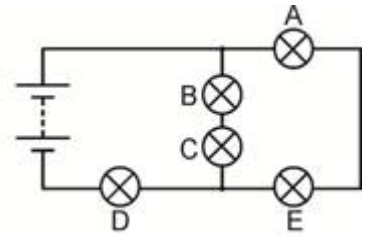
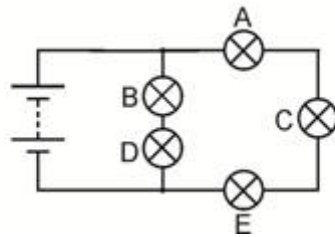
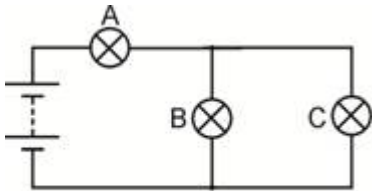
Hier is een deel van een elektrische schakeling. Elektrische stroom wordt gemeten in eenheden die milliampère (mA) worden genoemd. Hoe groot is de stroom bij Y?

Elektrische stroom wordt samengesteld door miljoenen van elektronen die door de draden stromen. Deze vragen suggereren dat elektrische schakelingen niet lekken, dat elektronen niet botsen of parkeren en niet gemaakt worden in fabrieken, zelfs op een zondag!



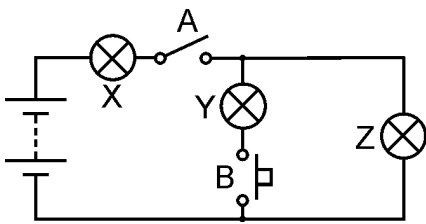
**Ronde 3**

In de volgende drie schakelschema's zijn alle lampen identiek.  
Welke lamp, of lampen, zal/zullen het meest helder zijn in elke schakeling?



Qc1r3

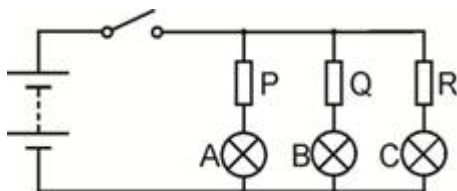
**Ronde 4**



Qc1r4

Bekijk de schakeling hiernaast.  
Om te beginnen wordt schakelaar A gesloten (ingeschakeld.)  
Welke lamp(en) licht(en) op?  
Nu is schakelaar B gesloten net zoals schakelaar A.  
Welke lamp(en) licht(en) nu op?

**Ronde 5**

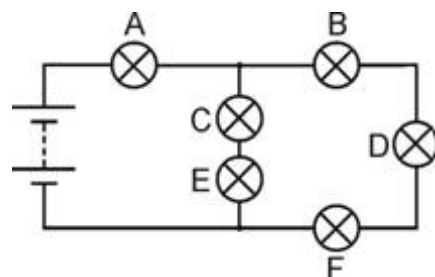


Qc1r5

Wanneer de schakelaar gesloten is, hebben lampen A en C dezelfde helderheid. Lamp B is zwakker dan de andere. Wat kan je zeggen over de weerstanden P, Q en R?

**Ronde 6**

Om te beginnen branden alle lampen.  
Eén lamp werkt niet en alle lampen gaan uit.  
Welke lamp werkte niet?  
Die lamp wordt vervangen door een nieuwe.  
Dan wordt lamp C losgedraaid.  
Welke lampen branden nog steeds?



Qc1r6

## Over deze lessen

### Introductie

Deze lessen zijn erg praktisch. Het materiaal van Locktronics zorgt ervoor dat het opbouwen en onderzoeken van elektrische schakelingen snel en eenvoudig gaat. Het eindresultaat ziet er hetzelfde uit als op de schakelschema's, dankzij de geprinte symbolen op elk component.

### Doel

De lessen hebben als doel de leerlingen kennis te laten maken met de basisbegrippen van elektriciteit.

### Leerdoelen

Bij de succesvolle afsluiting van deze lessen zal de leerling het volgende geleerd hebben:

- het verschil tussen de elektrische eigenschappen van geleiders en isolatoren;
- hoe getest wordt of een materiaal elektriciteit geleidt of niet;
- de noodzaak aan een volledige schakeling om geleiding te laten plaatsvinden;
- dat een elektrische stroom een duidelijk verwarmingseffect kan veroorzaken;
- dat een elektrische stroom een merkbaar magnetisch effect kan veroorzaken, wat versterkt kan worden door een spoel en een kern van magnetisch materiaal te gebruiken ;
- dat een elektrische stroom chemische reacties kan veroorzaken;
- de betekenis van een aantal elektrische symbolen;
- een eenvoudig elektrische schakeling kan opbouwen aan de hand van een schakelschema;
- dat de vorm van een schakeling geen effect heeft op zijn gedrag;
- een aantal serie aansluitingen herkennen en de eigenschappen herinneren;
- een parallelaansluiting herkennen en de eigenschappen herinneren;
- het effect van weerstand op de grootte van de stroom;
- dat weerstand gemeten wordt in ohm;
- een kortsluiting herkennen en voorkomen;
- de functie van een schakelaar in een elektrische schakeling;
- hoe een schakelaar geplaatst kan worden om slechts een deel van een schakeling te bedienen;
- de functie van een zekering in een elektrische schakeling.

### Wat de leerling nodig heeft:

Het geheel is ontworpen om te werken met de set "Locktronics Elektriciteit en Magnetisme".

De inhoud van deze set is te zien in de tabel. Niet Alle componenten worden in deze lessenserie gebruikt maar sommige komen terug bij "elektriciteit kwesties 2".

De leerlingen zullen ook het volgende nodig hebben, of:

de Locktronics 0 - 15 V voltmeter component en 0 - 100mA ampèremeter component;

twee multimeters, één met de capaciteit om stromen te meten binnen het bereik van 0 tot 100 mA, de andere meet spanning binnen het bereik van 0 tot 15 V;

of een ampèremeter die in staat is stromen te meten binnen een bereik van 0 tot 100 mA en een voltmeter die spanning kan meten binnen een bereik van 0 tot 15V.

### Lampen:

De set bevat 12V 0,1A lampen. Het vermogen van de lamp is aangeduid zoals getoond in het diagram.



Het vermogen van de lamp

w1a

1	HP4039	Deksel van opbergbak
1	HP5328	Regelbare DC spanningsbron (3-12 V)
1	HP5540	Diepe opbergbak
1	HP7750	Dochter lade met schuim uitsparing
1	HP9564	62mm dochter lade
1	LK3246	Zoemer, 12V
1	LK3982	Voltmeter, 0V tot 15V
1	LK4002	Weerstand, 100 Ohm
1	LK4100	Weerstand, 12 Ohm
1	LK4102	Motor, 6V, open frame
1	LK5144	Licht afhankelijke weerstand (LDR)
2	LK5202	Weerstand, 1000 Ohm
1	LK5203	Weerstand, 10kOhm
1	LK5214	Potentiometer, 10kOhm
1	LK5243	Diode, 1A, 50V
9	LK5250	Verbindingselementen
3	LK5291	Lamphouders
1	LK5402	Thermistor, 4.7k, NTC
1	LK5405	Relais, NO
1	LK5570	Set 4 mm naar krokodillenklem snoeren
1	LK6207	Drukschakelaar metalen strip
1	LK6209	Aan/uit schuifschakelaar, metalen strip
1	LK6430	LED, rood
1	LK7936	Universele/zekering houder (tester)
1	LK8275	Connector spanningsbron naar basisplaat
1	LK8397	Ampèremeter, 0A tot 1A
1	LK8900	Basisplaat 7 x 5 met 4 mm koppelpunten
1	LK9070-56	Opberghulp symbolen (DIN)
1	LK9071-AP	EMM V2 Accessoire pakket
1	LK9998	Spoel 400 windingen

### Stroombron:

De werkbladen zijn geschreven voor de regelbare DC voeding, die spanning kan geven van 3V, 4,5V, 6V, 7,5V, 9V of 12V, met stroom tot 1A.

De spanning wordt veranderd door aan de keuzeknop te draaien totdat de pijl naar de gewenste spanning wijst.

De docent kan besluiten om alle benodigde aanpassingen te doen of toestaan dat de leerlingen de spanning mogen wijzigen.

Elk werkblad geeft de aanbevolen spanning voor de specifieke schakeling aan.



psu

**Deze lessen gebruiken:**

Er wordt verwacht dat de werkbladen geprint of gekopieerd worden, liefst in kleur zodat de leerlingen deze kunnen gebruiken. De leerlingen hebben niet altijd hun eigen exemplaar nodig.

Elk werkblad heeft:

- een inleiding van het onderwerp dat onderzocht wordt;
- stap-voor-stap instructies voor het onderzoek dat volgt;
- een rubriek met de titel 'En dan?', met als doel de resultaten te vergelijken en samen te vatten. Dit biedt ook de mogelijkheid tot uitbreidingsopdrachten. Het heeft tevens tot doel om ideeën te ontwikkelen door de samenwerking met partners en de docent.
- een rubriek genaamd 'Om te onthouden', die gekopieerd en ingevuld kan worden in de oefeningenboekjes van de leerlingen. Als alternatief kan de 'Hand-outs voor leerlingen' gekopieerd en uitgedeeld worden. Dit is een samenvatting van de 'Om te onthouden' gedeeltes.

Het idee is om tijd te sparen door aan de leerlingen de hoofdlijnen van de samenvattingen te presenteren, die ze afmaken als ze de onderzoeken uitvoeren op de werkbladen.

Deze opbouw stimuleert zelfstudie waarbij de leerlingen in hun eigen tempo kunnen werken. De docent moet in het oog houden dat "het begrijpen" van de leerlingen gelijke tred houdt met hun voortgang door de werkbladen. Een manier om dit te doen, is elk werkblad af te tekenen wanneer een leerling het heeft afgewerkt en vervolgens een kort gesprek te hebben met de leerling om te peilen naar de ideeën die ze hebben bedacht in verband met de oefeningen.

***"...maar ik ben eigenlijk een docent biologie..."***

Wetende dat multidisciplinaire vakgroepen steeds populairder worden bij de exacte vakken is de docentenhandleiding geschreven met de bedoeling om de docenten te helpen voor wie natuurkunde niet hun belangrijkste kwalificatie is of waarin ze zich onvoldoende zeker voelen. Het bevat anekdotes en vergelijkingen om te helpen bij concepten en geeft advies over de valkuilen en misvattingen die aanwezig kunnen zijn.

**Tijd:**

De leerlingen zullen ongeveer vijf en half uren bezig zijn om de werkbladen te doorlopen. Verwacht wordt dat eenzelfde tijd nodig is om het geleerde met theorie en vragen te ondersteunen.

Werkblad	Aanwijzingen voor de docent	Tijd
<p><b>1</b></p>	<p>Inleidende brainstorming/discussie/activering vragen kunnen gaan over:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wat is elektriciteit?</li> <li>Waar komt elektriciteit vandaan?</li> <li>Waarvoor gebruiken we elektriciteit?</li> </ul> <p>Het doel van de eerste oefening is om twee soorten materialen te introduceren — geleiders en isolatoren. Maar eerst bouwen de leerlingen een eenvoudige schakeling om een lamp te laten branden. Dit leert hun omgaan en werken met de set en zorgt ervoor dat alle componenten goed werken! Ze testen dan een reeks materialen door deze in de tester te klemmen, om te zien tot welke categorie ze behoren. Als de lamp brandt, moet het materiaal een geleider zijn!</p> <p>De oefening wijst de leerlingen op het feit dat metalen elektriciteit uitstekend geleiden terwijl de meeste andere soorten materialen dit niet doen. Zeer belangrijk: lucht is een isolator (hoewel de docent het fenomeen “bliksem” kan introduceren!) Aan de leerling wordt gevraagd om een manier te bedenken om water te kunnen testen. In werkelijkheid is de uitkomst afhankelijk van de zuiverheid van het gebruikte water. Dit kan deel uitmaken van een discussie met de klas over geschikte testmethoden.</p> <p>Het kan zinvol zijn om te bespreken dat bepaalde stoffen beter geleiden dan andere. De huidige elektronica is opgebouwd rond materialen die halfgeleiders worden genoemd. Dit zijn noch geleiders noch isolatoren onder normale omstandigheden.</p> <p>Deze opdracht laat bovendien ook zien dat een elektrische stroom alleen vloeit wanneer er een complete (gesloten) schakeling is. Dit onderwerp wordt in het volgende werkblad verder behandeld.</p>	<p><b>30 - 45 minuten</b></p>
<p><b>2</b></p>	<p>Het is de moeite waard om verschillende ‘transportverschijnselen’ te vergelijken – stroming van water, doorstroming van het verkeer, stroom van mensen en stroom van gas – met de stroom van elektriciteit.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrische schakelingen kunnen niet lekken en ‘verbranden’ geen elektronen.</li> <li>- Elektronen parkeren niet, botsen niet en kunnen niet worden afgekneld.</li> </ul> <p>Elektrische toepassingen zetten elektrische energie om in een andere energievorm. Deze elektrische energie wordt door elektronen vervoerd van de batterij of de voeding naar de toepassing. Ze lijken op wagons die kolen of olie vervoeren. Wanneer ze hun “vracht” lossen, keren ze terug om meer energie op te pikken van de voeding of batterij.</p> <p>Als een leerling in twijfel trekt waarom het noodzakelijk is om een volledige schakeling te hebben door te zeggen dat slechts één draad nodig is om een elektrische schok te geven, geeft dat het voorbeeld van vogels die op hoogspanningskabels zitten. Daar kunnen ze veilig op zitten zolang hun andere poot de mast maar niet aanraakt!</p> <p>De gevaren van het creëren van een kortsluiting worden geïntroduceerd en moeten worden versterkt door de docent. Het moet niet mogelijk zijn om van de ene kant van een pool van de voeding naar de andere kant door de schakeling te bewegen zonder door een component, zoals een gloeilamp, te gaan.</p> <p>In de praktijk gaan batterijen die worden kortgesloten heel snel leeg. De voeding is stroombeperkend en schakelt eenvoudigweg uit bij kortsluiting.</p> <p>Belangrijker is dat de draden opwarmen wanneer elektriciteit passeert en een kortsluiting warmt ze zo intensief op dat brand kan ontstaan. Elektrische verwarming is het onderwerp van volgend werkblad.</p>	<p><b>20 - 30 minuten</b></p>

Werkblad	Aanwijzingen voor de docent	Tijd
3	<p>We kunnen de stroom van elektronen in een schakeling niet zien. We weten dat ze er zijn door de effecten die ze veroorzaken.</p> <p>Een daarvan is het warmte-effect. Als elektronen langs de positieve ionen in een draad “wrijven” zorgen ze ervoor dat ze een beetje meer gaan trillen. We zien dit als een stijging van de temperatuur. Vraag aan de leerlingen om alle elektrische apparaten die dit verwarmingseffect hebben op te schrijven.</p> <p>De proef met een draadje staalwol moet voldoende warmte produceren om de draadjes te laten gloeien (en mogelijk te laten breken), waardoor de vergelijking getrokken kan worden met de gloeilamp. (Gebruik een stukje vochtig papier of karton om het basisbord te beschermen tegen het gesmolten metaal.) Mocht dit niet het geval zijn, dan heeft de leerling teveel draadjes tussen de tester geklemd. Dit effect leidt tot het gebruik van zekeringen wat onderzocht wordt in werkblad 7.</p>	20 - 30 minuten
4	<p>Het belangrijkste effect van bewegende elektronen is hun magnetisch effect. Een hele reeks apparaten gebruiken elektromagnetisme, zoals motoren, transformatoren en spoelen. Het magnetisch effect is zeer zwak tenzij het versterkt wordt door veel draad in een spoel te wikkelen of door een kern van magnetisch materiaal zoals ijzer toe te voegen aan de spoel. De leerlingen worden uitgenodigd om een verschil in gedrag van ijzer en staal te vinden. Dit is een behoorlijk moeilijke uitdaging, maar sommige zullen vinden dat de stalen spijker zijn magnetisme behoudt na verwijdering van de spoel, terwijl de ijzeren spijker dit niet doet.</p> <p>Misschien mogen de leerlingen zelf hun spoel opwinden of is dit eerder voor hen gedaan. Welke methode er ook wordt gebruikt, er moet aan elk uiteinde voldoende draad over gelaten worden (<math>\pm 5\text{cm}</math>) om vastgeklemd te kunnen worden onder de schroefklemmen van de tester. Hoewel het niet goed te zien is, bevat het fijne koperdraad een dunne laag isolerende lak. Essentieel voor de spoel zelf, maar dient aan de laatste cm van beide uiteinden verwijderd te worden om een elektrische geleider met de tester mogelijk te maken. Dit kan gedaan worden door het eraf te branden (met een lucifer) of door het eraf te schuren met een stukje schuurpapier.</p>	25 - 40 minuten
5	<p>Een ander effect van elektriciteit is dat het chemische reacties kan produceren. De proef bevat hierbij alleen het locktronics basisbord om de batterijen of de voedings aansluiting vast te houden.</p> <p>Omdat het een vloeistof bevat en omdat kopersulfaat, zowel in vaste kristallen als in oplossing, schadelijk is bij inslikken, kan de docent beslissen om deze proef als demonstratie uit te voeren. Het kan klaar gezet worden aan het begin van de les en de resultaten kunnen richting het einde van de les onderzocht worden.</p> <p>De proef heeft 200 ml waterige oplossing van koper(II)sulfaat, ongeveer <math>0,5\text{ mol dm}^{-3}</math> nodig. Bij deze concentratie heeft koper(II)sulfaat oplossing een laag risico. Als de concentraties worden verhoogd moet het etiket voorzien worden met de juiste risicowaarschuwingen. Koper(II)sulfaat oplossing is <b>schadelijk</b> bij concentraties boven 1M. (Zie CLEAPSS HAZCARD 27C)</p> <p>De elektroden kunnen koperelektroden zijn (artikelnr. 114330), waarbij eentje uiteindelijk heel helder kleurt door het nieuw afgezette koper, terwijl de andere uiteenvalt, of grafietstaven (artikelnr. 114333), waarbij één met koper bekleed wordt waardoor deze er roze uit gaat zien.</p> <p>Er kan ook gekozen worden voor een grafietstaaf voor de ene elektrode en koperelektrode voor de andere. Sluit in dat geval de koperen elektrode aan op de positieve pool van de voeding. Dan is zowel de aanslag op de grafietstaaf als het uiteenvallen van de koperelektrode te zien.</p>	25 - 40 minuten

Werkblad	Aanwijzingen voor de docent	Tijd
6	<p>Het gebruik van een schakelaar wordt onderzocht. De constructie wordt onderzocht om aan te tonen dat in de 'uit'-stand een luchtlaag de doorgang van elektrische stroom voorkomt. De leerling wordt aangemoedigd om verschillende formaties uit te proberen om één of twee lampen te bedienen.</p> <p>Er is een groot aantal typen schakelaars beschikbaar. Twee categorieën worden geïntroduceerd, de drukschakelaar en de tuimelschakelaar (of schuifschakelaar, aan/uit schakelaar). Leerlingen kunnen de taak krijgen om ander soorten schakelaars te onderzoeken en hun toepassingen, waarin ze kunnen worden gebruikt, daarbij aangeven.</p>	20 - 30 minuten
7	<p>We keren terug naar het warmte-effect van elektrische stroom en in het bijzonder naar het gebruik ervan in zekeringen. Een zekering is de zwakste schakel in een schakeling. Als er iets smelt, is het de zekering. Daarbij ontstaat een isolerende luchtlaag in de schakeling waardoor de stroom stopt.</p> <p>De zekering is een onderdeel voor het voorkomen van branden en voor de bescherming van elektrische apparatuur en geen middel om een elektrische schok te voorkomen. Het menselijk lichaam heeft zo'n hoge weerstand dat bij het aanraken van een hoge spanningsdraad een zeer kleine stroom vloeit (voldoende om ernstig letsel te veroorzaken, maar onvoldoende om de zekering te laten 'klappen'). Onderdelen zoals de aardendraad en de aardlekschakelaar bieden bescherming tegen elektrische schokken.</p> <p>In de instructie staat dat de leerling met een los experimenteersnoer de andere kant van de lamp kort aanraakt om een kortsluiting te veroorzaken. Als de 'zekering' van staalwol dan niet smelt, heeft de leerling waarschijnlijk teveel staalwoldraadjes tussen de tester vastgeklemd. (Gebruik een stukje vochtig papier of karton om het basisbord te beschermen tegen gesmolten metaal.)</p>	20 - 30 minuten
8	<p>Hier wordt het gebruik van schakelsymbolen als een efficiënte manier om de opbouw van een schakeling te tonen, onderzocht. Als inleiding kan aan de leerlingen een aantal veel voorkomende niet-elektrische symbolen (zoals verkeersborden e.d.) getoond worden of ze zoeken deze zelf op. Dit bewijst dat symbolen snel en eenvoudig te begrijpen zijn. Ze moeten aangemoedigd worden om de basissymbolen te leren en andere symbolen te onderzoeken.</p> <p>De leerlingen gaan daarna zes schakelingen bouwen en geven hun opmerkingen om te oefenen en om schema's te leren lezen. Ze moeten erop gewezen worden dat de juiste voedingsspanning gekozen dient te worden. De schakelingen laten ook het gevolg zien van een schakelaar in verschillende posities in een schakeling.</p>	30 - 45 minuten
9	<p>Het concept van weerstand staat centraal bij het begrijpen van elektrische schakelingen. De vergelijking kan gemaakt worden met smalle leidingen in een waterleidingsstelsel (die automatisch de stroom in het hele systeem verlagen) en wegwerkzaamheden op de autosnelweg, die al snel leiden tot een verminderde doorstroom van het verkeer op delen van de snelweg.</p> <p>De proeven gebruiken nog steeds de helderheid van de lamp als maat voor de grootte van de stroom. Met twee lampen in serie, d.w.z. toevoegen van de weerstand, is de afname van stroom te zien. De leerlingen maken hun eigen weerstand met een grafietstaaf en kijken naar het effect ervan. <i>Deze staaf moet zeer homogeen zijn om een merkbaar effect te creëren.</i></p> <p>Ohm wordt genoemd als eenheid van weerstand en de leerlingen sluiten een vaste weerstand aan in hun schakeling om het effect te vergelijken. Het onderwerp weerstand zal verder ontwikkeld worden in de volgende lessenserie.</p>	20 - 30 minuten



<b>Werkblad</b>	<b>Aanwijzingen voor de docent</b>	<b>Tijd</b>
<b>10</b>	<p>Een ander belangrijk onderdeel, serie- en parallelschakelingen! Hieraan gekoppeld is de opvatting dat elektronen liever de makkelijkste weg in een schakeling gaan. Wederom wordt de helderheid van een lamp gebruikt als maat van de elektrische stroom.</p> <p>Sommige leerlingen beginnen met de misvatting dat de stroom kleiner wordt naarmate het door de schakeling gaat. Dit geldt wel voor een gasleiding waarbij een aantal branders worden voorzien vanuit een gemeenschappelijke toevoerleiding. Elke brander verbrandt een bepaalde hoeveelheid gas per minuut waardoor een kleinere stroom door de pijp loopt naar de volgende brander.</p> <p>De vergelijkbare helderheid van de lampen in een serieschakeling wordt gebruikt om dit idee te ontkrachten. Serieschakelingen bieden alleen één route en daarom kan er geen stroom vloeien als er een breuk in de schakeling ontstaat door een defecte lamp of een 'geknalde' zekering.</p> <p>Een parallelschakeling biedt alternatieve routes. Moedig leerlingen aan om alle mogelijke routes te vinden en uit te zoeken welke route het makkelijkste is vanuit het standpunt van de elektronen. We vermoeden dat die route de hoogste stroom bevat.</p> <p>Bij verkeerstromen worden parallelle routes vaak rondwegen genoemd en zijn aangelegd om de doorstroming te verhogen. Hetzij door het vermijden van obstakels zoals smalle bruggen of gewoon om twee wegen te hebben om al het verkeer door te laten. Docenten moeten waar mogelijk verwijzen naar lokale voorbeelden.</p> <p>De proef geeft verdere oefening in het herkennen van serie- en parallelschakelingen en in het maken van deducties over de stroom die ze bevatten.</p>	<b>25 - 40 minuten</b>
<b>Quiz</b>	<p>De quiz is opgenomen als een middel om het inzicht in de onderwerpen uit de werkbladen van een leerling te beoordelen.</p> <p>Het kan uitgevoerd worden als gewone toets, beantwoord door elke leerling afzonderlijk, of als groepsspel/quiz voor de hele klas waarbij de docent de leerlingen in teams opsplijst.</p> <p>De vragen kunnen worden afgedrukt en uitgedeeld of worden geprojecteerd met een beamer of getoond op een (interactief) scherm.</p>	<b>20 - 30 minuten</b>

## Hand-outs voor de leerlingen

### Werkblad 1

- De meeste geleiders horen bij de groep materialen die ..... worden genoemd.
- Ik denk dat het harde, glimmende voorwerp dat koud aanvoelt elektriciteit ..... omdat het waarschijnlijk gemaakt is van een .....
- Zuiver water is een ..... Maar, als er onzuiverheden bevat, zoals zout of chloor, dan is het water een .....
- Lucht is een ..... wat verklaart waarom we geen elektrische schok krijgen als we naast een stopcontact staan.

### Werkblad 2

Om een lamp te laten branden, is het volgende nodig:

- een ..... bron, zoals een batterij of een voeding;
- draden van metaal om de elektriciteit te .....
- draden die geïsoleerd zijn met een ..... laag om te voorkomen dat metalen geleiders elkaar aanraken;
- een complete ..... zonder onderbrekingen.

### Werkblad 3

- Wanneer een elektrische ..... door de draden gaat, warmen deze op.
- Sommige soorten van draad worden zo heet dat ze .....
- Eén soort van lamp, gloeilamp genoemd, gebruikt dit effect om licht te produceren.
- Ze zijn duur in gebruik omdat ze meer ..... produceren dan .....

### Werkblad 4

- Wanneer een elektrische stroom door een draad vloeit, geeft dit een ..... effect.
- Het effect is sterker als je een van de draad een spoel maakt en er een spijker, gemaakt van ..... of ....., in het midden schuift.
- De spijker gedraagt zich als een ..... Het beïnvloedt een kompasnaald en kan zelfs paperclips oppakken.
- Twee manieren om het magnetisch effect te versterken, zijn:
  - voeg meer ..... toe;
  - verhoog de .....

### Werkblad 5

- Een elektrische stroom kan een chemische reactie veroorzaken.
- Dit effect is zeer nuttig in de chemische industrie.
- Het wordt gebruikt om chemische stoffen te zuiveren en nieuwe te produceren.
- De toepassingen van dit effect zijn onder andere **elektrolyse** en **galvaniseren**.

## Hand-outs voor de leerlingen

### Werkblad 6

- Een schakelaar start en stopt de .....stroom
- Wanneer de schakelaar open is, stopt de..... de stroom van elektriciteit.
- Wanneer de schakelaar .....is, verdwijnt de luchtopening en de elektriciteit stroomt door de schakeling.
- Een tuimelschakelaar blijft de hele tijd aan of uit. Een drukschakelaar is alleen aan zolang deze wordt ingedrukt.
- Een deurbel is een ..... schakelaar.
- Een lichtschakelaar is een ..... schakelaar.

### Werkblad 7

- Een zekering bevat een dunne metaaldraad.
- Wanneer de elektrische stroom te groot wordt, wordt dit metaal zo heet dat het ..... en breekt.
- Dit creëert een lucht ..... in de schakeling, waardoor de stroom van elektriciteit stopt.
- Dit weerhoudt de andere ..... in de schakeling om heet te worden en brand veroorzaken.

### Werkblad 8

					
<b>Batterij</b>	<b>Tuimel-schakelaar</b>	<b>Lamp</b>	<b>Zekering</b>	<b>Weerstand</b>	<b>Zoemer</b>
<b>Levert elektrische energie</b>	<b>Bedient de schakeling</b>	<b>Zet elektriciteit om in licht</b>	<b>Beveiligings-apparaat</b>	<b>Bepaalt de grootte van de stroom</b>	<b>Zet elektriciteit om in geluid</b>

### Werkblad 9

- Een weerstand beperkt de elektrische stroom.
- Hoe groter de weerstand, hoe kleiner de elektrische stroom.
- Weerstand wordt gemeten in ohm. Meestal gebruiken we het  $\Omega$  teken om 'ohm' uit te drukken.

### Werkblad 10

- Een serieschakeling biedt slechts één route voor de elektrische stroom.
- Als er ergens in de schakeling een onderbreking ontstaat, stopt de elektrische stroom overal.
- Als één lamp in de schakeling uitvalt, gaan de lampen allemaal uit.
- De hoeveelheid elektrische stroom is in de hele schakeling gelijk.
- Een parallelschakeling biedt meer dan één route en daardoor kunnen verschillende stromen door verschillende delen van de schakeling vloeien.
- Bekijk de schakeling en beantwoord de volgende vragen:
  1. Lamp B staat in serie met lamp .....
  2. Lamp C staat ..... met lamp E en lamp F.
  3. Lampen B en D staan ..... met lampen C, E en F.
  4. De grootste stroom zal vloeien door lamp .....
  5. Lamp ..... zal de helderste lamp zijn.

