

## Inhoud

### 114950 Elektriciteitskwesties 2

Werkblad 1 - schakelsymbolen	3
Werkblad 2 - Geleiders	6
Werkblad 3 - Weerstanden	8
Werkblad 4 - Serie en parallel	10
Werkblad 5 - Stroom meten	12
Werkblad 6 - Spanning meten	14
Werkblad 7 - De wet van Ohm	16
Werkblad 8 - Leds en diodes	19
Werkblad 9 - LDR's en thermistoren	22
Werkblad 10 - Spanningsdelers	24
Werkblad 11 - Variabele weerstanden	27
Werkblad 12 - Elektrisch vermogen	29
Quiz	32
Docentenhandleiding	35
Hand-outs voor leerlingen	43

Ontwikkeld door John Verrill in samenwerking met Matrix Multimedia Limited

**Over dit document:**

Code: LK7326

Ontwikkeld voor product code LK9071 - Elektriciteit, magnetisme en materialen



Iedere dag kom je **symbolen** in je huis of in je omgeving tegen. Ze zijn sneller te lezen dan lange berichten met woorden!

Schakelsymbolen worden gebruikt om de gebruikte onderdelen in een schakeling te beschrijven en te laten zien hoe ze zijn aangesloten.

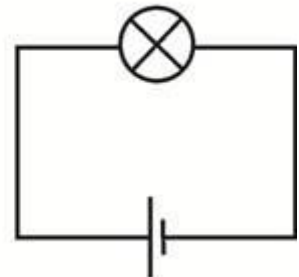
Een schakeling kan er zo uitzien -



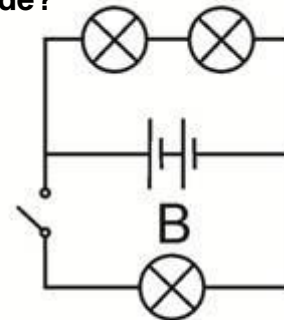
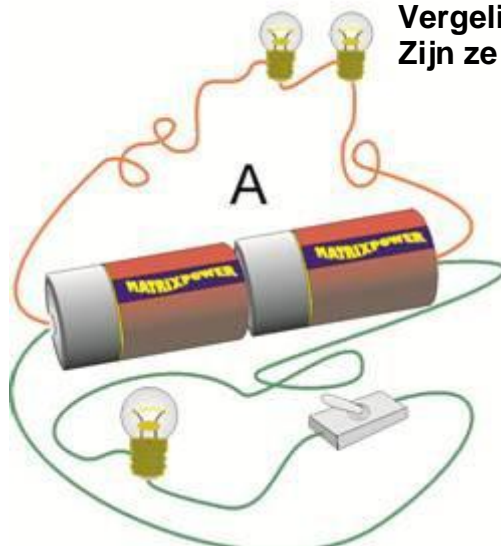
Het is eenvoudiger om symbolen te gebruiken -



Of nog beter -



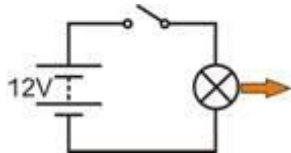
Bekijk de twee schakelingen, A en B. Vergelijk ze. Zijn ze hetzelfde?



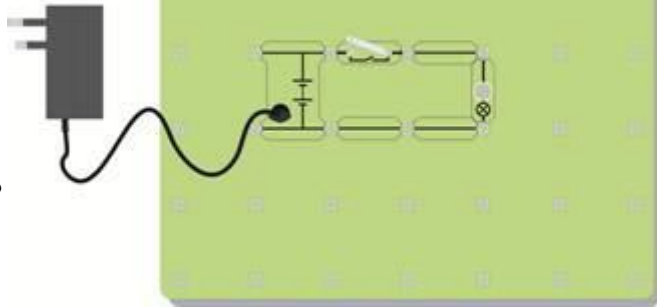
**Nu is het aan jou:**

Hier zijn vier schakelingen, zowel in symbolen en ook als 'echte' opstelling.

Maak ze alle vier, gebruik 12 V 0,1 A lampen en beantwoord de vragen.

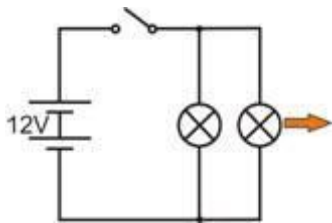


**Lamp: helder / zwak?**

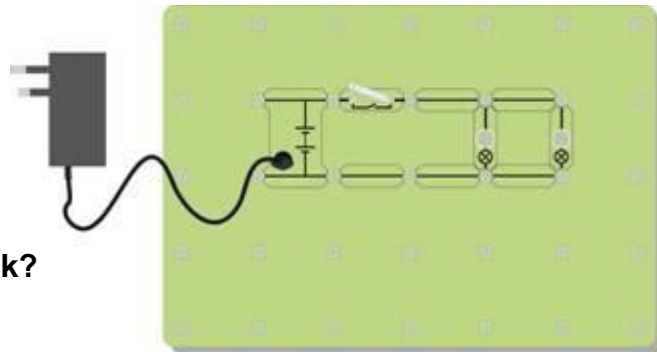


w1b

w1c

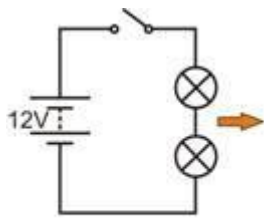


**Lampen: helder / zwak?**

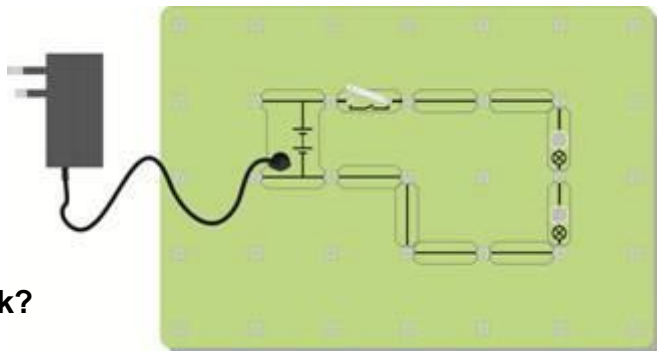


w1f

w1e

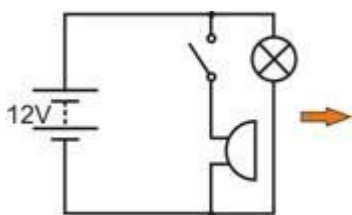


**Lampen: helder / zwak?**

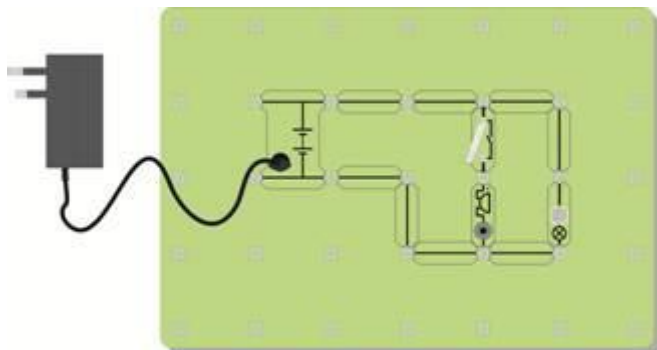


w1d

w1g



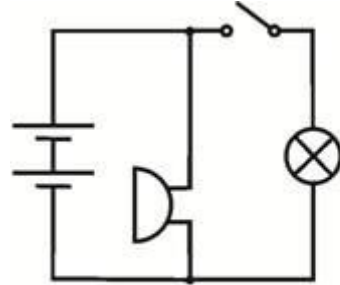
**De schakelaar bedient ..... ?**



w1h

**En dan?**

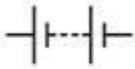
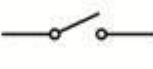
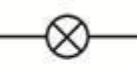

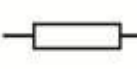

Het gaat veel sneller en gemakkelijker om te beschrijven wat er in een schakeling zit, als je een schema met symbolen gebruikt. Je moet standaard symbolen gebruiken die iedereen begrijpt. Hier is een andere schakeling. Maak het en gebruik alleen het schakelschema. Beantwoord dan de vraag!



**Nu bedient de schakelaar de ..... ?**

**Om te onthouden:**

Neem de volgende tabel over:

					
<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 hoeveelheid stroom</b>	<b>Zet elektriciteit om in geluid</b>



Er zijn vele verschillende soorten materialen om ons heen. Ze gedragen zich op verscheidene manieren. Eén verschil is dat sommige elektriciteit doorlaten, andere niet.

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

**Nu is het aan jou:**

- Maak eerst een schakeling dat een 12 V gloeilamp laat branden om te testen of de componenten werken.
- Verwissel één verbinding met de tester. De opstelling is te zien in het schakelschema.
- Plaats verschillende materialen tussen de opening en controleer of de lamp brandt.
- Probeer het volgende:  
Aluminiumfolie, rubber, papier, hout, polytheen, koper, lucht, lood, glas, potloodvulling (grafiet), muntstuk, stukje doek, 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, met de bevindingen van je proef.



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

**En dan?**

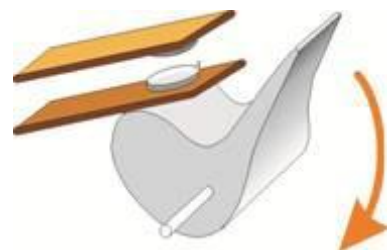
- Bekijk de materialen die elektriciteit doorlaten.
- Bij welke groep materialen horen ze?
- Bedenk een manier om uit te zoeken of water een geleider of een isolator is. Laat je idee bij de docent controleren. Als deze het goedkeurt, kun je het idee uitvoeren.
- Test zuiver water, kraanwater (wat niet hetzelfde is!) en zout water. Is er een verschil?

**Schakelaars:**

We hebben meestal iets nodig om onze elektrische schakelingen te activeren. Dat doet een schakelaar!

Het is gebaseerd op het feit dat lucht een isolator is.

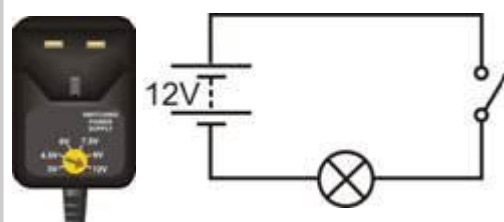
De tekening laat zien wat er binnenin een schakelaar gebeurt wanneer je de hendel naar beneden drukt om hem in te schakelen.



w2b

**Nu is het aan jou:**

- Bouw de schakeling zoals in het schakelschema is weergegeven met een lamp van 12 V 0,1 A.
- Verander de schakeling zo dat er twee 6 V lampen in zitten en de schakelaar ze allebei bedient.
- Verander de schakeling opnieuw zodat de schakelaar slechts één lamp bedient. De andere lamp moet de hele tijd blijven branden.



psu

w2d



Tuimel-  
schakelaar



Druk-  
schakelaar

Hier zijn de namen en symbolen voor twee types van schakelaars: een **drukschakelaar** is alleen 'aan' zolang deze wordt ingedrukt. Wanneer je een **tuimelschakelaar** inschakelt, blijft hij aan tot je hem uitschakelt.

w2f

**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 ..... Indien er een aantal onzuiverheden in zitten, zoals zout of chloor, wordt het water een .....
- Lucht is een ..... wat verklaart waarom we geen elektrische schok krijgen wanneer we dicht bij een stopcontact staan. Een schakelaar start en stopt de .....stroom.
- Wanneer de schakelaar open is, stopt de ..... de elektrische stroom.
- Wanneer de schakelaar .....is, verdwijnt de luchtopening en vloeit de elektrische stroom 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.

w3a



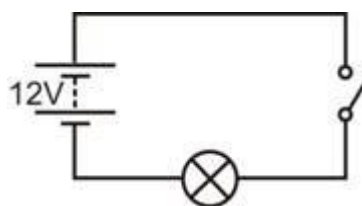
Een waterkraan verandert de waterstroom van snel naar traag.  
De elektrische stroom wordt veranderd met een weerstand.

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

Hoewel we ze niet kunnen zien, vormen kleine deeltjes, elektronen genoemd, de elektrische stroom. De stroom van elektronen kan verminderd worden door meer weerstand toe te voegen aan de schakeling. Dit effect is net alsof je door de modder probeert te lopen!

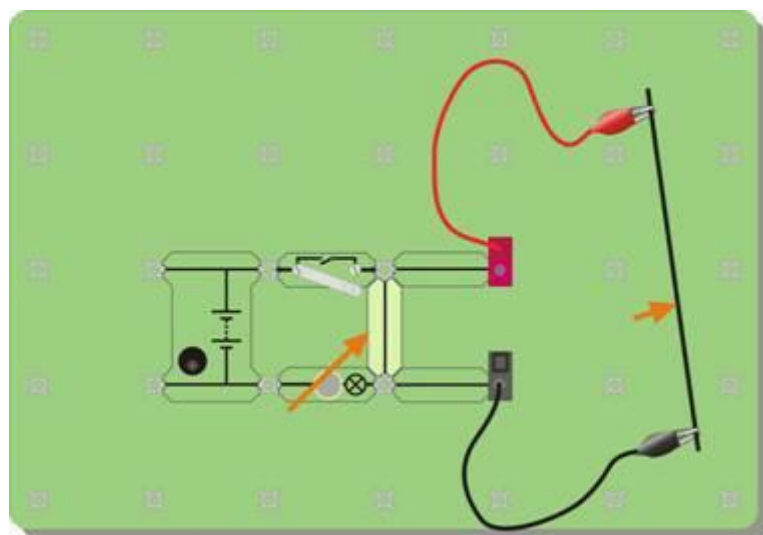
**Nu is het aan jou:**

- Maak de volgende schakeling, gebruik een lamp van 12 V 0,1 A. Zorg ervoor dat de voeding op 12 V staat!
- Sluit de schakelaar en bekijk de helderheid van de lamp. Denk eraan - hoe helderder de lamp, hoe groter de stroom .
- Maak je eigen weerstand door een grafietstaaf (een mengeling van koolstof en klei, gebuikt in een potloodvulling) te klemmen. Gebruik snoeren met krokodillenklemmen op de uiteinden en sluit aan op de verbindingen. De staaf moet zo lang mogelijk zijn, minstens 15cm.
- Verwissel nu je weerstand met potloodvulling met één van de aangesloten verbindingen. Sluit opnieuw de schakelaar. Wat merk je aan de lamp? Wat zegt je dit over de elektrische stroom?



w3c

w3g



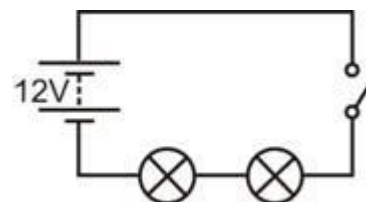
Je kunt het effect makkelijker vergelijken als je de weerstand 'kortsluit'. Om dit te doen, voeg je een verbinding toe, zoals getoond in de afbeelding.



## Werkblad 3 Weerstanden

### Nu is het aan jou:

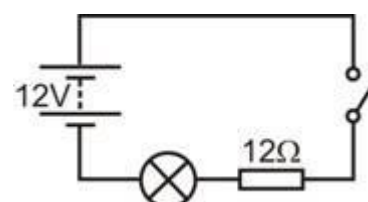
- Bouw nu de schakeling zoals in het schakelschema.
- Sluit de schakelaar.
- Wat valt je op aan de helderheid van de twee lampen als je ze vergelijkt met de helderheid van de ene lamp in de eerste schakeling (voor je de weerstand toevoegde)?



w3d

### En dan?

- Meer weerstand toevoegen verkleint de elektrische stroom.
- Niet alleen 'weerstand' hebben weerstand – potloodvulling, lampen en zelfs de draden zelf en de voeding hebben enige weerstand.
- Verwissel een van de lampen voor een 12 ohm weerstand.  
Dit is het symbool voor weerstand.



w3e

w3f

Het schakelschema voor je nieuwe opstelling wordt hier getoond:

- Bekijk de helderheid van de overgebleven lamp.  
Wat zegt je dit over de lamp?  
(probeer nogmaals om de weerstand te 'kortsluiten', door een experimenteersnoer aan beide kanten aan te sluiten. Bekijk wat er dan gebeurt.)
- **Een goede vraag** – waar gaat de 'extra' elektrische stroom naartoe als je een weerstand toevoegt?  
Denk aan de stroom van andere dingen, zoals water of verkeer.  
Wanneer je een kraan een beetje dichtdraait om de waterstroom te verminderen, waar gaat het 'ontbrekende' water dan naartoe?  
Wanneer een auto pech heeft op een drukke weg, vertraagt het verkeer. Waar zijn de 'ontbrekende' auto's naartoe?
- Een weerstand kan simpelweg een lang stuk draad zijn van een metaal dat niet goed geleidt. Dit wordt gewoonlijk als een spoel om een isolerende kern gewikkeld.  
Het kan ook gemaakt worden door een isolerende kern te bedekken met een dun laagje koolstof, of door koolstof te mengen met een keramische stof (zoals klei.)



**Om te onthouden:**

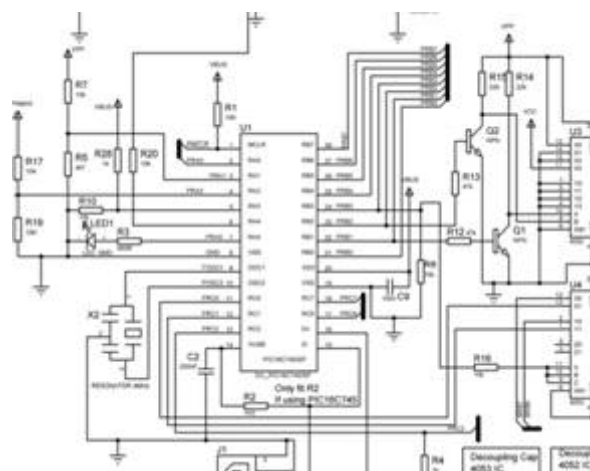
- Een weerstand beperkt de elektrische stroom.
- Hoe groter de weerstand, hoe kleiner de elektrische stroom.
- Weerstand wordt gemeten in ohm. We gebruiken meestal het  $\Omega$  teken om ohm uit te drukken.

## Werkblad 4 Serie en parallel

In sommige schakelingen is er slechts één route die de elektrische stroom kan volgen om van het ene einde van de voeding naar het andere te gaan.

Bij andere kan de stroom de route kiezen.

Een elektrische stroom is een stroom van negatief geladen elektronen. Het teveel aan de negatieve pool van de voeding, stroomt rond in de schakeling en wordt aangetrokken door de positieve pool.



w4d

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

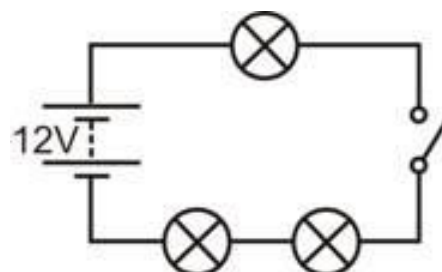
Een **parallelschakeling** biedt meer dan één route en daardoor kunnen verschillende stromen door verschillende delen van de schakeling vloeien.

### Nu is het aan jou:

- Bouw het weergegeven schakelschema. Gebruik lampen van 12 V 0,1 A.
- Zorg ervoor dat de voeding staat ingesteld op 12 V!
- Dit is een serieschakeling—alles staat in één lijn na elkaar aangesloten.

De elektrische stroom heeft slechts één weg om van het ene eind van de voeding naar het andere te gaan. Er zijn geen knooppunten, geen alternatieve routes!

- Maakt het iets uit waar je de schakelaar aansluit? Probeer dit op verschillende plaatsen in de schakeling.
- Sluit de schakelaar en bekijk de helderheid van de lampen.
- Niet vergeten – hoe helderder de lamp, hoe groter de stroom die vloeit.
- Draai één van de lampen los en bekijk het effect. Maakt het uit welke lamp je losdraait?
- Lijkt het erop dat de elektrische stroom 'opgebruikt' wordt wanneer het rond gaat in de schakeling? (Met andere woorden, worden de lampen zwakker naarmate je verder in de schakeling komt?)
- Als de lampen dezelfde helderheid hebben, moet de stroom die erdoorheen vloeit wel hetzelfde zijn.



w4a

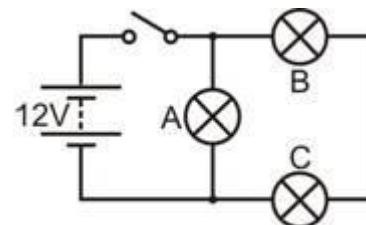


psu

## Werkblad 4 Serie en parallel

### Nu is het aan jou:

- Vervang de schakeling door het getoonde, gebruik nog steeds 12 V lampen.
- Zorg ervoor dat de voeding ingesteld is op 12 V!



Dit is geen serieschakeling - er zijn **twee** manieren om van het ene einde van de voeding naar het andere te komen!

Zoek zelf deze routes.

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

Bekijk de helderheid van de drie lampen.

Wat zegt dit?

Draai lamp A los. Wat gebeurt er?

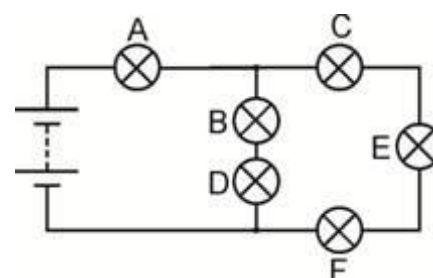
Draai lamp B los. Wat gebeurt er?

### En dan?

- Eén route gaat slechts door één lamp. De andere route gaat door twee lampen. Die route is dubbel zo moeilijk voor de elektronen. De meeste zullen de gemakkelijke route nemen door slechts één lamp. Meer elektronen per seconde = meer stroom. Leg aan je partner of de docent uit hoe je waarnemingen dit idee ondersteunen.
- De tweede schakeling is geen serieschakeling omdat er twee manieren zijn om het ene einde van de batterij naar het andere te gaan. Lamp A is parallel aangesloten met de andere twee lampen. Lamp B is in serie met lamp C omdat ze zich op dezelfde route bevinden.
- **Een uitdaging!** Verander de schakeling zo, dat de schakelaar alleen lampen B en C bedient, **MAAR** je kan enkel lamp A verplaatsen om dit te bereiken.

### Om te onthouden:

- Een serieschakeling biedt slechts één route voor de elektrische stroom.
- Als er ergens een onderbreking ontstaat, dan stopt de elektrische stroom overal.
- Als één lamp niet werkt in de schakeling, gaan alle lampen uit.
- De elektrische stroom is in de hele schakeling gelijk.
- Een parallelschakeling biedt meer dan één route en zo kunnen verschillende stromen door verschillende delen van de schakeling vloeien.
- Neem het schakelschema over en beantwoord deze vragen:
  1. Lamp B is 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 .....



## Werkblad 5 Stroom meten

Tot nu toe hebben we de helderheid van de lampen gebruikt om de grootte van de stroom te meten.

Dit is te grof om de volgende redenen:

- lampen worden in massa geproduceerd en zijn daardoor niet identiek;
- het is moeilijk om kleine verschillen in helderheid te beoordelen wanneer de stroom vergelijkbaar is;
- het werkt niet wanneer de stroom te klein is om een lamp te laten branden!


Een meer betrouwbare manier om stroom te meten is een ampèremeter.

We moeten ook manieren hebben om de spanning en weerstand te meten.



### Meter symbolen

Ampèremeter 

Voltmeter 



Ohmmeter 


Een multimeter is een geschikte en gemakkelijke manier om belangrijke elektrische grootheden, zoals stroom, spanning en weerstand, te meten. De foto laat de bediening van een typische multimeter zien.

### Een multimeter gebruiken om stroom te meten:

Een multimeter kan zowel AC (alternating current = wisselspanning) als DC (direct current = gelijkspanning) meten.

De volgende symbolen maken het onderscheid tussen beide:

AC   
DC 

- Steek een experimenteersnoer in de zwarte COM aansluiting.
- Steek de andere in de rode mA aansluiting.
- Selecteer het 200 mA DC bereik door de knop te draaien tot het '200m' merkteken naast het 'A'  symbol.
- Onderbreek de schakeling op het punt waar je de stroom wilt meten door een verbinding weg te halen en steek de beide uiteinden van de snoeren in zijn plaats.
- Druk op de rode ON/OFF schakelaar als je wil aflezen.

### Een mogelijk probleem!

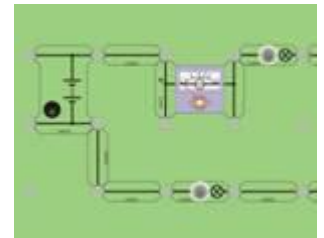
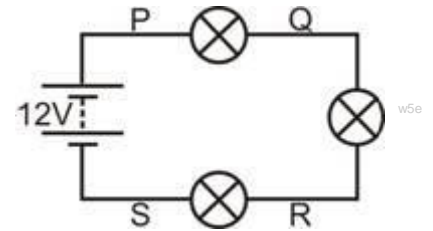
Het bereik van de ampèremeter is beschermd door een zekering die zich in de multimeter bevindt. Deze zekering kan 'gesprongen' zijn waardoor de ampèremeter niet werkt. Meld eventuele problemen aan je docent zodat de zekering nagekeken kan worden.



# Werkblad 5 Stroom meten

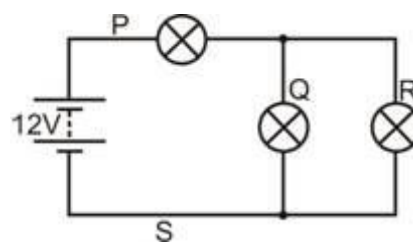
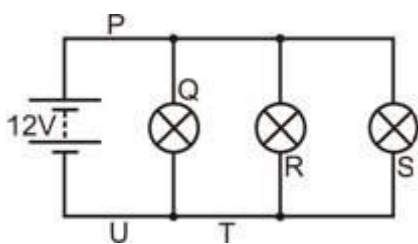
### Nu is het aan jou:

- Bouw getoonde schakeling, gebruik lampen van 12 V 0,1 A.
- Zorg ervoor dat de voeding staat ingesteld op 12 V.
- Dit is een serieschakeling. Er is slechts één route.
- Meet de stroom bij punt P. Om dit te doen verwijder je de verbinding bij P en sluit je in plaats daarvan de ampèremeter aan. De afbeeldingen laten zien hoe je dit moet doen voor de ampèremeter en voor de multimeter.
- Zet de verbinding terug bij punt P. Meet op dezelfde manier de stroom bij punt Q .
- Meet op dezelfde manier ook de stroom bij punten R en S .



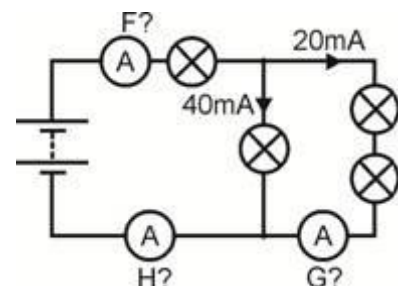
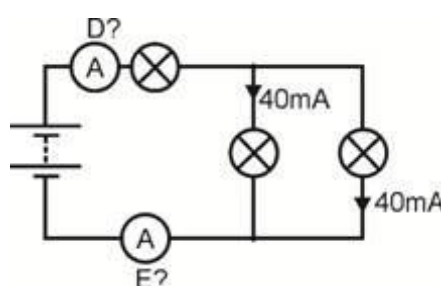
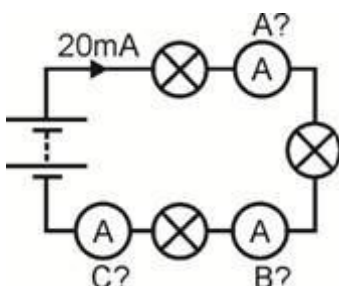
### En dan?

Onderzoek nu de stroom bij de punten P, Q, R, enz. in de volgende schakelingen.  
Kijk of je een patroon in gedrag kan ontdekken!



### Om te onthouden:

- In een serieschakeling vloeit .....stroom in alle delen.
- In een parallelschakeling tellen alle stromen in al de deelschakelingen op tot de stroom die de ..... verlaat.
- Neem onderstaande schakelschema's over bereken de metingen van de ampèremeters A tot H.



## Werkblad 6 Spanning meten

We kunnen elektrische stroom vrij makkelijk visualiseren—het is de stroom van de kleine elektronen in de schakeling. Nauwkeuriger, stroom meet het aantal elektronen dat per seconde een bepaald punt in de schakeling passeert.

Het is moeilijker om spanning voor te stellen. Het is een maat van de kracht die de elektronen door de draden duwt. Hoe groter de spanning van de voeding, hoe meer energie de elektronen meekrijgen en dan afgeven, als ze door de schakeling gaan.


Het is echter makkelijker om spanning te meten dan stroom. Onderbreken van de schakeling is niet nodig—sluit eenvoudig de voltmeter parallel aan op de betreffende component!



vcar

### Meter symbolen

Ampèremeter 

Voltmeter 



Ohmmeter 

w5b


Ampèremeters worden in serie aangesloten; voltmeters worden parallel aangesloten!

### Een multimeter gebruiken om spanning te meten:

Een multimeter kan zowel AC (alternating current =wisselspanning) als DC (direct current =gelijkspanning) meten. De volgende symbolen worden gebruikt om een onderscheid te maken tussen deze twee:

AC   
DC 

w5c

- Steek een snoer in de zwarte COM-aansluiting.
- Steek een andere in de rode V-aansluiting.
- Selecteer het 20 V DC bereik door de knop te draaien tot het '20' merkteken naast het 'V  ' symbool. (het is een goede gewoonte om de meter in te stellen op een veel hoger bereik dan de verwachte aflezing. Verfijn daarna de meting door steeds een lager bereik te kiezen dat bij de spanning past.)
- Steek de twee snoeren in de aansluitingen aan beide kanten van de onderzochte component.
- Druk op de rode ON/OFF schakelaar als je klaar bent om af te lezen.
- Als je een '-' teken voor de meting ziet, betekent dit dat de snoeren verkeerd om aangesloten zijn. Wissel ze om, om het tekenkje kwijt te raken!

w5l



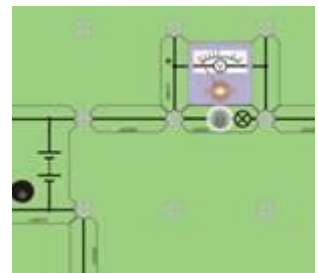
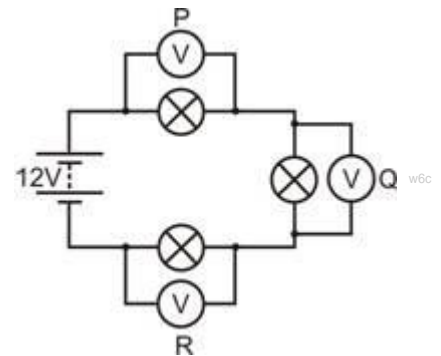
w5a



## Werkblad 6 Spanning meten

### Nu is het aan jou:

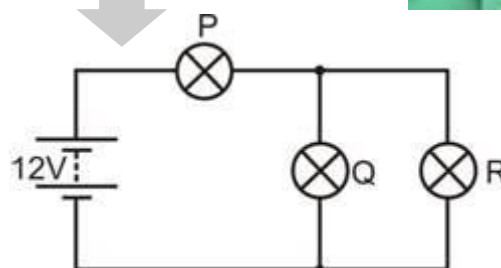
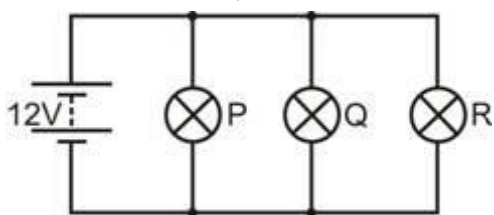
- Bouw de getoonde schakeling met lampen van 12 V 0,1 A, maar zonder de voltmeters.
- Zorg ervoor dat de voeding staat ingesteld op 12 V.
- Dit is een serieschakeling met slechts één mogelijke route.
- Meet de spanning in de eerste lamp door de voltmeter bij P aan te sluiten. Om dit te doen, verbind je de voltmeter met de uiteinden van de eerste lamp. De afbeeldingen laten zien hoe je dit moet doen voor de voltmetercomponent en voor de multimeter.
- Meet vervolgens de spanning in de tweede lamp door de voltmeter aan te sluiten zoals te zien bij Q.
- Meet dan de spanning in de derde lamp, door de voltmeter aan te sluiten bij punt R.



### En dan?

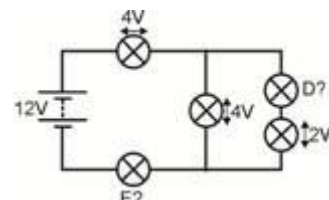
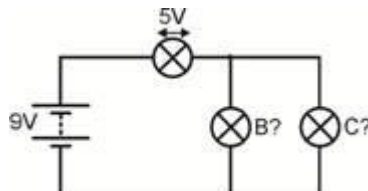
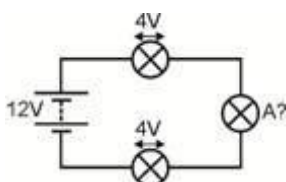
Tel de metingen van punt P, Q en R bij elkaar op. Wat valt je op aan dit totaal?

Onderzoek nu de spanning in lampen P, Q, en R, allemaal 12 V 0.1A, in de volgende schakelingen. Kijk of je een gedragspatroon kan ontdekken.



### Om te onthouden:

- In een serieschakeling, is de som van alle componentspanningen gelijk aan de spanning in de .....
- In een parallelschakeling, hebben alle componenten ..... spanning.
- Neem de volgende schakelschema's over en bereken de spanning in lampen A tot E.





## Werkblad 7 De wet van Ohm

**Stroom** meet hoeveel elektronen er per seconde passeren. **Spanning** is een maat voor de hoeveelheid energie de elektronen meekrijgen of afgeven als ze door de schakeling gaan.

**Weerstand** laat zien hoe moeilijk het voor de elektronen is om door een materiaal heen te gaan. Bij dit doorduwen geven de elektronen energie af aan de weerstand, die daardoor opwarmt.

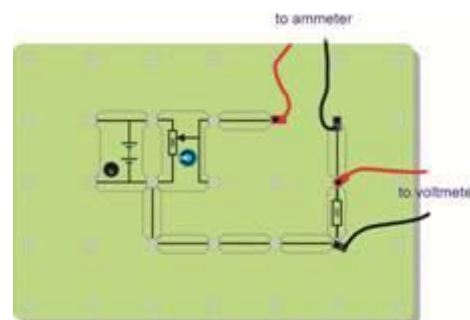
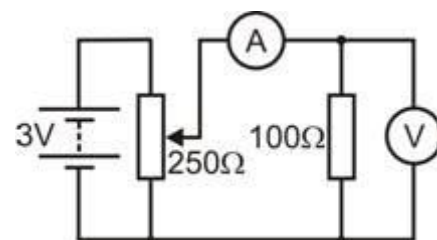
Op de foto zie je Georg Simon Ohm—een belangrijk persoon in verband met deze studie!



De wet van Ohm leidt tot een zeer belangrijk verband in de elektriciteit:  $U = I \times R$

### Nu is het aan jou:

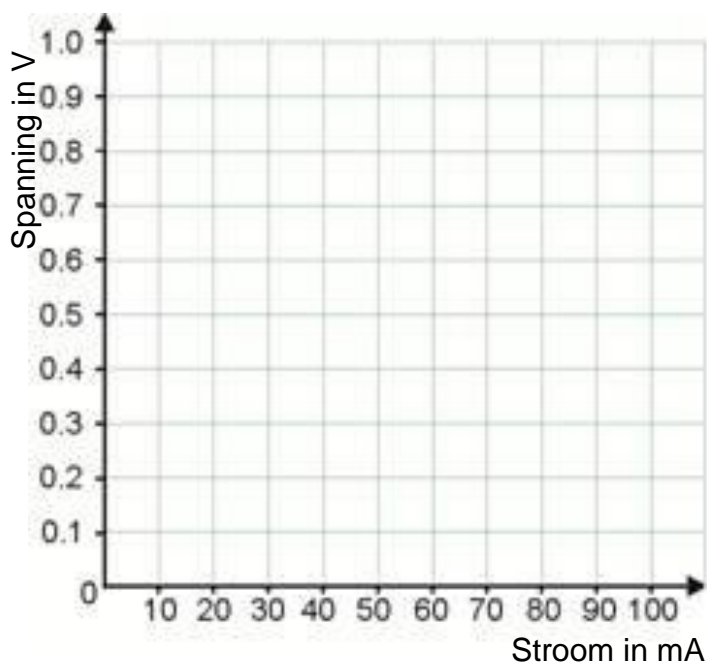
- Bouw de schakeling volgens het schakelschema.
- **Zorg ervoor dat de voeding staat ingesteld op 3 V!**
- De variabele weerstand stelt ons in staat de spanning in de  $100 \Omega$  weerstand te veranderen.
- De afbeelding laat een manier zien om de schakeling op te bouwen.
- Selecteer **voordat je de schakeling aan zet**, het **20 mA DC** meetbereik op de ampèremeter en het **20 V DC** meetbereik op de voltmeter. Let op de posities van de rode en zwarte aangesloten snoeren. Dit zorgt ervoor dat de meters juist zijn aangesloten om '-' tekens op de aflezing te vermijden.
- Draai de knop op de variabele weerstand helemaal tegen de klok in om de geleverde spanning tot een minimum in te stellen.
- Draai de knop langzaam met de klok mee tot de spanning in de weerstand  $0,1 \text{ V}$  bereikt. Lees dan de stroom af die door de weerstand gaat.
- Verhoog de spanning tot  $0,2 \text{ V}$  en lees de stroom nogmaals af.
- Blijf dit doen tot de spanning  $1,0 \text{ V}$  bereikt. (**Ga niet verder anders kan de weerstand oververhit raken.**)
- Noteer je resultaten in een tabel zoals hiernaast.



<i>Spanning in de weerstand</i>	<i>Stroom door de weerstand</i>
0,1V	
0,2V	

**En dan?**

Teken een grafiek om je resultaten te laten zien.  
De wet van Ohm voorspelt een rechte lijn.  
Trek daarom de beste rechte lijn door je punten.  
Bereken je de gradiënt van je grafiek, als je weet hoe je dit moet doen.  
De wet van Ohm noemt deze verhouding de weerstandswaarde.



Zwart	Bruin	Rood	Oranje	Geel	Groen	Blauw	Paars	Grijs	Wit
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Kleurcode van de weerstand:**

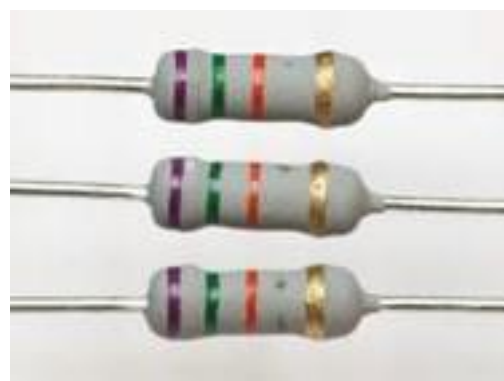
Weerstanden hebben vaak gekleurde ringen om de weerstandswaarde aan te geven. Elke kleur geeft een nummer weer zoals te zien is in de tabel.

Om de kleurcode te lezen begin je bij het andere uiteinde van de gouden of zilveren ring:

Schrijf het nummer van de eerste kleurring op en daarna het nummer van de tweede.

Voeg het aantal nullen toe van de volgende kleurring (bijvoorbeeld kleurring rood, voeg 2 nullen toe).

De laatste ring (meestal goud (5%) of zilver (10%)) geeft de tolerantie van de weerstand aan (hoe nauwkeurig deze is).



Bijvoorbeeld, de weerstanden op de foto hebben een weerstand van:

$$7 \text{ (paars)} \ 5 \text{ (groen)} \ 000 \text{ (oranje)}$$

$$= 75000\Omega$$

en een tolerantie van 5%

**Een multimeter gebruiken om weerstand te meten:**

Je kan de weerstand van een component niet meten als deze in de schakeling zit. Deze moet eerst verwijderd worden.

- Steek een snoer in de zwarte COM-aansluiting en de andere in het V Ω aansluiting.
- Selecteer het 200 kΩ bereik, (of een bereik dat veel hoger is dan de verwachte meetwaarde.)
- Steek de twee snoeren in de aansluitingen aan beide uiteinden van de component die onderzocht wordt.
- Druk op de rode ON/OFF schakelaar wanneer je klaar bent om af te lezen.
- Draai aan de knop om een lager bereik te kiezen tot je de juiste aflezing bereikt.

**Let op**  
1 kΩ = 1000 Ω.

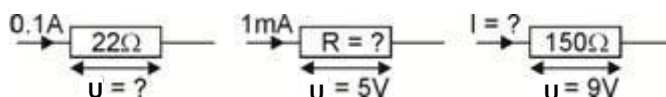


**Om te onthouden:**

- De wet van Ohm geeft ons de volgende vergelijkingen:  **$U = I \times R$**   **$R = U / I$**   **$I = U / R$**   
waarbij **R** = weerstand in ohm, **I** = stroom in ampère en **U** = spanning in volt.

(dit werkt ook als de weerstand in kilohm is en de stroom in milliampère, omdat de kilo (duizend) de milli (duizendste) opheft.)

- Neem de volgende schema's over en bereken de ontbrekende hoeveelheden:



- De kleurcode op de weerstand wordt gebruikt om de weerstandswaarde aan te geven.
- Neem de tabel met de kleurcodes over van de vorige pagina en gebruik deze om de volgende tabel af te maken:

Ring 1	Ring 2	Ring 3	Weerstand
bruin	zwart	geel	
groen	blauw	rood	
grijs	rood	zwart	

## Werkblad 8 Leds en diodes

We hebben net gezien dat een weerstand zich op een vrij rechtlijnige manier gedraagt —verdubbel de stroom die erdoorheen gaat en de spanning verdubbelt zicht; laat een vierde van de stroom door gaan

en je behoudt ook een vierde van de spanning en zo verder.

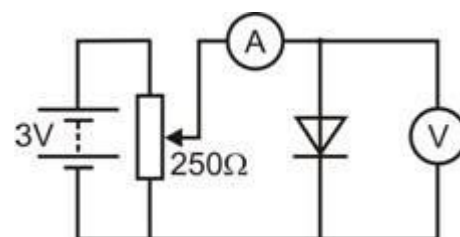
Dit resultaat is bekend als de wet van Ohm.

Zeer weinig componenten gedragen zich op deze manier. Hier is er een die dat **niet** doet — de diode.

Er zijn twee veel voorkomende vormen van diodes - de vermogensdiode, veel gebruikt in elektrische schakelingen, en de led (Light-Emitting Diode), vaak gebruikt als indicator.

### Nu is het aan jou:

- Bouw de schakeling zoals het schakelschema.
- **Zorg ervoor dat de voeding staat ingesteld op 3 V!**
- De variabele weerstand maakt het mogelijk om de gebruikte spanning te veranderen. Stel op als volgt, met de anode verbonden aan het positieve kant van de voeding. Dan zeggen we dat de diode in **doorlaatrichting** aangesloten is .
- Selecteer **voor je inschakelt**, het **20 mA DC** bereik op de ampèremeter en het **20 V DC** bereik op de voltmeter.
- Draai de knop van de variabele weerstand helemaal tegen de klok in om de spanning op nul te zetten.
- Draai de knop langzaam met de klok mee tot de stroom in de diode 2,0 mA bereikt. Lees dan de spanning in de diode af.
- Verhoog de stroom tot 4,0 mA en lees opnieuw de spanning af. De stroom verandert snel bij kleine veranderingen in de spanning. **Wees voorzichtig - draai heel voorzichtig aan de knop van de variabele weerstand!**
- Blijf de stroom verhogen in stappen van 2 mA, tot 20 mA en lees telkens de spanning af. Noteer de resultaten in een tabel zoals hier te zien is.



Op een diode is de kathode aangegeven door een lijn op de behuizing van de diode.



Bij een led is de kathode de kortere leiding.

Stroom door de diode	Spanning in de diode
2,0mA	
4,0mA	

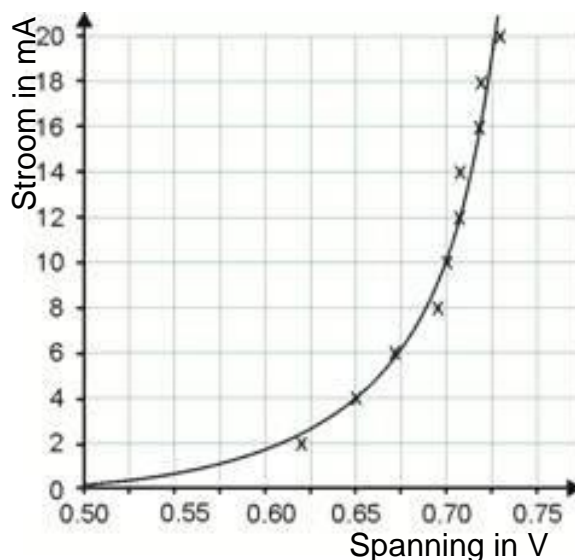
## Werkblad 8

### Leds en diodes


## Werkblad 8 Leds en diodes

### Nu is het aan jou:

- Teken een grafiek met je resultaten.
- Teken een vloeiende curve, zoals in het voorbeeld, door de punten van de grafiek.
- Draai nu de spanning naar nul en zet de voeding uit.
- Verwijder de diode uit de schakeling en zet deze in omgekeerde richting terug. De diode staat nu in **sperrichting**.
- Zet de voeding aan.
- Draai voorzichtig aan de knop van de variabele weerstand en verhoog de voedingsspanning tot de maximale waarde.
- Bekijk de stroom op de ampèremeter wanneer je dit doet! (Je hoeft hier geen grafiek van te maken!)

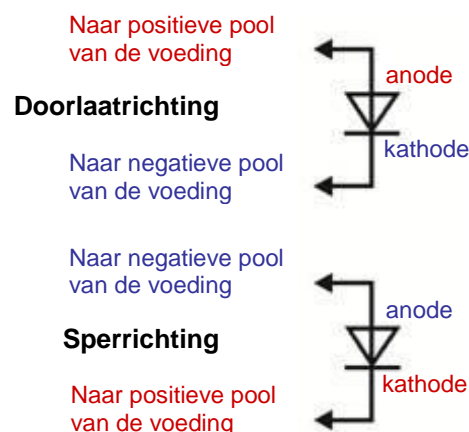


### En dan?

De diode is als het ware een elektronisch ventiel. Het geleidt de elektrische stroom zéér goed in één richting maar praktisch niet in de andere. (Een weerstand doet precies hetzelfde maar het maakt niet uit hoe deze wordt aangesloten. Probeer het!)

Wanneer de diode in doorlaatrichting is aangesloten geleidt deze, met een spanningsval van ongeveer 0,7 V.

Wanneer aangesloten in de sperrichting, geleidt deze niet (bij kleine spanningen).



Nu ga je hetzelfde onderzoek uitvoeren maar met gebruik van een led.

Kijk aan de onderkant van de 12 V led component. Deze heeft een weerstand in serie aangesloten op de led, om deze te beschermen tegen hoge elektrische stromen.

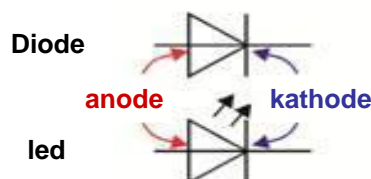
**Nu is het aan jou:**

- Gebruik dezelfde opstelling als net. Sluit de led in doorlaatrichting aan.
- Herhaal het onderzoek, maar verhoog de stroom deze keer met stappen van 0,2 mA tot een maximum van 2,0 mA.
- Meet bij elke stap de spanning in de led en teken een grafiek met de resultaten.
- Teken een vloeiende curve, met dezelfde vorm als voordien, door de punten van de grafiek.
- Sluit de led in omgekeerde richting aan, in sperrichting, en bekijk het gedrag.

**Om te onthouden:**

- Neem het schema over dat de symbolen voor diodes en leds laat zien:

**Twee diode symbolen**



- De diode is een 'elektronisch ventiel'. Het laat stroom toe om er slechts in één richting door te vloeien. Het geleidt wanneer het in doorlaatrichting is aangesloten, en geleidt niet in de sperrichting. Wanneer het geleidt is er een spanningsval van ongeveer 0,7 V.
- *Neem het schema over dat het verschil tussen doorlaatrichting en sperrichting laat zien.*
- De led gedraagt zich op dezelfde manier. Het geeft licht in de doorlaatrichting en de stroom bereikt ongeveer 10 mA. Het heeft dan een spanningsval van ongeveer 2 V.
- Het moet beschermd worden tegen grote elektrische stromen door een weerstand in serie aan te sluiten.



## Werkblad 9 LDR's en thermistoren

Dit onderzoek richt zich op twee nuttige soorten weerstanden, de lichtgevoelige weerstand (LDR) en de thermistor, die temperatuurafhankelijke weerstand genoemd zou kunnen worden.

We zullen ze gebruiken als basis voor lichtsensor en temperatuursensor, door ze te combineren met schakelingen die spanning verdelen.

### Twee nuttige weerstanden



Lichtgevoelige weerstanden en thermistoren spelen een belangrijke rol in sensorschakelingen die ons in staat stellen om een grote reeks van industriële en huishoudelijke systemen te bedienen.

### Nu is het aan jou:

Het doel van het eerste deel is om de weerstand van een thermistor bij verschillende temperaturen te meten .

Dit wordt gedaan door deze in een beker met heet water te laten zakken.

De weerstand van de thermistor en de temperatuur van het water worden gemeten.

Dan voeg je koud water toe om de temperatuur te verlagen en wordt er opnieuw gemeten.

Dit proces wordt een aantal keer herhaald.

- Gebruik een ohmmeter om de weerstand van de thermistor te meten. Voor je hem inschakelt, zet je de ohmmeter op het 20 k bereik. Sluit de thermistor aan met behulp van de COM en  $V\Omega$  aansluitingen.
- Meet de watertemperatuur met een thermometer of met een temperatuursensor die is aangesloten op een meter of datalogger.
- Zet de opstelling klaar zoals in de afbeelding te zien is.
- Roer zachtjes in het water om er zeker van te zijn dat de thermistor en de thermometer/sensor dezelfde temperatuur hebben.



**Wees voorzichtig wanneer je werkt met heet water!**

**Gebruik hittebestendige handschoenen om het bekglas vast te houden wanneer je er heet water in giet!**

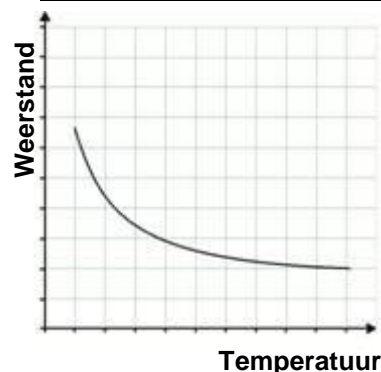
**Houd de krokodillen-klemmen niet in het water!**

## Werkblad 9 LDR's en thermistoren

### Nu is het aan jou:

- Meet de weerstand en de temperatuur als de waarden stabiel zijn.
- Noteer je resultaten in een tabel zoals hiernaast.
- Teken een grafiek om je resultaten te laten zien. Kies geschikte schalen die bij het bereik van de metingen passen.
- Teken een vloeiende curve door de punten van de grafiek.

Temp in °C	Weerstand in kΩ



### En dan?

Als de temperatuur daalt, neemt de weerstand van de thermistor toe. Dit soort thermistor wordt NTC (negatieve temperatuur coëfficiënt) genoemd.

Er zijn ook PTC (positieve temperatuur coëfficiënt) thermistors te koop. Daarbij daalt de weerstand als de temperatuur daalt en stijgt de weerstand als de temperatuur stijgt.

### Een uitdaging!

Ontwerp een experiment om te onderzoeken hoe de weerstand van een lichtgevoelige weerstand (LDR) verandert wanneer de intensiteit van het licht dat erop valt, verandert.

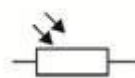
Je zal een manier moeten zoeken om verscheidene intensiteiten van licht te produceren en een manier om dit te meten. De lichtgevoelige weerstand moet afgeschermd worden van andere lichtbronnen.

Bespreek je ideeën met je partner en je docent.

### Om te onthouden:

- Neem het volgende schema over:

Lichtgevoelige weerstand



### Nog twee schakelsymbolen

Thermistor



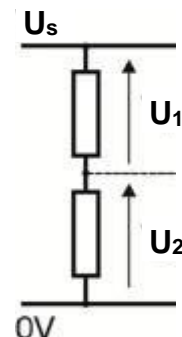
- Een NTC thermistor heeft een weerstand die daalt als de temperatuur stijgt.
- Een PTC thermistor heeft een weerstand die stijgt als de temperatuur stijgt.
- De weerstand van een LDR daalt als de lichtintensiteit stijgt.

# Werkblad 10 Spanningsdelers

We hebben eerder al bekeken hoe weerstanden de elektrische stroom beperken. Dit is waarom een weerstand, in serie aangesloten, componenten kan beschermen (zoals Leds) tegen schade te wijten aan hoge stroom.

Combinaties van weerstanden kunnen met een ander doel gebruikt worden - om de spanning vanuit de voeding op te splitsen in kleinere delen. Het zal je niet verrassen waarom deze combinaties spanningsdelers worden genoemd. Het schema laat zien hoe een voedingsspanning  $U_s$  verdeeld kan worden in

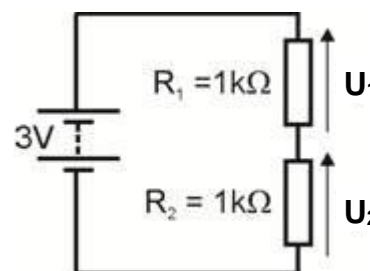
twee kleinere spanningen  $U_1$  en  $U_2$ , door een spanningsdeler, gemaakt van twee weerstanden. Deze zijn heel nuttig wanneer één van de weerstanden een sensor component heeft zoals de lichtgevoelige weerstand of een thermistor.



Spanningsdelers vormen de basis van vele subsystemen met sensors. De uitgangsspanning kan temperatuur, lichtniveau, druk, spanning en vele andere fysische grootheden weergeven.

### Nu is het aan jou:

- Bouw de schakeling op zoals in het schema.
- Zorg ervoor dat de voeding staat ingesteld op 3 V!
- Gebruik een voltmeter component of een multimeter om de spanningen  $U_1$  en  $U_2$  om de beurt te meten.
- Noteer je resultaten in een tabel zoals hiernaast.
- Verander de spanning van de voeding naar 6 V.
- Meet de spanning  $U_1$  en  $U_2$  opnieuw en noteer de resultaten op de tweede rij van de tabel.
- Doe hetzelfde met een voedingsspanning van 9V.



Voedings- spanning $U_s$	Spanning $U_1$ in $R_1 = 1k\Omega$	Spanning $U_2$ in $R_2 = 1k\Omega$
3V		
6V		
9V		



Voedings- spanning $U_s$	Spanning $U_1$ in $R_1 = 1k\Omega$	Spanning $U_2$ in $R_2 = 10k\Omega$
3V		
6V		
9V		

- Verwissel nu  $R_2$  voor een 10 kΩ weerstand.
- Laat weerstand  $R_1$  onveranderd.
- Verander de voedingsspanning terug naar 3 V.
- Meet opnieuw spanning  $U_1$  en  $U_2$ .
- Noteer de resultaten in een nieuwe tabel.
- Herhaal dit proces, gebruik eerst een voedings- spanning van 6 V en gebruik dan 9

V.

# Werkblad 10 Spanningsdelers

### En dan?

Er is een eenvoudige manier om deze resultaten te bekijken:

- De spanning van de voeding wordt verdeeld tussen de weerstanden, zo dat  $U_1 + U_2 = U_s$
- Hoe groter de weerstand, hoe groter zijn deel in de spanning.

Wanneer  $R_1 = R_2 (= 1\text{k}\Omega)$ ,  $U_1 = U_2 = \frac{1}{2}U_s$ .

Wanneer  $R_2 = 10 \times R_1$ ,  $U_2 = 10 \times U_1$ .

Als voorbeeld bekijk je de schakeling hiernaast:

We weten twee zaken:

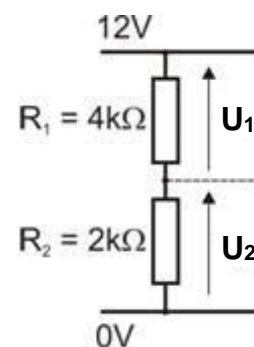
$$U_1 + U_2 = U_s = 12\text{ V}$$

en:  $R_1 = 2 \times R_2$ , dus  $U_1 = 2 \times U_2$

Met andere woorden:

- één spanning is dubbel zo groot als de andere,
- de som is gelijk aan 12 V (= voedingsspanning).

Een beetje nadenken moet je ervan overtuigen dat  $U_1 = 8\text{ V}$  en  $U_2 = 4\text{ V}$ .



### Om te onthouden:

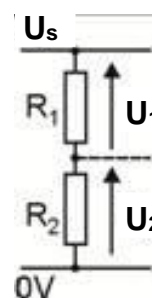
- Neem het schema van een spanningsdeler over:
- De regels van de spanningsdeler:

$$U_1 + U_2 = U_s$$

$$R_1 / R_2 = U_1 / U_2$$

- Neem de tabel over.

Gebruik de regels van de spanningsdeler om de ontbrekende waarden te berekenen.



Voedings-spanning $U_s$	Weerstand $R_1$ in $\text{k}\Omega$	Weerstand $R_2$ in $\text{k}\Omega$	Spanning $U_1$ in V	Spanning $U_2$ in V
6V	12	12		
6V	1	2		
12V	3	1		
9V	2		3	

## Werkblad 10 Spanningsdelers

### Nu is het aan jou:

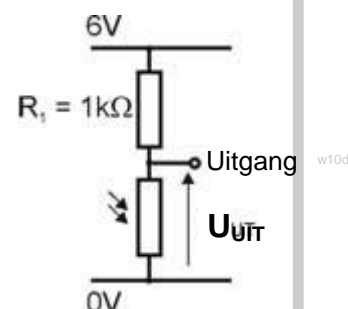
Spanningsdelers vormen de basis van een aantal schakelingen met sensoren.

Eén van de weerstanden wordt vervangen door een sensor, zijn weerstand hangt af van externe factoren zoals temperatuur, druk of vochtigheid.

Hier zijn twee schakelingen met sensoren om dit te onderzoeken:

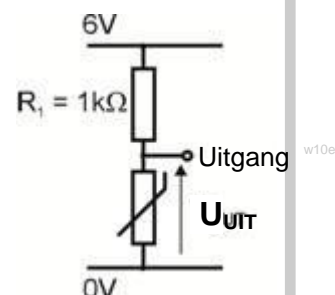
#### De lichtsensoren:

- Bouw de schakeling zoals hier te zien is.  
Het is een spanningsdeler met een lichtgevoelige weerstand als één van de weerstanden.
- Zorg ervoor dat de voeding staat ingesteld op 6 V.
- Sluit een voltmeter aan om de uitgangsspanning  $U_{UIT}$  af te lezen.
- Let op het effect wanneer de lichtgevoelige weerstand afgeschermd wordt of wanneer er een lamp op schijnt.



#### De temperatuursensoren:

- Pas je schakeling aan door de lichtgevoelig weerstand te vervangen voor een thermistor.  
(Het kan beter zijn om een 5 kΩ weerstand te gebruiken voor  $R_1$ .)
- Sluit een voltmeter aan om de uitgangsspanning  $U_{UIT}$  af te lezen.
- Let op het effect wanneer je de thermistor opwarmt tussen je vingers.
- Wat is het effect wanneer je de spanningsdeler omdraait zodat  $R_1$  aan de onderkant zit en de thermistor boven?



### Om te onthouden:

- Neem het schakelschema van de lichtsensoren over.
- Neem de volgende zin over en maak hem af:  
Wanneer er licht schijnt op de lichtgevoelige weerstand, zal de uitgangsspanning .....
- Neem het schakelschema van de temperatuursensoren over.
- Neem de volgende zinnen over en maak deze af:  
Wanneer de thermistor opwarmt, zal de uitgangsspanning .....
- Om uitgangsspanning de andere kant op te laten gaan wanneer de temperatuur stijgt, pas je de schakeling aan door .....

## Werkblad 11 Variabele weerstand

In eerdere werkbladen zagen we dat weerstanden gebruikt kunnen worden om elektrische stroom te beperken en bekeken we hun gebruik in spanningsdelers. Nu bekijken we het gebruik van variabele weerstanden.

Deze worden veel gebruikt in een groot deel van elektronische apparaten. Ze bedienen het volume in radio's en hifi, dimmen de verlichting, zitten in mengpanelen en in instelbare thermostaten van verwarmingssystemen. Ze worden veel gebruikt in sensoren, zoals lichtgevoelige units.

De afbeelding laat de boven- en onderkant van de component van het Locktronics systeem zien dat gebruikt kan worden als een variabele weerstand.



w11a

Variabele weerstanden worden ook potentiometers (vaak afgekort tot 'potmeter') of regelweerstand (of reostaat, te gebruiken bij hoge elektrische stromen) genoemd.

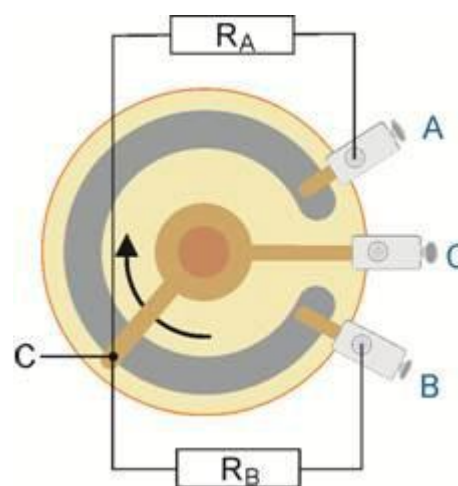
De afbeelding laat de interne werking van een typische potmeter zien.

Er zijn drie aansluitingen met soldeerklemmen, **A**, **B** en **C**. **A** en **B** zijn verbonden met de uiteinden van een koolstof spoor in de vorm van de letter 'C'. Dit spoor heeft een vaste weerstand - 10 kilohm voor degene getoond op de afbeelding. **C** is verbonden met een 'veger', die over het spoor schuift wanneer de knop van de component wordt gedraaid.

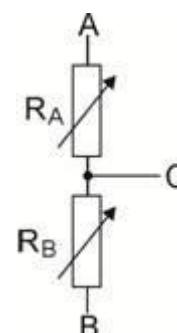
In feite zijn er twee weerstanden,  $R_A$  en  $R_B$ , gebouwd in het apparaat.  $R_A$  is de weerstand van het spoor tussen **A** en **C**, en  $R_B$  de weerstand van het spoor tussen **B** en **C**. De symbolen voor deze weerstanden zijn op de afbeelding te zien.

Het tweede schema is nauwkeuriger en laat zien dat de twee weerstanden  $R_A$  en  $R_B$  in feite variabel zijn - vandaar de pijlen door de symbolen.

Wanneer de knop in de richting van de pijl wordt gedraaid neemt de lengte van het spoor toe tussen **B** en **C**, zodat  $R_B$  toeneemt. Maar het spoor tussen **A** en **C** wordt korter, zodat  $R_A$  afneemt.



w11b



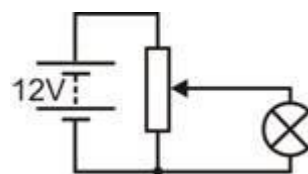
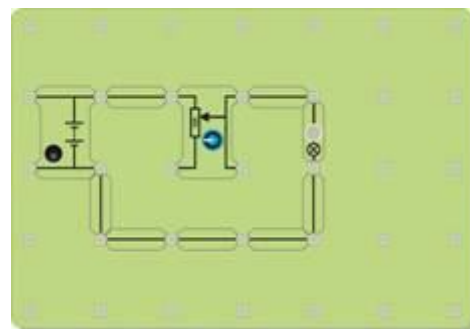
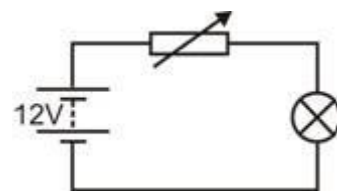
w11c



## Werkblad 11 Variabele weerstand

### Nu is het aan jou:

- Bouw de schakeling zoals in het schakelschema met een lamp van 12 V 0,1 A. Zorg ervoor dat de voeding staat ingesteld op 12 V!
- Hier wordt de Locktronics component opgesteld als een variabele weerstand. Je kunt dit zien omdat de schakeling slechts twee aansluitingen van de component gebruikt. (Weerstanden hebben slechts twee aansluitingen!) Het is best moeilijk om deze schakeling te bouwen. De afbeelding hiernaast laat zien hoe je een variabele weerstand moet opbouwen.
- Draai aan de knop van de variabele weerstand en bekijk het effect op de helderheid van de lamp.
- Sluit vervolgens de component aan als een spanningsdeler. Je hebt deze opstelling al eerder gebruikt wanneer je diodes en LED's bestudeerde. Het schakelschema wordt onderaan getoond. Zie dat er een nieuw symbool gebruikt wordt voor de component!
- Test de schakeling zoals eerst - draai aan de knop en zie wat er gebeurt met de helderheid van de lamp.



### En dan?

Er is een belangrijk verschil in de manier waarin de component gebruikt werd in beide proeven. Als een variabele weerstand bedient het de stroom die door de lamp gaat. Ze staan in serie, dus welke stroom er ook door de lamp gaat, gaat ook door de variabele weerstand. Deze stroom kan heel klein zijn wanneer het apparaat ingesteld is op maximum weerstand, maar is nooit nul.

Als een spanningsdeler bedient het de spanning die wordt toegepast op de lamp. De stroom in de lamp zal nu nul zijn wanneer de knop tot een uiterste gedraaid wordt. Echter vloeit er altijd stroom door de potmeter zelf. Het is belangrijk om deze stroom groot te maken in vergelijking met de stroom die door de lamp vloeit.

**Een uitdaging** - Sluit een voltmeter aan om de spanning in de lamp af te lezen. Draai de lamp los. Draai aan de knop tot de voltmeter 3V aangeeft. Draai de lamp er weer in en kijk wat er gebeurt met de aflezing van de voltmeter. Verklaar aan je partner wat er gebeurt en daarna aan je docent.

### Om te onthouden:

- Neem de afbeelding over die de interne werking van de potmeter laat zien. Schrijf de instructies om deze als een variabele weerstand aan te sluiten die de helderheid van de lamp bedient. Verklaar wat er gebeurt als je aan de knop draait.
- Neem de twee schakelschema's over die laten zien hoe de helderheid van de lamp bedient kan worden met behulp van de 'variabele weerstand methode' en de 'spanningsdeler methode'.

## Werkblad 12 Elektrisch vermogen

**'Spaar energie'** - een gekende boodschap tegenwoordig!  
Het kan nuttig zijn om te weten wat energie is!  
Is het hetzelfde als vermogen? Is het spanning? Of watt?  
Het is ons doel verbanden tussen deze grootheden duidelijk te maken.

We hebben eerder al gezegd dat elektriciteit afstamt van hoe de elektronen zich gedragen, maar helaas, ze zijn te klein om ze te zien of te meten. Daarom introduceren we de 'coulomb' en zullen we daarover spreken.



w12i

**Elektrische stroom** is een maat voor het aantal elektronen die per seconde passeren.

**Spanning** is een maat voor de energie die de elektronen krijgen of verliezen als ze door een elektrische component heen gaan.

### Eerst - een bekentenis:

Enkele van de grootste natuurkundigen van de moderne tijd, weten niet wat energie is, dus verwacht geen pasklare antwoorden van ons!

In plaats daarvan is hier een even moeilijke vraag - wat is 'geld'? Voor sommigen zijn het zilveren schijfjes met tekst erop gedrukt. Voor anderen zijn het stukjes papier met gedrukte woorden erop, goudstaven, diamanten of vaten met olie of hoeveel geiten je familie heeft. Het maakt ons niet uit wat het precies is - we geven het alleen maar uit!

Met energie is het net hetzelfde. We kunnen niet echt zeggen wat het is, maar we weten hoe we het kunnen gebruiken of misbruiken!

### Vervolgens - een handige uitvinding:

Wat energie ook is, elektronen (wat dit ook zijn) krijgen het wanneer ze door een batterij of een voeding gaan en verliezen het wanneer ze door weerstanden, spoelen, draden of iets dergelijks stromen.

We kunnen echter niet elk individueel elektron bijhouden, dus hebben we een naam voor een groot aantal van hen bedacht. We noemen dit een **coulomb**.

Om in te schatten hoeveel mensen een voetbalwedstrijd bijwonen kun je het aantal bussen tellen dat hen brengt. Je weet dat een bus een bepaald aantal mensen vervoert.

Het is ook ongeveer zo met elektriciteit.

We spreken over coulombs met elektrische lading, wetende dat elk coulomb een groot aantal elektronen is (6.250.000.000.000.000 in feite - dit is een nogal volle bus!)

## Werkblad 12

### Elektrisch vermogen

**Nu, de verbanden:**

**Eerste feit:**

$$\text{Aantal coulombs } Q = \text{stroom } I \times \text{tijd } t$$

Even logisch redeneren - stroom meet hoeveel elektronen er passeren per seconde, dus om uit te vinden hoeveel er passeren in bijvoorbeeld tien seconden, vermenigvuldig je de stroom met 10!

**Tweede feit:**

**Eén volt betekent één joule energie opgenomen of afgegeven  
door een coulomb van lading.**

Een batterij van 12 V geeft elke coulomb van lading die erdoorheen gaat 12 J energie mee. Als de spanning in de weerstand daalt met 2V, verliest elke coulomb die erdoorheen gaat 2 J van energie (d.w.z. zet 2 J om in warmte-energie.)

Het zijn de elektronen die vechten om zich voorbij de stukjes atomen te wurmen - dit verwarmt hen!

**Derde feit:**

**Vermogen is de verhouding waarmee energie wordt omgezet.**

Een vermogen van één watt betekent dat één joule energie elke seconde van de ene vorm naar een andere wordt omgezet .

De oude vorm van huishoudelijke gloeilampen hadden vermogen van ongeveer 60 W.

Nieuwere types hebben een vermogen van 15 W voor dezelfde helderheid, omdat ze minder elektrische energie omzetten naar warmte - dat is energiebesparing!

**Toveren met formules** - negeer alles behalve het resultaat als je dat wil:

$$\begin{array}{llll} P = E / t & \text{van feit 3} & \text{en} & E = Q \times U \text{ van feit 2} & \text{dus } P = Q \times U / t \\ \text{maar } Q = I \times t & \text{van feit 1} & \text{zodat} & P = I \times t \times U / t & \end{array}$$

of, als je 't' weglaat      **Resultaat**     **$P = I \times U$**

**De legenda:**

P = vermogen in watt

Q = lading in coulomb

U = spanningsval (in volt!)

E = energie omgezet in joules

I = stroom in ampère

t = tijd van de energie omzetting (seconden)

## Werkblad 12 Elektrisch vermogen

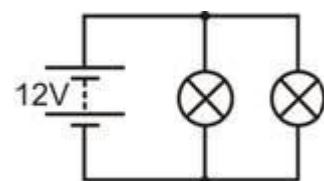
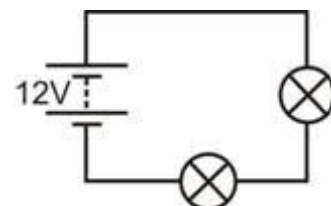
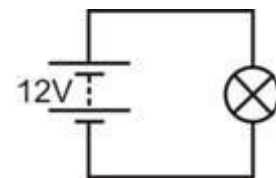
### Nu is het aan jou:

- Bouw de schakelingen om de beurt .
- Meet voor elke lamp:
  - de stroom die erdoor gaat,
  - de spanning die erover staat.

(beslis eerst waar je de ampèremeter en de voltmeter aansluit!)

### Bereken:

- het vermogen dat ontsnapt uit elke lamp (gebruik de formule  $P = I \times U$ );
- hoe lang het duurt voordat elke lamp 1 J energie opneemt van de elektronen;
- hoeveel energie (in joule) de voeding elke seconde verliest.



### En dan?

Met de lampen in serie,

elk elektron gaat door elke lamp en verdeelt zijn energie tussen de lampen.

Met de lampen in parallel,

een elektron gaat slechts door één lamp en geeft daar al zijn energie aan.

Welke batterij zal het eerste leeg zijn? Verklaar je antwoord aan de docent.

### Om te onthouden:

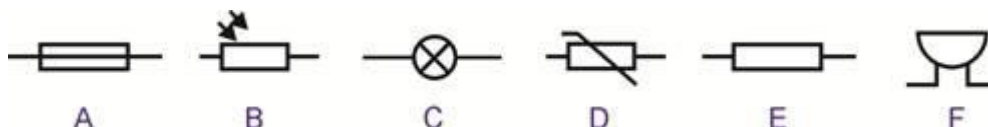
- Neem de drie feiten van de vorige pagina over (maar niet de betreffende commentaren)
- Wanneer een component een spanning  $U$  heeft en een stroom  $I$  die erdoor gaat, zet hij de energie om van één vorm naar een andere in een verhouding die gegeven wordt door de vermogensformule:

$$P = I \times U$$

**Ronde 1**

- (a) schrijf de namen van **vijf** materialen die elektriciteit geleiden.
- (b) wat is de naam van de stof in een schakelaar die de elektriciteit stopt wanneer de schakelaar uitgeschakeld is?

Hier zijn zes schakelsymbolen. Welke:



- (c) is de zoemer?
- (d) wordt gebruikt als indicator?
- (e) heeft een kleinere weerstand als hij warm wordt?
- (f) is de lichtgevoelige weerstand (LDR)?

**Ronde 2**

Gebruik het woord 'serie' ofwel het woord 'parallel' om in te vullen:

- (a) Voltmeters worden in ..... aangesloten met de component die gemeten wordt.
- (b) Ampèremeters worden in ..... aangesloten om de stroom in een component te meten.
- (c) In een ..... schakeling vloeit dezelfde stroom overal.
- (d) Componenten in ..... aangesloten hebben dezelfde spanning.
- (e) Weerstanden in ..... aangesloten reduceren de stroom meer dan dezelfde weerstanden in ..... aangesloten.

**Ronde 3**

Zwart	Bruin	Rood	Oranje	Geel	Groen	Blauw	Paars	Grijs	Wit
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Weerstand	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4
A	geel	paars	oranje	zilver
B	geel	paars	zwart	goud
C	bruin	rood	bruin	zilver
D	rood	rood	bruin	zilver
E	groen	blauw	rood	zilver

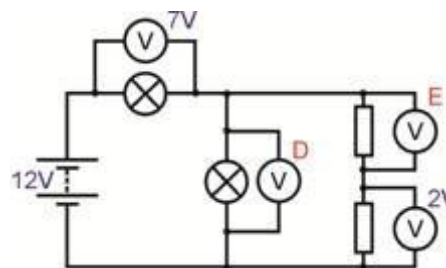
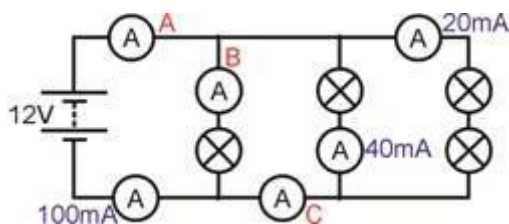
De eerste tabel laat de kleurcode van de weerstand zien.

De tweede geeft de kleuren van de banden van vijf weerstanden A tot E.

Welke van deze weerstanden :

- (a) heeft de grootste weerstand?
- (b) heeft een weerstand van 47 Ω?
- (c) heeft, wanneer in serie verbonden met een 100 Ω weerstand, een gecombineerde weerstand van 220 Ω?
- (d) is gemaakt met de grootste nauwkeurigheid?

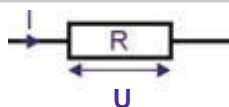
**Ronde 4**



Noteer de metingen op de ampèremeters **A**, **B** en **C** en voltmeters **D** en **E**.

**Ronde 5**

Weerstand **R** heeft een stroom **I** en een spanning **U**.  
Gebruik formules van de wet van Ohm om de ontbrekende waarden in de onderstaande tabel te berekenen.

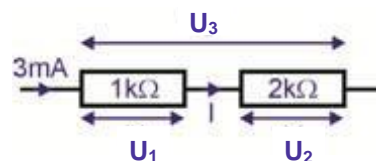


	Stroom I	Spanning U	Weerstand R
(a)	0.1A	2V	?
(b)	0.3A	?	20Ω
(c)	?	12V	100Ω
(d)	5mA	?	2.2kΩ

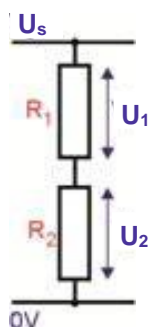
**Ronde 6**

Bekijk het schakelschema hiernaast.  
Bereken de volgende grootheden:

- (a) stroom I;
- (b) spanning  $U_1$ ;
- (c) spanning  $U_2$ ;
- (d) spanning  $U_3$ .



De volgende tabel geeft informatie over sommige spanningsdelers zoals degene die is afgebeeld. Maak de tabel compleet door de ontbrekende informatie te berekenen.



	$R_1$	$R_2$	$U_1$	$U_2$	$U_s$
(e)	5kΩ	5kΩ			12V
(f)	2kΩ		2V	4V	
(g)		10kΩ	3V		9V
(h)	20kΩ	5kΩ		1V	

**Ronde 7**

- (a) Een stroom van 0,2 A gaat gedurende 10 seconden door een weerstand .  
Hoeveel coulombs lading zijn er door de weerstand gegaan?
- (b) Een weerstand heeft een stroom van 20 mA die erdoor vloeit. Een aangesloten voltmeter geeft 5 V aan. Hoeveel vermogen is er gedissipeerd in de weerstand?  
(dissiperen is omzetten in warmte).
- (c) Een elektrische waterkoker heeft een vermogen van 3000 W wanneer deze is aangesloten op een voeding van 250 V.  
(i) welke stroom gaat door de waterkoker wanneer deze wordt aangezet?  
(ii) welke van de volgende zekeringen zou gebruikt moeten worden om de waterkoker te beschermen?
- 3 A      5 A      13 A      50 A



## 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 en verbanden in de elektriciteit.

### Voorkennis

Het wordt aanbevolen dat de leerlingen eerst 'Elektriciteit kwesties 1' doorlopen of over gelijkwaardige kennis en ervaring beschikken over het bouwen van eenvoudige schakelingen.

### Leerdoelen

Na het succesvol afsluiten van deze lessen, zal de leerling het volgende geleerd hebben:

- Het verschil tussen de elektrische eigenschappen van geleiders en isolatoren;
- Hoe je moet testen of een materiaal elektriciteit geleidt of niet;
- De betekenis van een reeks elektrische symbolen;
- Een eenvoudige elektrische schakeling maken van een schakelschema;
- Een serieaansluiting herkennen en zijn eigenschappen herinneren;
- Een parallelaansluiting herkennen en zijn eigenschappen herinneren;
- Het effect van weerstand op de grootte van de stroom;
- Dat weerstand wordt gemeten in ohm;
- De functie van een schakelaar in een elektrische schakeling;
- Hoe je een schakelaar moet plaatsen om slechts één deel van de schakeling te bedienen;
- Hoe je een multimeter moet gebruiken om stroom te meten, spanning en weerstand;
- De formules afgeleid van de wet van Ohm herinneren en gebruiken;
- De kleurcode van de weerstand kennen en gebruiken;
- Een diode en een led in doorlaatrichting aansluiten;
- De eigenschappen van diodes en led's vergelijken en onderscheiden;
- De verandering in weerstand beschrijven wanneer een lichtgevoelige weerstand (LDR) belicht wordt;
- De verandering in weerstand beschrijven wanneer een thermistor wordt opgewarmd;
- De spanning berekenen in de componenten van een spanningsdeler;
- Een variabele weerstand opstellen om de helderheid van een lamp te bedienen;
- Het onderscheid tussen het gebruik van een variabele weerstand en een spanningsdeler om de helderheid van een lamp te bedienen;
- Een lichtsensoren ontwerpen die met een gegeven specificatie overeenkomt;
- Een temperatuursensoren ontwerpen die met een gegeven specificatie overeenkomt;
- De formules  $Q = I \times t$  en  $P = I \times U$ ;gebruiken;
- De betekenis van 'volt' verklaren in context van opgenomen of afgegeven energie per coulomb.

**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 1".

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

**Stroombron:**

De werkbladen zijn geschreven voor de regelbare DC voeding, die uitgaande spanning kan leveren van 3V, 4.5V, 6V, 7.5V, 9V of 12V, met stroom tot 1A.

De spanning wordt veranderd door aan de keuze knop 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.



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

**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 zes tot zeven uur 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
De eerste vier werkbladen zijn bedoeld om de leerlingen te herinneren aan het werk dat ze eerder hebben gedaan in de lessen van 'Elektriciteit Kwesties 1' (of gelijkwaardig). Werkbladen daarna bieden verdergaande ideeën en verbanden tussen de basisparameters in de elektriciteit.		
<b>1</b>	<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>In het eerste werkblad onderzoeken we het gebruik van schakelsymbolen als een efficiënte manier om de structuur van een schakeling te beschrijven. Als introductie kunnen een aantal veel voorkomende niet-elektrische symbolen aan de leerlingen getoond worden, of ze zoeken ze zelf op, om aan te tonen dat berichten in de vorm van tekeningen snel een eenvoudig te begrijpen zijn. De leerlingen moeten de basisymbolen leren en een reeks andere zoeken.</p> <p>De leerlingen vergelijken een picturale weergave van een schakeling met een schakelschema om te zien of ze beide dezelfde schakeling weergeven. Het is nuttig om mee te geven dat het schakelschema veel makkelijker te tekenen is!</p> <p>Dan moeten ze vier schakelingen bouwen en van commentaar voorzien om ze ervaring te geven in het interpreteren van schakelschema's. Daarna bouwen ze een schakeling zonder de hulp van een afbeelding, ze gebruiken alleen het schakelschema.</p> <p>Uiteindelijk geeft het werkblad een tabel met algemene symbolen die ze moeten leren.</p>	<b>30 - 45 minuten</b>
<b>2</b>	<p>In de eerste oefening wordt gekeken naar twee soorten materialen – geleiders en isolatoren. Allereerst bouwen de leerlingen een eenvoudige schakeling om een lamp te laten branden om ervoor te zorgen dat alle componenten goed werken! Vervolgens testen ze een reeks materialen om te zien bij welke categorie ze behoren. De materialen worden vastgeklemd onder de schroefklemmen van de tester. Als de lamp brandt, moet het materiaal wel een geleider zijn!</p> <p>De opdracht wijst de leerlingen op het feit dat metalen elektriciteit goed geleiden, terwijl de meeste andere soorten materialen dit niet doen. Het belangrijkste is dat lucht een isolator is (hoewel de docent het probleem van bliksem naar voren kan brengen!). 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. Bovendien blijkt ook dat een elektrische stroom alleen vloeit als de schakeling compleet gesloten is.</p> <p>Het gebruik van een schakelaar wordt daarna onderzocht. Het verband is dat een schakelaar ofwel een geleidende weg van koper is (de 'aan' positie) of een isolerende luchtlaag heeft (de 'uit' stand) in de schakeling.</p> <p>De leerling wordt gestimuleerd om verschillende configuraties te proberen om twee lampen te bedienen. Er zijn een groot aantal schakelaars beschikbaar. Twee hoofdcategorieën worden geïntroduceerd, de drukschakelaar en de tuimelschakelaar. Leerlingen kunnen andere types van schakelaars onderzoeken en de toepassingen waarbij ze gebruikt kunnen worden.</p>	<b>30 - 45 minuten</b>

Werkblad	Aanwijzingen voor de docent	Tijd
<p><b>5</b></p>	<p>Op dit punt gaan we verder: de helderheid van een lamp wordt niet meer gebruikt om stroom te meten maar wel de ampèremeter.</p> <p>De set bevat een Locktronics draaispoel ampèremetercomponent. Aan de leerlingen wordt gevraagd om dit te gebruiken in hun schakelingen, om hoofdzakelijk <b>relatieve</b> veranderingen aan te duiden die plaatsvinden. Voor meer nauwkeurige lezingen moeten ze digitale meters gebruiken, zoals multimeters.</p> <p>Multimeters worden veel gebruikt vanwege hun lage kosten en veelzijdigheid. Hoewel ze soms verschillen wat functies en precieze details van hun structuur betreft, zijn de grote principes identiek. Hier bekijken we hun gebruik om stroom te meten (ampèremeter functie) en later om spanning te meten (voltmeter functie). We richten ons op het verschil tussen het bereik van gelijkstroom (DC) en wisselstroom (AC), zonder erover in detail te treden.</p> <p><b>Pas op!</b> Het is gebruikelijk dat de instellingen van een ampèremeter beschermd worden door een interne zekering. Deze 'knalt' geregeld omdat leerlingen de multimeter inschakelen, verbonden als een voltmeter, met de knop nog op het stroombereik gedraaid. Docenten moeten vooraf alle zekeringen nakijken en een voorraad vervangzekeringen bij de hand hebben!</p> <p>Het doel van de oefeningen is om een patroon te vinden voor de stroom in een schakeling. De totale stroom die een kruising verlaat in de schakeling is gelijk aan de totale stroom die de kruising in gaat. (Vergelijk dit met het verkeer op een kruispunt.)</p> <p>Het werkblad eindigt met een gesloten oefening en vragen die van de leerlingen eisen om de stroomregel, die ontdekt werd in de oefening, toe te passen.</p>	<p><b>25 - 40 minuten</b></p>
<p><b>6</b></p>	<p>Dit werkblad is een spiegel van het vorige maar bekijkt het meten van spanning. Het punt wordt duidelijk gemaakt in de inleiding, dat het relatief eenvoudig is om elektrische stroom te visualiseren—miljoenen elektronen wringen zich traag door een draad, zoals mensenmassa's in een winkelcentrum, maar het is moeilijker om spanning te visualiseren. Dit is een onderwerp waar we op terug komen in werkblad 11.</p> <p>Nu richt de oefening zich op het meten van spanning, meer nog dan het te definiëren. De set bevat een Locktronics draaispoel voltmetercomponent. Nogmaals, men moet de leerlingen aanmoedigen om dit te gebruiken in hun schakelingen, vooral om relatieve veranderingen aan te duiden die plaatsvinden. Voor meer nauwkeurige lezingen moeten ze digitale meters gebruiken zoals multimeters.</p> <p>Leerlingen verbinden hun voltmeters in parallel met het deel van de schakeling dat onderzocht wordt.</p> <p>Het schakelschema bovenaan de tweede bladzijde laat drie voltmeters zien. De leerling heeft geen drie afzonderlijke voltmeters nodig, maar kan van de ene positie naar de andere bewegen om ze alle drie af te lezen.</p> <p>Nogmaals wordt aan de leerlingen gevraagd om naar een patroon te zoeken in hun resultaten. Dit is dat de som van de metingen van de voltmeter gelijk is aan de spanning van de voeding of de batterij. Het werkblad eindigt nogmaals met een gesloten oefening en vragen die van de leerlingen eisen om de spanningsregel van de oefening toe te passen.</p>	<p><b>25 - 40 minuten</b></p>

Werkblad	Aanwijzingen voor de docent	Tijd
<p><b>7</b></p>	<p>Dit werkblad focust op het populaire onderzoeksonderwerp van de wet van Ohm.</p> <p>Het introduceert het gebruik van de potentiometer als een variabele spanningsbron. Bij het opstellen van de schakeling kan de leerling wat hulp nodig hebben, hoewel de afbeelding bedoeld is om hierbij te helpen.</p> <p>De instructies verwijzen naar een ampèremeter en een voltmeter, maar hoewel het mogelijk is om één multimeter te gebruiken voor beide opdrachten, is het veel eenvoudiger als de leerling twee multimeters heeft. Als er maar één meter is moet na het meten van de stroom een verbinding toegevoegd worden op de plaats van de ampèremeter, terwijl de multimeter gebruikt wordt als voltmeter.</p> <p>De aanpassing van de spanning is delicaat en de leerlingen moeten geduldig zijn bij het instellen van de aangegeven waarden van de tabel.</p> <p>De wet van Ohm werkt eigenlijk alleen maar wanneer heel specifieke en onrealistische omstandigheden van toepassing zijn. Vooral moet de temperatuur van een geleider (weerstand in ons geval) niet veranderen. Als de stroom toeneemt, wordt de weerstand heet! We proberen om dit te beperken door een maximum van 1,0 V door de weerstand te voeren. De leerlingen tekenen een grafiek met hun resultaten en kunnen deze gebruiken om een waarde van de weerstand te berekenen.</p> <p>Het volgende deel introduceert de kleurcode van de weerstand. Docenten kunnen tijd besteden aan het geven van meerdere voorbeelden van dit gebruik. Er staan hierover vragen op het einde van dit werkblad en in de Quiz op het einde van deze lessenserie.</p> <p>Hierna volgt een handleiding over het gebruik van de multimeter om weerstand te meten. Het belangrijkste aspect is dat dit niet gedaan kan worden 'in de schakeling'. De component moet voor de meting verwijderd worden uit het schakeling.</p> <p>Het werkblad eindigt met vragen over het gebruik van de formules van de wet van Ohm en de toepassing van de kleurcode.</p>	<p><b>25 - 40 minuten</b></p>
<p><b>8</b></p>	<p>In zeer beperkte situaties volgt een klein aantal componenten de wet van Ohm. Meestal is het niet van toepassing. Dit moet verduidelijkt worden omdat anders de aandacht die gegeven wordt aan de wet misleidend kan zijn omdat men denkt dat hij overal van toepassing is of kan zijn.</p> <p>Hier bestuderen de leerlingen twee veelvoorkomende componenten die niet voldoen aan de wet van Ohm, de diode en led. Een vergelijkbare opstelling van dat in werkblad 7 wordt gebruikt om de spanning en de stroom in de componenten te besturen. Hoewel het deze keer logischer is om de stroom stapsgewijs te verhogen.</p> <p>De termen 'doorlaatrichting' en 'sperrichting' worden geïntroduceerd maar wat meer uitleg van de docent kan nodig zijn. De leerlingen tekenen grafieken om de resultaten te laten zien voor de diode en de led. Ze krijgen ook het algemene, bij benadering, resultaat dat de spanningsval in doorlaatrichting van de diode 0,7V is en voor de led 2V.</p> <p>Het werkblad eindigt met een overzicht van de bevindingen.</p>	<p><b>30 - 45 minuten</b></p>

Werkblad	Aanwijzingen voor de docent	Tijd
<p><b>9</b></p>	<p>Dit werkblad introduceert twee componenten die veel gebruikt worden in schakelingen met sensoren—het onderwerp van volgend werkblad. Nu bekijken de leerlingen het effect van veranderende temperatuur op de weerstand van een thermistor en dan ontwerpen ze een experiment om te onderzoeken hoe de lichtintensiteit de weerstand van een lichtgevoelige weerstand beïnvloedt.</p> <p><b>Let op het feit dat in het eerste onderzoek heet water wordt gebruikt, wat een gevaar kan betekenen!</b> Deze opbouw vereist een thermometer van glas, <b>een ander mogelijk gevaar</b>, of een temperatuursensor en een geassocieerde digitale meter.</p> <p>In de realiteit is er een inherente complicatie in deze opbouw die de docent kan exploreren met de meer vaardige leerlingen. Het gaat over de weerstand van water zelf. Stroom gaat niet enkel door het lichaam van de thermistor maar ook door het water dat de twee leidingen van de thermistor verbindt. Het is bijna zeker dat de weerstand van het water groter zal zijn dan die van de thermistor, maar dit effect, in parallel met de weerstand van de thermistor, is om de gevoeligheid van de thermistor te reduceren.</p> <p>Ze ontwerpen het experiment om het effect te bestuderen van de lichtintensiteit op de weerstand van de lichtgevoelige weerstand. Men kan hen eraan herinneren om een eerlijke test uit te voeren, d.w.z. dat alle mogelijke invloeden steeds buitengesloten moeten worden. De docent kan hen voorzien van een lichtmeter om de intensiteit te meten. De eenheden van lichtintensiteit zijn complex en gaan te ver voor deze lessenserie. De leerlingen moeten de eenheden gebruiken die de meter weer geeft.</p>	<p><b>25 - 40 minuten</b></p>
<p><b>10</b></p>	<p>Weerstanden treden weer op de voorgrond maar nu meer als spanningsdeler dan stroomcontrolerende apparaten.</p> <p>Het onderzoek stelt twee spanningsdelers op, gemaakt van verschillende paren van weerstanden. De resultaten worden verklaard door twee eenvoudige regels—de som van de spanning in de weerstanden is gelijk aan de voedingsspanning en hoe groter de weerstand, hoe groter zijn deel van de voedingsspanning. De spanningsdeler vormt de basis van een aantal schakelingen met sensoren. Het gebruik van de thermistor en een lichtgevoelige weerstand in spanningsdelers om temperatuursensoren en lichtsensoren te maken, wordt nu onderzocht.</p> <p>Let op: - de waarde van de weerstand die gebruikt wordt in de spanningsdeler moet misschien aangepast worden om tegemoet te komen aan de verscheidene lichtgevoelige weerstanden of thermistoren.</p> <p>Ideaal, wordt een variabele weerstand gebruikt in de spanningsdeler in plaats van een vaste weerstand, zodat de uitgangsspanning aangepast kan worden om tegemoet te komen aan de eisen van het systeem. Momenteel is dit wellicht een nutteloze complicatie maar het kan een uitdaging vormen voor een meer vaardige leerling.</p> <p>Het werkblad eindigt met vragen die van de leerlingen eisen om de spanning te bepalen in de componenten van een aantal spanningsdelers.</p>	<p><b>30 - 45 minuten</b></p>



Werkblad	Aanwijzingen voor de docent	Tijd
<b>11</b>	<p>Schakelingen met spanningsdelers, zeker schakelingen met sensoren, bevatten vaak variabele weerstanden. Hoewel het principe van een variabele weerstand rechtlijnig kan zijn, kan het gebruik ervan in een schakeling veel problemen veroorzaken.</p> <p>De component zelf wordt dikwijls potentiometer genoemd of potmeter. Hij heeft drie poten! Hij kan op twee manieren opgesteld worden, als spanningsdeler (ook dikwijls potmeter genoemd, dit zorgt voor nog meer verwarring) of als variabele weerstand.</p> <p>Weerstanden hebben twee poten. Variabele weerstanden hebben drie poten - dus welke van de twee of de drie moeten we gebruiken? Het antwoord is - gebruik de middelste poot (de veger) en één van de poten aan het uiteinde. Er is een afbeelding toegevoegd om de leerlingen te helpen bij het opstellen van deze schakeling.</p> <p>Als spanningsdeler worden alle drie de poten gebruikt. De eerdere werkbladen 7 en 8 gebruikten de potmeter als een spanningsdeler om een variabele voedingsspanning te produceren. Het kan nuttig zijn om naar deze werkbladen te verwijzen, om te zien hoe dit gedaan werd.</p>	<b>30 - 45 minuten</b>
<b>12</b>	<p>De leerlingen zouden het concept energie en energie overdracht al gehad moeten hebben. Dit werkblad heeft als doel om een aantal concepten die verband houden met elektrische kracht te verbinden en te verduidelijken, meer in het bijzonder energie, vermogen, stroom en spanning.</p> <p>De discussie leidt tot drie definities en gebruikt deze om het verband <math>P = I \times U</math> te krijgen.</p> <p>Het onderzoek in drie schakelingen wordt ontworpen om de leerlingen ervaring te geven in elektrische berekeningen in de context van werkelijke schakelingen.</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>30 - 45 minuten</b>

# Hand-outs voor de leerlingen

## Werkblad 1 - voeg de correcte symbolen toe:

Batterij - levert elektrische energie	Tuimelschakelaar - bedient de schakeling	Lamp - zet elektriciteit om in licht	Zekering - een beveiligingsapparaat	Weerstand - bepaalt de hoeveelheid stroom	Zoemer - zet elektriciteit om in geluid

w14a

## Werkblad 2

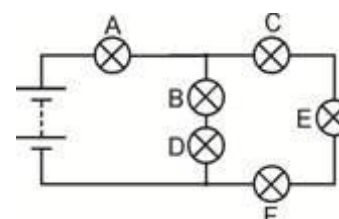
- De meeste geleiders horen bij de groep materialen die ..... worden genoemd.
- Ik denk dat het harde, glimmende voorwerp dat koud aanvoelt, elektriciteit ....., omdat het waarschijnlijk gemaakt is van een .....
- Zuiver water is een ..... Indien er een aantal onzuiverheden in zitten, zoals zout of chloor, wordt het water een .....
- Lucht is een ..... wat verklaart waarom we geen elektrische schok krijgen wanneer we dicht bij een stopcontact staan.
- Een schakelaar start en stopt de .....stroom.
- Wanneer de schakelaar open is, stopt de ..... de elektrische stroom.
- Wanneer de schakelaar .....is, verdwijnt de luchtopening en vloeit de elektrische stroom 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 3

- 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 4

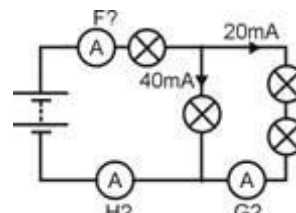
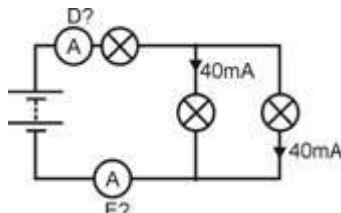
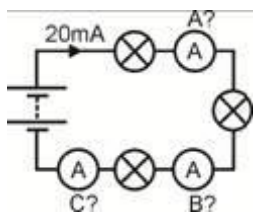
- Een serieschakeling biedt slechts één route voor de elektrische stroom.
  - Als er ergens een onderbreking ontstaat, dan stopt de elektrische stroom overal.
  - Als één lamp niet werkt in de schakeling, gaan alle lampen uit.
  - De elektrische stroom is in de hele schakeling gelijk.
  - Een parallelschakeling biedt meer dan één route en zo kunnen verschillende stromen door verschillende delen van de schakeling vloeien.
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 door lamp .....gaan.
  5. Lamp ..... zal de helderste lamp zijn.



w14b

**Werkblad 5**

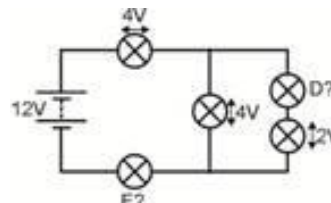
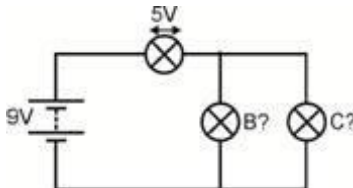
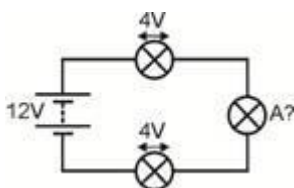
- In een serieschakeling vloeit ..... stroom in alle delen.
- In een parallelschakeling tellen alle stromen in al de deelschakelingen op tot de stroom die de .....verlaat.
- Noteer de aflezingen op de ampèremeters A tot H naast elke ampèremeter.



w14c  
w14e  
w14d

**Werkblad 6**

- In een serieschakeling, is de som van alle componentspanningen gelijk aan de spanning in de .....
- In een parallelschakeling hebben alle componenten ..... spanning.
- Noteer de spanning in lampen A tot E naast elke voltmeter.

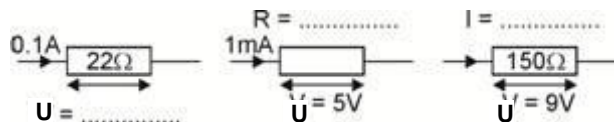


w14f  
w14g  
w14h

**Werkblad 7**

- De wet van Ohm geeft ons volgende vergelijkingen:  $U = I \times R$   $R = U / I$   $I = U / R$  waarbij  $R$  = weerstand in ohm,  $I$  = stroom in ampère en  $U$  = spanning in volt. (Dit werkt ook als de weerstand in kilohm is en de stroom in milliampère, omdat kilo (duizend) de mili (duizenste) opheft.)

- Bereken de ontbrekende hoeveelheden:



w14i

- De kleurcode van de weerstand wordt gebruikt om de weerstandswaarde aan te geven.

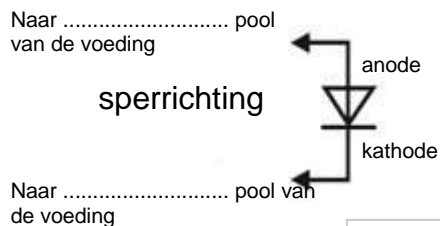
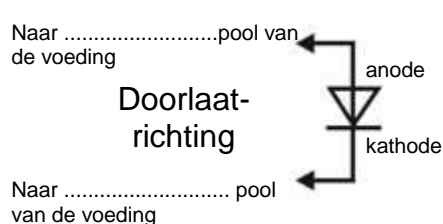
Zwart	Bruin	Rood	Oranje	Geel	Groen	Blauw	Paars	Grijs	Wit
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

- Gebruik de code om de tabel af te maken:

Ring 1	Ring 2	Ring 3	Weerstand
bruin	zwart	geel	
groen	blauw	rood	
grijs	rood	zwart	

**Werkblad 8**

- De diode is een ‘elektronisch ventiel’. Het laat de stroom toe om er slechts in één richting door te vloeien.
- Wanneer het geleidt, is er een spanningval van ongeveer 0,7 V .
- Het geleidt wanneer het in doorlaatrichting is aangesloten, en geleidt niet in de sperrichting.
- Voeg de juiste labels toe aan het schema:



- Teken het symbool voor een led in het kader.
- De led gedraagt zich op dezelfde manier:
- Het gaat branden in de doorlaatrichting en de stroom ongeveer 10 mA bereikt.
- Dan heeft het een spanningval van ongeveer 2V .
- Het moet beschermd worden tegen hoge stromen door een weerstand in serie aan te sluiten.

LED:

**Werkblad 9**

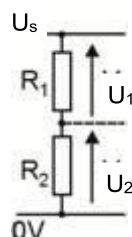
- Teken de symbolen voor een thermistor en een lichtgevoelige weerstand (LDR)
- Een NTC thermistor heeft een weerstand die daalt als de temperatuur stijgt.
- Een PTC thermistor heeft een weerstand die toeneemt als de temperatuur stijgt.
- De weerstand van een lichtgevoelige weerstand neemt af als de lichtintensiteit toeneemt.

Thermistor

Lichtgevoelige weerstand

**Werkblad 10**

- De regels van de spanningsdeler:
  - $U_1 + U_2 = U_s$
  - $R_1 / R_2 = U_1 / U_2$ ,



- Maak de volgende tabel af door de ontbrekende waarden te berekenen:

Voedings-spanning $U_s$	Weerstand $R_1$ in $k\Omega$	Weerstand $R_2$ in $k\Omega$	Spanning $U_1$ in V	Spanning $U_2$ in V
6V	12	12		
6V	1	2		
12V	3	1		
9V	2		3	

