

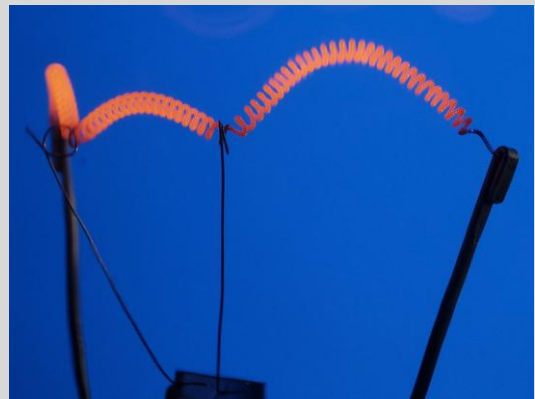
6.0 Elektriciteit 1

- 6.1 Stroom
- 6.2 Spanning
- 6.3 Schakelingen
- 6.4 Veiligheid
- 6.5 Energie



Een netwerk van hoogspanningskabels:

- *Waar komen die kabels vandaan?*
- *Waar gaan ze naar toe?*
- *Wat stroomt er doorheen?*



Energietransport

We kunnen niet meer zonder elektriciteit. Een stroomstoring werpt ons direct terug in het stenen tijdperk. Elektriciteit wordt wereldwijd ingezet voor energietransport.

In klas 3 zullen we alle elektrische verschijnselen verklaren behulp van de [deeltjestheorie van Democritus](#) (hoofdstuk 3.0 Stof 2).

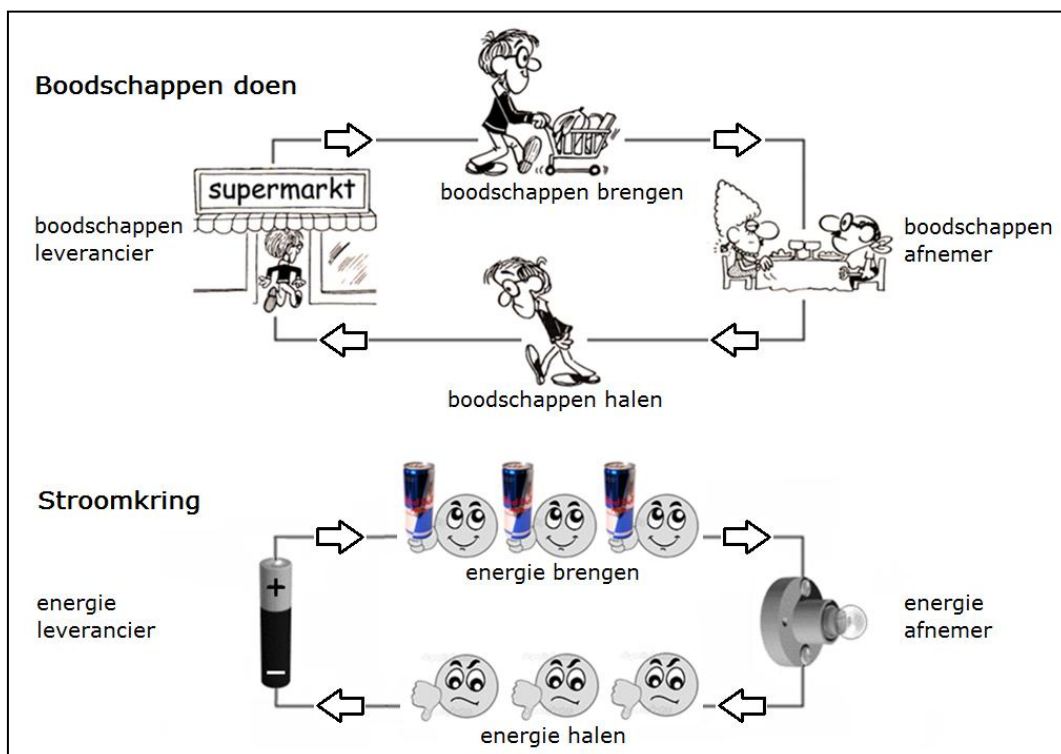
Daarbij veronderstellen we het bestaan **elektrische deeltjes**.

Met deze aanname kunnen we het energietransport in een elektrische stroomkring direct vergelijken met dat bij het boodschappen doen.

In hoofdstuk 4.0 Warmte leerden we al dat boodschappen in feite ingepakte zonne-energie zijn.



New York, stroomstoring door de storm Sandy



Woody maakt gebruik van het trottoir om boodschappen te halen en te brengen.

Elektrische deeltjes maken gebruik van het elektriciteitsnet om elektrische energie te transporteren.

Geleider/isolator

Een **geleider / isolator** is een stof waardoor de elektrische deeltjes zich *wel / niet* kunnen verplaatsen.

Geleiders metalen (koper in elektriciteitsdraad) kraanwater

Isolatoren niet-metalen (kunststof om elektriciteitsdraad) gedistilleerd water

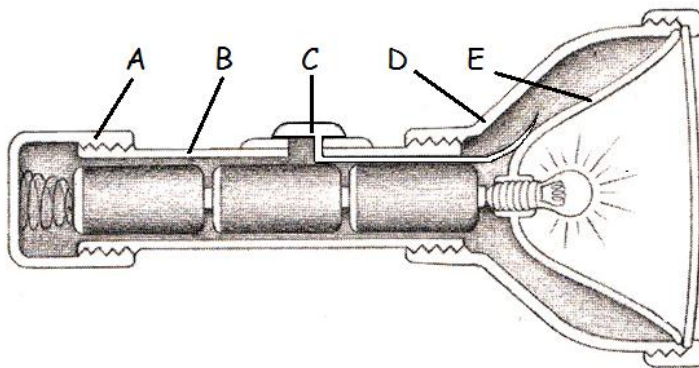
[wikipedia/elektrische isolatie](http://wikipedia/elektrische_isolatie)

[phet.colorado.edu/bouwdoos elektrische schakelingen](http://phet.colorado.edu/bouwdoos_elektrische_schakelingen)

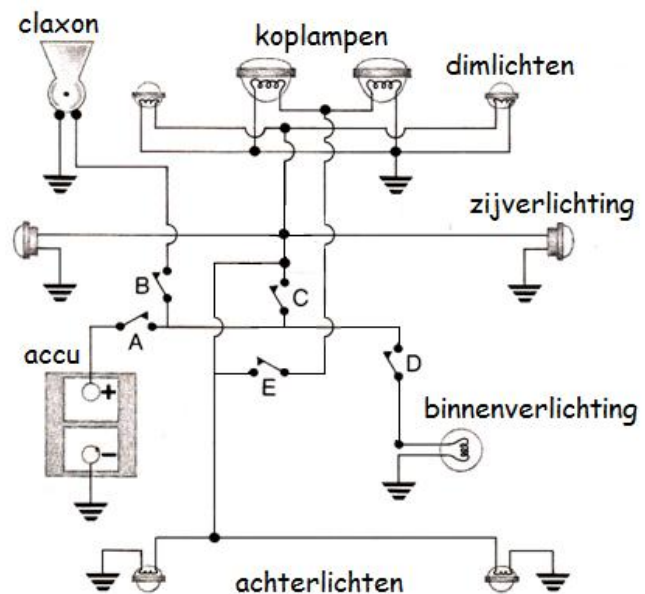
[phet.colorado.edu/geleiders isolatoren](http://phet.colorado.edu/geleiders_isolatoren)

Opgaven

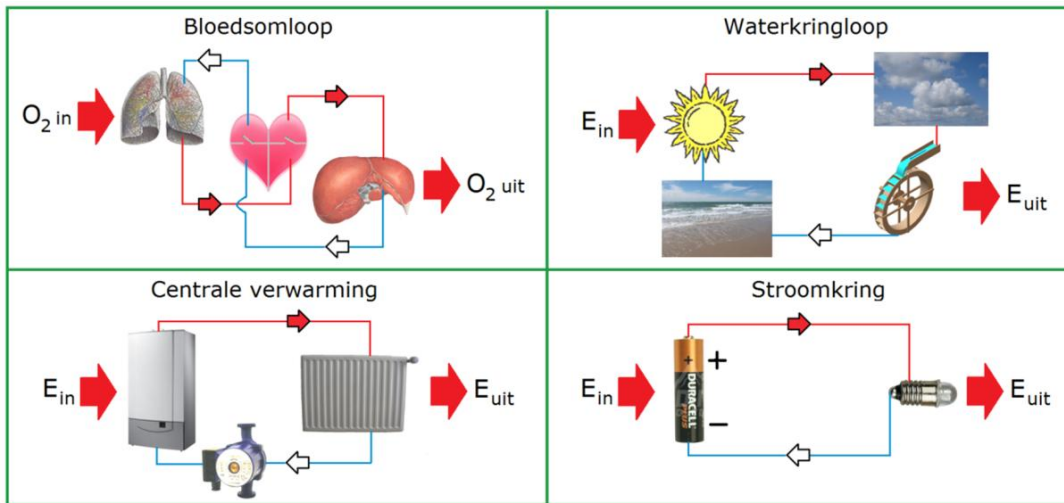
1. Waarvoor wordt elektrische stroom wereldwijd gebruikt?
2. Elektrische energie transporteren kun je vergelijken met boodschappen doen. Noem 3 overeenkomsten.
3. Welke van de volgende stoffen zijn isolatoren?
koper / zink / rubber / lucht / grafiet / papier / aluminium / glas / ijzer / kraanwater
4. De koplamp van je fiets brandt prima al zie je dat er maar een draadje van de dynamo naar de lamp loopt. Leg uit, dat er toch sprake is van een stroomkring.
5. Hieronder zie je een gewone zaklamp.
 - a. Leg uit waarom de lamp aan en uit gaat met schuifschakelaar C.
 - b. Teken hoe de elektrische stroom door de lamp loopt, als hij brandt.
 - c. Welke delen zijn geleidend? Kies uit A, B, C, D en E.
 - d. Welke delen zijn isolerend? Kies uit A, B, C, D en E.



6. Hiernaast zie je een deel van de ingewikkelde elektrische schakeling in een auto. Let op: het chassis kun je net als je fietsframe als aarde beschouwen. Noem steeds *alle* schakelaars die je moet sluiten, als je:
 - a. de claxon wilt gebruiken.
 - b. de binnenverlichting aan wilt doen.
 - c. de achterlichten aan wilt doen.
 - d. de dimlichten aan wilt doen.
 - e. de zijlichten aan wilt doen.
 - f. de koplampen aan wilt doenEen van de schakelaars sluit je met je contactsleutel.
 - g. Welke schakelaar is dat? Leg uit.



Pompen



- Bloedsomloop Het hart pompt bloed rond.
Dit bloed transporteert zuurstof van de longen naar de organen.
- Centrale verwarming De elektrische pomp pompt water rond.
Dit water transporteert warmte-energie van de verwarmingsketel naar de radiatoren.
- Waterkringloop De zon pompt water rond.
Dit water transporteert zwaarte-energie van de wolken naar het schoepenrad.
- Stroomkring De batterij pompt elektrische deeltjes rond.
Deze deeltjes transporteren elektrische energie van de batterij naar de lamp.

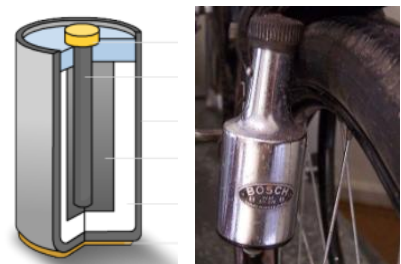
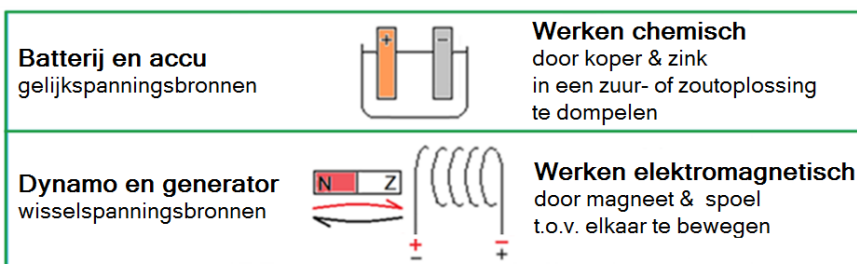
Spanningsbronnen

Een **spanningsbron** is een *pomp* die zorgt voor een constant *spanningsverschil (drukverschil)* tussen twee plaatsen, de + pool en de - pool.
Bij dat *spanningsverschil* hoort een *energieverschil*.

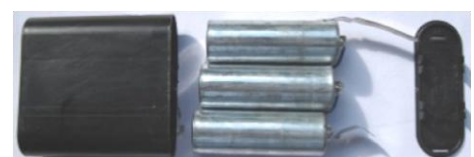
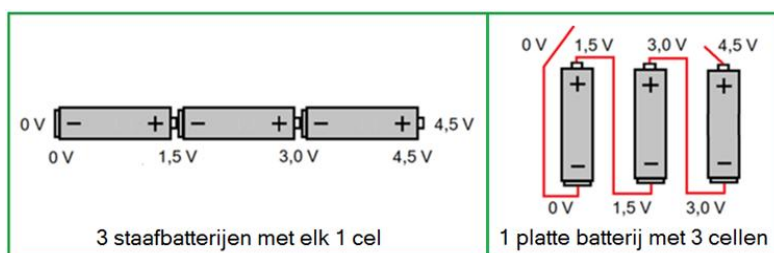
Spanningsbron = Energiebron

- Door het *spanningsverschil (drukverschil)* kunnen de elektrische deeltjes stromen.
- Door het *energieverschil* kunnen de elektrische deeltjes energie leveren.

We onderscheiden twee soorten spanningsbronnen.



Een batterij is opgebouwd uit een of meer cellen. Elke cel levert een *spanningsverschil* van ongeveer 1,5 V.



1. Noem van de volgende kringlopen steeds het *transportmiddel*, de *getransporteerde goederen* en de *pomp*:
 - a. de bloedsomloop
 - b. de centrale verwarming
 - c. de waterkringloop
 - d. de stroomkring

2. Om een elektrische stroom te laten lopen, heb je een spanningsbron nodig.
Welke twee functies heeft een spanningsbron binnen een stroomkring?

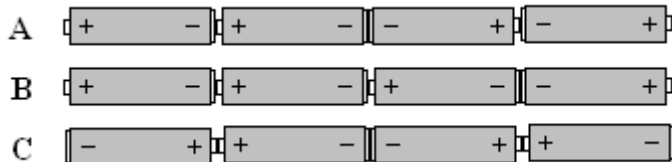
3. a. Noem een spanningsbron die een wisselspanning levert.
Vertel iets over de manier waarop hij dat doet.
b. Noem een spanningsbron die een gelijkspanning levert.
Vertel iets over de manier waarop hij dat doet.

4. a. Hoe is in Italië lang geleden de batterij op toevallige wijze ontdekt (uitgevonden)?
b. Noem 3 dingen die je in elke batterij tegenkomt.

5. Wat is er op, als een batterij leeg is?

6. Dennis smikkelt van een heerlijke reep chocolade. Omdat er een stukje zilverpapier aan een brok blijft kleven, krijgt hij plotseling een nare elektrische schok als hij er met zijn gevulde kies opkauwt.
Koen lacht zich slap en zegt, dat die schok Dennis' eigen schuld is, omdat hij een spanningsbron in zijn mond heeft.
 - a. Welk type spanningsbron bedoelt Koen?
 - b. Waaruit bestaat de spanningsbron van Dennis? Noem drie dingen.

7. Hieronder zie je drie spanningsbronnen, elk opgebouwd uit vier 1,5 voltbatterijen.
Welke spanning leveren de bronnen A, B en C?


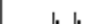








6.3 Schakelingen

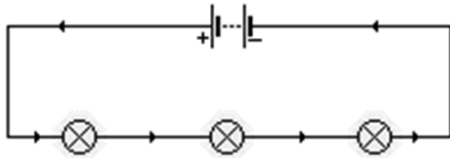
Serie en parallel

De elektrische stroom die je huis binnenkomt, moet alle elektrische apparaten kunnen bereiken.

Dit kan op twee manieren.

Elektrische symbolen		
	draad	
	spanningsbron	
	lampje	
	open	schakelaar
	dicht	
	voltmeter	
	amperemeter	
	zekering	

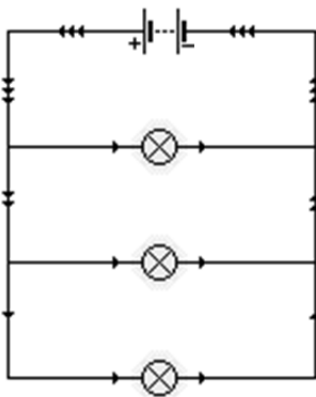
Serieschakeling (kerstboom)



Stroom is **wel** overal gelijk.

Apparaten kunnen **niet** apart in en uitgeschakeld worden.

Parallelschakeling (huis, tuin en keuken)



Stroom is **niet** overal gelijk.

Hoofdstroom = Som der deelstromen

Apparaten kunnen **wel** apart in en uitgeschakeld worden.

Elk apparaat 'trekt' stroom.

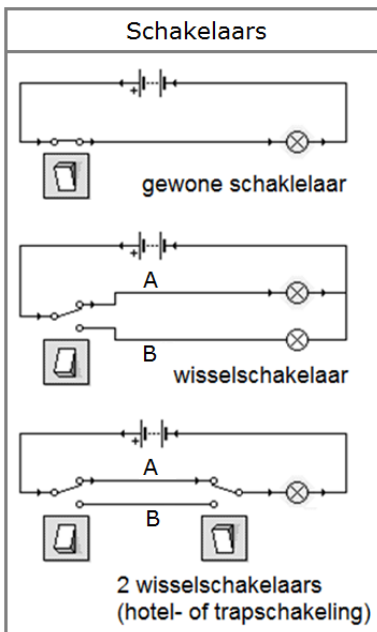
Hoe meer apparaten aanstaan, hoe meer stroom er geleverd moet worden.

Dit kan tot *overbelasting* van de stroomkring leiden.

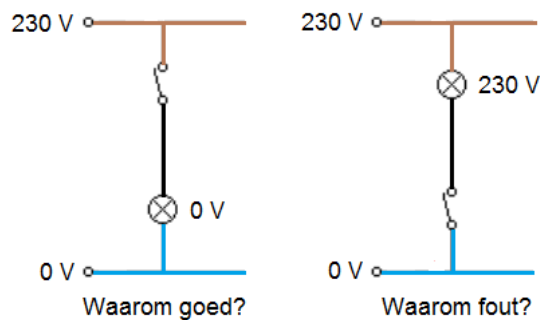
In welk deel van de kring zal dit gebeuren?

phet.colorado.edu/circuit-construction-kit: Bouw naast elkaar een serie- en een parallelschakeling. Elk met twee lampjes. Vergelijk de stroom in beide schakelingen.

Schakelaars



Elektriciteitsdraad	
fasedraad	bruin
nuldraad	lichtblauw
schakeldraad	zwart
aarddraad	geel - groen



Practicum 6.3 a en b

Opgaven

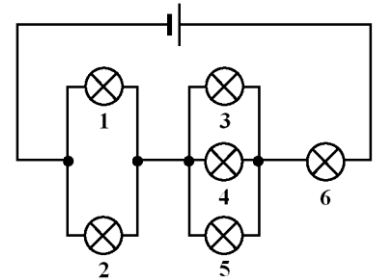
- Teken een serieschakeling met een spanningsbron, drie lampjes en een schakelaar waarmee je alle drie de lampjes tegelijkertijd aan en uit kunt doen.
 - Teken een parallelschakeling met een spanningsbron, drie lampjes en een schakelaar waarmee je een van de drie lampjes aan en uit kunt doen.

- Alle lampjes in het schema hiernaast zijn aan elkaar gelijk.

Door lampje 1 loopt een stroom van 36 mA.

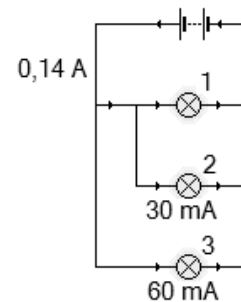
Hoe groot is de stroomsterkte door:

- lampje 2?
- lampje 3?
- lampje 6?



- Alle lampjes in het schema hiernaast zijn verschillend.

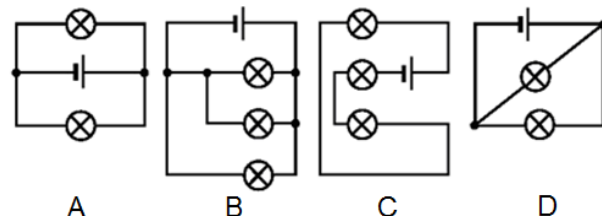
Bereken de stroom door lampje 1.



- Lincy wil twee 6 V-lampjes goed laten branden. Ze wil dat doen met behulp van vier 1,5 V-batterijen.

- Hoe moet ze de batterijen schakelen: in serie of parallel?
- Hoe moet ze de lampjes schakelen: in serie of parallel?
- Teken het schema van haar schakeling. Gebruik de juiste symbolen.

- Welke van de vier schakelingen hiernaast zijn parallelschakelingen?



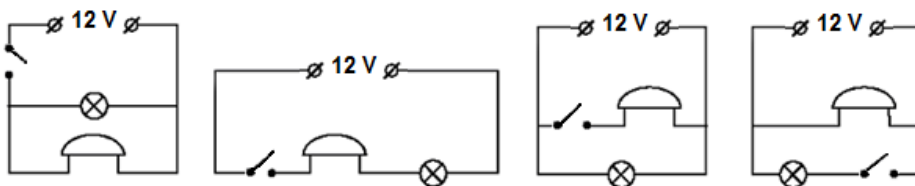
- Koen brengt bij zijn modelspoorbaan verlichting aan in een huisje en het station. Het huisje krijgt één lampje en het station twee. Hij gebruikt dezelfde lampjes, want hij wil dat ze evenveel licht geven. Hij heeft één spanningsbron en twee schakelaars waarmee hij de verlichting van het huisje en het station apart aan en uit wil kunnen doen.

Teken het schema van de schakeling die Koen moet maken. Gebruik daarbij elektrische symbolen.

- Donna's deurbel heeft naast de drukschakelaar, een ingebouwd lampje dat altijd brandt. Daardoor hij in het donker gemakkelijk te vinden.

a. Kies uit de schakelingen hieronder die van Donna's bel en neem hem over op je antwoordblad. De drukschakelaar met het lampje krijgt buiten een plaats op de deursteil, terwijl de gong en de spanningsbron zich binnen in de woning bevinden.

- Hoeveel stroomdraden moeten er minstens door het gaatje in de deursteil gevoerd worden?



Gevaar

Een elektrische stroom kan als een paard op hol slaan. Gevaarlijk, want *te hoge stroomsterkten* kunnen door hun warmteontwikkeling *brand* veroorzaken.

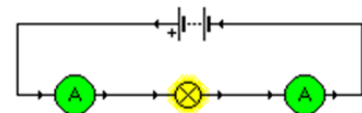
Stroom meten

Met de ampèremeter kun je een elektrische stroom goed in de gaten houden.

Ampèremeter (A-meter)

- meet de stroom **door** een voorwerp
- staat daarom **in serie met** dat voorwerp

Bij de grootte *elektrische stroom I* hoort de eenheid *ampère A*.



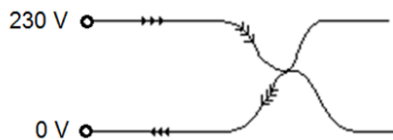
Zo meet je de stroom door een lampje.

[virtueelpracticumlokaal/multimeter](#)

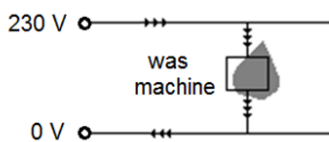
Te hoge stroomsterkten

Oorzaken:

a. Kortsluiting

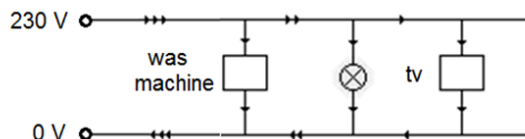


door kapotte isolatie



door vocht / water

b. Overbelasting

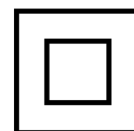


door teveel apparaten

Maatregelen:

a. Isolatie

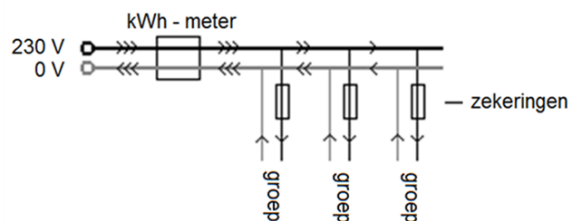
Tegen kortsluiting.



b. Groepen (stroomkringen)

Tegen overbelasting.

Door alle stroomtrekkende elektrische apparaten in groepen te verdelen, kun je de stroomsterkte per groep laag houden.



c. Zekeringen (stoppen)

Voor als het toch misgaat.

De zekering is de zwakste schakel van een groep. Als de stroomsterkte te hoog wordt, smelt de smeltdraad waardoor de stroom wordt uitgeschakeld.

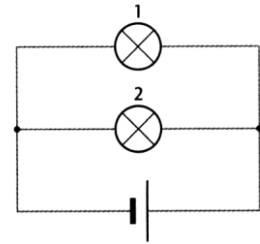
[agtijmens/6.6 zekering doorsmelten](#)



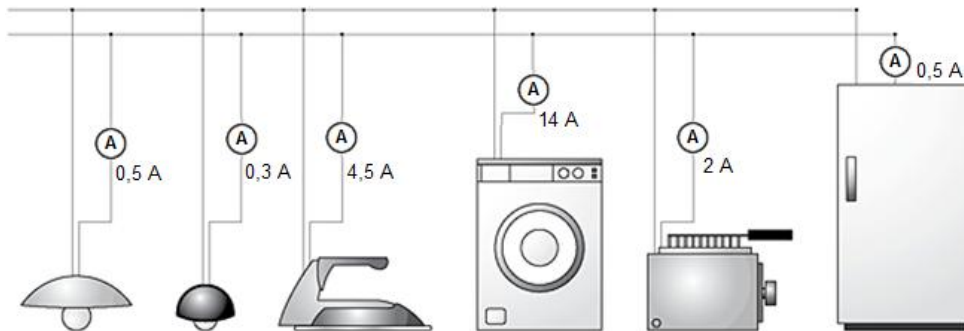
Practicum 6.4 a en b

Opgaven

- Op een fietslampje staat: 0,60 A.
 - Wat wordt daarmee bedoeld?Twee van deze lampjes bevinden zich in het schakelschema hiernaast.
 - Neem het schema over en teken er een ampèremeter in die de stroom door lampje 2 meet.De ampèremeter heeft drie meetbereiken: 50 mA, 500 mA en 5 A.
 - Welk meetbereik is het meest geschikt voor de meting die bij b. bedoeld wordt?



- Teveel stroom kan brand veroorzaken.
 - Noem twee oorzaken van een te hoge stroomsterkte.
 - Noem twee maatregelen die een te hoge stroomsterkte moeten voorkomen.
- Nadat de elektriciteitsleiding het huis binnenkomt, wordt deze leiding snel in groepen gesplitst.
 - Geef twee redenen waarom de elektrische huisinstallatie in groepen is verdeeld.Hieronder is één groep getekend: van de keuken. Deze groep is beveiligd met een zekering van 16 A. Er zijn tevens zes ampèremeters getekend die stroomsterktes aangeven.
 - Leg uit of de zekering doorsmelt.



- In elk huis kom je een elektrische installatie met meerdere 'groepen' tegen. Hierdoor voorkomt men:
 - kortsluiting
 - overbelasting
 - beiden
 - geen van beidenKies a, b, c of d.
- In haar keuken heeft Donna drie apparaten aanstaan: een wasmachine, een magnetron en een koffiezetapparaat. Op het moment dat ze het licht in de keuken aandoet, valt de elektriciteit uit.
 - Wat is waarschijnlijk de oorzaak van het uitvallen van de elektriciteit?In Donna's woonkamer branden de lampen gelukkig gewoon door en blijft de radio spelen.
 - Hoe kan het dat de elektriciteit daar niet uitgevallen is?Donna ziet in de meterkast dat een van de zekeringen gesmolten is. Als ze hem door een nieuwe vervangt, slaat die meteen weer door.
 - Wat had ze eerst moeten doen?

6.5 Energie

Kilowattuurmeter (kWh-meter)

Als je een winkel verlaat, moet je eerst langs de *kassa*: de *boodschappen* die je meeneemt, moeten wel betaald worden. Als de stroom je huis binnenkomt, moet hij eerst langs de *kilowattuurmeter*: de *energie* die hij aflevert, moet wel betaald worden.
[agtijmensens/6.8 kWh-meter](#)



Energiegebruik

Om de **energie E** die een apparaat gebruikt te berekenen, moet je twee dingen weten:

- het **vermogen P** van het apparaat (typeplaatje)
- de **tijd t** dat het apparaat aan staat

$$E = P \cdot t \quad \text{met} \quad \begin{array}{l} P (kWh) \\ t (h) \\ E (kWh) \end{array}$$

$$kWh \stackrel{DEF}{=} kW \cdot h \quad (\text{definitie kilowattuur})$$



We gebruiken de aangepaste SI-eenheden van het energiebedrijf:

t(h)	tijd in <i>uur</i>	(i.p.v. seconde)
P(kW)	vermogen in <i>kilowatt</i>	(i.p.v. watt)
E(kWh)	energie in <i>kilowattuur</i>	(i.p.v. wattseconde)

$$\begin{array}{l} 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} \\ 1 \text{ h} = 60 \text{ min} \\ 1 \text{ min} = 60 \text{ s} \end{array}$$

Energierkening

Van omwentelingen:

- Als het aantal **omwentelingen** 2x zo groot wordt, dan wordt het aantal geleverde **kilowatturen** ook 2x zo groot.

Naar euro's:

- Als het aantal geleverde **kilowatturen** 2x zo groot wordt, dan wordt het aantal te betalen **euro's** ook 2x zo groot.

Hieruit volgt dat je de kosten van het energiegebruik kunt berekenen m.b.v. twee **verhoudingstabellen**. Zie het voorbeeld hieronder.

Geg: Bij een boorklus maakt de schijf in de kWh-meter (900 omw = 1 kWh) 576 omwentelingen.
 Gevr: Wat kost deze klus bij een elektriciteitsstarief van € 0,20 per kWh?

Opl:

kWh-meter	: 900	x 576	
omw	900	1	576
kWh	1	0,00111	0,64

Energiebedrijf	x 0,64	
kWh	1	0,64
euro	0,20	0,128

Energiekosten: € 0,13.

Let op: ga bij alle opgaven uit van een kWh-prijs van € 0,20.

1. Wat is de overeenkomst tussen een kilowattuurmeter en een kassa?
2.
 - a. Hoeveel energie verbruik je, als je een 40 W lamp, 5 dagen lang 3 kwartier per dag laat branden?
 - b. Hoeveel gaat dit kosten?
3. Hoeveel uur kun je een bel met een vermogen van 7,5 W laten rinkelen op een batterij die 0,01 kWh elektrische energie bevat?
4. In een druk gezin staat de magnetron gemiddeld 12 minuten per dag aan. Daardoor bedraagt het energieverbruik 2,4 kWh per week.
Bereken het vermogen van deze magnetron.
5. Hoeveel kost het opwarmen een diepvriesmaaltijd, als de magnetron (750 W) er 10 minuten over doet?
6. Een stofzuiger van 1250 W verbruikt € 1,60 aan elektrische energie.
 - a. Hoeveel elektrische energie heeft de stofzuiger verbruikt?
 - b. Hoeveel uur en hoeveel minuten heeft de stofzuiger aangestaan?
7. Een lampje van 8 W brandt 1 uur en 15 minuten op een batterij die dan leeg is.
 - a. Hoeveel kWh elektrische energie heeft het lampje dan verbruikt?
 - b. Als de batterij € 0,80 kost, hoeveel kost dan 1 kWh batterijenergie?
8. Koen heeft een keyboard met een vermogen van 150 W. Alleen voor dit instrument geeft hij per maand gemiddeld € 0,75 aan elektriciteitskosten uit.
Bereken hoeveel uur per maand Koen gemiddeld achter zijn keyboard zit.
9. Een spaarlamp van 15 W geeft evenveel licht als een gloeilamp van 75 W.
Je hebt zo'n gloeilamp en hij brandt gemiddeld 800 uur per maand.
Bereken hoeveel geld je per maand op je energierekening bespaart, als je de gloeilamp vervangt door een spaarlamp.