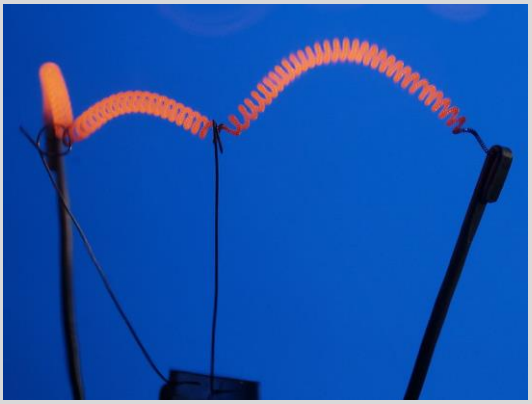
6.0 Elektriciteit 1

6.1 Energietransport
6.2 Stroomkringen
6.3 Schakelingen
6.4 Veiligheid
6.5 Energie

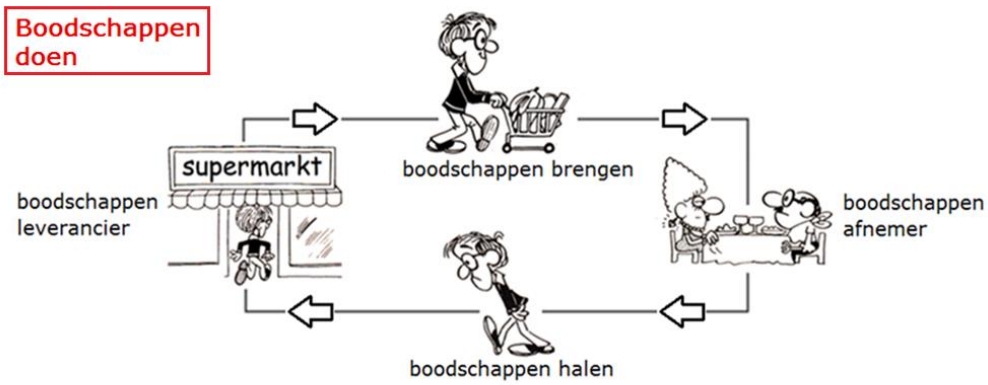
Een netwerk van hoogspanningskabels:
- *Waar komen die kabels vandaan?*
- *Waar gaan ze naar toe?*
- *Wat stroomt er doorheen?*

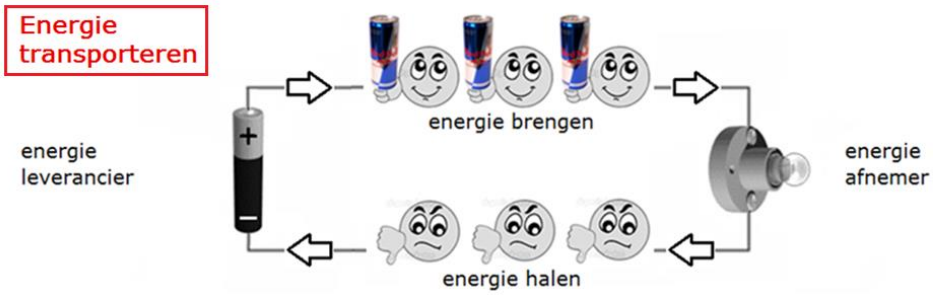


Bij een grote stroomstoring worden we onmiddellijk teruggeworpen in het stenen tijdperk. Daarom kunnen we ons een leven zonder elektriciteit niet meer voorstellen.
Wereldwijd wordt elektriciteit gebruikt voor ***energietransport***.

In klas 3 zullen we de deeltjestheorie van Democritus inzetten om alle elektrische verschijnselen te verklaren met behulp van ***elektrische deeltjes***.
Die deeltjes laten we hier alvast energie transporteren zoals wij boodschappen (ingepakte zonne-energie) doen.

New York, stroomstoring door storm Sandy





Als wij boodschappen doen, maken we gebruik van het wegnet.
Als elektrische deeltjes energie transporteren, maken ze gebruik van het elektriciteitsnet.

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

Geleiders: metalen (bijv. koper in elektriciteitsdraad) en kraanwater
Isolatoren: niet-metalen (bijv. kunststof om elektriciteitsdraad) en gedistilleerd water

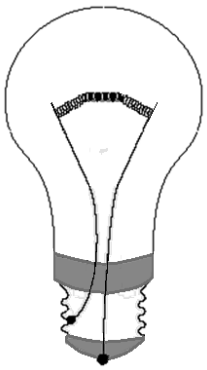
wikipedia/elektrische isolatie
phet.colorado.edu/bouwdoos elektrische schakelingen
phet.colorado.edu/geleiders isolatoren

Practicum 6.1

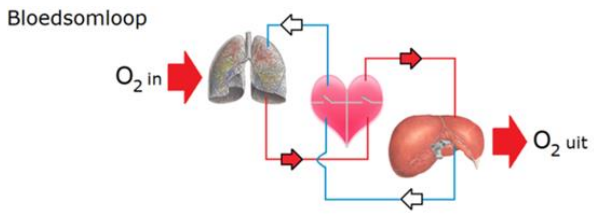
1. Waarvoor wordt elektrische stroom wereldwijd gebruikt?

2. Elektrische energie transporteren kun je vergelijken met boodschappen doen.
   Noem 3 overeenkomsten.

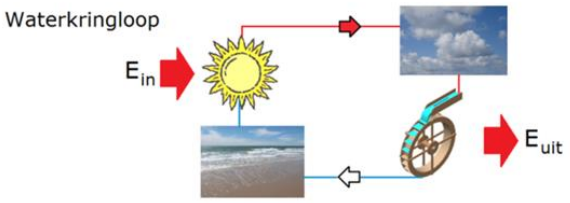
3. Welke van de volgende stoffen zijn isolatoren?
   koper / zink / rubber / lucht / grafiet / papier / aluminium / glas / ijzer / kraanwater / gedistilleerd water



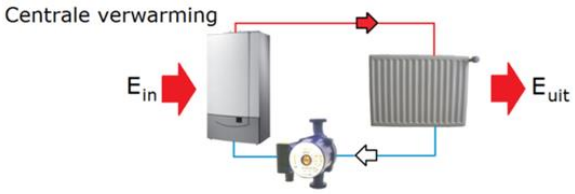
4. Kleur de gloeilamp hiernaast heel precies in:
   a. Geef met rood alle geleidende delen aan.
   b. Geef met groen alle isolerende delen aan.



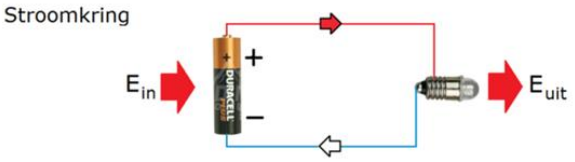
Bloedsomloop
Het hart pompt bloed rond.
Dit bloed transporteert o.a. zuurstof van de longen naar de organen.



Waterkringloop
De zon pompt water rond.
Dit water transporteert zonne-energie van de zee naar het schoepenrad.



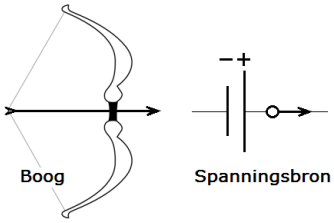
Centrale verwarming
De elektrische pomp pompt water rond.
Dit water transporteert warmte-energie van de verwarmingsketel naar de radiatoren.



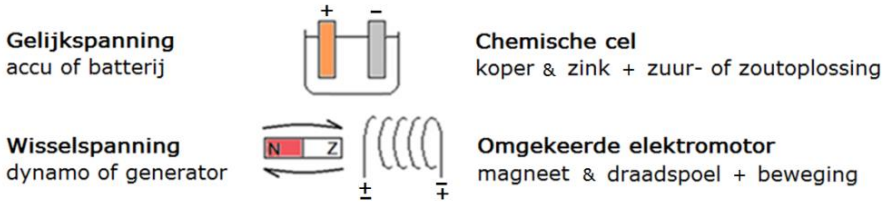
Stroomkring
De batterij pompt elektrische deeltjes rond.
Deze deeltjes transporteren elektrische energie van de batterij naar de lamp.

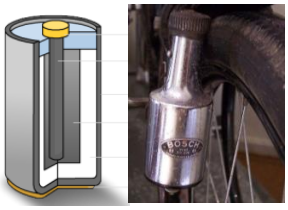
<u>Spanningsbronnen</u>

- **Pomp**
  Een spanningsbron pompt elektrische deeltjes in een stroomkring rond door een spanning op te bouwen tussen de + pool en de − pool.
- **Energie**
  Zoals de spanning van een boog bepaalt hoeveel energie de pijl meekrijgt, zo bepaalt de spanning van een spanningsbron hoeveel elektrische energie de elektrische deeltjes meekrijgen.

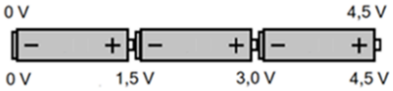


- **Gelijk- en wisselspanning**

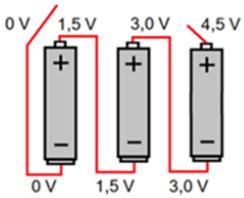




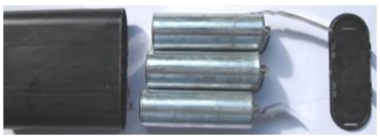
- **Accu's en batterijen**
  Deze gelijkspanningsbronnen bestaan uit een of meer ***chemische cellen*** die elk een spanning van ***1,5 V*** opbouwen.



Drie een-cels staafbatterijen



Een drie-cels platte batterij

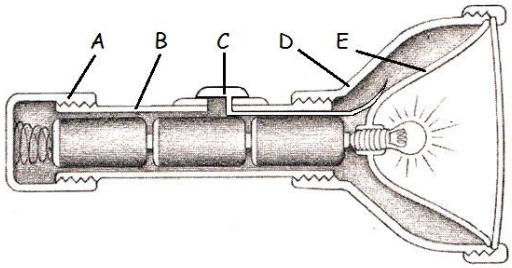


Practicum 6.2 a en b

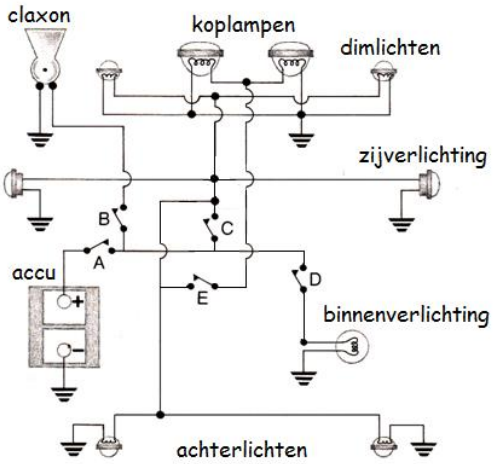
1. Wat is het *transportmiddel*, de *getransporteerde goederen* en de *pomp* in de volgende kringlopen?
   a. bloedsomloop
   b. centrale verwarming
   c. waterkringloop
   d. stroomkring

2. De koplamp van je fiets brandt prima terwijl er slechts één draadje van de dynamo naar de lamp loopt. Leg uit, dat er toch sprake is van een stroomkring.

3. Hiernaast 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.



1. Hiernaast zie je een deel van de elektrische schakeling in een auto. Het autochassis kun je net als een fietsframe als aarde beschouwen.
   Noem *alle schakelaars* (A t/m E) 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 doen
   Een van de schakelaars sluit je met je contactsleutel.
   g. Welke schakelaar is dat? Leg uit.



5. Welke twee functies heeft een spanningsbron binnen een stroomkring?

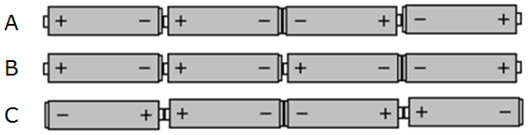
6. a. Noem een spanningsbron die een wisselspanning levert. Noem twee onderdelen.
   b. Noem een spanningsbron die een gelijkspanning levert. Noem drie onderdelen.

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

8. Leg uit, hoe de batterij in Italië werd ‘uitgevonden’.

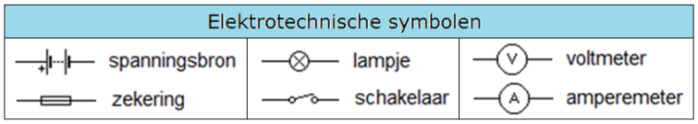
9. Dennis smikkelt van een heerlijke reep chocolade. Omdat er een stukje zilverpapier aan kleeft, krijgt hij plotseling een nare elektrische schok als hij er met zijn gevulde kies op kauwt. Koen lacht zich slap en legt uit dat Dennis heel even een batterij in zijn mond had gefabriceerd.
   Uit welke drie onderdelen bestond die batterij? Noem drie dingen.

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



Elektrische grootheden, eenheden en symbolen

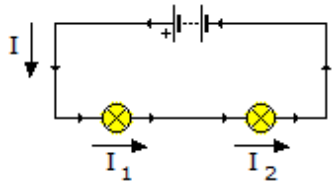
Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
spanning	U	volt	V
stroom	I	ampère	A



Twee soorten schakelingen

Je kunt de elektrische stroom die je huis binnenkomt op twee manieren langs je elektrische apparaten voeren:

- **Serieschakeling** (kerstboom)

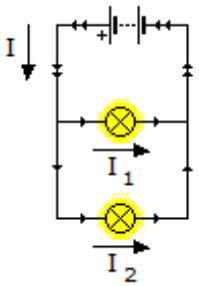


Stroom is overal gelijk:

$$I = I_1 = I_2$$

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

- **Parallelschakeling** (huis, tuin en keuken)



Stroom wordt verdeeld:

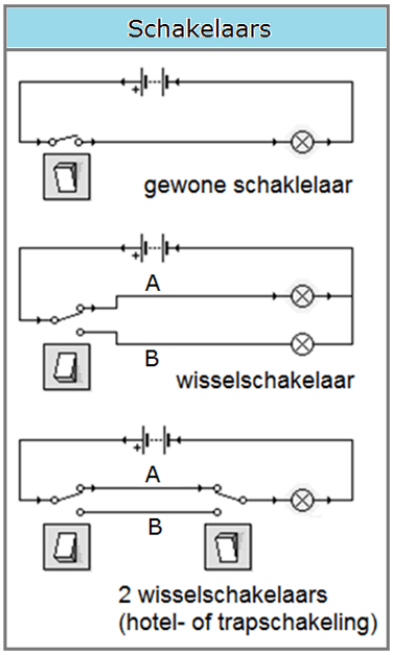
$$I = I_1 + I_2$$

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

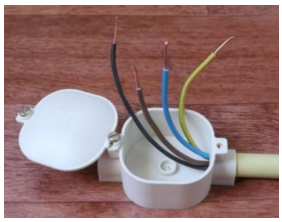
Elk apparaat 'trekt' stroom. Hoe meer apparaten je inschakelt, hoe meer stroom er door de kring gaat lopen. Dit kan tot *overbelasting* leiden. In welk deel van de stroomkring zal dit gebeuren?

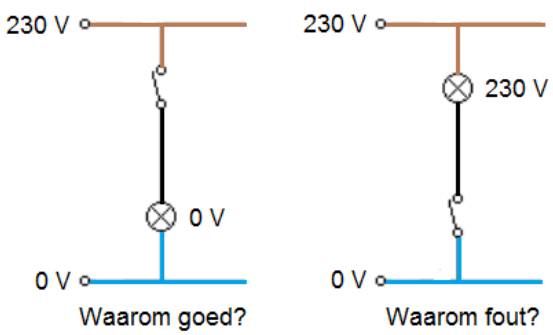
Opdracht: Bouw met de phet.colorado.edu/circuit construction kit naast elkaar een serie- en een parallelschakeling, elk met twee lampjes. Vergelijk de stroomverdeling in beide schakelingen.

Schakelaars



Elektriciteitsdraad	
fasedraad	bruin
nuldraad	lichtblauw
schakeldraad	zwart
aardedraad	geel - groen

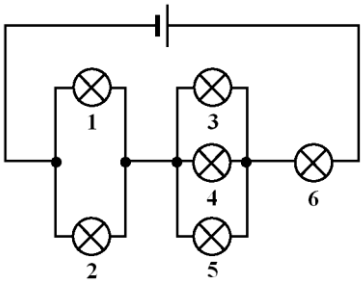




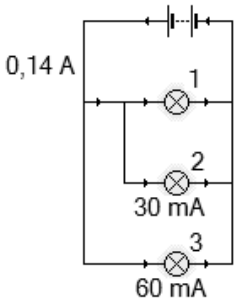
Practicum 6.3 a en b

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

2. 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:
   a. lampje 2?
   b. lampje 3?
   c. lampje 6?

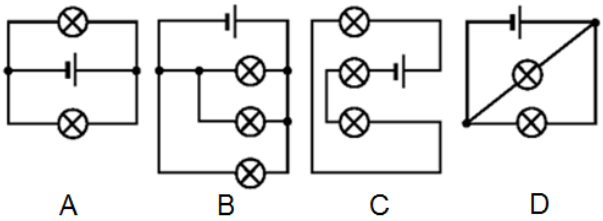


3. Alle lampjes in het schema hiernaast zijn verschillend.
   Bereken de stroom door lampje 1.



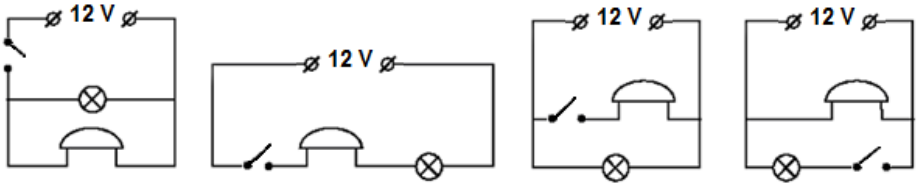
4. Lincy wil twee 6 V-lampjes goed laten branden. Ze wil dat doen met behulp van vier 1,5 V-batterijen.
   a. Hoe moet ze de batterijen schakelen: in serie of parallel?
   b. Hoe moet ze de lampjes schakelen: in serie of parallel?
   c. Teken het schema van haar schakeling. Gebruik de juiste symbolen.

5. Welke van de vier schakelingen hiernaast zijn parallelschakelingen?



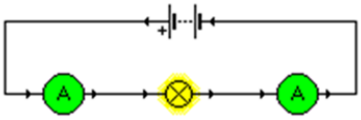
6. Koen brengt bij zijn modelspoorbaan verlichting aan in een huisje en het station. Het huisje krijgt één lampje en het station twee. Hij gebruikt dezelfde lampjes, want hij wil dat ze evenveel licht geven.
   Hij heeft één spanningsbron en twee schakelaars waarmee hij de verlichting van het huisje en het station apart aan en uit wil kunnen doen.
   Teken het schema van de schakeling die Koen moet maken. Gebruik daarbij elektrische symbolen.

7. Bij Donna's deurbel bevindt zich naast de drukschakelaar een ingebouwd lampje dat altijd brandt. Daardoor is de bel 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.
   b. Hoeveel stroomdraden moeten er minstens door het gaatje in de deursteil gevoerd worden?



Stroom meten

Ampèremeter (A-meter)
- meet de stroom **door** een voorwerp
- staat daarom **in serie met** dat voorwerp



Stroom door een lampje meten.

virtueelpracticumlokaal/multimeter

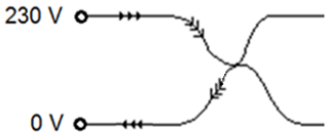
Brandgevaar

Werd de brand in de Notre-Dame van Parijs veroorzaakt door kortsluiting?
Grote stroomsterkten kunnen door de warmte die ze ontwikkelen ***brand*** veroorzaken.
Hoe ontstaan die grote stroomsterkten en wat kunnen we er tegen doen?

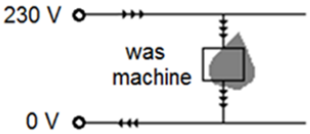
Oorzaken

- **Kortsluiting**

  Door kapotte isolatie.

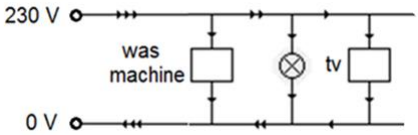


  Door water/vocht.



- **Overbelasting**

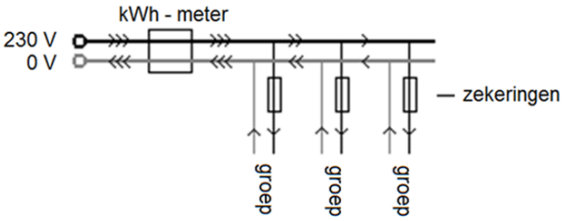
  Door teveel apparaten.



Maatregelen

- **Isolatie**
  Tegen kortsluiting.

- **Groepsindeling**
  Tegen overbelasting.
  Door alle stroomtrekkende elektrische apparaten over groepen te verdelen, kun je de stroomsterkte per groep beperken.



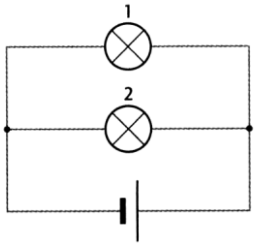
- **Zekering** of **stop**
  Voor als het toch nog misgaat.
  Is de zwakste schakel van een groep.
  Als de stroomsterkte een bepaalde waarde overschrijdt, smelt de smeltdraad en wordt de stroom uitgeschakeld.
  agtijmensen/6.6 zekering doorsmelten

Practicum 6.4 a en b

1. Op een fietslampje staat: 0,60 A.
   a. Wat wordt daarmee bedoeld?

   Twee van deze lampjes bevinden zich in het schakelschema hiernaast.
   b. Neem het schema over en teken er een ampèremeter in die de stroom door lampje 2 meet.

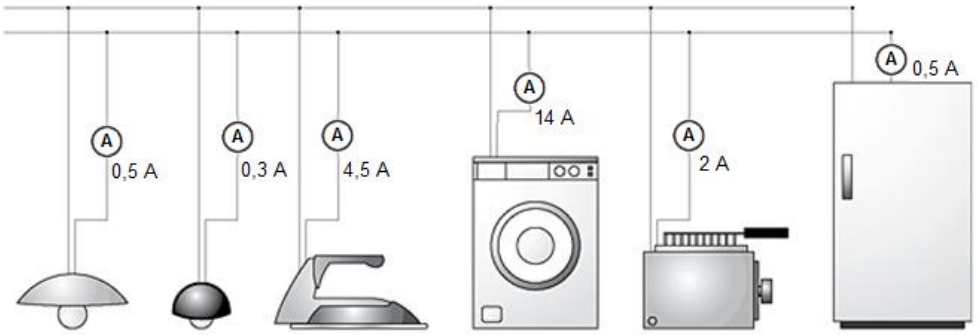
   De ampèremeter heeft drie meetbereiken: 50 mA, 500 mA en 5 A.
   c. Welk meetbereik is het meest geschikt voor de meting die bij b. bedoeld wordt?



2. Teveel stroom kan brand veroorzaken.
   a. Noem twee oorzaken van een te hoge stroomsterkte.
   b. Noem drie maatregelen die een te hoge stroomsterkte moeten voorkomen.

3. Nadat de elektriciteitsleiding het huis binnenkomt, wordt deze leiding snel in groepen gesplitst.
   a. 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.
   b. Leg uit of de zekering doorsmelt.



4. In elk huis kom je een elektrische installatie met meerdere ‘groepen’ tegen. Hierdoor voorkomt men:
   a. kortsluiting
   b. overbelasting
   c. beiden
   d. geen van beiden

   Kies a, b, c of d.

5. In haar keuken heeft Donna ‘s avonds 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.
   a. 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.
   b. 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.
   c. Wat had ze eerst moeten doen?

Kilowattuurmeter (kWh-meter)

Bij het verlaten van een winkel, moet je langs de ***kassa***:
de boodschappen die je meeneemt, moeten wel betaald worden.
De stroom die je huis binnenkomt, moet langs de ***kilowattuurmeter***:
de *energie* die hij komt brengen, moet wel betaald worden.
agtijmensen/6.8 kWh-meter

Het 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

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

$$\downarrow$$

$$kWh \overset{DEF}{=} kW \cdot h \qquad (\textit{definitie kilowattuur})$$

Net als het energiebedrijf kiezen we voor gebruiksvriendelijke eenheden:

kilowatt *kW*	i.p.v.	watt *W*
uur *h*	i.p.v.	seconde *s*
kilowattuur *kWh*	i.p.v.	wattseconde *Ws*

1 kW = 1000 W
1 h = 60 min
1 min = 60 s

De energierekening

M.b.v. een draaischijf houdt de kWh-meter bij hoeveel energie (kWh) de elektrische stroom aflevert:

aantal gedraaide **omwentelingen** x 2	↔	aantal geleverde **kilowatturen** x 2
aantal geleverde **kilowatturen** x 2	↔	aantal te betalen **euro's** x 2

Dit betekent dat je de elektrische energiekosten eenvoudig kunt berekenen met **verhoudingstabellen**:

Geg: Tijdens het stofzuigen maakt de schijf van je kWh-meter (900 omw = 1 kWh) 576 omwentelingen.
Gevr: Wat kost deze activiteit bij een elektriciteitstarief 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.

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 hete luchtoven gemiddeld 12 minuten per dag aan. Daardoor bedraagt het energieverbruik 2,4 kWh per week.
   Bereken het (gemiddelde) vermogen van de hete luchtoven.

5. Hoeveel kost het opwarmen een diepvriesmaaltijd, als de magnetron (750 W) er 10 minuten over doet?

6. Een stofzuiger van 1250 W gebruikt in een maand € 1,60 aan elektrische energie.
   a. Hoeveel elektrische energie heeft de stofzuiger verbruikt?
   b. Hoeveel uur en hoeveel minuten heeft de stofzuiger die maand 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.