

Elektriciteit (deel 1)

- § 1 Spanningsbronnen
- § 2 Batterijen in serie en parallel
- § 3 Stroomkring
- § 4 Spanning, stroomsterkte, watercircuit
- § 5 Lampjes in serie en parallel
- § 6 Elektriciteit thuis
- § 7 Vermogen van elektrische apparaten

Bijlage: tips bij het elektriciteitspracticum

§ 1 Spanningsbronnen

Zuil van Volta

In het jaar 1800 bouwde de Italiaanse natuurkundige Alessandro Volta de zogenaamde zuil van Volta. Deze bestaat uit een opstapeling van laagjes zink, laagjes koper en laagjes karton die in een zoutoplossing gedrenkt zijn. Zie de figuur hiernaast.

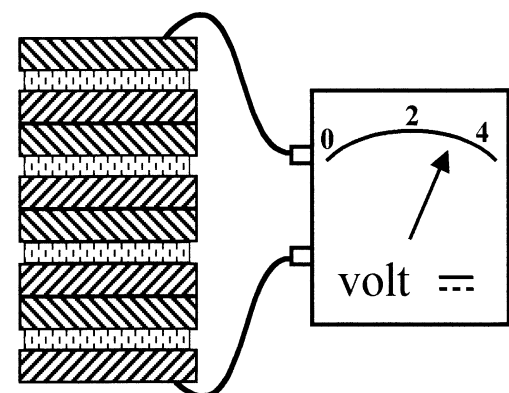
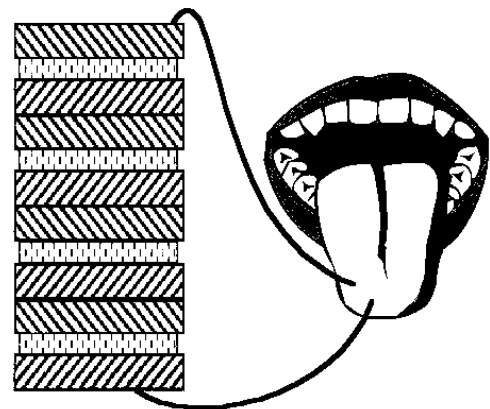
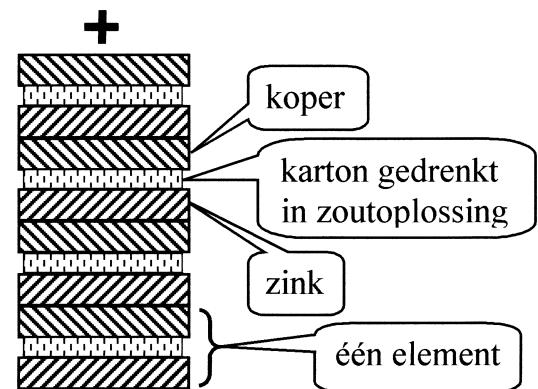
De volgorde van de laagjes is belangrijk. Steeds vormen drie laagjes een 'element' binnen de zuil. Binnen zo'n element zit een laagje zink onder, een laagje karton in het midden en een laagje koper boven. De hiernaast afgebeelde zuil van Volta bevat vier elementen.

De zuil van Volta heeft twee polen, namelijk een pluspool en een minpool. De bovenkant van de zuil is de pluspool (aangegeven met +) en de onderkant is de minpool (aangegeven met -). Als je deze polen op je tong aansluit zoals in de figuur hiernaast, dan geeft dat een prikkelend gevoel. Deze prikkeling ontstaat omdat er tussen de pluspool en de minpool van de zuil een 'spanning' staat. Daarom wordt de zuil van Volta wel een spanningsbron genoemd.

Naarmate het aantal elementen binnen een zuil groter is, zal de spanning tussen de polen ook groter zijn en zal het prikkelende gevoel op je tong ook sterker zijn.

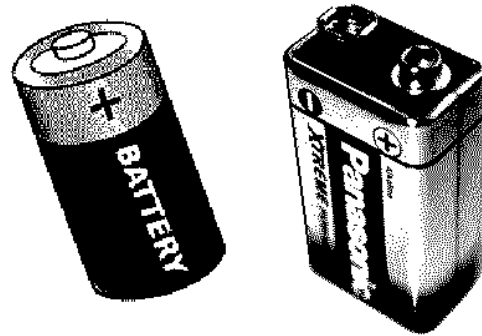
De spanning tussen de pluspool en de minpool kan ook met een spanningsmeter gemeten worden. Zie de figuur hiernaast. Omdat de spanning in de eenheid volt wordt uitgedrukt, wordt een spanningsmeter ook wel een voltmeter genoemd. In de figuur is de spanning tussen de polen ongeveer 3 volt. Dit wordt afgekort tot 3 V.

De spanning, die door de zuil van Volta geleverd wordt, heet gelijkspanning. Dat wil zeggen dat één pool (de bovenkant van de zuil) steeds de pluspool is en de andere pool (de onderkant van de zuil) steeds de minpool is.



Batterijen

Hiernaast staan twee batterijen afgebeeld. Een batterij is, net als de zuil van Volta, een spanningsbron die gelijkspanning levert. Bij de linker batterij zit de pluspool aan de bovenkant en de minpool aan de onderkant. De spanning tussen beide polen bedraagt 1,5 V. De polen van de rechter batterij zitten allebei aan de bovenkant. De spanning tussen de polen is 9 V.

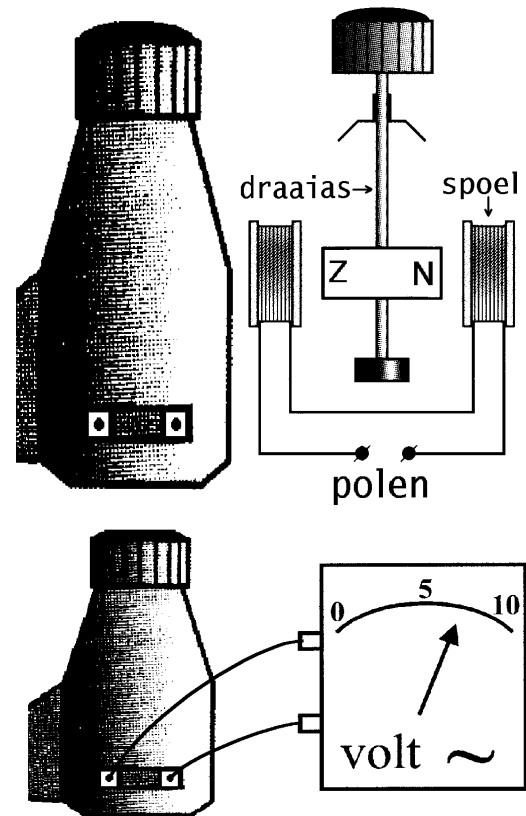


Fietsdynamo

Met een fietsdynamo kan ook een spanning worden opgewekt. In het verleden werd de dynamo door de voorband aangedreven. In de figuur hiernaast is zo'n dynamo afgebeeld. Een magneet bevindt zich tussen twee spoelen. Als de magneet ronddraait, ontstaat er een spanning tussen de twee polen. Ook een fietsdynamo is een voorbeeld van een spanningsbron.

In tegenstelling tot de zuil van Volta en een batterij is er bij een dynamo sprake van wisselspanning. Dat wil zeggen dat de pluspool en de minpool steeds omwisselen. Elke pool is dus eventjes pluspool, daarna minpool, daarna weer pluspool, enzovoort.

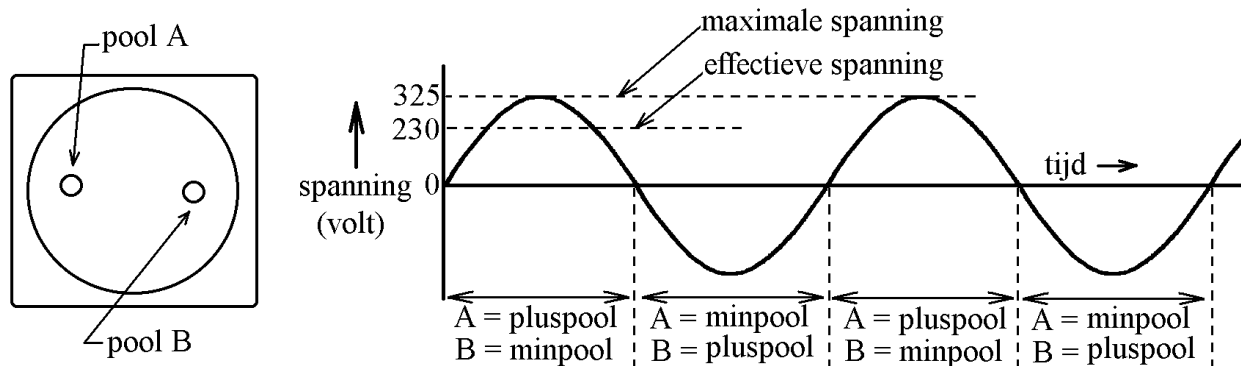
Als de polen van de dynamo met je tong worden verbonden, geeft dat net als bij de zuil van Volta een prikkelend gevoel. Dit wordt veroorzaakt door de (wissel)spanning tussen de polen. Deze spanning kan gemeten worden met een voltmeter. Zie de figuur hiernaast. Het "slangetje" geeft aan dat de voltmeter is ingesteld op wisselspanning. In het voorgaande geval moest de voltmeter juist op gelijkspanning worden ingesteld.



Stopcontact

Ook een stopcontact is een spanningsbron. De twee gaatjes in het stopcontact zijn de polen. Zie de onderstaande figuur waarin de polen met A en B zijn aangeduid. Net als een dynamo levert een stopcontact wisselspanning.

De onderstaande figuur bevat ook een diagram waarin de spanning tussen A en B uitgezet is tegen de tijd. Bij een positieve spanning is A pluspool en B minpool. Bij een negatieve spanning is A minpool en B pluspool. De spanning verandert voortdurend en ligt tussen + 325 V en -325 V. Meestal wordt er met een soort gemiddelde spanning gewerkt: de zogenaamde effectieve spanning. Deze bedraagt 230 V.



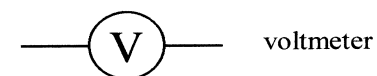
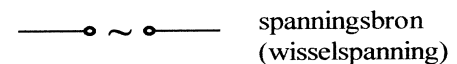
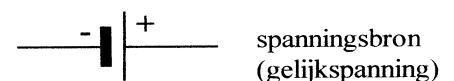
Samengevat:

Een spanningsbron heeft altijd twee polen. Tussen de polen staat een spanning. Deze spanning druk je uit in volt en meet je met een spanningsmeter (ander woord: voltmeter).

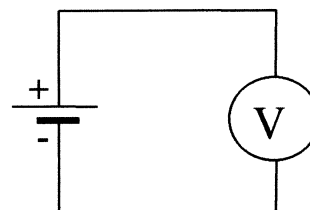
Bij gelijkspanning (zoals bij de zuil van Volta, een batterij en een accu) is één pool steeds pluspool en de andere pool steeds minpool. Bij wisselspanning (zoals bij een dynamo en een stopcontact) is elke pool afwisselend pluspool en minpool.

Symbolen, schakelschema

Een spanningsbron is vaak onderdeel van een elektrische schakeling. Om zo'n schakeling overzichtelijk te tekenen worden symbolen gebruikt. Hiernaast zijn de symbolen getekend van een gelijkspanningsbron, een wisselspanningsbron en van een voltmeter.



In het hiernaast getekende schakelschema wordt de spanning van een batterij (= bron van gelijkspanning) gemeten met een voltmeter.



Opgaven bij § 1

Opgave 1

Hoeveel polen heeft een spanningsbron?

Opgave 2

Als een zuil van Volta 30 elementen bevat, uit hoeveel laagjes is deze zuil dan opgebouwd?

Opgave 3

In welke eenheid wordt spanning uitgedrukt?

Opgave 4

Met welk instrument meet je de spanning tussen de polen van een spanningsbron?

Opgave 5

Wat is de afkorting van volt?

Opgave 6

Hoeveel spanning staat er tussen de polen van een staafbatterij met een ronde doorsnede?

Opgave 7

Wat is het verschil tussen gelijkspanning en wisselspanning?

Opgave 8

Marieke zegt: “De spanning van het lichtnet is 230 volt.” Iris zegt: “De spanning van het lichtnet is op bepaalde tijdstippen hoger en op andere tijdstippen lager dan 230 volt.” Leg uit dat ze allebei gelijk hebben. Wat is het misverstand?

Opgave 9

Geef twee voorbeelden van een wisselspanningsbron.

Opgave 10

Wat geeft een slangetje op een voltmeter aan?

Opgave 11

Hoe groot is de effectieve spanning tussen de polen van het stopcontact?

Opgave 12

Je meet de spanning tussen de polen van een accu.

Teken het benodigde schakelschema.

Opgave 13

Je meet de spanning tussen de polen van het stopcontact.

Teken het benodigde schakelschema.

Opgave 14

De spanning tussen de polen van het stopcontact varieert met 50 hertz (afgekort 50 Hz). Dat wil zeggen dat elke pool 50 keer per seconde pluspool wordt.

Bereken hoelang het duurt voordat een pool, die net pluspool geworden is, daarna opnieuw pluspool wordt.

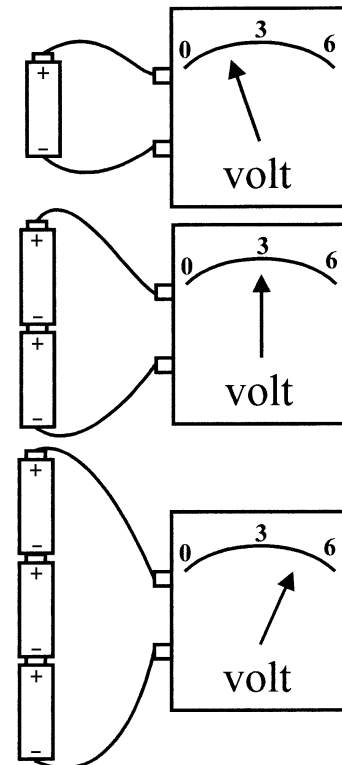
§ 2 Batterijen in serie en parallel

Serieschakeling van batterijen

In het volgende voorbeeld wordt een aantal gelijke staafbatterijen van 1,5 V met elkaar gecombineerd. Van deze 'super'spanningsbron wordt steeds de spanning tussen de polen gemeten. Om te beginnen wordt de spanning tussen de polen van één batterij gemeten. Zie de bovenste figuur hiernaast. Natuurlijk geeft de voltmeter dan 1,5 V aan.

In de middelste figuur hiernaast zijn twee batterijen met elkaar verbonden. De pluspool van de ene batterij maakt contact met de minpool van de andere batterij. De spanning tussen de uiterste twee polen is dan 3 V (zie de wijzer van de voltmeter). In de onderste figuur hiernaast zijn drie batterijen met elkaar verbonden. Pluspolen zitten tegen minpolen aan. De spanning tussen de uiterste twee polen is dan 4,5 V.

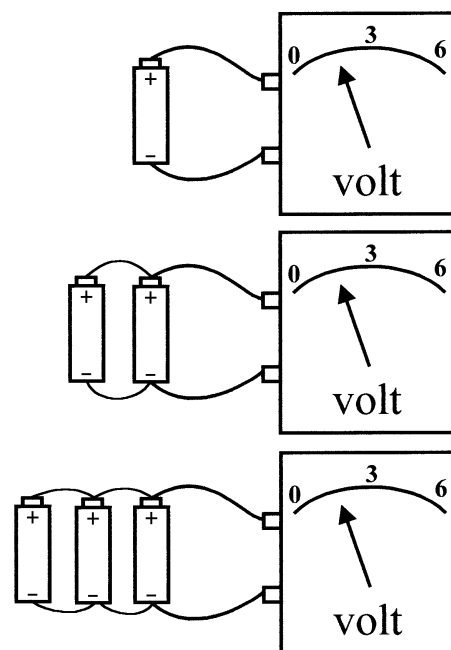
De batterijen hiernaast zijn IN SERIE geschakeld. De totale spanning is gelijk aan de optelsom van de batterijspanningen. De batterijen moeten dan wel allemaal in dezelfde richting "wijzen". Dat wordt bereikt door pluspolen met minpolen te verbinden.



Parallelschakeling van batterijen

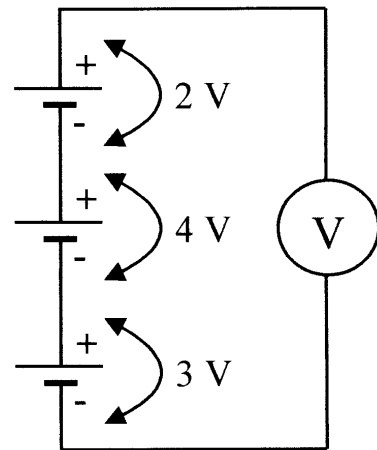
Nu wordt een aantal gelijke staafbatterijen van 1,5 V op een andere manier met elkaar gecombineerd. Weer beginnen we met één batterij. Het resultaat is 1,5 V. Zie de bovenste figuur hiernaast. In de middelste figuur hiernaast zijn twee batterijen met elkaar verbonden. Nu zijn de pluspool met de pluspool en de minpool met de minpool gekoppeld. De voltmeter geeft dan nog steeds 1,5 V aan. In de onderste figuur hiernaast zijn drie batterijen op deze manier geschakeld. Nog steeds geeft de voltmeter dan 1,5 V aan.

De batterijen hiernaast zijn PARALLEL geschakeld. Alle pluspolen zijn met elkaar verbonden. Hetzelfde geldt voor de minpolen. De spanning is gelijk aan de spanning van één batterij.



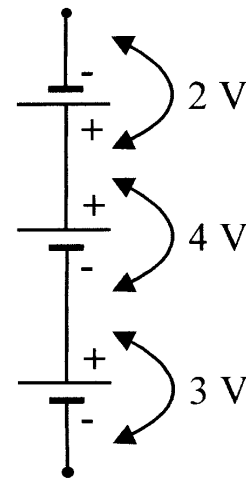
Voorbeeld 1 van een serieschakeling

In de figuur hiernaast is het schakelschema afgebeeld van drie batterijen die in serie geschakeld zijn. De spanning van de eerste batterij is 2 V, van de tweede batterij 4 V en van de derde batterij 3 V. In de serieschakeling zijn de pluspolen met de minpolen verbonden. De voltmeter meet dan dus een spanning van $2\text{ V} + 4\text{ V} + 3\text{ V} = 9\text{ V}$.



Voorbeeld 2 van een serieschakeling

Dit voorbeeld is gelijk aan het vorige voorbeeld behalve dat één batterij is omgedraaid (twee pluspolen maken contact) en dat de voltmeter ontbreekt. De batterij van 2 V werkt de andere twee batterijen tegen. De spanning tussen de uiterste twee punten is dan:
 $4\text{ V} + 3\text{ V} - 2\text{ V} = 5\text{ V}$.



Opgaven bij § 2

Opgave 1

Zijn de elementen in de zuil van Volta in serie of parallel met elkaar gekoppeld?

Opgave 2

Leg uit dat de spanning, die de zuil van Volta levert, groter is naarmate er meer elementen in zitten.

Opgave 3

Je hebt vijf staafbatterijen van 1,5 volt. Je sluit de staafbatterijen in serie met elkaar aan waarbij pluspolen tegen minpolen aanzitten. Hoe groot is de uiteindelijke spanning?

Opgave 4

Je hebt vijf staafbatterijen van 1,5 volt. Je sluit de staafbatterijen parallel met elkaar aan. Hoe groot is de uiteindelijke spanning?

Opgave 5

Bedenk een voordeel om batterijen parallel te schakelen.

Opgave 6

Vier gelijke batterijen worden in serie met elkaar geschakeld. De pluspolen zitten tegen de minpolen aan. De uiteindelijke spanning wordt met een voltmeter gemeten. Teken het bijbehorende schakelschema (dus met symbolen en rechte draden).

Opgave 7

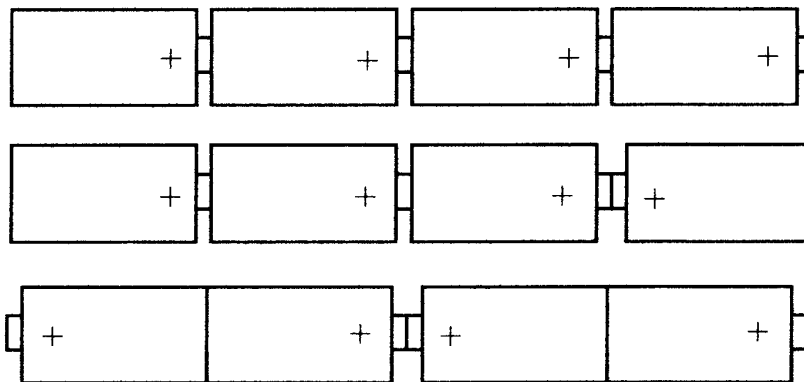
Vier gelijke batterijen worden parallel met elkaar geschakeld. De uiteindelijke spanning wordt met een voltmeter gemeten. Teken het bijbehorende schakelschema.

Opgave 8

Een zuil van volta bevat 24 elementen en levert een spanning van 20 V.
Bereken de gemiddelde spanning van de afzonderlijke elementen.

Opgave 9

Welke spanning levert elk van de onderstaande combinaties van 1,5 volt-batterijen?



Opgave 10

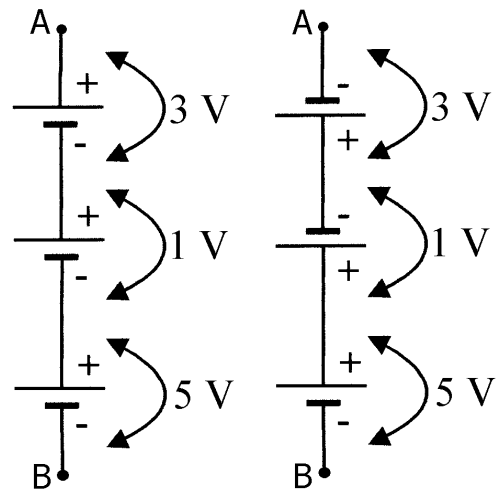
Je hebt drie verschillende spanningsbronnen, namelijk van 3 volt, 1 volt en 5 volt. Je combineert ze op twee verschillende manieren met elkaar. Zie hiernaast.

Eerst kijken we naar de eerste (linker) combinatie. Is punt A of punt B de pluspool van de samengestelde spanningsbron? _____

Wat is de spanning tussen de punten A en B?

Nu kijken we naar de tweede (rechter) combinatie. Is punt A of punt B de pluspool van de samengestelde spanningsbron? _____

Wat is de spanning tussen de punten A en B?



Opgave 11

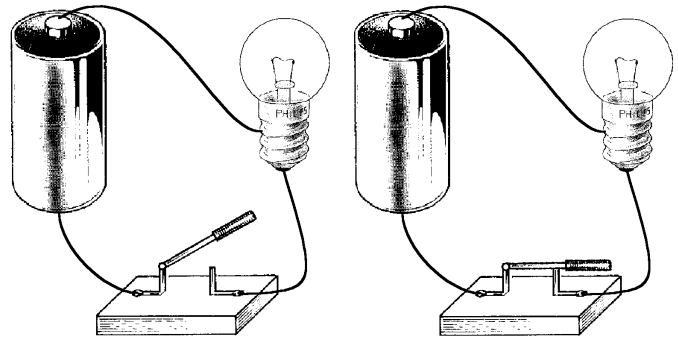
Stel dat je twee gelijke dynamo's in serie met elkaar schakelt. En dat de effectieve spanning van iedere dynamo 6 volt is. Dan kan de effectieve spanning van de serieschakeling niet voorspeld worden. Bijvoorbeeld kan deze 0 volt of 12 volt zijn maar ook alle tussenliggende waarden. Leg dat uit.

§ 3 Stroomkring

Lampje aangesloten op een batterij

In de figuren hiernaast is een lampje op een batterij aangesloten. Ook is een schakelaar in de schakeling opgenomen. In de linker figuur brandt het lampje niet omdat de schakelaar OPEN is. In de rechter figuur brandt het lampje wel, omdat de schakelaar GESLOTEN is.

In de linker figuur loopt er geen elektrische stroom; in de rechter figuur wél. Deze stroom loopt van de pluspool via het lampje en de schakelaar naar de minpool van de batterij. Er kan alleen een stroom lopen als de stroomkring gesloten is.

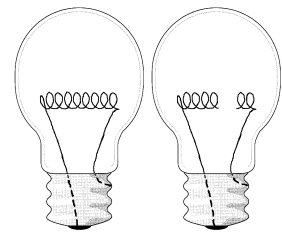


De stroomkring is open.
De lamp brandt niet.

De stroomkring is gesloten.
De lamp brandt.

Gloeilamp

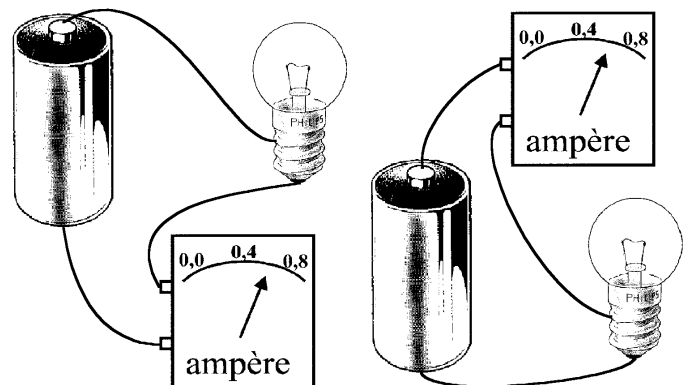
In de figuur hiernaast is de doorsnede van een goede gloeilamp (links) en een kapotte gloeilamp (rechts) afgebeeld. Als er door de gloeispiraal een elektrische stroom loopt, komt er warmte vrij in deze gloeidraad. Als de stroom voldoende groot is, dan wordt de gloeidraad zelfs zo heet dat deze licht gaat uitzenden. Als de gloeidraad ergens onderbroken is, dan is de lamp stuk. De stroomkring blijft dan open.



Gloeilampen zijn in de maatschappij grotendeels vervangen door energiezuinigere lampen zoals led-lampen en gasontladinglampen. Dat in deze cursus toch nog gloeilampen worden getekend, komt omdat hun werking makkelijker te begrijpen is.

Stroomsterkte, ampèremeter

De stroomsterkte geeft aan hoe groot de elektrische stroom is. De stroomsterkte kan worden gemeten met een stroommeter. Zie de figuur hiernaast. Omdat de stroomsterkte in de eenheid ampère wordt uitgedrukt, wordt een stroommeter ook wel ampèremeter genoemd. In de figuren hiernaast geeft de ampèremeter een stroomsterkte van ongeveer 0,6 ampère aan. Dit wordt afgekort tot 0,6 A.



De stroomsterkte is voor en voorbij het lampje even groot. Als er geen aftakking (T-splitsing) in de stroomdraden voorkomt, dan is de stroomsterkte in elk punt van de stroomkring gelijk. Daarom wijst de ampèremeter hetzelfde aan in de linker en de rechter schakeling van de figuur.

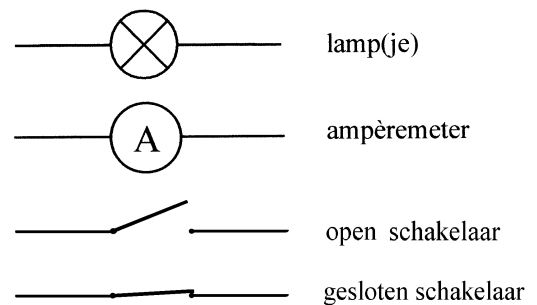
Samengevat:

Er zijn twee voorwaarden voor een elektrische stroom: 1) er moet een spanningsbron zijn (zoals een batterij) en 2) de stroomkring moet gesloten zijn. De elektrische stroom loopt buiten de spanningsbron van de pluspool naar de minpool.

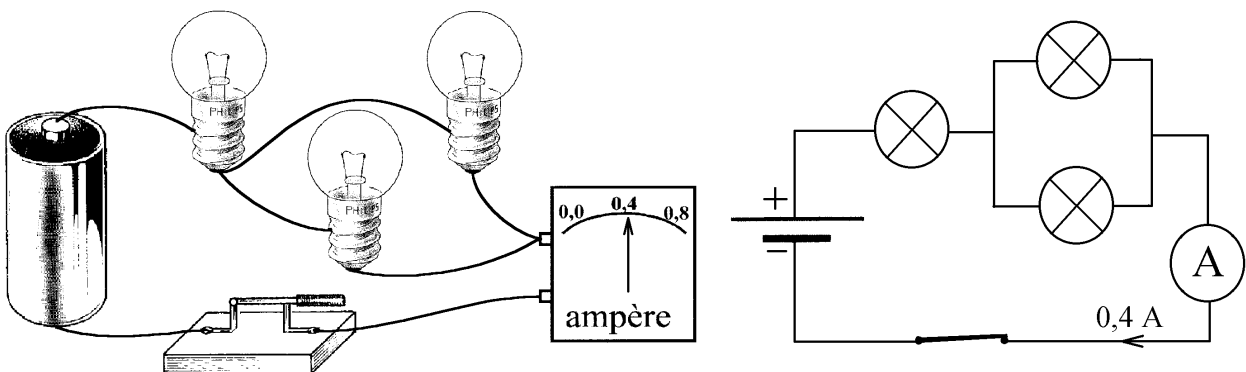
De stroomsterkte geeft aan hoe groot de elektrische stroom is. De stroomsterkte druk je uit in ampère en wordt gemeten met een stroommeter (ander woord: ampèremeter). De stroomsterkte in een onvertakte stroomkring (zonder T-splitsingen) is in elk punt gelijk. Anders gezegd: stroom slijt niet.

Symbolen, schakelschema

In een schakelschema worden een lamp(je), een ampèremeter en een schakelaar met aparte symbolen weergegeven. Deze zijn hiernaast weergegeven.



Stel bijvoorbeeld dat drie lampjes en een ampèremeter en een schakelaar op een batterij zijn aangesloten zoals in de onderstaande linker figuur is weergegeven. Dan is het bijbehorende schakelschema in de onderstaande rechter figuur afgebeeld.



De stroomrichting wordt in een schakelschema met een pijltje aangegeven. In het bovenstaande schakelschema is de stroomsterkte bij het pijltje 0,4 ampère.

Voltmeter en ampèremeter

In deze paragraaf is de ampèremeter aan bod gekomen. Deze wordt gebruikt om de stroomsterkte door een draad te meten. Kenmerkend voor een ampèremeter is dat deze de elektrische stroom zeer makkelijk doorlaat.

In het voorgaande is de voltmeter aan bod gekomen. Deze werd gebruikt om de spanning tussen de pluspool en de minpool van een spanningsbron te meten. Kenmerkend voor een voltmeter is dat deze de elektrische stroom juist niet of nauwelijks doorlaat. Anders gezegd: de stroomsterkte door een voltmeter is dus 0 A.

Opgaven bij § 3

Opgave 1

Kan de elektrische stroom door een gesloten of juist een open schakelaar lopen?

Opgave 2

Met welk instrument kan de stroomsterkte gemeten worden? Geef twee namen.

Opgave 3

In welke eenheid wordt de stroomsterkte uitgedrukt? Geef het volledige woord en ook de afkorting.

Opgave 4

Een elektrische stroom loopt door een lampje. Vóór het lampje (dat wil zeggen: aan de kant waar de stroom het lampje ingaat) is de stroomsterkte 0,3 A. Wat kun je zeggen over de stroomsterkte voorbij het lampje? Is deze groter dan 0,3 A, even groot als 0,3 A of kleiner dan 0,3 A?

Opgave 5

Er zijn twee voorwaarden voor een elektrische stroom. Welke twee zijn dat?

Opgave 6

Een lampje is op een batterij aangesloten. Er loopt een stroom door het lampje. Loopt deze stroom van de pluspool via het lampje naar de minpool of juist andersom?

Opgave 7

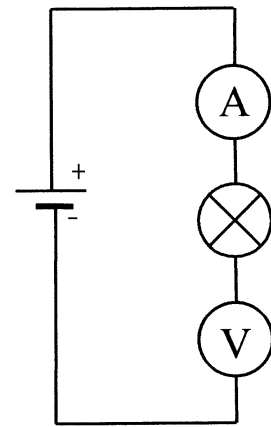
Een lampje en een schakelaar zijn op een serieschakeling van twee batterijen aangesloten. De schakelaar is gesloten. De stroomsterkte door het lampje is 0,3 A. Teken hieronder het schakelschema (dus met symbolen). Geef in de figuur ook de stroomrichting en de stroomsterkte aan.

Opgave 8

Leg uit WAAROM een elektrische stroom zeer makkelijk door een ampèremeter moet kunnen stromen.

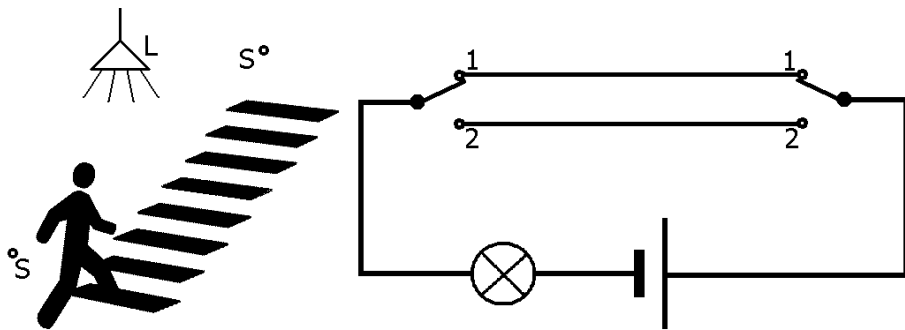
Opgave 9

Jan heeft een batterij, een lampje, een voltmeter en een ampèremeter. Hij bouwt de schakeling zoals hiernaast is afgebeeld. Hij constateert dat de lamp niet brandt. Verklaar dat.



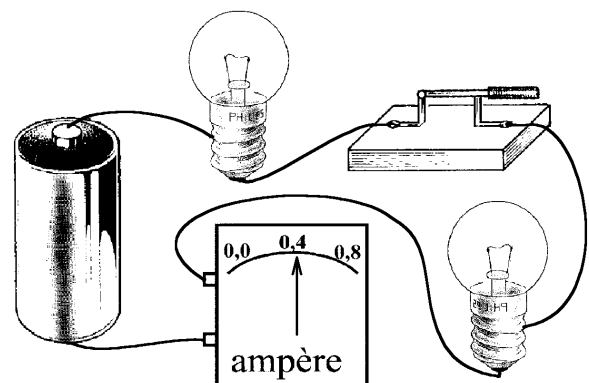
Opgave 10

In de figuur hiernaast hangt een lamp (L) boven de trap. Deze kun je zowel onderaan als bovenaan de trap met een schakelaar (S) aan en uit doen. De schakeling die hiervoor nodig is, is hiernaast ook afgebeeld. Leg uit hoe deze schakeling werkt.



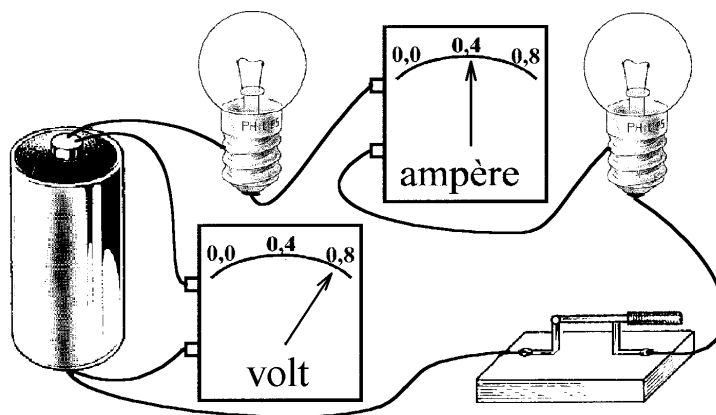
Opgave 11

Hiernaast staat een schakeling afgebeeld. Teken het bijbehorende schakelschema. Hoe groot is de stroomsterkte door de schakelaar?



Opgave 12

Hiernaast staat een schakeling afgebeeld. Teken het bijbehorende schakelschema.



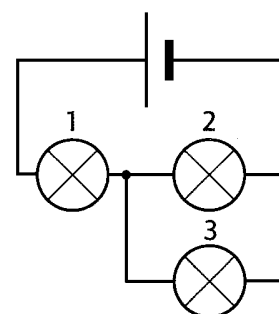
Opgave 13

Bekijk de schakeling hiernaast. Alle lampjes zijn gelijk.

Welke lampjes gaan ook uit als je lampje 1 losdraait? _____

Welke lampjes gaan ook uit als je lampje 2 losdraait? _____

Welke lampjes gaan ook uit als je lampje 3 losdraait? _____

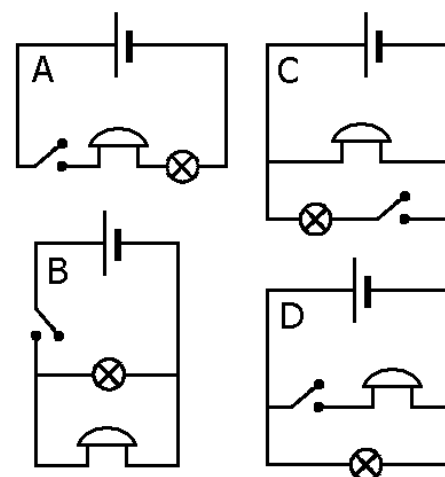


Opgave 14

Sommige deurbellen hebben drukschakelaars met een ingebouwd lampje dat altijd brandt. Daardoor is de drukschakelaar ook in het donker steeds makkelijk te vinden. Hiernaast staan vier schakelschema's afgebeeld. De geluidsbron (bel) is als een "paddestoel" getekend.

a. Welke van de vier schakelschema's (A, B, C of D) hoort bij de bovenbeschreven deurbel?

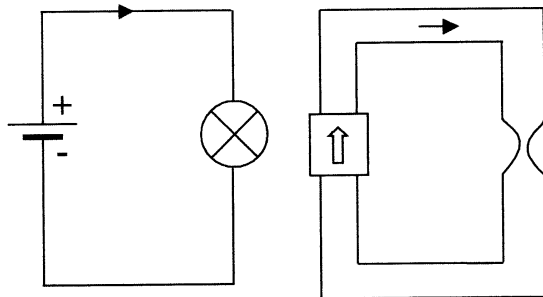
b. In welk schakelschema rinkelt de bel altijd?



§ 4 Spanning, stroomsterkte, watercircuit

Watercircuit

In de onderstaande schakeling is een lampje op een gelijkspanningsbron (bijvoorbeeld een batterij) aangesloten. De schakeling vertoont veel overeenkomsten met een watercircuit dat naast de schakeling is afgebeeld. Hierin laat een pomp water rondstromen. Het water bevindt zich in een buis waarin op één plaats een vernauwing zit.

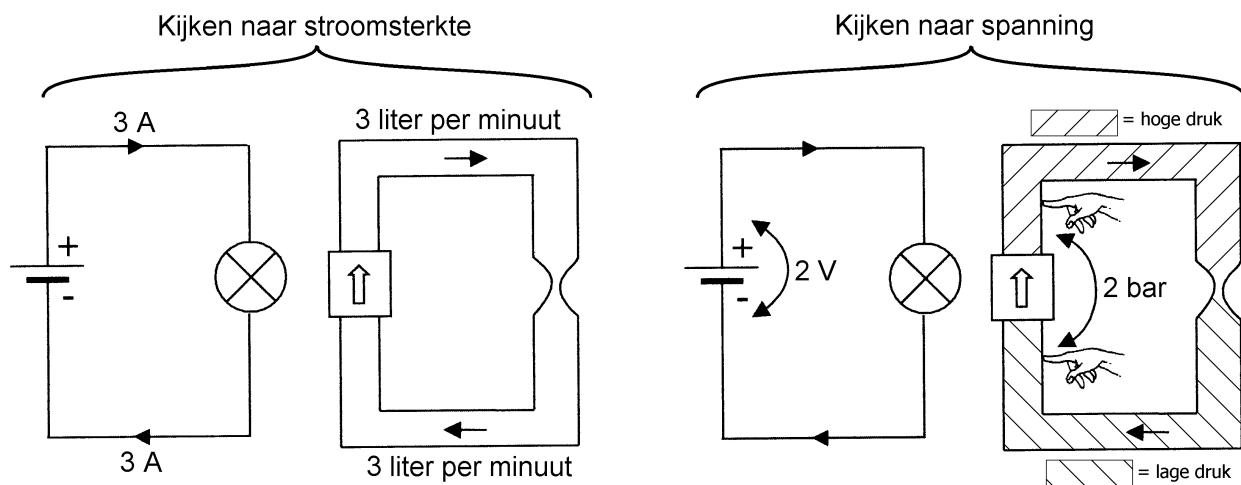


spanningsbron	⇔	pomp
lamp	⇔	vernauwing
verbindingdraden	⇔	brede buizen
elektrische stroom	⇔	waterstroom
elektrische spanning	⇔	verschil in waterdruk

De elektrische stroom ondervindt veel meer weerstand in het lampje dan in de verbindingdraden. Op dezelfde manier kan het water veel moeilijker door de vernauwing stromen dan door de brede buizen. Elk onderdeel of begrip in het elektrische schema kan met een onderdeel of begrip in het watercircuit worden vergeleken. De overeenkomsten zijn naast de figuren aangegeven. Ga dat na.

Stroomsterkte en spanning

We blijven nog langer bij de bovenstaande schakeling stilstaan. Het bijbehorende watercircuit kan nuttig zijn om het verschil tussen stroomsterkte en spanning te begrijpen. Stel bijvoorbeeld dat de stroomsterkte door het lampje 3 ampère bedraagt en dat de spanning van de spanningsbron 2 volt is. De onderstaande figuren laten dan zien hoe zich deze gegevens vertalen naar het watercircuit. Bij de twee linker figuren draait het om de stroomsterkte en bij de twee rechter figuren om de spanning.



Laten we eerst naar de twee linker figuren kijken. De stroomsterkte in de elektrische schakeling is vergelijkbaar met de hoeveelheid water die per tijdseenheid (minuut) een punt passeert. Een stroomsterkte van 3 ampère komt in ons voorbeeld overeen met een waterstroom van 3 liter per minuut. Op deze manier is het direct te begrijpen dat de stroomsterkte voor en voorbij het lampje gelijk is (3 A dus).

Laten we ons nu richten op de twee rechter figuren. In de schakeling zorgt de spanningsbron ervoor dat er tussen de bovenste en de onderste verbindingdraad een elektrische spanning staat. In het watercircuit zorgt de perskracht van de pomp ervoor dat de waterdruk in de bovenste buis groter is dan de waterdruk in de onderste buis. In de vierde figuur is dit met twee verschillende soorten arceringen weergegeven. De elektrische spanning is vergelijkbaar met het verschil in waterdruk tussen beide buizen. Een spanning van 2 volt komt in ons voorbeeld overeen met een drukverschil van 2 bar.

Het verschil in waterdruk tussen beide buizen zou je kunnen voelen als je in beide buizen een klein gaatje zou boren en het water met je vingers tegenhoudt. Zie de handen in de vierde figuur. De bovenste vinger moet dan harder op het gaatje drukken dan de onderste vinger.

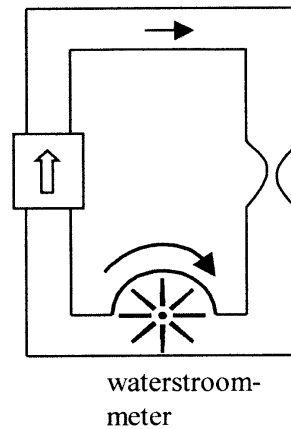
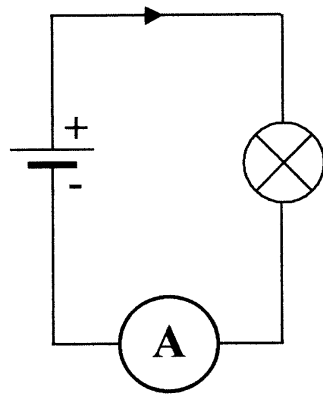
In de schakeling is de spanning de oorzaak van de stroom. Als de spanning toeneemt, neemt de stroomsterkte ook toe. Als de spanning van 2 V naar 3 V gaat, zal de stroomsterkte van 3 A naar bijvoorbeeld 4,5 A gaan. In het watercircuit geldt iets soortgelijks. Er stroomt niet vanzelf water door de vernauwing van een buis. Dit gebeurt alleen doordat de waterdruk aan de ene kant groter is dan die aan de andere kant. Hoe groter het drukverschil is, des te sterker de waterstroom is.

Samenvatting

De spanning is de oorzaak van de stroom. Als de spanning over een lampje toeneemt, zal de stroomsterkte door het lampje ook groter worden. Algemeen kan de spanning tussen twee punten van een schakeling worden omschreven als het 'elektrisch drukverschil' tussen die punten.

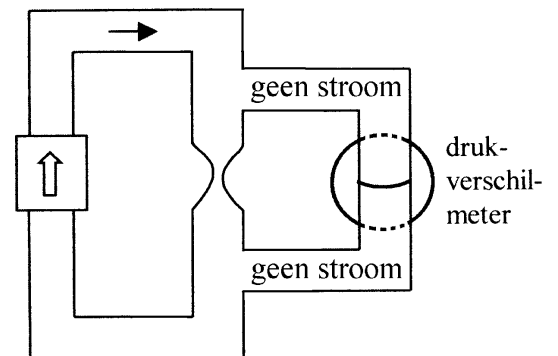
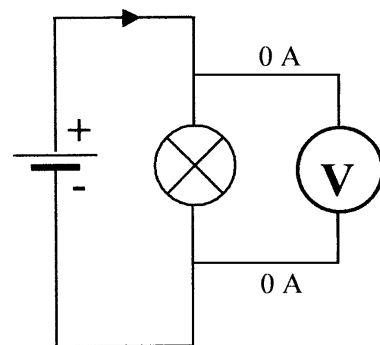
Ampèremeter

Een ampèremeter meet hoe groot de stroomsterkte is. Zoals al eerder gezegd is, laat een ampèremeter de elektrische stroom zeer gemakkelijk door. Op dezelfde manier moet een waterstroommeter de waterstroom gemakkelijk doorlaten. Zie de figuren hiernaast.



Voltmeter

Een voltmeter meet de spanning tussen twee punten van de schakeling. Een voltmeter laat de elektrische stroom niet of nauwelijks door (de stroomsterkte door een voltmeter is dus 0 ampère). Op dezelfde manier mag een drukverschilmeter de waterstroom ook niet doorlaten. Zie de figuren hiernaast.



Opgaven bij § 4

Opgave 1

In de tekst wordt een elektrische stroomkring vergeleken met een watercircuit.

De spanningsbron komt hierbij overeen met _____

De lamp komt hierbij overeen met _____

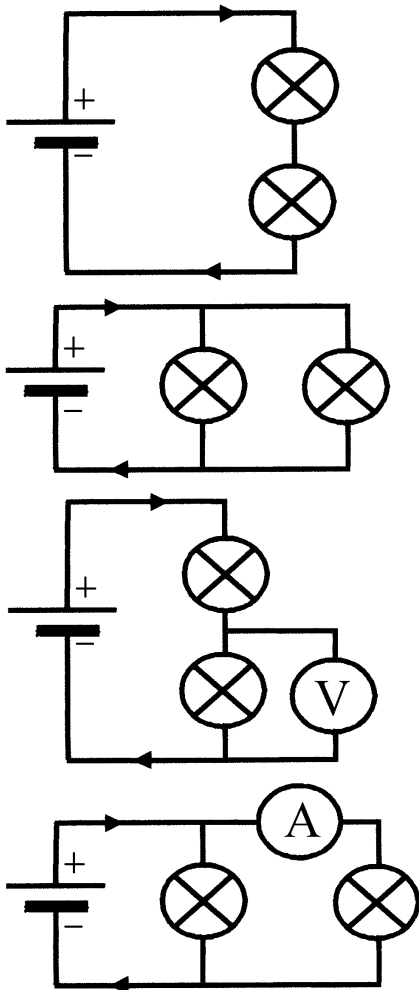
De verbindingsdraden komen hierbij overeen met _____

De stroomsterkte komt hierbij overeen met _____

De spanning komt hierbij overeen met _____

Opgave 2

Teken de watercircuits die horen bij de vier schakelingen die hieronder zijn afgebeeld.

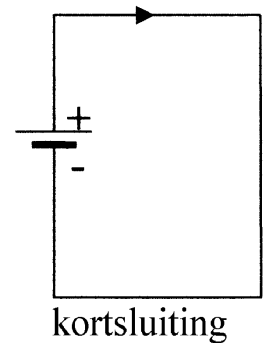


Opgave 3

Als de polen van een spanningsbron rechtstreeks contact met elkaar maken spreken we van kortsluiting. Zie bijvoorbeeld de figuur hiernaast. Deze situatie is ongewenst omdat de elektrische stroom dan gigantisch groot wordt. We spreken in dit verband van de kortsluitstroom.

Teken het overeenkomstige watercircuit.

Leg ook uit waarom de stroom zo groot wordt.



Opgave 4

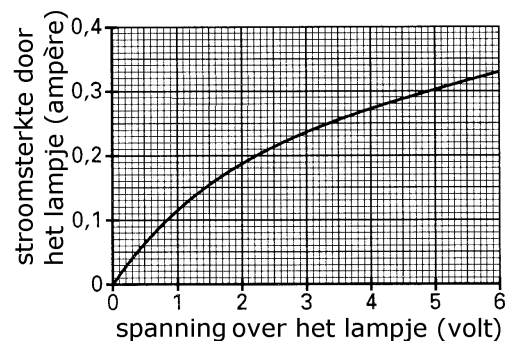
Leg uit dat je een ampèremeter nooit rechtstreeks op de polen van een spanningsbron mag aansluiten.

Opgave 5

De elektrische stroom is _____ van de spanning. Vul in: “de oorzaak” of “het gevolg”.

Opgave 6

Als je een gloeilampje op de polen van een spanningsbron aansluit, zal er een stroom door het lampje gaan lopen. De stroomsterkte door het lampje hangt natuurlijk van de spanning van de bron af. In de figuur hiernaast kun je aflezen hoe groot de stroomsterkte bij een gekozen spanning is. Dit zogenoemde stroomsterkte-spanning-diagram hoort bij een bepaald type gloeilampje. Lees uit het diagram af hoe groot de stroomsterkte voor dit type lampje is bij een spanning van 5 volt.



Opgave 7

Uit het stroomsterkte-spanning-diagram in de vorige opgave blijken de volgende twee eigenschappen.

* Bij een spanning van 0 V is de stroomsterkte door het lampje 0 A.

* Als de spanning toeneemt, neemt ook de stroomsterkte toe.

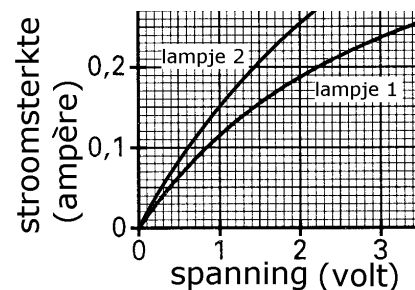
Deze eigenschappen zijn logisch als je bedenkt dat spanning de oorzaak van stroom is. Toch betekent een verdubbeling van de spanning niet automatisch een verdubbeling van de stroomsterkte (bij dit type lampje). Uit het diagram blijkt namelijk dat als de spanning twee keer zo groot wordt, de stroomsterkte _____ dan twee keer zo groot wordt. Vul hierbij in: "meer" of "minder".

Er zit dus blijkbaar een soort rem op de groei van de stroomsterkte. De verklaring hiervoor is dat de gloeidraad in het gloeilampje steeds heter wordt. En hoe heter de gloeidraad is, des te _____ hij de stroom doorlaat. Vul hierbij in: "makkelijker" of "moeilijker".

Opgave 8

In de figuur hiernaast staat het stroomsterkte-spanning-diagram van twee verschillende gloeilampjes weergegeven.

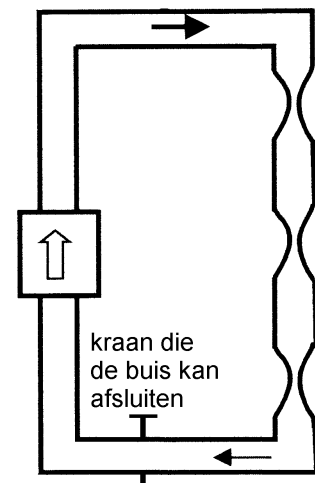
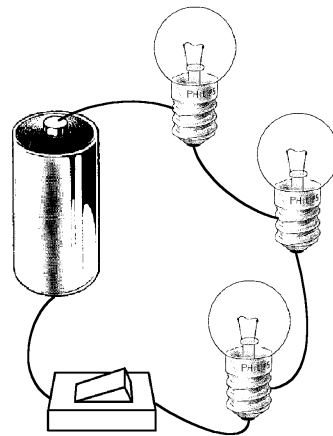
Welk lampje laat de elektrische stroom het makkelijkst door? Licht je antwoord toe.



§ 5 Lampjes in serie en parallel

Serieschakeling van lampjes

In de figuur hiernaast zijn drie lampjes op een batterij aangesloten. Ook is een schakelaar in de stroomkring opgenomen. De elektrische stroom kan maar langs één weg van de pluspool naar de minpool lopen. Met andere woorden: de stroomkring bevat geen T-splitsingen. We spreken dan van een serieschakeling.

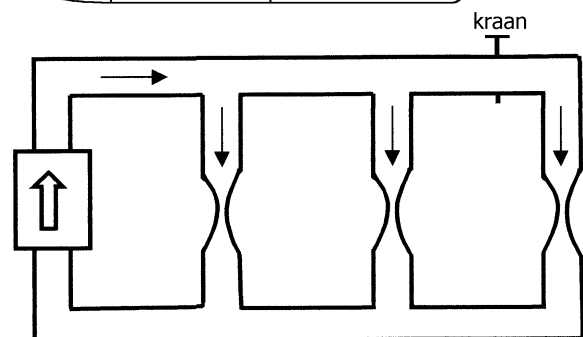
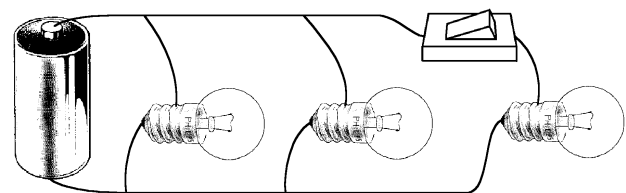


Als de stroomkring ergens onderbroken wordt, zal nergens meer een elektrische stroom lopen. Als de schakelaar in de figuur dus open gezet wordt, dan gaan alle lampjes uit.

Naast de schakeling staat het vergelijkbare watercircuit. Het water stroomt door drie vernauwingen. De kraan in de leiding komt overeen met de schakelaar. Als de kraan dichtgedraaid zou worden, zou het water overal tot stilstand komen.

Parallelschakeling van lampjes

In de figuur hiernaast zijn ook drie lampjes op een batterij aangesloten. De elektrische stroom kan nu via drie verschillende wegen (lampjes) van de pluspool naar de minpool lopen. Er zijn drie zogenaamde "takken" in de schakeling. We spreken dan van een parallelschakeling.



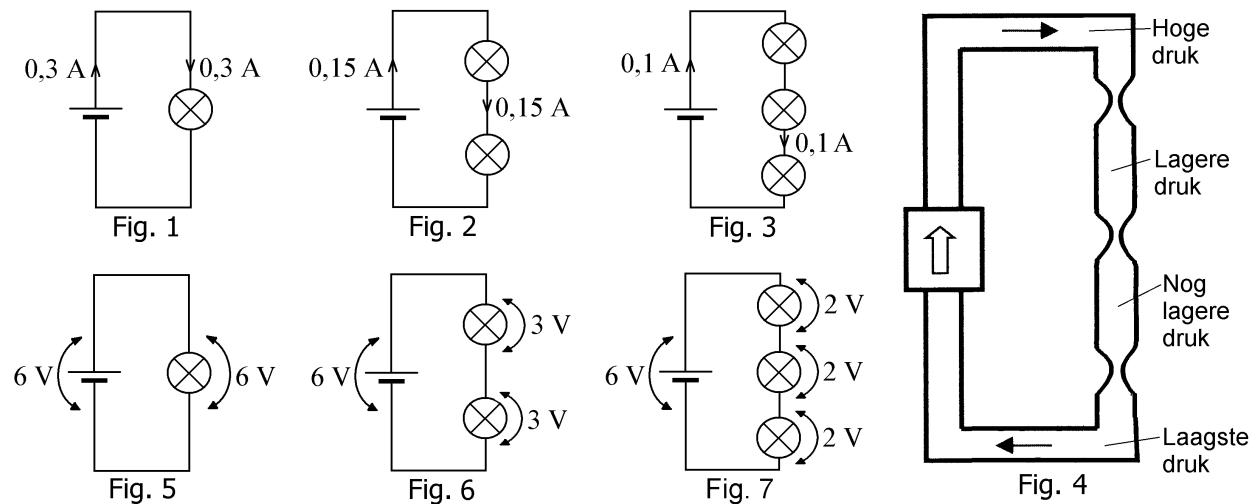
Elk lampje kan onafhankelijk van de andere lampjes aan- en uitgeschakeld worden. Neem bijvoorbeeld het rechter lampje in de figuur. Als de schakelaar open gezet wordt, dan gaat dit lampje uit terwijl de andere lampjes blijven branden.

Onder de schakeling staat het vergelijkbare watercircuit. Als de kraan in de rechter buis dichtgedraaid zou worden, zou het water toch nog via twee andere buizen rond kunnen stromen.

Spanning en stroomsterkte in een serieschakeling

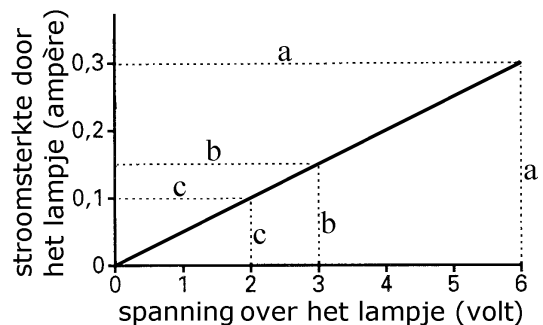
In de onderstaande figuren 1, 2 en 3 worden achtereenvolgens één, twee en drie lampjes IN SERIE op een spanningsbron van 6 V aangesloten. De lampjes zijn allemaal gelijk. Het blijkt dat de lampjes in figuur 2 zwakker branden dan in figuur 1 en in figuur 3 nog zwakker branden.

Bij een bepaald type lampje is de stroomsterkte in de figuren 1, 2 en 3 gelijk aan 0,3 A, 0,15 A en 0,1 A. Blijkbaar neemt de stroomsterkte af als er meer lampjes in serie op de bron worden aangesloten. Eigenlijk is dat wel logisch als we naar het waterstroomschema kijken zoals in figuur 4. Hoe meer vernauwingen er in de waterbuis zitten, des te moeilijker het voor het water wordt om te stromen.



De schakelingen in de figuren 1, 2 en 3 zijn nogmaals getekend in de figuren 5, 6 en 7. Nu zijn de spanningen aangegeven. Ga na dat de spanning van de bron steeds 6 V is. We zien dat de door de bron geleverde spanning verdeeld wordt over de lampjes. Bij twee lampjes in serie is de spanning over elk lampje 3 V. Dit is namelijk de helft van 6 V. Bij drie lampjes in serie is de spanning over elk lampje 2 V. Dat is namelijk een derde van 6 V. Met behulp van het waterstroomschema zoals in figuur 4 kunnen we dit begrijpen. Bij elke vernauwing daalt de druk in de buis. Hoe meer vernauwingen er zijn, des te kleiner de drukdaling per vernauwing is.

De stroomsterktes (in de figuren 1, 2 en 3) volgen uit de spanningen (in de figuren 5, 6 en 7). Daarbij is het belangrijk om te weten hoe gemakkelijk het lampje de stroom doorlaat. Daarom is hiernaast het (spanning-stroomsterkte)-diagram van de lampjes gegeven. Neem bijvoorbeeld figuur 5 waarin de spanning over het lampje 6 V is. Volgens stippellijn a volgt dan dat de stroomsterkte 0,3 A is, wat klopt met figuur 1. Op dezelfde manier kunnen we nagaan dat de stroomsterkte 0,15 A is in de figuren 2 en 6 (stippellijn b) en 0,1 A in de figuren 3 en 7 (stippellijn c).



Spanning en stroomsterkte in een parallelschakeling

In de onderstaande figuren 8, 9 en 10 worden achtereenvolgens één, twee en drie lampjes PARALLEL op de spanningsbron van 6 V aangesloten. Het blijkt nu dat alle lampjes even fel branden (zolang de spanning van de bron niet verandert). Bij hetzelfde type lampje als hiervoor bedraagt de stroomsterkte door elk lampje steeds 0,3 A. Ga dat na. Blijkbaar heeft het (parallel) aansluiten van een extra lampje geen gevolgen voor de stroom door de andere lampjes.

In figuur 8 levert de bron een stroom van 0,3 A. In de figuren 9 en 10 is dit 0,6 A en 0,9 A. Blijkbaar neemt de door de bron geleverde stroomsterkte toe als er meer lampjes parallel op worden aangesloten. De stroomsterkte die de bron moet leveren, vind je door de stroomsterktes door de lampjes bij elkaar op te tellen. Zo geldt in figuur 9 dat $0,3\text{ A} + 0,3\text{ A} = 0,6\text{ A}$ en in figuur 10 dat $0,3\text{ A} + 0,3\text{ A} + 0,3\text{ A} = 0,9\text{ A}$.

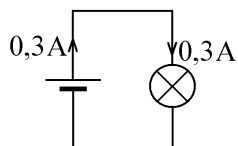


Fig. 8

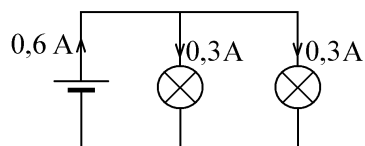


Fig. 9

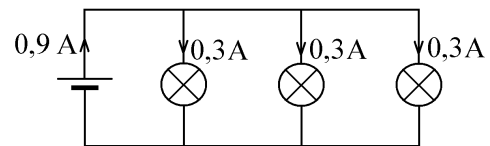


Fig. 10

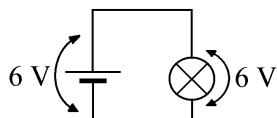


Fig. 11

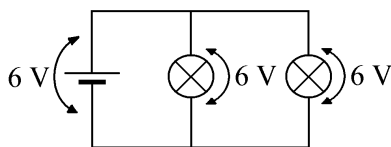


Fig. 12

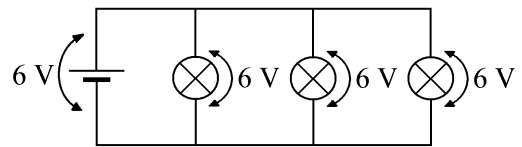


Fig. 13

De schakelingen in de figuren 8, 9 en 10 zijn nogmaals getekend in de figuren 11, 12 en 13. Hierin zijn de spanningen aangegeven. De spanning over elk lampje is gelijk aan de spanning tussen de polen van de bron, namelijk 6 V. Dat is ook logisch want elk lampje is direct op de pluspool en minpool van de spanningsbron aangesloten. Dat de stroomsterkte door elk lampje steeds 0,3 A is, klopt met het feit dat de spanning over elk lampje 6 V is. Zie stippellijn a in het eerder getoonde diagram.

Samenvatting

Als lampjes in serie op een spanningsbron zijn aangesloten, wordt de bronspanning verdeeld over de lampjes. De stroomsterkte is in elk punt van de schakeling gelijk.

Bij een toenemend aantal lampjes geldt:

- De spanning over elk lampje wordt kleiner.
- De stroomsterkte in de stroomkring wordt kleiner.
- Elk lampje brandt minder fel.

Als lampjes parallel op een spanningsbron zijn aangesloten, komt de bronspanning rechtstreeks over elk lampje te staan. De stroom, die de bron levert, is de optelsom van de stromen door de lampjes. Bij een toenemend aantal lampjes geldt:

- De spanning over elk lampje blijft gelijk (namelijk de spanning van de bron).
- De stroomsterkte die de bron moet leveren neemt toe.
- De lampjes blijven even fel branden (zolang de bron zijn spanning op peil houdt).

Opgaven bij § 5

Opgave 1

Ter info: de spanning van het stopcontact is 230 V. Omcirkel hieronder je keuze.
Tien gelijke lampen worden in serie op de polen van het stopcontact aangesloten.
De spanning over elke lamp bedraagt: 23 V of 230 V of 2300 V
Tien gelijke lampen worden parallel op de polen van het stopcontact aangesloten.
De spanning over elke lamp bedraagt: 23 V of 230 V of 2300 V.

Opgave 2

Geef aan welke van de volgende beweringen kloppen.

Eerst wordt een aantal lampjes **in serie** op een batterij aangesloten.

Bewering 1: De spanning over elk lampje is gelijk aan de batterijspanning.

Bewering 2: De stroomsterkte door elk lampje is gelijk aan die door de batterij.

Nu wordt een aantal lampjes **parallel** op een batterij aangesloten.

Bewering 3: De spanning over elk lampje is gelijk aan de batterijspanning.

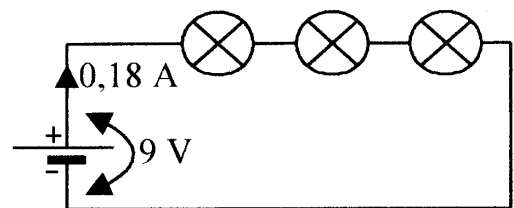
Bewering 4: De stroomsterkte door elk lampje is gelijk aan die door de batterij.

Opgave 3

Bekijk de schakeling hiernaast (alle lampjes gelijk).

Hoe groot is de spanning over het middelste lampje?

Hoe groot is de stroomsterkte door het middelste lampje?

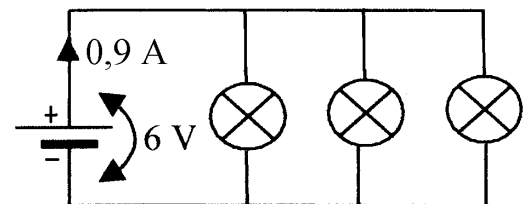


Opgave 4

Bekijk de schakeling hiernaast (alle lampjes gelijk).

Hoe groot is de spanning over het middelste lampje?

Hoe groot is de stroomsterkte door het middelste lampje?

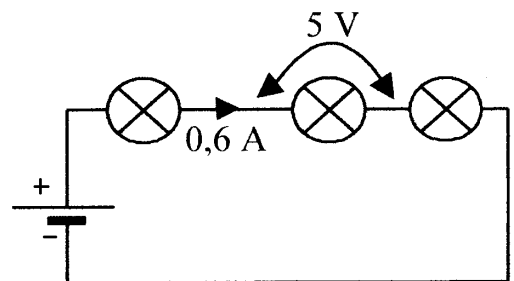


Opgave 5

Bekijk de schakeling hiernaast (alle lampjes gelijk).

Hoe groot is de spanning tussen beide polen van de spanningsbron?

Hoe groot is de stroomsterkte bij de bron?

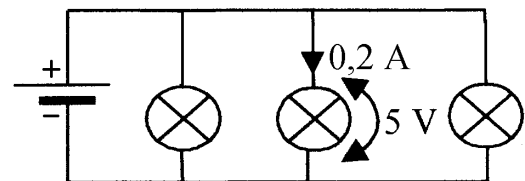


Opgave 6

Bekijk de schakeling hiernaast (alle lampjes gelijk).

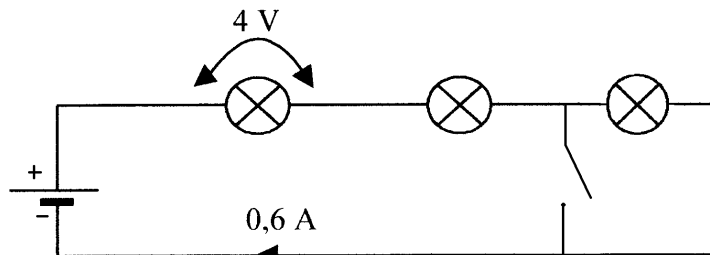
Hoe groot is de spanning tussen beide polen van de spanningsbron?

Hoe groot is de stroomsterkte bij de bron?



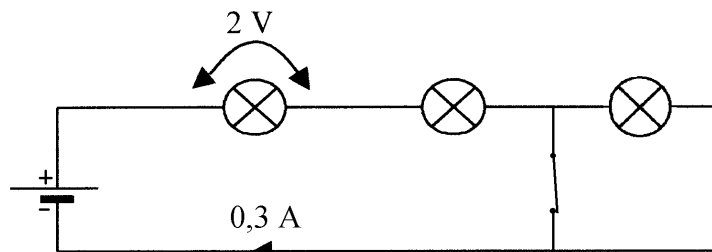
Opgave 7

Bekijk de schakeling hiernaast.
Alle lampjes zijn gelijk.
Hoe groot is de stroomsterkte door het rechter lampje?
Hoe groot is de spanning over het rechter lampje?



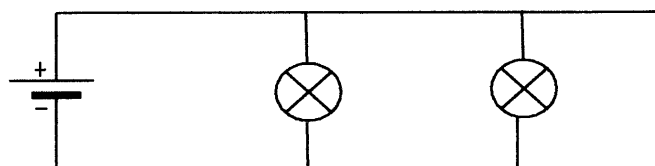
Opgave 8

Bekijk de schakeling hiernaast.
Alle lampjes zijn gelijk.
Hoe groot is de stroomsterkte door het rechter lampje?
Hoe groot is de spanning over het rechter lampje?



Opgave 9

Leg uit waarom de schakeling hiernaast fout is.

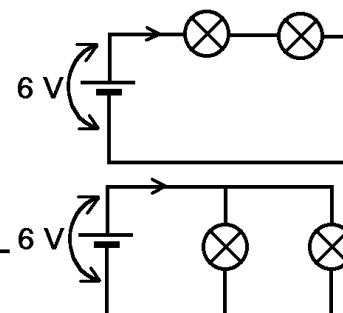
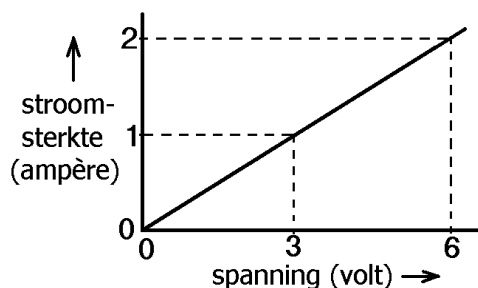


Opgave 10

Een bepaald type lampje heeft een stroomsterkte-spanning-diagram zoals hiernaast is weergegeven.

Eerst worden twee van deze lampjes in serie op een spanningsbron van 6 volt aangesloten. Zie de schakeling rechts bovenaan in de figuur.

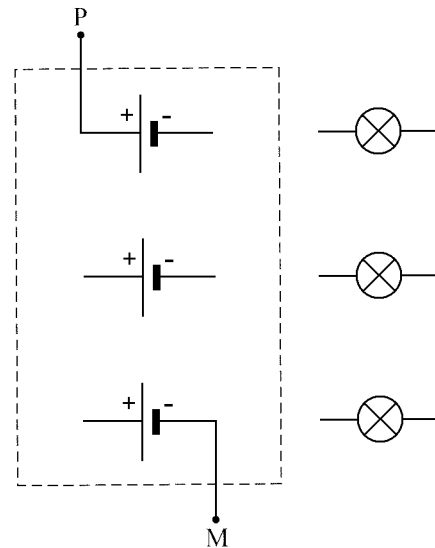
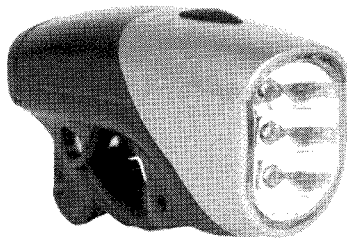
Bepaal de stroomsterkte die de bron levert.



Daarna worden de twee lampjes parallel op de spanningsbron aangesloten. Zie de schakeling rechts onderaan in de figuur. Bepaal de stroomsterkte die de bron levert.

Opgave 11 (uit HAVO-examen 2009 tijdvak 1)

Er is tegenwoordig een koplamp in de handel van het type dat hiernaast is afgebeeld. In de koplamp zitten drie parallel geschakelde lampjes (LEDjes) die ieder op een spanning van 4,5 V branden. Deze spanning wordt geleverd door een spanningsbron bestaande uit drie batterijen die ieder een spanning leveren van 1,5 V.



Naast de afbeelding van de koplamp zijn de batterijen en de lampjes schematisch getekend.

a.

Teken in de figuur de verbindingsdraden tussen de batterijen.

b.

Teken in de figuur hoe de drie lampjes op de punten P en M van de spanningsbron zijn aangesloten.

Als de drie lampjes branden, levert de spanningsbron een stroom van 0,028 A.

c.

Bereken in dat geval de stroomsterkte door elk lampje.

Een van de lampjes gaat kapot.

d.

Leg uit of de stroom, die de spanningsbron dan levert, kleiner of groter wordt of gelijk blijft.

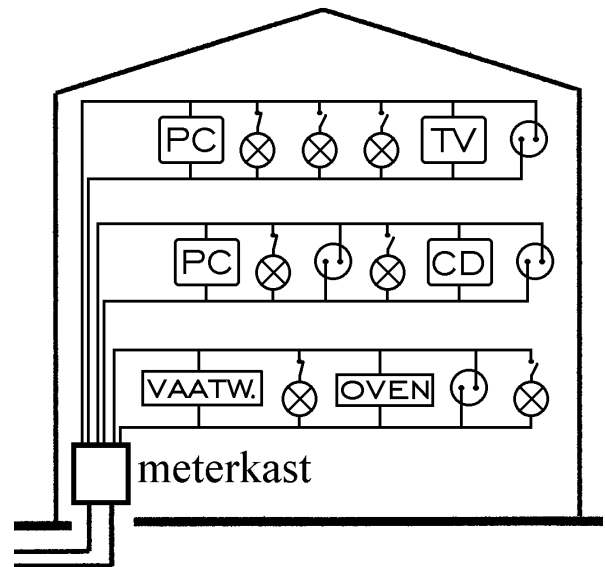
§ 6 Elektriciteit thuis

Elektriciteit thuis, groepen

Verreweg de meeste huizen zijn op het elektriciteitsnet aangesloten. De elektriciteitskabel die vanuit de grond je huis binnenkomt, gaat naar de meterkast. Zie de figuur hiernaast.

Uit de meterkast vertrekt een aantal parallele takken. Zo'n aftakking wordt een groep genoemd. In de figuur hiernaast zijn drie groepen weergegeven. Binnen een groep worden elektrische apparaten parallel geschakeld. Apparaten moeten immers ieder apart aan- en uitgeschakeld worden.

Onder het lichtnet verstaan we alle leidingen in huis die bij de elektriciteitsvoorziening horen.



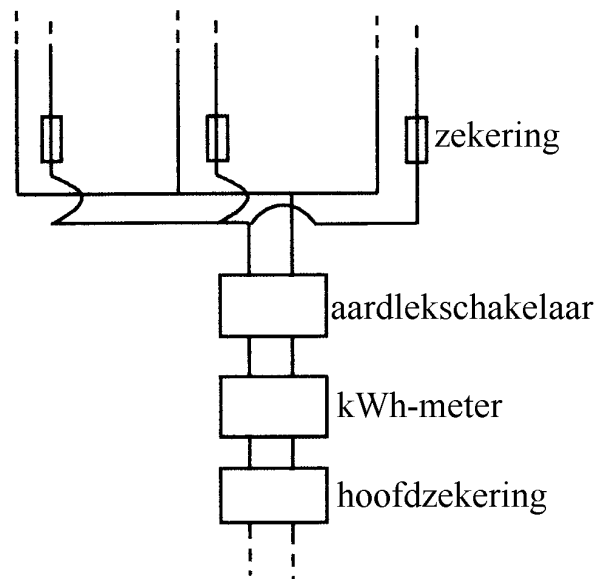
Meterkast

De elektriciteitskabel, die je huis binnenkomt, gaat naar de meterkast. Zie de figuur hiernaast. De kabel gaat daar eerst door de hoofdzekering. Deze verbreekt de stroomkring als de stroom te groot wordt. Meestal gebeurt dat bij 35 ampère.

De kabel gaat daarna door de kWh-meter (kWh = kilowattuur). Deze meet hoeveel elektrische energie wordt gebruikt.

Daarna gaat de kabel door de aardlekschakelaar. Deze controleert of de stroomsterkte in beide elektriciteitsdraden gelijk is. Als dit niet het geval is, verbreekt de aardlekschakelaar de stroom. Deze situatie doet zich bijvoorbeeld voor als de buitenkant van een apparaat "onder stroom" komt te staan en iemand hierdoor een schok krijgt.

Daarna wordt de kabel gesplitst in een aantal groepen. Elke groep heeft een eigen zekering, die de stroom verbreekt als de stroomsterkte groter wordt dan 16 ampère. De rest van het huis heeft dan nog gewoon elektriciteit.



Snelle en trage zekeringen

Groepszekeringen zijn snel, de hoofdzekering juist traag. Dat wil zeggen dat een groepszekering de stroom meteen verbreekt als de stroomsterkte boven de 16 A komt. Omgekeerd mag de stroomsterkte door de hoofdzekering tijdelijk groter dan 35 A worden. Dit gebeurt bijvoorbeeld als je behalve een wasmachine, een straalkachel, een elektrische oven en een aantal lampen ook nog (korte tijd) gaat stofzuigen.

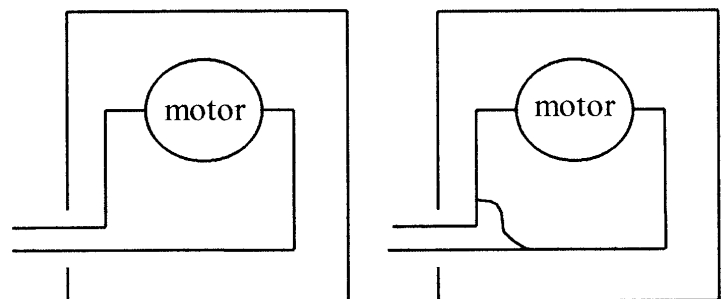
Overbelasting

Alle elektrische apparaten staan parallel met elkaar geschakeld. Daardoor is de spanning over elk apparaat gelijk namelijk 230 volt (effectieve waarde). Als je van alle apparaten binnen één groep de stroomsterktes bij elkaar optelt, vind je de stroomsterkte door de groepszekering. Stel bijvoorbeeld, dat er binnen een groep slechts twee apparaten aanstaan, namelijk een straalkachel en een computer en dat de stroomsterkte door deze apparaten 8,1 ampère en 0,6 ampère zijn. De stroomsterkte door de groepszekering is dan 8,7 ampère.

We spreken van overbelasting als er teveel apparaten aanstaan waardoor een zekering (meestal een groepszekering) de stroomkring verbreekt. Als er bijvoorbeeld drie straalkachels binnen één groep aanstaan, dan is de stroomsterkte door de groepszekering groter dan 16 ampère en zal deze zekering de stroomkring verbreken.

Kortsluiting

Hiernaast staat een elektrisch apparaat twee keer afgebeeld. In de linker figuur is de schakeling goed. In de rechter figuur is er sprake van kortsluiting. De elektriciteitsdraden zijn namelijk direct met elkaar verbonden. De elektrische stroom zal dan door deze verbinding lopen in plaats van door de motor. Omdat de elektrische stroom dan (bijna) geen weerstand ondervindt, zal de stroomsterkte bijzonder groot worden. De zekering van de bijbehorende groep zal de stroomkring verbreken.



Opgaven bij § 6

Opgave 1

Waarom kun je thuis meteen zien dat elektrische apparaten (TV, PC, lamp enzovoort) parallel geschakeld zijn en niet in serie?

Opgave 2

Wat is het doel van de kWh-meter?

Opgave 3

Wat is het doel van een aardlekschakelaar? En wat controleert deze?

Opgave 4

In welke situatie verbreekt een groepszekering de stroomkring?

Opgave 5

Wat is het verschil tussen een snelle en een trage zekering?

Opgave 6

Wat is het nut van groepen?

Opgave 7

Zowel overbelasting als kortsluiting kunnen een zekering de stroom laten verbreken. Wat is het verschil tussen overbelasting en kortsluiting?

Opgave 8

Geef een voorbeeld waarin de hoofdzekering de stroom verbreekt (en niet de groepszekering).

Opgave 9

De stroomsterkte door een bepaald type straalkachel is 4,9 A als deze op het lichtnet wordt aangesloten.

Bereken dan hoeveel van deze straalkachels op één groep aangesloten kunnen worden.

Bereken ook hoeveel van deze straalkachels maximaal in het huis aangesloten kunnen worden (verspreid over meerdere groepen).

§ 7 Vermogen van elektrische apparaten

Vermogen van elektrische apparaten

Op gloeilampen voor huishoudelijk gebruik staat vrijwel altijd tekst gedrukt zoals 230 V, 100 W. De aanduiding 230 V slaat op de geschikte spanning voor de lamp. De elektriciteitsmaatschappij levert huishoudens inderdaad een spanning van 230 V (effectieve waarde).

De aanduiding 100 W slaat op het “vermogen” van de lamp en geeft aan hoe groot het energieverbruik van de lamp is. De letter W is een afkorting van “watt”. Stel bijvoorbeeld dat een lamp van 50 watt en een lamp van 100 watt even lang branden. Dan verbruikt de lamp van 100 watt twee keer zoveel elektrische energie. En is dan ook twee keer zo duur in het gebruik. De lamp van 100 watt geeft natuurlijk wel veel meer licht.

Een dergelijke aanduiding komen we ook bij andere elektrische apparaten tegen. Vaak worden “typeplaatjes” gebruikt met allerlei gegevens over het apparaat. Zie bijvoorbeeld de figuur hiernaast die op een wasmachine slaat. Ook nu is de gewenste spanning 230 V. Het vermogen van deze wasmachine is 2300 watt. Vergeleken met een gloeilamp verbruikt een wasmachine dus veel meer elektrische energie (binnen dezelfde tijdsduur).

Behalve de aanschafprijs is een wasmachine dus ook veel duurder in energieverbruik dan een gloeilamp.

LAVAMAT 7220	AEG
TYP 44 OSW	
3774.3443	300.UR
230 V	2300 W
50 Hz	
MADE IN GERMANY	

Samengevat

Een elektrisch apparaat verbruikt elektrische energie. Hiervoor krijg je een rekening van het energiebedrijf. Naast de tijdsduur waarin het apparaat aanstaat is ook het vermogen van het apparaat van belang. Het vermogen van een elektrisch apparaat geeft aan hoeveel elektrische energie het apparaat verbruikt per tijdseenheid (bijvoorbeeld per seconde).

De eenheid van vermogen is watt. Dit wordt afgekort tot W.

Symbolen voor spanning, stroomsterkte en vermogen

Om hierna tot een korte manier van opschrijven te komen, gebruiken we de onderstaande tabel.

grootheden	eenheden
U = spanning	V = volt
I = stroomsterkte	A = ampère
P = vermogen	W = watt

Voor spanning gebruiken we het symbool U . Bijvoorbeeld geldt: $U = 230 \text{ V}$.
Voor stroomsterkte gebruiken we het symbool I . Bijvoorbeeld geldt: $I = 10 \text{ A}$.
Voor vermogen gebruiken we het symbool P . Bijvoorbeeld geldt: $P = 2300 \text{ W}$.
De zin "Uw Verlies Is Andermans Pure Winst" kan hierbij als ezelsbrug dienen.

De letter U voor spanning is afgeleid van het Latijnse woord 'Urgere' wat zoiets betekent als dringen, duwen, stuwen, drijven of drukken.

De letter I voor stroomsterkte komt van het woord 'Intensiteit' of (volgens andere bronnen) van het Latijnse 'Influere' wat vloeien of stromen in of naar betekent.

De letter P voor vermogen komt van het Engelse woord 'Power'.

Verband tussen vermogen, spanning en stroomsterkte

Als je een wasmachine met een vermogen van 2300 watt op het lichtnet (230 volt) aansluit, dan bedraagt de stroomsterkte door het apparaat 10 ampère. Als je naar de getallen kijkt dan valt het op dat het vermogen gelijk is aan de spanning keer de stroomsterkte (want $2300 = 230 \times 10$). Zoals hierna wordt besproken is dit niet toevallig.

Algemeen geldt dat het vermogen van een elektrisch apparaat berekend kan worden door de spanning over het apparaat te vermenigvuldigen met de stroomsterkte door het apparaat.

In formulevorm:

$$P = U \times I$$

De bovenstaande formule kan in twee andere vormen geschreven worden namelijk:

$$U = \frac{P}{I} \quad \text{en} \quad I = \frac{P}{U}$$

Rekenvoorbeelden

Eerste voorbeeld:

Als een klein lampje op een spanningsbron van 6 V aangesloten wordt en de stroomsterkte door het lampje 0,5 A bedraagt, dan is het vermogen van het lampje 3 W. Dit kan als volgt uitgerekend worden.

$$P = U \cdot I = 6 \text{ V} \cdot 0,5 \text{ A} = 3 \text{ W}$$

Tweede voorbeeld:

Stel dat een autolamp op een accu wordt aangesloten. Als de stroomsterkte door de lamp 16,7 A is en het vermogen van de lamp 100 W, dan is de spanning van de accu 5,99 V. Dit kan als volgt uitgerekend worden.

$$U = \frac{P}{I} = \frac{100 \text{ W}}{16,7 \text{ A}} = 5,99 \text{ V}$$

Derde voorbeeld:

Als een gloeilamp van 100 W op het lichtnet (230 V) wordt aangesloten, dan is de stroomsterkte door de gloeilamp 0,435 A. Dit kan als volgt uitgerekend worden.

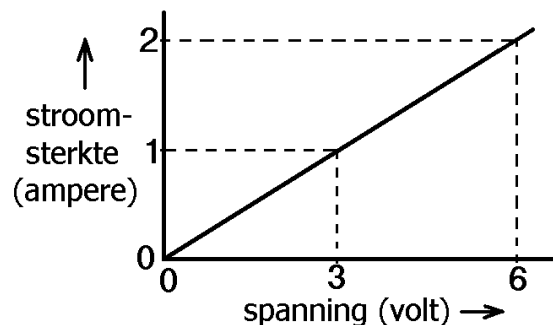
$$I = \frac{P}{U} = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 0,435 \text{ A}.$$

Opmerking:

In het derde voorbeeld is de spanning over de lamp **WISSELSPANNING** en de stroom door de lamp **WISSELSTROOM**. De effectieve waarde van de spanning (een soort gemiddelde spanning) bedraagt 230 V. Op dezelfde manier is de stroomsterkte van 0,435 A de effectieve waarde van de stroomsterkte.

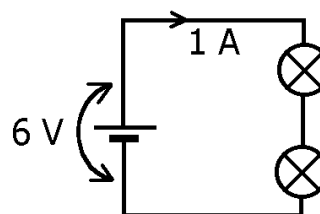
Vermogens in een serie- en een parallelschakeling

Een bepaald type lampje heeft een stroomsterkte-spanning-diagram zoals hiernaast is weergegeven.



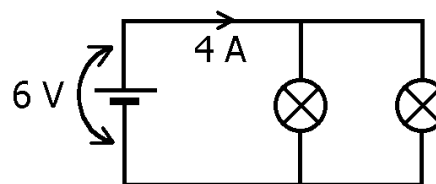
Eerst worden twee van deze lampjes **IN SERIE** op een spanningsbron van 6 V aangesloten. Zie de schakeling hiernaast. Over elk lampje staat dan een spanning van 3 V. Uit het bovenstaande diagram volgt dan dat de stroomsterkte 1 A bedraagt.

Elk lampje ontvangt een vermogen van 3 W. De spanningsbron levert een vermogen van 6 W. Onder de schakeling staan de berekeningen.



elk lampje: $P = 3 \text{ V} \times 1 \text{ A} = 3 \text{ W}$
spanningsbron: $P = 6 \text{ V} \times 1 \text{ A} = 6 \text{ W}$

Nu worden twee van deze lampjes **PARALLEL** op de spanningsbron van 6 V aangesloten. Zie de schakeling hiernaast. Over elk lampje staat dan een spanning van 6 V. Uit het bovenstaande diagram volgt dan dat de stroomsterkte door elk lampje 2 A bedraagt. Elk lampje ontvangt een vermogen van 12 W. En de spanningsbron levert een vermogen van 24 W. Onder de schakeling staan weer de berekeningen.



elk lampje: $P = 6 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 12 \text{ W}$
spanningsbron: $P = 6 \text{ V} \times 4 \text{ A} = 24 \text{ W}$

Opgaven bij § 7

Opgave 1

Geef de formule waarmee het vermogen van een elektrisch apparaat berekend kan worden.

Opgave 2

Een lamp is aangesloten op een spanningsbron van 10 V.
De stroomsterkte door de lamp bedraagt 0,5 A.
Bereken het vermogen van de lamp.

Opgave 3

Een strijkijzer van 1600 W wordt op het lichtnet (230 V) aangesloten.
Bereken de stroomsterkte door het strijkijzer.

Opgave 4

De uiteinden van een lange dunne constantaandraad worden met de polen van een accu verbonden. Hierdoor gaat er een stroom door de draad lopen. De stroomsterkte door de draad bedraagt 6 A en het vermogen is 40 W. Bereken de spanning van de accu.

Opgave 5

In een huis zijn op één groep de volgende apparaten aangesloten.

- Een koffiezetapparaat met een vermogen van 800 W.
- Een afzuigkap met een vermogen van 300 W.
- Vier lampen met elk een vermogen van 100 W.

Hoeveel vermogen is er nodig om alle apparaten te laten werken? Je kunt dit berekenen door de vermogens van de apparaten simpelweg bij elkaar op te tellen.

Bereken hoe groot de stroomsterkte door de zekering is.

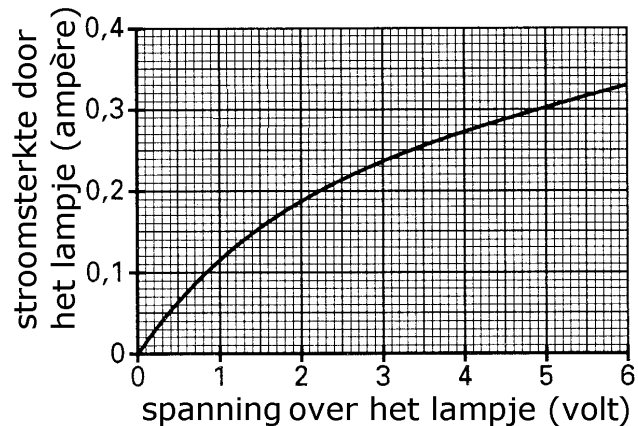
Opgave 6

Bereken het vermogen dat één groep van het lichtnet maximaal kan leveren.

Opgave 7

Koos heeft twee gelijke lampjes (gloeilampjes) die ieder een I-U-diagram hebben zoals hiernaast is afgebeeld. Ook heeft Koos een spanningsbron van 5 volt. Koos maakt nu achtereenvolgens drie schakelingen.

In de eerste schakeling is slechts één lampje op de bron van 5 V aangesloten. Bepaal het vermogen van het lampje in deze schakeling.



In de tweede schakeling zijn de twee lampjes IN SERIE op de bron (5 V) aangesloten. Bepaal het vermogen van elk lampje in deze schakeling.

Bepaal het vermogen dat de spanningsbron levert in deze schakeling.

In de derde schakeling zijn de twee lampjes PARALLEL op de bron (5 V) aangesloten. Bepaal het vermogen van elk lampje in deze schakeling.

Bepaal het vermogen dat de spanningsbron levert in deze schakeling.

Opgave 8

In deze opgave rekenen we uit hoeveel elektrische energie een huishoudelijk apparaat verbruikt. De elektrische energie wordt doorgaans uitgedrukt in kilowattuur (symbool: kWh). Bij de berekening moet je op de eenheden letten. Het vermogen van het apparaat moet je namelijk in kilowatt uitdrukken (1 kilowatt = 1000 watt). De tijdsduur waarin het apparaat aanstaat moet je in uur uitdrukken.

Eerst wat voorbeelden.

- * Een stofzuiger van 1 kilowatt verbruikt in 1 uur 1 kilowattuur.
- * Een stofzuiger van 1 kilowatt verbruikt in 3 uur 3 kilowattuur.
- * Een straalkachel van 2 kilowatt verbruikt in 1 uur 2 kilowattuur.
- * Een straalkachel van 2 kilowatt verbruikt in 3 uur 6 kilowattuur.

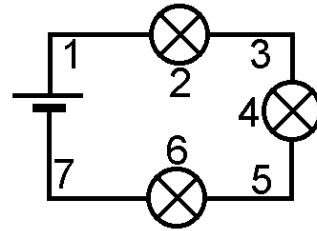
Geef nu het algemene "recept" om de verbruikte elektrische energie uit te rekenen.

Bereken hoeveel elektrische energie een strijkijzer van 1500 W verbruikt als deze een half uur aanstaat.

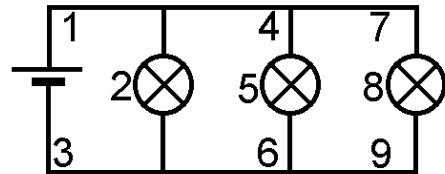
Bijlage: tips bij het elektriciteitspracticum

Opbouwen van een schakeling

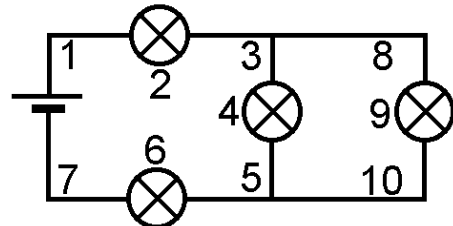
Bouw een schakeling stapje voor stapje op van de plus- naar de minpool. Stel bijvoorbeeld dat de hiernaast afgebeelde serieschakeling van lampjes moet worden gebouwd. Dan geven de nummers in de figuur de volgorde van bouwen aan.



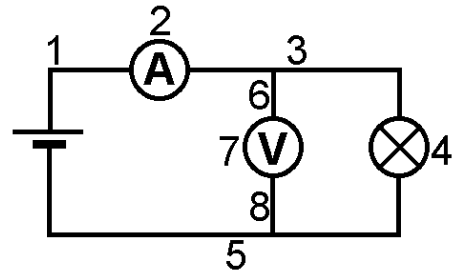
Een parallelschakeling moet tak voor tak worden opgebouwd. Stel bijvoorbeeld dat de hiernaast afgebeelde parallelschakeling van lampjes moet worden gebouwd. Dan wordt de volgorde van bouwen weer door de nummers gegeven.



Bij een combinatie van een serie- en parallelschakeling gelden weer dezelfde regels. Zie de nummers in de figuur hiernaast.



Sluit een voltmeter pas op het laatst aan. Een voltmeter laat geen (of nauwelijks) stroom door. Daarom is een voltmeter ook nooit onderdeel van een stroomkring. Bijvoorbeeld moet de hiernaast afgebeelde schakeling in de nummervolgorde worden opgebouwd.



Bereik van een ampère- of voltmeter

Veel ampère- en voltmeters hebben meerdere bereiken waar tussen gekozen kan worden. Het bereik geeft aan binnen welk gebied de meter kan meten. Zie bijvoorbeeld de voltmeter hiernaast.

Deze heeft drie bereiken namelijk:

van 0 V tot 10 V

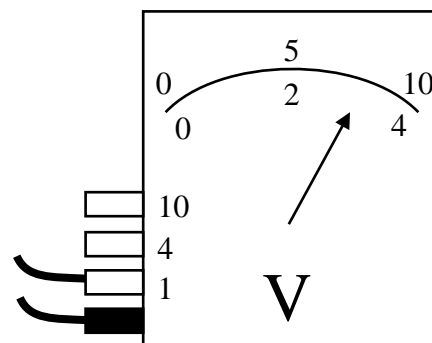
van 0 V tot 4 V

van 0 V tot 1 V.

Uit de plaats van één van de aansluitdraden blijkt dat het gekozen bereik is: van 0 V tot 1 V.

De voltmeter wijst dan dus een spanning van 0,75 V aan.

In het algemeen kun je zeggen dat een meter gevoeliger is naarmate het gekozen bereik kleiner is.



Keuze van het bereik van een meter

Kies tijdens het bouwen van de schakeling het grootste bereik van de volt- en ampèremeter. Dan zijn de meters het minst gevoelig en is de kans op beschadiging minimaal.

Om de spanning en stroomsterkte zo nauwkeurig mogelijk af te lezen moet je de volt- en ampèremeter zo gevoelig mogelijk maken. Dat doe je door het bereik van de meters stapsgewijs te verkleinen. Zolang elke wijzer maar wel binnen zijn schaalverdeling blijft.

Samengevat: schakel over van grote bereiken naar kleine bereiken.

Oefenen met het aflezen van meters

Bepaal van de onderstaande meters achtereenvolgens:

- de mogelijke bereiken
- het gekozen bereik
- de spanning of stroomsterkte die de meter aanwijst.

