

Wat je moet kennen en kunnen aan het eind van blok 5

1 Je moet drie voorbeelden kunnen noemen van het gebruik van elektriciteit in het dagelijks leven.

[P1, T1, W1]

2 Je moet weten dat een elektrische stroom kan zorgen voor een warmte-effect en voor een magnetisch effect.

[P1, T1, W1]

3 Je moet weten van welk(e) effect(en) gebruik wordt gemaakt in apparaten zoals een elektromotor, een wasmachine of een straalkachel. [P1, T1, W1]

4 Je moet weten dat een batterij, een accu en een stopcontact zorgen voor de spanning waarop elektrische apparaten werken. [P2, T2, W2]

5 Je moet weten dat de eenheid van spanning de volt is. [P2, T2, W2]

6 Je moet weten dat spanning de oorzaak van elektrische stroom is. [P2, T2, W2]

7 Je moet weten dat er een gesloten stroomkring moet zijn om een elektrische stroom te kunnen laten lopen. [P2, T2, W2]

8 Je moet weten dat I het symbool is van de elektrische stroomsterkte en dat de eenheid van stroomsterkte de ampère is. [P3, T3, W3]

9 Je moet weten dat de stroomsterkte in een stroomkring groter wordt als er meer batterijen in serie in de kring worden opgenomen. [P3, T3, W3]

10 Je moet weten hoe je de stroomsterkte in een punt van de schakeling moet meten. [P3, T3, W3]

11 Je moet een stroommeter kunnen aflezen en de stroomsterkte zowel in ampère als in milliampère kunnen noteren. [P3, T3, W3]

12 Je moet weten hoe je het juiste schaalbereik van een stroommeter kiest om zo goed mogelijk te kunnen aflezen. [P3, T3, W3]

13 Je moet de symbolen kennen die in een schakelschema gebruikt worden voor: een spanningsbron (batterij, accu), een lamp, een snoer, een schakelaar en een stroommeter. [P4, T4, W4]

14 Je moet vanuit een schakelschema een schakeling kunnen bouwen. [P4, T4, W4]

15 Je moet van een beschrijving van een schakeling het bijbehorende schakelschema kunnen tekenen en de schakeling kunnen bouwen. [P4, T4, W4]

16 Je moet weten dat in een serieschakeling de stroomsterkte overal even groot is. [P4, T4, W4]

17 Je moet weten hoe lampjes in een serieschakeling geschakeld zijn. [P4, T4, W4]

18 Je moet weten hoe lampjes in een parallelschakeling geschakeld zijn. [P4, T4, W4]

19 Je moet in een schakeling met vier gelijke lampjes aan kunnen geven welk(e) lampje(s) het felst brand(t)(en). [P4, T4, W4]

20 Je moet verschillende serieschakelingen, alle met dezelfde soort lampjes, met elkaar kunnen vergelijken en kunnen zeggen in welke schakeling de lampjes het felst branden. [P4, T4, W4]

Blok 5

Elektriciteit

Basisstof

Inleiding 102

T1 Het effect van elektriciteit 102

W1 103

T2 Schakelingen 104

W2 106

T3 Het meten van elektrische stroom 106

W3 108

T4 Schakelingen bouwen 110

W4 111

Herhaalstof

H1 Werken met een stroommeter 113

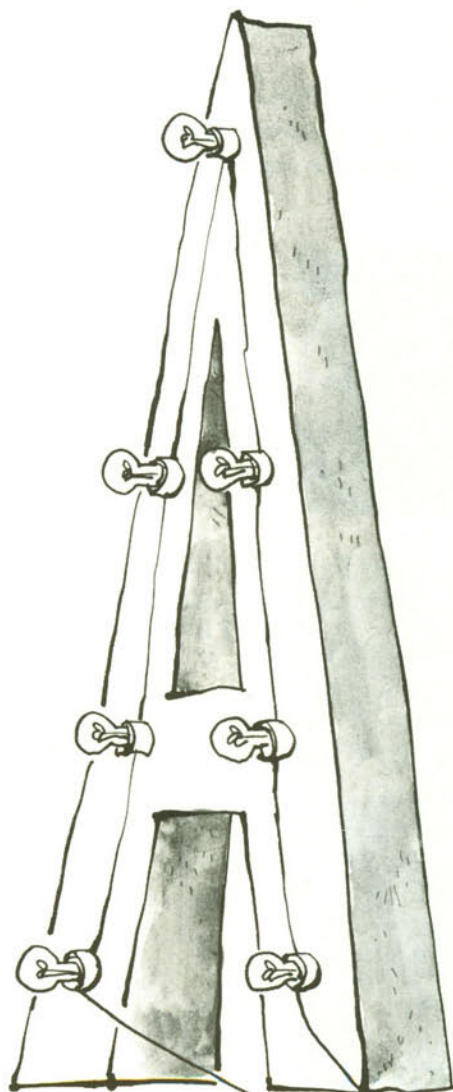
H2 Schema's en schakelingen 115

Extra stof

E1 Schakelingen 118

E2 Een stroommeter: de weekijzermeter 119

E3 Het meten van de stroomsterkte in
parallelschakelingen 121



Inleiding

Elektriciteit is niet weg te denken uit ons leven. Bedenk eens op hoeveel verschillende manieren je elektriciteit hebt gebruikt om vanmorgen op tijd op school te zijn. En vergeet daarbij niet de radio, de thermostaat van de CV, de verkeerslichten, de installatie die de verkeerslichten automatisch regelt enz.

In dit blok ga je onderzoeken wat elektriciteit eigenlijk doet. Wat het effect is van een elektrische stroom. Maar ook wat de functie is van een batterij.

We proberen je een beetje wegwijs te maken in de wereld van spanning, stroom en elektrische schakelingen.

Blok 5

T1

Het effect van elektriciteit

Elektriciteit is enorm belangrijk in een moderne samenleving. Dit merk je pas echt goed als er een storing optreedt in de elektriciteitsvoorziening:

- je zit 's avonds in het donker zonder radio en televisie;
- het verkeer loopt in de war (alle verkeerslichten vallen uit);
- liften blijven steken;

- de centrale verwarming doet het niet meer omdat de thermostaat geen signaal doorgeeft en de pomp niet meer werkt;
- de apparatuur in fabrieken valt uit.

Ruimtevaart, modern vliegverkeer en bescherming van de scheepvaart zijn zonder elektriciteit ook niet mogelijk.

Stel je voor dat in een ziekenhuis, in een operatiekamer de stroom uit zou vallen!

Om ongelukken te voorkomen, hebben ziekenhuizen (en andere belangrijke gebouwen) een eigen generator waarmee een eigen elektrische stroom kan worden opgewekt.



fig. 1
Elektriciteitscentrale.

fig. 2
Operatiekamer van een ziekenhuis. Welke elektrische apparaten herken je?



fig. 3
Welke elektrische apparaten gebruik jij nog meer?

Soorten elektrische apparaten

Elektrische apparaten zijn in vijf groepen te verdelen:
 a warmte, bijv. een straalkachel en een koffiezetapparaat;
 b licht, bijv. een gloeilamp en een TL-buis;
 c beweging, bijv. een elektromotor;

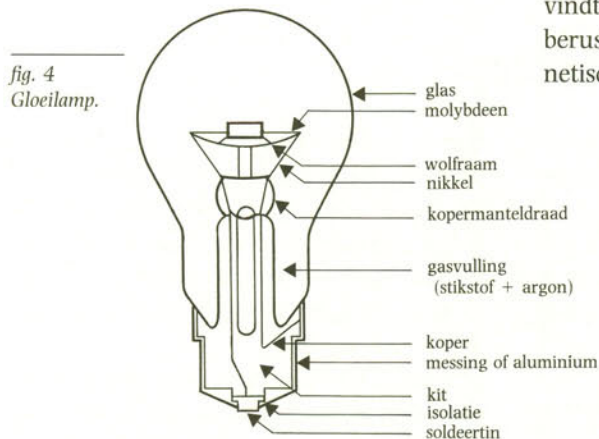
d signalen doorgeven, bijv. radio en TV, maar ook de thermostaat van de CV;
 e chemische reacties, bijv. de accu- of batterijoplader, verchromen (van je fietsstuur), verzilveren (van armbanden) enz.

Uitwerking of effect van elektriciteit

Van alle soorten uitwerkingen of effecten van elektriciteit moet je er twee kennen.

Warmte-effect

Als we een metalen draad aansluiten op een accu, dan stijgt de temperatuur van die draad. De draad kan zó heet worden dat hij gaat gloeien. Dit effect vinden we in gloeilampen, verwarmingselementen en straalkachels.



Magnetisch effect

Als je een spoel aansluit op een accu of op een batterij, kun je daarmee een ijzeren staafje aantrekken. De spoel is dus magnetisch geworden. Een draad die aangesloten is op een accu en bij een magneet is opgesteld, ondervindt ook een kracht. De werking van een elektromotor berust op dit principe. Daarom zeggen we dat het magnetisch effect optreedt bij een elektromotor.

Blok 5

W1

1 Van welk(e) effect(en) wordt gebruik gemaakt in een:
 a gloeilamp; d elektromotor;
 b broodrooster; e elektrische haardroger (föhn);
 c wasmachine; f CD-speler?

2 Elektrische apparaten in een auto.

a Schrijf vijf elektrische apparaten op die je in de auto aantreft.

b Schrijf op tot welke groep elk van deze vijf apparaten behoort.

3 Wat zou er in jouw leven veranderen als de elektriciteit gedurende lange tijd zou uitvallen?

4a Wat kom je allemaal tegen als je de elektrische stroom volgt van de plaats waar de kabel van de elektriciteitsmaatschappij het huis binnenkomt tot aan het stopcontact?

b Waarvoor dienen deze apparaten?

Hoeveel volt levert een batterij?

Als je zaklantaarn of walkman niet meer werkt, is de kans groot dat de batterijen niet meer doen wat ze moeten doen. We zeggen dan vaak dat de batterijen leeg zijn.

Misschien heeft je kleine broertje er stiekem mee gespeeld en is hij vergeten het ding uit te zetten.

De batterijen moeten er voor zorgen dat de zaklantaarn licht geeft en de walkman muziek maakt. De batterijen leveren de *spanning* waarop deze elektrische apparaten werken.

Batterijen die leeg zijn, leveren geen spanning meer.

Je hebt batterijen in alle soorten en maten: dikke staven voor in de zaklantaarn, dunne staafjes voor in de walkman, grote en kleine knooppellen voor in een horloge, een rekenmachine of een fotocamera, grote platte batterijen maar ook kleine blokjes.

Ook de spanning die een batterij levert, kan verschillen. De grootte van spanning wordt gemeten in de eenheid *volt* (symbool V). Er zijn batterijen van 1,2 V (knooppellen), 1,5 V (staven en staafjes), 4,5 V (platte batterijen), 9 V (blokjes) enzovoort.

Een eenvoudige schakeling

Met een batterij, een lampje en twee snoertjes kun je een lampje laten branden. In de natuurkunde noemen we zo iets een schakeling bouwen (Zie figuur 5.)

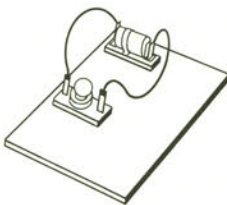
Als je het lampje losdraait, of een van de snoertjes ergens losmaakt, gaat het lampje uit. Blijkbaar brandt het lampje alleen als de kring gesloten is. De spanning

van de batterij zorgt er dan voor, dat er door de snoertjes en het lampje een *elektrische stroom* loopt.

De meeste apparaten hebben een schakelaar waarmee je het apparaat aan en uit kunt doen. Als het apparaat uit staat, is de schakelaar open en de kring verbroken. Er loopt dan geen stroom. Is de schakelaar gesloten dan werkt het apparaat.

Je kunt dus niet zeggen: er is spanning, dus er moet ook stroom zijn. Pas als de kring gesloten is, zorgt de spanning ervoor dat er een elektrische stroom gaat lopen.

fig. 5
Schakelbord met batterijhouder, lamphouder (fitting) met lampje en twee snoertjes of draden.



Meer batterijen en meer lampjes

Als je nieuwe batterijen in een zaklantaarn of een walkman moet zetten, moet je dat wel op de juiste manier doen. De batterijen horen zo achter elkaar te liggen, dat ze elkaars werking versterken. We noemen dit een *serieschakeling*. Als één van de batterijen in een zaklantaarn verkeerd ligt, geeft de zaklantaarn geen of te weinig licht.

Meestal staat op het apparaat aangegeven hoe je de batterijen er in moet doen.

In een schakeling met meerdere batterijen en lampjes

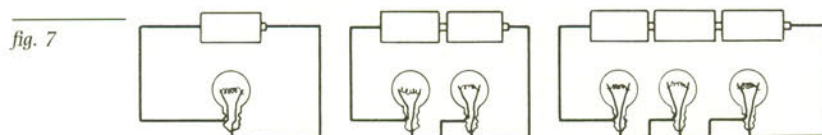
worden de batterijen in serie geschakeld. Ook de lampjes kunnen achter elkaar worden geschakeld (figuur 6). Dit is ook een serieschakeling.

Als we verschillende schakelingen met elkaar vergelijken, komt het voor dat niet alle lampjes even fel branden, ook al gebruik je steeds maar één soort lampjes. De felheid hangt af van het aantal batterijen en het aantal lampjes in de schakeling.

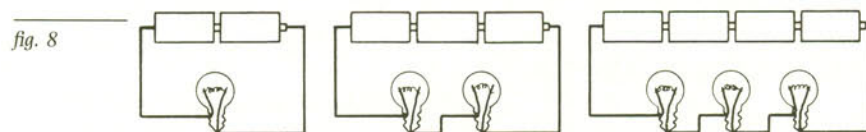
fig. 6
Kerstboomverlichting is een
serieschakeling.



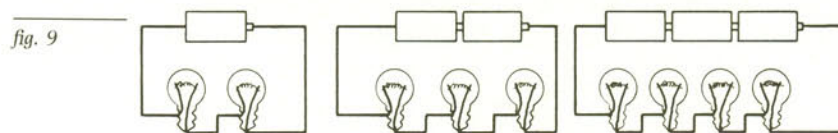
De lampjes branden even fel, als de aantallen batterijen en lampjes overeenkomen (figuur 7).



Als er meer batterijen zijn dan lampjes (figuur 8), zullen de lampjes feller branden dan die in figuur 7.



Als er minder batterijen dan lampjes zijn (figuur 9), zullen de lampjes zwakker branden dan die in figuur 7.



Samenvatting

a Een batterij levert de spanning waarop elektrische apparaten werken.

b Een lampje brandt alleen als er een elektrische stroom loopt. Dit is het geval als batterij, lampje en snoetjes een gesloten kring vormen.

c Als we het lampje uit de fitting draaien of een snoetje losmaken, brandt het lampje niet meer. De

kring is dan niet meer gesloten. Er loopt nu geen stroom meer.

d De lichtsterkte (felheid) van een lampje in een serieschakeling hangt af van:

1 het aantal batterijen in de schakeling. Hoe meer batterijen in serie, hoe feller de lampjes branden.

2 het aantal lampjes in de schakeling. Hoe meer lampjes in serie, hoe zwakker de lampjes branden.

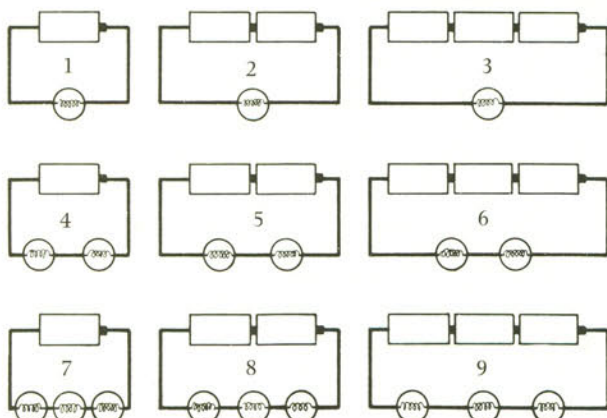
1a Waarvoor zorgt de spanning van een batterij?

b Wat is de eenheid van spanning?

2 Aan welke twee eisen moet voldaan zijn om in een schakeling een elektrische stroom te kunnen laten lopen?

3 In de negen schakelingen (figuur 10) zijn alle batterijen gelijk en alle lampjes.

fig. 10



a In welke schakelingen branden de lampjes feller dan in schakeling 1?

b In welke schakelingen branden de lampjes even fel als in schakeling 1?

c In welke schakelingen branden de lampjes zwakker dan in schakeling 1?

d Schrijf nu de nummers van de schakelingen op in de juiste volgorde van fel naar zwak.

4 Wat kan er gebeuren als je één lampje aansluit op een groot aantal batterijen die in serie zijn geschakeld?

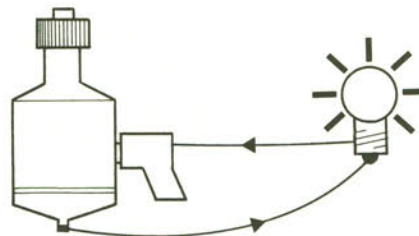
5 Geef minstens vier voorbeelden van het gebruik van een schakelaar in het dagelijks leven.

6 In een stroomkring loopt alleen een stroom als de kring gesloten is. Teken de gesloten stroomkring bij een brandende schemerlamp.

7 Bij een fiets loopt er maar één draad van de dynamo naar de koplamp (figuur 11). Toch brandt het lampje als de dynamo aanstaat. Hoe wordt er bij een fiets gezorgd voor een gesloten stroomkring?

fig. 11

Er loopt maar één draad van je dynamo naar je koplamp.



8 In een zaklantaarn moeten drie dikke staaftbatterijen.

a Op hoeveel manieren kun je de batterijen in de zaklantaarn stoppen?

b Maak een tekening van de stand van de batterijen waarbij het lampje zo fel mogelijk brandt.

c Maak een tekening van de stand van de batterijen waarbij het lampje zo weinig mogelijk licht geeft.

Blok 5

T3

Het meten van elektrische stroom

Spanning en stroomsterkte

Een spanningsbron zorgt voor een spanning tussen de + en de - pool. Als je daar een apparaat op aansluit en de kring is gesloten, gaat er een elektrische stroom lopen.

Hoe groter de spanning, des te groter is de elektrische stroom. Een lamp zal feller branden als er een grotere stroom door loopt.

Een batterij van 4,5 V.
Een stopcontact waar 220 V op 'staat'.
Een accu van 12 V.
Hier zijn drie spanningsbronnen genoemd.

fig. 12
Batterij met + en - kant. In de natuurkunde zeggen we: + en - pool.



Op een lampje staat 6 V, 250 mA. Dat wil zeggen dat je het lampje aan kunt sluiten op een spanning van 6 V. De stroom zal dan een sterkte hebben van 250 mA. Als je het lampje aansluit op een hogere spanning dan 6 V, zal er een grotere stroom door het lampje gaan. Het lampje zal dan feller branden, maar kan dat niet lang volhouden omdat de gloeidraad door zal branden en het lampje stuk gaat.

De eenheid van elektrische stroom, de stroomsterkte, is de *ampère* (afgekort A). Als symbool voor de stroomsterkte gebruiken we de hoofdletter *I*.

Je kunt dus schrijven: $I = 6 \text{ A}$.

Hiermee bedoel je dan: de stroomsterkte is 6 ampère.

Een stroomsterkte van 1 A is een vrij grote stroom. Je hebt meestal te maken met veel kleinere stromen. Vaak werk je dan met milliampères (mA).

$$1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$$

$$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A (één duizendste ampère)}$$

$$0,15 \text{ A} = 150 \text{ mA}$$

Als je een stroomsterkte van ampère moet omrekenen naar milliampère, moet je met 1000 vermenigvuldigen (of de komma drie plaatsen naar rechts verschuiven).

$$150 \text{ mA} = 0,15 \text{ A}$$

Ga je van milliampère naar ampère, dan moet je door 1000 delen (of de komma drie plaatsen naar links verschuiven).

De stroommeter

De stroomsterkte meet je met een stroommeter (vaak ampèremeter genoemd). Om de stroomsterkte op één bepaalde plaats in de schakeling te meten, moet je op dié plaats een stroommeter opnemen.

Het aansluiten van een stroommeter

Maak op de plaats waar je de stroomsterkte wilt meten het snoer los en zet er een stroommeter tussen. Sluit de + kant van de meter aan op de kant die het dichtst bij de + pool van de spanningsbron zit. De - kant sluit je aan op de kant die het dichtst bij de - pool van de spanningsbron is. Zorg ervoor dat je een schaal kiest waarop de te meten stroomsterkte aangegeven kan worden (dus niet 125 mA proberen te meten op een schaal die tot maximaal 50 mA gaat!). Zoek altijd naar het meest gevoelige bereik; dat is de schaal waar de wijzer de grootste uitslag geeft. Hierdoor kun je extra nauwkeurig aflezen.

Het aflezen van de stroommeter

Kijk eerst op welk bereik je de stroommeter aangesloten

fig. 13
Een voorbeeld van een stroommeter met drie verschillende meetbereiken.



hebt. Dit is het maximum dat de schaal kan aangeven. Kijk bij welke serie getallen je af moet lezen. Lees daarna pas de waarde af.

De fouten die je kunt maken als je met een stroommeter werkt zijn:
 1 je verwisselt + en -. De stroommeter slaat dan naar de verkeerde kant uit of gaat kapot (als de stroommeters bij jullie op school niet naar links kunnen uitslaan);

2 je leest bij de verkeerde serie getallen af;
 3 je gebruikt een te klein schaalbereik waardoor de wijzer doorslaat. Pas op! Hierdoor kan de stroommeter beschadigd worden.

Samenvatting

Stroomsterkte geef je aan met de letter I .
 De eenheid van stroomsterkte is de ampère ($1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$).
 Je meet de stroomsterkte op één punt in de schakeling.

Je meet de stroomsterkte met een stroommeter.
 De + kant van de stroommeter moet via de kortste kant verbonden worden met de + pool van de batterij.

Blok 5

W3

1a Maak een eenvoudige tekening van een stroommeter. Geef aan wat de verschillende onderdelen betekenen.

b Wat meet je met een stroommeter?

c Hoe moet je een stroommeter in een schakeling opnemen?

2a Wat wordt er bedoeld met 'het bereik van de stroommeter is 100 mA'?

Je moet een onbekende stroomsterkte meten van ongeveer 5 A met de stroommeter in figuur 14.

b Hoe moet je een stroommeter aansluiten?

c Geef aan in welke aansluitingen de snoertjes moeten komen om de juiste schaal te kunnen gebruiken.

3 Je hebt een stroommeter in een schakeling opgenomen.

a Hoe weet je bij welke serie getallen je moet aflezen?

b Wat wordt bedoeld met 'een gevoeliger bereik'?

c Hoe weet je wanneer je op een gevoeliger bereik over kunt gaan?

d Wat gebeurt er als je een te grote stroom probeert te meten? Waarom is dat verboden?

fig. 14

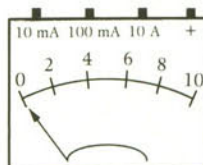
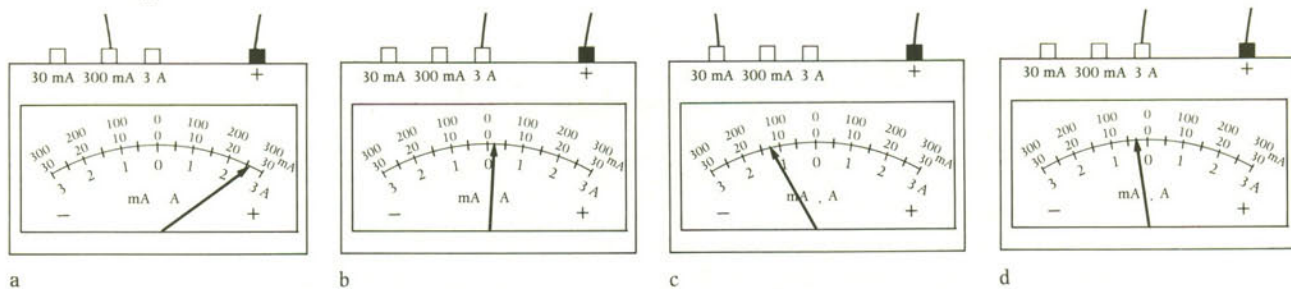


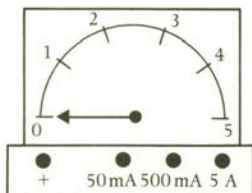
fig. 15



- 4 In figuur 15 staan vier stroommeters getekend. Beantwoordt bij elke meter de volgende vragen:
- Wat is de grootste stroom die je bij dit bereik kunt aflezen?
 - Op welke schaal moet je (dus) aflezen?
 - Welke waarde wijst de meter aan?
 - Mag je de meter op een ander bereik zetten? Zo nee, waarom niet? Zo ja, is dat verstandig?

5 Teken zes stroommeters in je schrift (zie figuur 16). Geef op de meters de stand van de wijzers aan als er gemeten wordt:

fig. 16

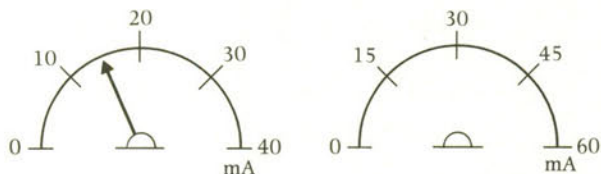


- 4,0 A
- 1,2 A
- 0,2 A
- 0,06 A
- 15 mA
- 0,5 mA

Denk aan het juiste meetbereik!

6 In figuur 17 zijn de schalen getekend van twee stroommeters. Bij een ervan is de stand van de wijzer getekend. Door de andere meter loopt dezelfde stroom.

fig. 17

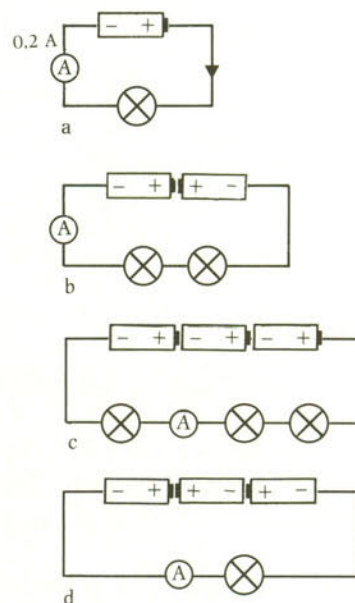


- Neem de tweede meter in je schrift over en geef daarin de stand van de wijzer aan.
- Welke meter zou je het beste kunnen gebruiken en waarom?

7 In figuur 18 zijn enkele combinaties van batterijen en lampjes getekend.

Wat geeft de stroommeter in elke situatie aan?

fig. 18



8 Een schakeling bestaat uit: een batterij, een lampje en een stroommeter waarmee je de stroom door het lampje meet.

- Maak een schets van deze schakeling. De batterij wordt vervangen door een andere batterij die een hogere spanning levert.
- Wat zal er gebeuren?

Schakelschema's

Om schakelingen snel en overzichtelijk te kunnen tekenen, maken we gebruik van *symbolen*. Symbolen geven op een vereenvoudigde manier de onderdelen in een schakeling weer. Zo'n tekening van een schakeling met symbolen noemen we een *schakelschema*. Enige voorbeelden van symbolen met hun betekenis staan in de tabel (figuur 19).

Voor het symbool van de batterij geldt:

het *lange* streepje is de pluskant of pluspool (+),

het *korte* streepje is de minkant of minpool (-).

Bedenk wel dat een schakelschema een vereenvoudigde

voorstelling van de werkelijkheid is! Zo kunnen snoertjes of draden die in het schema heel kort zijn getekend, in werkelijkheid heel lang zijn en omgekeerd.

Met een stroommeter kun je op verschillende plaatsen in een schakeling de stroomsterkte meten. Je ziet dan dat een stroommeter betrouwbaarder is dan letten op de lichtsterkte van lampjes. Het is best mogelijk dat je een lampje niet ziet branden, terwijl de stroommeter toch een uitslag geeft.

fig. 19

onderdeel	symbool
lamp	
batterij	
stroommeter	
open schakelaar	
gesloten schakelaar	

Serieschakeling

In een *serieschakeling* staan de lampjes achter elkaar geschakeld. Als we in een serieschakeling op verschillende plaatsen de stroomsterkte meten blijkt het volgende:

Bij gesloten stroomkring is de stroomsterkte *overal even groot*. Het maakt niet uit of je de stroommeter voor of

na een lampje plaatst of tussen de batterijen. Je vindt overal dezelfde uitslag (figuur 20a).

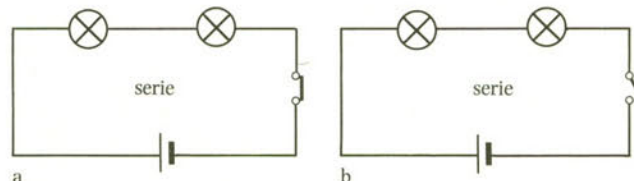
Je mag dus nooit zeggen, dat er in een schakeling stroom wordt verbruikt!

Bij een geopende stroomkring is de stroomsterkte overal nul (figuur 20b).

Een bekend voorbeeld van een serieschakeling is de kerstboomverlichting. Als je één van de lampjes losdraait, gaan alle lampjes uit. Dus ook als een van de lampjes kapot gaat. Het is dan een hele klus om het kapotte lampje te vinden.

fig. 20

a Serieschakeling met gesloten schakelaar;
b met open schakelaar.



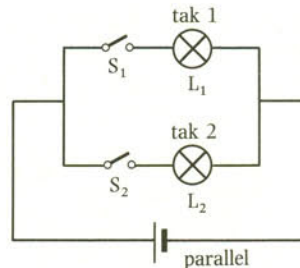
Parallelschakeling

Een schakeling die veel vaker wordt toegepast dan de serieschakeling is de *parallelschakeling*. De lampjes zijn dan niet achter elkaar geschakeld, maar naast elkaar (figuur 21).

Als je in een parallelschakeling een lampje losdraait, gaat alleen dat lampje uit. Voor de andere lampjes blijft de stroomkring gesloten, deze lampjes blijven branden.

fig. 21

Parallelschakeling met twee lampjes. Ieder lampje heeft eigen verbindingen met de batterij. In tak 1 zitten schakelaar S_1 en lamp L_1 en in tak 2 zitten schakelaar S_2 en lamp L_2 . Met S_1 kun je L_1 aan en uit doen zonder dat er iets met L_2 gebeurt en met S_2 kun je L_2 aan en uit doen zonder dat er iets met L_1 gebeurt.



Ook bij je thuis staan de lampen parallel geschakeld. Dat is maar goed ook, want anders zouden alle lampen tegelijk aan en uit gaan en dat is meestal niet de bedoeling. Met een schakelaar moet je het licht aan kunnen doen waar je het nodig hebt, zonder dat er ergens anders lampen aan of uit gaan.

Blok 5

W4

1 Bij welke andere vakken dan natuurkunde worden ook symbolen gebruikt?

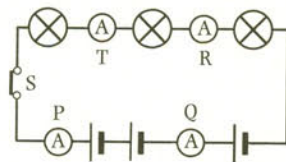
2 Teken de schakelschema's van alle schakelingen uit P3.

3 Stroommeter T wijst in de schakeling (figuur 22) 1,5 A aan.

a Wat wijzen de stroommeters P, Q en R aan?

b Wat wijzen P, Q en R aan als de schakelaar wordt geopend?

fig. 22

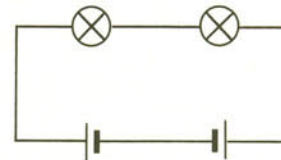


4 We bouwen een serieschakeling met twee gelijke batterijen en twee gelijke lampjes (figuur 23).

a Wat weet je van de lichtsterkte van beide lampjes en waarom is dat zo?

b Neem het schakelschema over en teken één extra draad, waardoor beide lampjes branden.

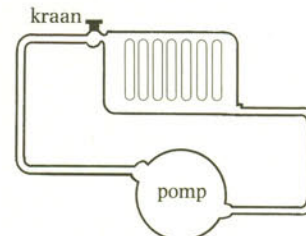
fig. 23



5 Bij een centrale verwarming zorgt de pomp ervoor dat het water door de radiator stroomt (figuur 24).

Als je deze waterstroomkring vergelijkt met een elektrische stroomkring, waarmee kun je dan de pomp, de kraan, de buizen, de radiator en het water vergelijken?

fig. 24



6 In een kamer hangt een kroonluchter met vier lampen. Als één van de lampen kapot gaat blijven de andere branden.

a Blijven de lampen even fel branden?

b Hoe zijn de lampen geschakeld?

7 Als een zekering (stop) doorslaat, gaat al het licht in de kamer uit.

Is de zekering in serie of parallel geschakeld met de lampen in de kamer?

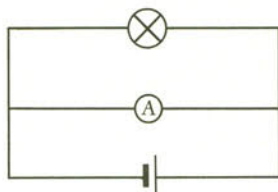
8 Waaraan kun je zien dat het voorlicht en het achterlicht van je fiets parallel geschakeld zijn?

9 Bekijk het schakelschema van figuur 25.

a Meet de stroommeter de stroom door de batterij?

b Teken het schakelschema opnieuw, waarbij de stroommeter de stroom door het lampje meet.

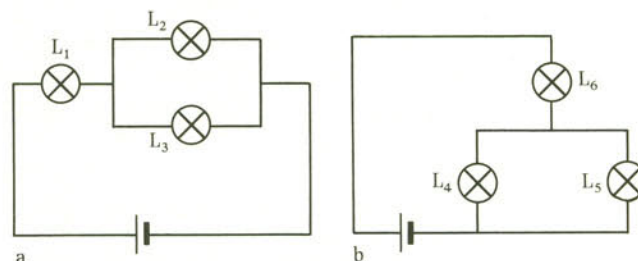
fig. 25



10 Vergelijk de schakelingen uit figuur 26.

Zijn de schakelingen hetzelfde? Zo ja, welke lampjes komen dan met elkaar overeen?

fig. 26



11 Teken een schakelschema met een batterij, drie lampjes en twee schakelaars. De schakeling moet aan de volgende eisen voldoen:

a de lampjes moeten parallel geschakeld zijn;

b één lampje moet altijd blijven branden;

c de andere twee lampjes moet je met een schakelaar aan en uit kunnen doen.

Werken met een stroommeter

Er zijn veel mensen die het moeilijk vinden om met een stroommeter te werken. Ze weten vaak niet hoe ze een stroommeter aan moeten sluiten, wat ze meten of hoe ze hem moeten aflezen.

In het volgende verhaal ontmoet je Jan Ampère, die net

twee dagen geleden in dienst getreden is bij de garage 'Auto-licht'. Jan vindt het werken met een stroommeter ook niet makkelijk. Maar gelukkig werkt hij samen met een collega, Selma Serie. Selma werkt al vier jaar bij deze baas, dus zo'n meter heeft voor haar geen geheimen meer.

De stroommeter

De eerste klus. Er wordt een auto binnengebracht waarvan plotseling alle lichten uitvielen. Selma en Jan moeten dit verhelpen. Selma opent de motorkap en zegt: 'Ik haal wel even wat kabels, meet jij of de accu nog stroom kan leveren.'

Jan kijkt bij de apparatuur. 'Welke meter moet ik gebruiken?'

'Natuurlijk die meter met een A erop!' zegt Selma terwijl ze wegloopt.

Dit geeft Jan even de tijd om te kijken hoe de meter werkt. Dat valt nog niet eens mee. Zo makkelijk ziet deze A-meter er niet uit. Er staat een grote A op, maar ook mA. Er zit aan de ene kant een rode aansluitmogelijkheid met een + erbij. En aan de andere kant maar liefst drie zwarte.

Help jij Jan eens een handje door de volgende vragen te beantwoorden.

1a Wat betekent A?

b Wat wordt bedoeld met mA?

c Waardoor dient de rode aansluitmogelijkheid?

d Waarvoor dienen de drie zwarte aansluitmogelijkheden?

e Wat meet je met de A-meter?

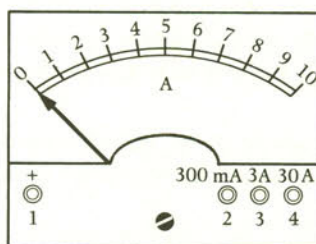
Als je niet meteen het antwoord op alle vragen weet, dan is dat niet erg, want daar komt Selma al weer aan. 'Als je er een paar keer mee gewerkt hebt, vind je het niet zo moeilijk meer,' zegt Selma. 'De A betekent gewoon ampère, dat is de eenheid waarmee je aangeeft hoe groot een stroom is.'

De m voor de A is de m van milli. mA betekent gewoon milliampère. Net zoals millimeter.'

'O,' roept Jan, 'dan is 1 milliampère dus éénuizendste ampère.'

'Precies!' zegt Selma, 'en 1 ampère is dus 1000 mA.'

fig. 27



2 Neem de tabel in figuur 28 over en vul die in.

fig. 28

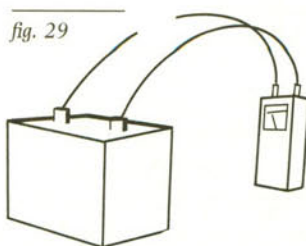
1 A =	mA	1 mA =	0,001 A
12 A =	mA	20 mA =	... A
0,2 A =	mA	300 mA =	... A
4,5 A =	mA	12 000 mA =	... A

Het aansluiten van de stroommeter

'Dit gaat nog wel,' zucht Jan, 'maar hoe moet ik de stroommeter aansluiten? Ik heb twee snoertjes en wel vier aansluitingen op de stroommeter.'

'Geen probleem,' vindt Selma. 'Laten we eerst eens kijken waar we zullen gaan meten. Kijk, deze tabel komt van de accu af. Als de accu werkt, dan moet er

door deze kabel stroom lopen als we de ruitenwissers aanzetten. Onthoud heel goed: waar je de stroom wilt meten, moet je het snoer losmaken en de stroommeter ertussen zetten. Dus ik moet dat snoer dat aan de accu vastzit, losmaken en daar de stroommeter tussen aansluiten.'



Selma maakt vakkundig het snoer van de accu los. Waar het snoer losgemaakt is staat een + op de accu geschreven.

'Hoe moet ik hem nu aansluiten?' vraagt Jan.

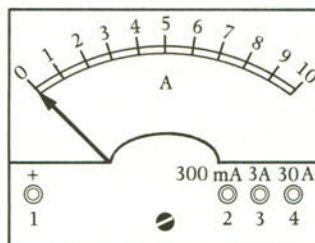
3 Schrijf op wat jij denkt dat het antwoord van Selma zal zijn.

Jan begint met aansluiten.

'De + is niet zo moeilijk, maar in welk gat moet ik nu het andere snoer steken?'

'Als je niet weet hoe groot de stroom is, ga er dan maar van uit dat deze groot kan zijn. Hoe groot is de grootste stroomsterkte die deze meter veilig kan meten?'

fig. 30



4 Beantwoord jij de vraag van Selma (zie figuur 30).

'Maar 300 is toch meer dan 30!' roept Jan als zijn antwoord fout blijkt te zijn.

'Er staat 300 mA.'

'O ja, dat was 0,3 A. Ja, dan is de grootste stroom die je kunt meten wel 30 A. En moet ik dan het tweede snoertje in het gat van de 30 A aansluiten?'

'Ja, en als de wijzer helemaal tot het einde uitslaat, dan meet je een stroom van 30 A.'

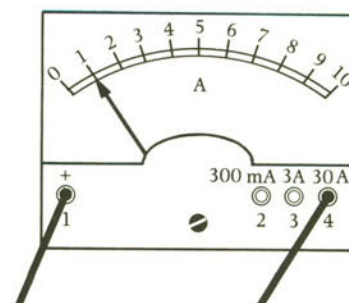
Zoals je in figuur 31 kunt zien, slaat de wijzer maar een klein beetje uit.

5a Lees af hoe groot de stroom is die Jan meet (figuur 31).

b Leg Jan uit hoe hij deze stroom nauwkeuriger kan meten.

c Neem de meter in figuur 31 over in je schrift en teken hierin de wijzer zoals deze komt te staan als Jan naar

fig. 31



een ander meetbereik is overgegaan om nauwkeuriger te kunnen meten.

'Nou begrijp ik het!' roept Jan uit. 'Je begint met de aansluiting waarmee je de grootste stroom kunt meten. En als de wijzer niet te ver uitslaat, mag je op een kleiner bereik overgaan.'

Maar wat zou er gebeuren als ik nu op het 300 mA-bereik zou gaan meten?'

6 Geef jij het antwoord op de vraag van Jan.

'Ik begin de stroommeter te begrijpen. Het getal bij het gaatje geeft de grootste stroom aan die je met dat bereik kunt meten. Dan weet je ook bij welke getallen-serie je moet aflezen als er meer series zijn. En om zo nauwkeurig mogelijk te meten moet de uitslag van de wijzer zo groot mogelijk zijn.'

'Prima, bij sommigen moet je alles nog eens herhalen voordat ze het begrijpen. Maar nu snel verder meten, anders staan we hier morgen nog.'

Na nog wat meten was het probleem zó gevonden.

Selma en Jan kregen de auto weer snel in orde.

En Jan leerde snel met de stroommeter om te gaan.

Hieronder staan nog wat oefeningen, zodat jij ook handig wordt in het werken met een stroommeter.

7 Deze vraag gaat uit van de stroommeter die Jan ook gebruikt (figuur 31). De meter is goed aangesloten (de + zo dicht mogelijk bij de + van de accu).

a Maak een schets van de meter en teken de stand van de wijzer als je 6,0 A meet en je aansluiting 4 gebruikt.

b Dezelfde vraag als a, maar nu met aansluiting 3.

c Dezelfde vraag als a, maar nu met aansluiting 2.

d Welk meetbereik zou jij kiezen? Waarom?

e Beantwoord vraag a t/m d als je een stroom van 2 A meet.

f Beantwoord vraag a t/m d maar nu met een stroom van 500 mA.

8 Een andere stroommeter heeft behalve de + aansluiting, drie andere aansluitingen: 1 mA, 30 mA en 0,3 A. De schaal loopt van 1 tot 10.

a Hoe groot is de stroom die je meet als bij gebruik van het 30 mA-bereik de wijzer precies in het midden van de schaal staat?

b Hoe groot is de uitslag van de wijzer als je een stroom van 240 mA meet met het 0,3 A-bereik?

c Welk meetbereik kies je voor het meten van een stroom van:

10 mA,
200 mA,
0,60 A?

9 In een folder over meetapparatuur staat vermeld: De ampèremeter AD 2033 bevat vijf verschillende ingangen: 0,002 A, 0,02 A, 0,2 A, 2 A en 20 A.

a Lees de stroommeter in figuur 32 af.

b Lees de stroommeter in figuur 33 af.

c Maak zelf drie vereenvoudigde schetsen van de stroommeter (figuur 33) en teken daarin de stand van de wijzer als je meet:

18 mA,

1 mA,

160 mA.

Geef in je tekeningen ook aan welke aansluitingen je gebruikt.

fig. 32

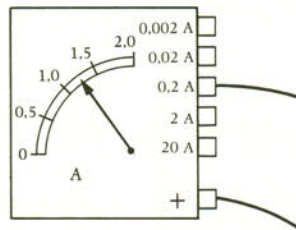
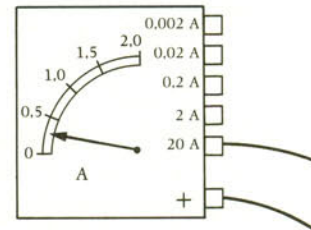


fig. 33



Blok 5

H2 Schema's en schakelingen

Elektrische onderdelen

1 Elektrische schakelingen zijn opgebouwd uit verschillende onderdelen.

a Schrijf zoveel mogelijk onderdelen op.

Voor alle elektrische onderdelen bestaan symbolen (vereenvoudigde tekeningen in een schema).

b Zet de symbolen achter alle onderdelen die je bij vraag a genoemd hebt.

Serieschakelingen

Elektrische onderdelen kun je op verschillende manieren met elkaar verbinden. Als alle onderdelen met elkaar één kring vormen, noemen we dit een *serieschakeling*.

Voor de volgende proeven heb je nodig:
twee batterijtjes,
drie gelijke lampjes,
een drukschakelaar,

een stroommeter,
snoertjes,
een schakelbord (indien aanwezig).

2a Teken het schema van een serieschakeling met één batterij, één lampje en een drukschakelaar.

b Controleer nu of alle onderdelen in serie staan: begin in je schema bij de + kant van de batterij en volg met je vinger de stroomkring. Hierbij moet je alle onderdelen

precies één keer gepasseerd zijn als je weer bij het beginpunt terug bent.

c Bouw de schakeling. Controleer je schakeling door met je vinger de stroomkring te volgen.

We breiden de schakeling nu uit met een stroommeter en een tweede lampje. Alles moet in serie staan.

d Teken eerst het schema van deze schakeling.

e Bouw de schakeling. Controleer schema en schakeling. Als je de stroomkring vanaf de + kant volgt, moet je alle onderdelen één keer gepasseerd zijn als je één keer rond bent geweest.

f Waarom gebruiken we liever twee lampjes en één batterij, dan één lampje en twee batterijen?

Tot nu toe hebben we steeds eerst een beschrijving gegeven van de schakeling, daarna heb jij het schema

getekend en tenslotte de schakeling gebouwd.

Dat doen we nog een keer, maar nu zonder de tussenstappen te geven.

3 Teken het schakelschema en bouw dan de schakeling met:

drie in serie geschakelde lampjes, twee batterijen in serie, een stroommeter en een schakelaar waarmee je alle lampjes tegelijk aan en uit kan doen.

Als je met iemand samenwerkt, kun je nog wat oefenen door elkaar opdrachten te geven zoals:

bedenk een schakelschema en laat de ander de beschrijving geven. Bouw daarna allebei de schakeling en vergelijk deze met elkaar.

Maak het elkaar niet te gemakkelijk!

Eigenschappen van serie- en parallelschakelingen

Je hebt dit onderdeel van de vragen van de F-toets niet voldoende beantwoord. Het is voor jou belangrijk na te gaan hoe dat komt. We zullen proberen je daarbij te helpen.

Hieronder staan een aantal beweringen. Welke zijn op jou van toepassing?

a Ik vind elektriciteit moeilijk want het gaat mij te snel. Ik had het liever in kleine stapjes.

b Ik ga niet diep op de stof in. Ik neem bij het doorwerken van het blok vaak over wat mijn buurman of buurvrouw heeft geantwoord.

c Ik dacht dat ik de stof wel begreep, maar bij de F-toets haalde ik alles door elkaar.

d Ik heb thuis te weinig aan dit blok gedaan.

e Ik heb pech gehad. Meestal maak ik een toets veel beter.

Kies onderdeel 1 van deze herhaalstof als je a en/of b geantwoord hebt.

Kies onderdeel 2 van deze herhaalstof als je c en/of d geantwoord hebt.

In alle andere gevallen doe je beide onderdelen.

Onderdeel 1

4 In deze opdracht moet je het antwoord pas controleren nadat je het opgeschreven hebt.

a Schrijf op, zonder het eerst op te zoeken, waaraan je een serieschakeling kunt herkennen.

b Doe hetzelfde voor de kenmerken van een parallelschakeling.

c Teken het schema van een serieschakeling met twee lampjes.

d Teken het schema van een parallelschakeling met twee lampjes.

Kerstboomlampjes staan meestal in serie geschakeld.

e Wat gebeurt er als één lampje kapot gaat?

In een schakeling met twee lampjes gaat één lampje kapot. Het andere lampje blijft branden.

f Wat voor soort schakeling is dit?

Als je ontdekt hebt dat je de kenmerken van een serieschakeling en een parallelschakeling niet goed hebt opgeschreven, verbeter dat dan nu.

Als je denkt dat je alles goed hebt opgeschreven, controleer het dan in de antwoorden.

Was alles goed, ga dan eventueel verder met onderdeel 2.

Ging het niet zo goed, ga dan verder met de volgende vragen.

5 Je wilt de stroomsterkte meten in een stroomkring waarin de lampjes in serie zijn geschakeld.

a Waar moet je de meter in de schakeling opnemen, of doet dat er niet toe? Licht je antwoord toe.

Een elektrische boor gaat draaien als je de schakelaar indrukt.

b Staat de schakelaar in serie of parallel met de motor?

Iemand leest twee ampèremeters af in een schakeling.

A_1 wijst 0,6 A en A_2 0,4 A aan.

c Wat voor een soort schakeling is dit zeker niet?

Controleer nu weer of je antwoorden goed zijn. Is dit niet zo, vraag dan hulp aan je leraar.

Onderdeel 2

6 In de serieschakeling (figuur 34) wijst meter A_1 0,25 A aan.

a Wat wijst meter A_2 aan?

In de parallelschakeling (figuur 35) wijst meter A_1 1,0 A aan.

b Wat wijst meter A_2 aan?

fig. 34

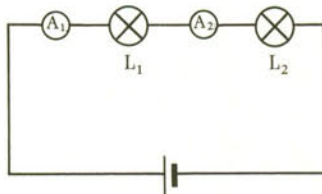
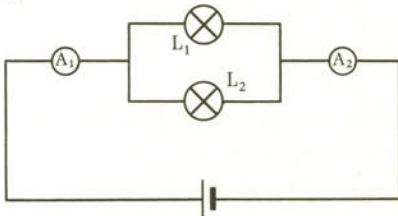


fig. 35



7 We vergelijken een serieschakeling (figuur 36) met een parallelschakeling (figuur 37).

We sluiten in beide schakelingen schakelaar S_1 .

a Welke lampjes branden wel en welke niet?

Vervolgens sluiten we ook S_2 .

b Welke lampjes branden nu wel en welke niet?

Als ook S_3 gesloten is, draaien we lampje L_1 los in beide schakelingen.

c Welke lampjes branden wel en welke niet?

fig. 36

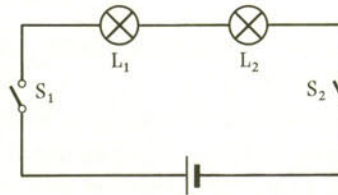
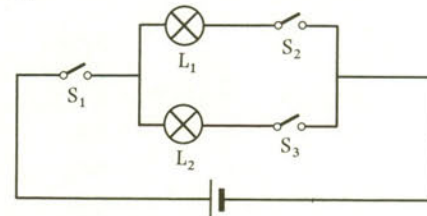


fig. 37



1a Teken het schakelschema van een schakeling met één batterij en drie dezelfde lampjes.

Twee lampjes zijn in serie geschakeld, het derde lampje staat parallel aan deze twee.

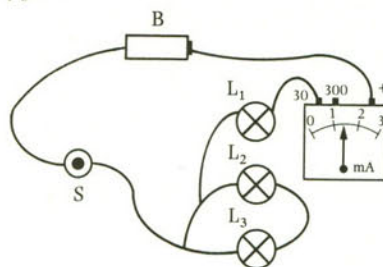
b Hoe groot is de stroomsterkte door ieder lampje als de batterij een stroom levert van 0,18 A?

2a Teken het schakelschema van de schakeling in figuur 38.

b Lees de stroommeter af.

c Hoe groot is de stroomsterkte door ieder lampje?

fig. 38



3 In P3 en P4 heb je in een aantal serieschakelingen de stroomsterkte gemeten.

a Neem de tabel in figuur 39 over in je schrift en noteer alle metingen uit P3 en P4 op de juiste plaats in de tabel. Heb je deze metingen niet, dan kun je ook de metingen van dit voorbeeld overnemen.

fig. 39

aantal batterijen	aantal batterijen	stroomsterkte (A)	aantal batterijen per lampje
1	1	0,12	
2	1	0,17	
3	1	0,21	
1	2	0,08	
2	2	0,12	
3	2	0,15	
1	3	0,065	
2	3	0,09	
3	3	0,115	

Als het goed is, zul je zien dat de stroomsterkte bij 1 batterij en 1 lampje vergelijkbaar is met de stroomsterkte bij 2 batterijen en 2 lampjes. En dat dit ook weer vergelijkbaar is met de stroomsterkte van 3 batterijen en 3 lampjes.

Als je 2 lampjes in serie aansluit op 1 batterij, dan is de

stroomsterkte hetzelfde als bij 4 lampjes met 2 batterijen. Je zou dus kunnen rekenen met het aantal batterijen per lampje (1 batterij op 2 lampjes wordt dan een halve batterij per lampje).

b Bereken voor iedere meting het aantal batterijen per lampje. Noteer dit in de laatste kolom.

c Maak hiervan een diagram waarin je horizontaal het aantal batterijen per lampje uitzet en verticaal de stroomsterkte (zie figuur 40).

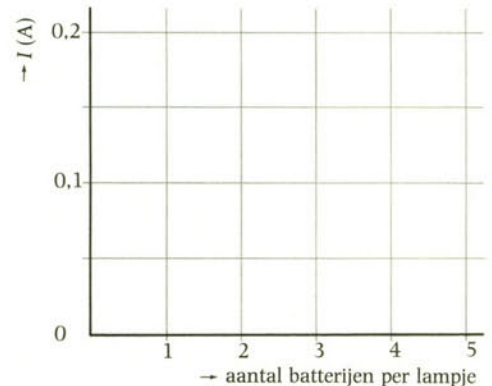
d Bepaal met behulp van jouw grafiek wat de stroomsterkte door de lampjes zal zijn als je 10 lampjes in serie zou aansluiten op 4 batterijen.

Leg uit hoe je dit antwoord gevonden hebt.

e Wat valt je op aan de vorm van de grafiek?

Kun je hier een verklaring voor geven?

fig. 40



4 De drie schakelingen in figuur 41 bevatten gelijke stroommeters en gelijke lampjes.

a Wat wijzen de stroommeters aan?

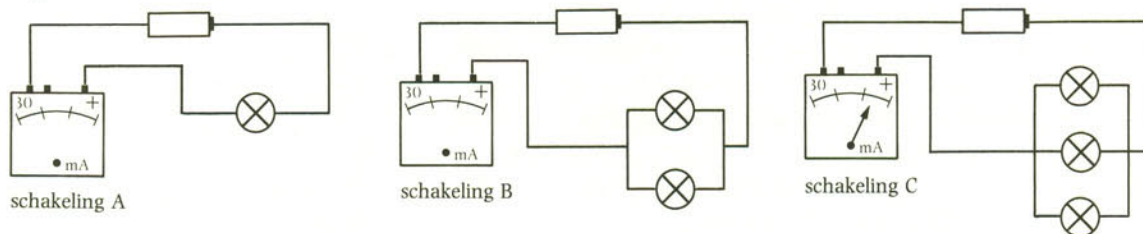
b Vergelijk de stroomsterktes. Wat valt je op?

Controleer of je dit in de metingen van P3 en P4 ook terugvindt.

c Wat zal de stroommeter in schakeling B aangeven als je één van de lampjes losdraait?

d Wat zal de stroommeter in schakeling C aanwijzen als je één lampje losdraait en wat als je twee lampjes losdraait?

fig. 41



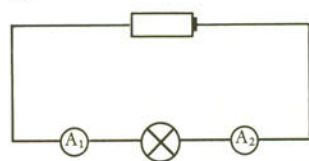
5 De twee schakelingen A en B in figuur 42 bevatten gelijke stroommeters en gelijke lampjes. De stroommeter A_1 wijst 20 mA aan.

a Wat zal A_2 aanwijzen?

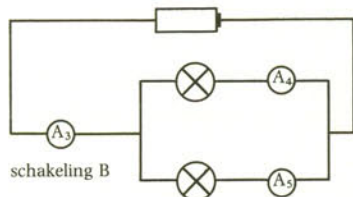
b Wat zullen de stroommeters A_3 , A_4 en A_5 aanwijzen?

c Wat zou je nu in het algemeen kunnen zeggen van de stroomsterkte in de paralleltakken, vergeleken met die in het onvertakte deel?

fig. 42



schakeling A



schakeling B

6 Alle lampjes in de schakeling van figuur 43 zijn gelijk.

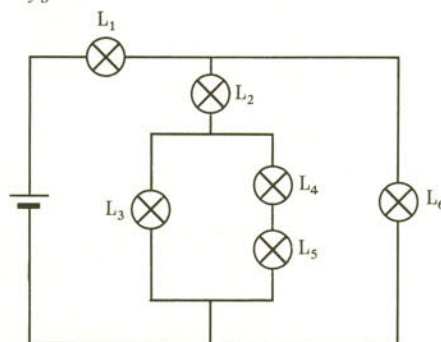
a Welke lampjes kun je losdraaien zonder dat er één ander lampje uitgaat?

b Welk lampje moet je losdraaien zodat er nog maar twee lampjes blijven branden?

Je draait alle lampjes weer vast.

c Rangschik de lampjes van hoge naar lage lichtsterkte.

fig. 43



Blok 5

E2

Een stroommeter: de weekijzermeter

Een magneetje boven een spoel wordt aangetrokken of afgestoten als er een elektrische stroom door de spoel loopt. De spoel gedraagt zich dus blijkbaar als een magneet, als er een elektrische stroom door gaat.

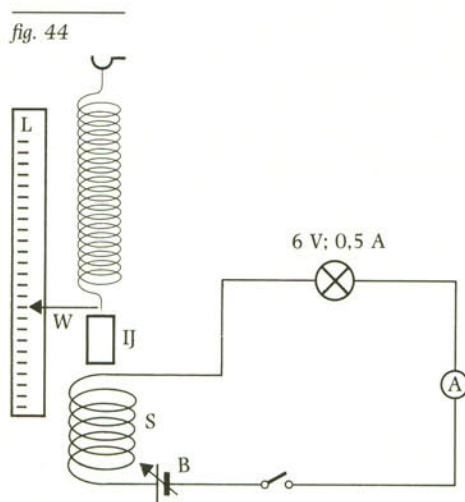
Een magneet oefent niet alleen een krachtwerking uit op andere magneten maar trekt bijvoorbeeld ook ijzer en nikkel aan. Een stukje ijzer wordt dus aangetrokken door een spoel, als er in die spoel een elektrische stroom loopt. We kunnen dit gebruiken om een stroommeter te maken.

Benodigd materiaal

een veer met wijzer
een ijzeren blokje
een liniaal
een regelbare spanningsbron
een lampje 6 V; 0,5 A
een stroommeter
een drukschakelaar
een spoel
snoertjes
statiefmateriaal

Opstelling (figuur 44)

Hang een veer op aan een statief. Hang onder aan de veer een stukje ijzer (IJ). Plak onder aan de veer een wijzer (W). Stel naast veer en wijzer een liniaal (L) op. Plak op de liniaal naast de centimeterverdeling een reepje blanco papier. Plaats onder het stukje ijzer een spoel (S). Zorg ervoor dat de onderkant van het ijzer samenvalt met de bovenkant van de spoel. Met de regelbare spanningsbron (B) kunnen we de stroomsterkte in de spoel regelen. Maak de opstelling verder af volgens de tekening.



De proef

We gaan de zelf gemaakte meter vergelijken met de echte meter. Als de schakelaar open is, loopt er geen stroom door de schakeling en wijst de stroommeter nul ampère aan. Zet bij de wijzer op de liniaal een streepje en zet er een nul bij.

Laat nu een stroom van bijvoorbeeld 0,10 A door de schakeling gaan. Wacht even tot de wijzer zijn nieuwe stand heeft ingenomen en zet er op de liniaal weer een streepje bij met 0,10 A.

Doe nu hetzelfde met andere stroomsterktes. Let op dat de spanning niet boven 6 V uitkomt.

We hebben nu onze zelfgemaakte meter vergeleken met een 'echte' stroommeter. Dit noemen we ijken. We kunnen onze meter nu in principe gebruiken om willekeurige stromen te meten. Maar er is nog een probleempje.

Als de streepjes die we gezet hebben netjes op gelijke afstanden van elkaar liggen, kun je een tussenliggende waarde van bijvoorbeeld 0,35 A direct van de liniaal aflezen. Als dat niet zo is, wordt het moeilijker. Je moet



fig. 46

stroom- sterkte (A)	wijzerstand (cm)	verplaatsing (cm)
0		
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...

dan een ijkdiagram maken om het goed af te kunnen lezen. Een ijkdiagram maken we op de volgende manier:

De nulstreep van de wijzer stond op de liniaal bijvoorbeeld bij 5,4 cm (figuur 45). Bij 0,10 A stond de wijzer bij 6,2 cm. De verplaatsing van de wijzer bedraagt dus $6,2 - 5,4 = 0,8$ cm bij een stroomsterkte van 0,10 A. Bepaal zo ook de verplaatsing bij de andere stroomsterktes. In het ijkdiagram zet je nu de stroomsterkte horizontaal uit en de verplaatsing van de wijzer verticaal. Bij een willekeurige stroomsterkte lees je de verplaatsing van de wijzer af en kijk je in het ijkdiagram welke stroomsterkte erbij hoort.

Vragen

1 Is de schaal van je stroommeter lineair?
(Met deze vraag wordt bedoeld: is de afstand tussen de streepjes op de schaalverdeling steeds gelijk?)

2 Is je stroommeter een goede meter?
Zo ja, waarom? Zo nee, waarom niet?

3 Zoek op wat weekijzer is.

4 Ga na of er op school een echte weekijzermeter is en bekijk die eens goed.

Let vooral op: de constructie; de schaal; waar hij voor wordt gebruikt.

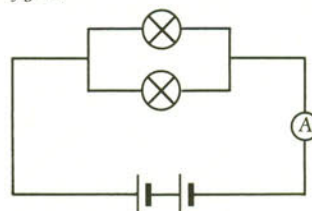
5 Hoe groot is de verplaatsing bij een stroomsterkte van 0,35 A?

Vergelijk de antwoorden die je vindt als je afleest op de liniaal en in het diagram.

Opdracht

Bepaal met de weekijzermeter en het ijkdiagram de stroomsterkte in een schakeling waarin twee parallel geschakelde lampjes in serie met twee batterijen staan.

fig. 47



Blok 5

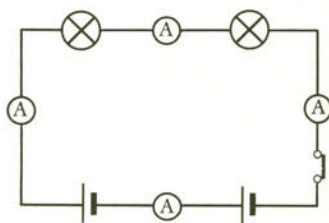
E3 Het meten van de stroomsterkte in parallelschakelingen

In een serieschakeling is de stroomsterkte overal even groot. Het maakt niets uit of je een stroommeter vóór of ná een lamp of tussen batterijen plaatst, overal vind je dezelfde uitslag.

Je mag dus niet zeggen, dat de stroom 'verbruikt' wordt!

fig. 48

De stroommeters geven allemaal dezelfde uitslag. De lampjes branden even fel.



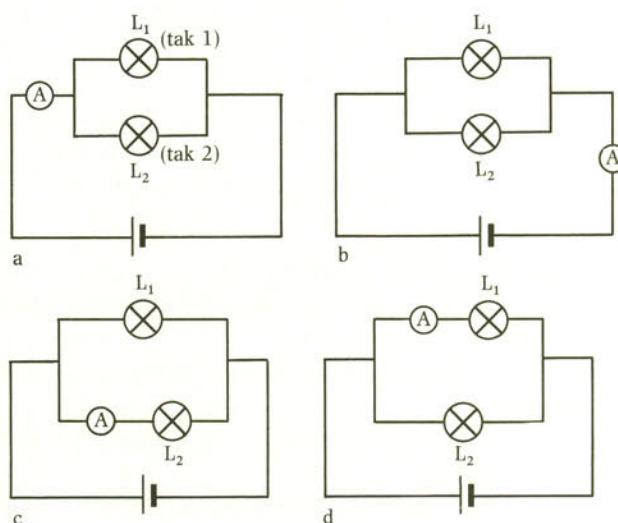
Je gaat nu de stroomsterkte in een parallelschakeling bekijken en meten.

Benodigd materiaal

Een batterij met houder
drie lampjes met lamphouders
een stroommeter
snoertjes

1 Bekijk de schema's in figuur 49 goed. Het is de bedoeling dat je eerst uit deze schema's gaat afleiden van

fig. 49



welk lampje of welke lampjes de stroommeter de stroomsterkte meet.

a Schrijf voor iedere schakeling op door welk(e) lampje(s) de stroom gaat die door de stroommeter wordt gemeten.

b Maak nu de schakeling in werkelijkheid.

In figuur 50 en 51 is getekend hoe de schakelingen van schema a en van schema c eruit kunnen zien.

Neem de tabel van figuur 52 over. Noteer de uitslagen die je op de stroommeter afleest en je antwoord op vraag a.

fig. 50

De schakeling van schema a.

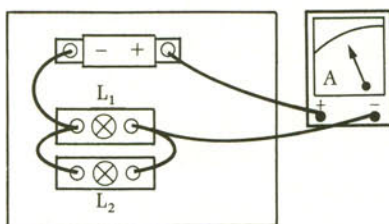


fig. 51

De schakeling van schema c.

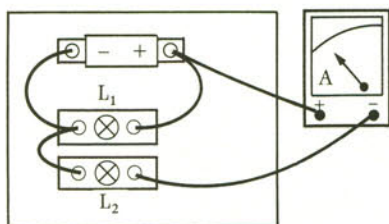


fig. 52

schakeling	uitslag stroom- meter	welk(e) lampje(s)
a	...	...
b	...	...
c	...	...
d	...	...

c Vergelijken van de stroomsterktes.

Wat blijkt als je de stroomsterktes bij schakeling a en b vergelijkt?

Wat blijkt als je de stroomsterktes bij schakeling c en d vergelijkt?

Wat blijkt als je de stroomsterktes bij schakeling a met c en d vergelijkt?

Welke conclusie kun je uit je metingen trekken?

Samenvatting

Serieschakeling

1 De stroommeter geeft overal dezelfde uitslag. Het doet er dus niet toe, op welke plaats in de kring de meter wordt opgenomen. De stroomsterkte is in een serieschakeling overal even groot.

2 Wanneer een schakelaar in een serieschakeling wordt geopend, is de stroomsterkte overal nul.

fig. 53

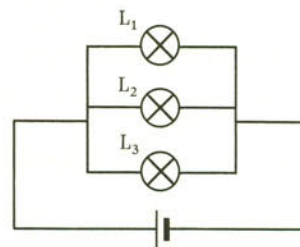


fig. 54

lampje	stroom- sterkte
L ₁	...
L ₂	...
L ₃	...

2a Maak de schakeling van het schema in figuur 53. Neem voor L₁ en L₂ gelijke lampjes en voor L₃ een lampje van een ander type. Meet nu achtereenvolgens de stroomsterkte door L₁, L₂ en L₃ en noteer deze in een tabel (zie figuur 54).

b Voorspel nu eens hoe groot de stroomsterkte is vóór en ná de takken.

c Meet de stroomsterkte vóór en ná de takken. Controleer je voorspellingen.

d Gebruik de schakeling met de stroommeter vóór de vertakking.

Draai alle lampjes los. Let nu goed op de stroommeter als je eerst L₁ weer vastdraait, dan ook L₂ en tenslotte het laatste lampje.

Welk verband bestaat er tussen de stroomsterkte en het aantal parallel geschakelde lampjes?

Parallelschakeling

3 De stroomsterkte in de hoofdkring, dus vóór en ná de vertakking, is even groot als de stroomsterktes door de takken samen.

4 Als in één van de takken van de parallelschakeling een schakelaar wordt geopend, wordt alleen in *die tak* de stroomsterkte nul. In de *andere* tak blijft er stroom lopen.

