

Blok 5 Elektriciteit

INHOUD

	BASISSTOF
PTW1	Het effect van elektriciteit
PTW2	Schakelingen
PTW3	Het meten van elektrische stroom
PTW4	Schakelingen bouwen
	HERHAALSTOF
H1	Werken met een stroommeter
H2	Schema's en schakelingen
	EXTRASTOF
E1	Schakelingen
E2	Een stroommeter: de weekijzer-meter
E3	Het meten van de stroomsterkte in parallelschakelingen.
E4	Oefenvragen en opgaven

TIJDSINDELING

P1	1½ lesuur
T1, W1	1½ lesuur
P2	1 lesuur
T2, W2	1½ lesuur
P3	1 lesuur
T3, W3	1½ lesuur
P4	1 lesuur
T4, W4	1 lesuur
D-toets	1½ - 1 lesuur
E/H-stof	1½ - 1 lesuur
E-toets	1 lesuur
Totaal	9 uren

ALGEMEEN

Dit blok is een eerste inleiding op het onderwerp elektriciteit. Leerlingen hebben veel (vaak zonder het zich te realiseren) te maken met elektriciteit. Het is dan ook niet zo verwonderlijk dat ze al (vaak foute) ideeën hebben over elektriciteit. Uit onderzoek is gebleken dat (foute) ideeën moeilijk te veranderen zijn. De blokken over elektriciteit in de verschillende delen van de serie zijn dan ook zeer zorgvuldig opgebouwd, zodat verkeerde ideeën voorkomen worden, of worden aangepast.

In blok 5 maken we de leerlingen eerst bewust van het belang van elektriciteit, waarna we stapje voor stapje de elektrische stroom (stroomsterkte) gaan onderzoeken.

Met de aanwezige kennis is het begrip spanning nog niet goed uit te leggen. In dit blok wordt spanning beschouwd als datgene waar een batterij voor zorgt. Het gevolg van een spanning is dat er een elektrische stroom kan gaan lopen. Dit zie je in eerste instantie aan de werking van een lampje. Meer batterijen betekent een grotere stroom. Dat er een grotere stroom loopt, zie je aan het feller branden van een lampje. De stroommeter wordt pas geïntroduceerd nadat het begrip stroomsterkte is aangebracht.

BASISVORMING

Aan de orde komen de kerndoelen C 5.1, C 5.2, C 5.3 en C 5.4.

In T3 wordt de stroommeter geïntroduceerd.

Stroomsterkte meten is geen kerndoel. Wie alleen de kerndoelen wil behandelen, kan T3 overslaan. Het is dan niettemin zinvol T4 te doen, met weglating van de stroommeters.

BIJ BLOK 5

P1

In deze paragraaf wordt de leerlingen eerst duidelijk gemaakt hoe belangrijk elektriciteit voor hen is. De context is 'apparaten om je heen'. Deze apparaten worden verdeeld in vier groepen: apparaten voor (1) licht, (2) warmte, (3) beweging, (4) geluid (of andere signalen). Aan de hand van demonstraties worden twee effecten van elektriciteit verder onderzocht: het warmte-effect en het magnetisch effect.

Opdracht 1 als inleiding gezamenlijk maken.

De proeven 2, 3 en 4 zijn demonstraties.

Benodigd materiaal:

Proef 2: draad tussen geïsoleerd statief, spanningsbron die voldoende grote stroomsterkte aan kan (evt. als demonstratie).

Proef 3: accu, spoel om koker, schakelaar, staafje ijzer aan veer; statiefmateriaal (evt. als demonstratie).

Proef 4: slappe metaaldraad (goudkleurig verpakkingsmateriaal kan goed voldoen), accu, schakelaar, hoefijzermagneet, statiefmateriaal (evt. als demonstratie).

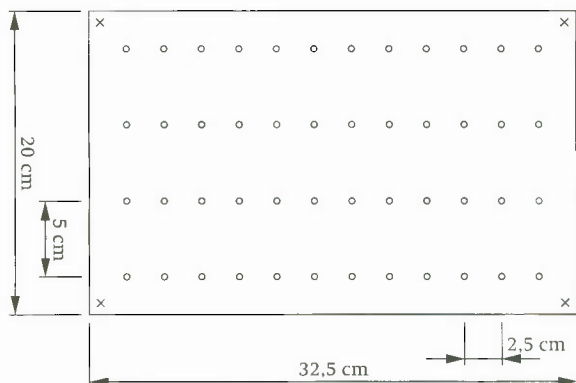
BIJ BLOK 5

P2

Hoe moet je een lampje en een batterij zó schakelen dat het lampje kan branden. En als het lampje brandt, waar hangt de felheid van het lampje van af?

In deze paragraaf moet duidelijk worden dat een batterij zorgt voor een constante spanning. Veel leerlingen denken dat een batterij zorgt voor een constante elektrische stroom. Wees alert op dit soort fouten.

Belangrijk is dat hier echte batterijen gebruikt worden. Oplaadbare batterijen in goede houders zijn hier aan te raden. Om de schakelingen overzichtelijk te houden zijn schakelborden (zie figuur) handig.



gaatjes : 4 mm
materiaal : pvc-plaat 20x32,5
4 pootjes

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

- 3 batterijhouders met batterijen 1,5 V
- 3 lampjes in houder
- drukschakelaar
- 7 snoertjes
- schakelbord

BIJ BLOK 5

P3

Een lampje is geen betrouwbaar meetinstrument. Vandaar dat we een stroommeter gebruiken. (WEN spreekt niet over ampèremeter, zodat in deze methode ook steeds over stroommeter gesproken wordt.) Neem voldoende tijd om de stroommeter en het werken met een stroommeter goed uit te leggen. De schakelingen van P2 moeten opnieuw gemaakt worden. Nu is het echter handig om met spanningsbronnen met 3 vaste spanningen (1,5 V; 3,0 V; 4,5 V) te werken. Deze zijn zelf te maken voor rond f 100,- (zie de bijlage 'spanningskastje' aan het einde van dit blok).

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

Proef 2: 1 stroommeter

Proef 4: 3 batterijhouders met batterijen 1,5 V, 3 lampjes in houder, drukschakelaar, 7 snoertjes, stroommeter, schakelbord

BIJ BLOK 5

P4

Vanuit een tekening of beschrijving moeten leerlingen een schakelschema kunnen tekenen en de schakeling bouwen. Vanuit een schakelschema moeten de leerlingen een schakeling kunnen bouwen. Als tussenfase wordt hier eerst in een tekening aangegeven hoe de snoertjes aangesloten moeten worden.

Aandacht voor de serieschakeling (lampjes 'achter' elkaar) en voor de parallelschakeling (lampjes 'naast' elkaar).

- Serieschakeling: stroomsterkte overal even groot, dus er wordt geen stroom verbruikt (in tegenstelling tot wat veel leerlingen denken).
- Parallelschakeling: lampjes branden onafhankelijk van elkaar.

Het tekenen van schakelschema's en het bouwen van schakelingen worden aan de hand van een serieschakeling van twee lampjes geoefend. Steeds moet op een andere plaats de stroomsterkte gemeten worden.

Bij dit practicum ontstaan grote verschillen in de klas. De proeven 4 en 5 kunnen beschouwd worden als uitloopmogelijkheid en hoeven niet door alle leerlingen zelf gedaan te worden. Bij de bespreking van P4 kunnen deze proeven als demonstratie aan de orde komen.

Bij de proeven 4 en 5 is het niet de bedoeling dat de stroomsterkte gemeten wordt. Hierdoor kan er meer aandacht en hulp gegeven worden aan de leerlingen die al grote moeite hebben met de serieschakeling. In E3 wordt wél gemeten aan de parallelschakeling.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

Proef 3: 3 batterijhouders met batterijen (of spanningskastje met 3 standen: 1,5 V, 3,0 V, 4,5 V), drukschakelaar, 2 lampjes, stroommeter, 6 snoertjes, schakelbord

Proef 4 en 5: 1 batterijhouder met batterij (of spanningskastje), 3 lampjes, 6 snoertjes

BIJ BLOK 5

T1

In T1 wordt een vijfde groep apparaten genoemd: apparaten met chemische reacties. In P1 was deze groep nog niet aan de orde geweest.

BIJ BLOK 5

T2

Spanning is dat waar een batterij voor zorgt. Het gevolg van spanning is dat er een elektrische stroom kan gaan lopen. Het is niet wenselijk dieper op het begrip spanning in te gaan.

Voor een elektrische stroom is een gesloten kring nodig.

Hoe groter de elektrische stroom is, hoe feller het lampje brandt.

BIJ BLOK 5

T3

Leerlingen gaan in deze paragraaf de sterkte van de stroom meten. Eerst door te kijken hoe fel lampjes gloeien, later door een stroommeter te gebruiken.

BIJ BLOK 5

T4

Het bouwen van schakelingen waarin de lampjes in serie en/of parallel staan.

BIJ BLOK 5

H1

Aan de hand van een verhaal worden veel voorkomen- de problemen met de stroommeter behandeld. De tekst wordt telkens afgewisseld met korte opgaven. Het herhaalblad eindigt met wat grotere oefen- opgaven.

BIJ BLOK 5

H2

In dit herhaalblad komen schakelingen aan de orde. Eerst de symbolen en het tekenen van schakelingen, vervolgens het bouwen van serie- en parallelschake- lingen. Het nalopen van een schakeling van + naar -. Ten slotte worden de eigenschappen van serie- en parallel- schakelingen nog eens bekeken.

Opgaven 2 en 3: Hoewel niet naar meetresultaten gevraagd wordt, is het maken van de schakeling is heel zinvol.

Benodigd materiaal:

- 2 batterijen (of een spanningskastje met minstens 2 standen)
- 3 gelijke lampjes
- drukschakelaar
- stroommeter
- 6 snoertjes
- schakelbord (indien aanwezig)

Na opdracht 3 kan een deel van het herhaalblad wor- den overgeslagen afhankelijk van de reden waarom dit herhaalblad opgegeven is.

Onderdeel 1 is voor degenen die stapje voor stapje door de stof geleid moeten en/of willen worden. De eigenschappen van serie- en parallelschakelingen moeten nog eens opgeschreven worden. In verdere vragen moet deze kennis toegepast worden.

Onderdeel 2 is voor degenen die de eigenschappen van serie- en parallelschakelingen door elkaar gehaald hebben. In twee opgaven worden deze schakelingen met elkaar vergeleken.

BIJ BLOK 5

E1

Oefenopgaven. Na het uitwerken van de herhaal- bladen is het zinvol enkele opgaven van dit extrastof- blad te maken.

BIJ BLOK 5

E2

Een weekijzermeter als stroommeter. Een stroom- meter met een niet lineaire schaalverdeling.

Eerst moet er een opstelling gemaakt worden.

Vervolgens moet de stroommeter geijkt worden.

Daarna volgen wat vragen. Ten slotte wordt de week- ijzermeter gebruikt om een stroomsterkte te meten. Benodigde tijd: één lesuur.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

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

BIJ BLOK 5**E3**

Het maken van deze schakelingen levert voor veel leerlingen nogal wat problemen op. Vandaar dat dit practikum nu in de extrastof staat. Figuur 50 en 51 van het leerboek zijn toegevoegd als hulp bij het bouwen van de schakelingen. Eventueel kan dit practicum als uitloop voor P4 gebruikt worden.

De schakelingen van figuur 49 van het leerboek bij voorkeur met verschillende lampjes (b.v. 3,5 V en 2,5 V) uitvoeren.

Benodigde tijd: één lesuur.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

- batterijhouder met batterij (of spanningskastje)
- 3 lampjes waarvan 2 dezelfde
- stroommeter
- 7 snoertjes
- schakelbord (indien aanwezig)

BIJ BLOK 5**E4**

Een blad met extra oefenvragen en opgaven.

ANTWOORDEN BLOK 5**P1**

- 5 a 1
b 1
c 2 of 3
d 1, 2 of 3

ANTWOORDEN BLOK 5**P2**

- 2 ja
- 3 a ja
b zwakker
- 4 geen verschillen
- 5 even fel
- 6 a De lampjes branden niet.
b De lampjes branden net zo fel als in de proeven 5 en in 2.
- 7 zwakker dan in proef 2
- 8 even fel als in proef 2
- 9 feller dan in proef 2
- 9 a meer
b minder

ANTWOORDEN BLOK 5**P3**

- 1 $2,5 \text{ A} = 2500 \text{ mA}$ $0,85 \text{ A} = 850 \text{ mA}$
 $0,042 \text{ A} = 42 \text{ mA}$ $0,005 \text{ A} = 5 \text{ mA}$
 $1200 \text{ mA} = 1,2 \text{ A}$ $667 \text{ mA} = 0,667 \text{ A}$
 $33 \text{ mA} = 0,033 \text{ A}$ $9 \text{ mA} = 0,009 \text{ A}$
- 5 a Als een lampje feller gaat branden, wordt de stroomsterkte groter.
b Als je meer batterijen in serie in de schakeling opneemt, wordt de stroomsterkte groter.
c Als je meer lampjes in serie in de schakeling opneemt, wordt de stroomsterkte kleiner.

ANTWOORDEN BLOK 5**P4**

- 3 c 0 mA
d overal even groot

- 4 **a** Als je een lampje losdraait, wordt de stroomsterkte nul.
c Als je het ene lampje losdraait, blijft het andere branden.
d Het kan voorkomen dat er één lampje brandt en de andere niet.
- 5 **c** Als je het ene lampje losdraait, blijven de andere branden.
d Als je twee lampjes losdraait, blijft het derde branden.

ANTWOORDEN BLOK 5

W1

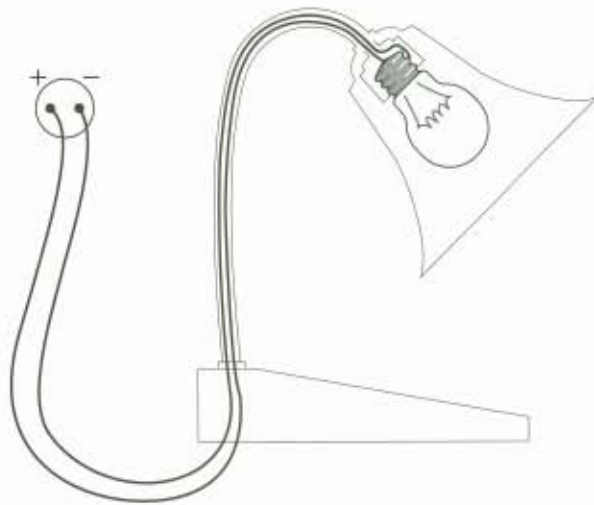
- 1 **a** warmte
b warmte
c verwarmingselement: warmte; motor: magnetisch
d magnetisch
e warmte + magnetisch
f magnetisch
- 2 **a, b** sigarettenaansteker warmte
verlichting licht
startmotor beweging
autoradio signalen
accu chemisch
- 4 **a, b** huisaansluitkast aansluiting kabel
kWh-meter bijhouden
energiegebruik
aardlekschakelaar beveiliging
groepenkast
met zekeringen beveiliging

ANTWOORDEN BLOK 5

W2

- 1 **a** dat er een elektrische stroom kan gaan lopen
b volt (V)
- 2 - Er moet spanning zijn.
- Er moet een gesloten kring zijn.
- 3 **a** 2, 3 en 6
b 5 en 9
c 4, 7 en 8
d 3, 2, 6 (1, 5, 9), 8, 4 en 7
- 4 Lampje brandt heel fel of gaat kapot.
- 5 bel, bij een lamp, t.v., boor

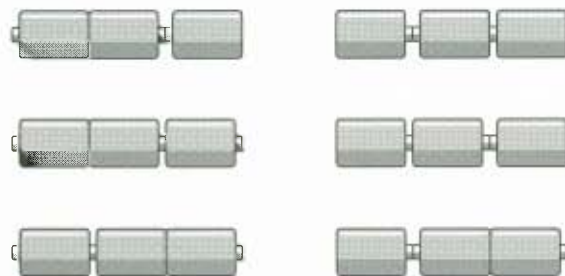
- 6 Zie figuur.



- 7 Via het metalen frame wordt de kring gesloten.
- 8 **a** Op 8 manieren, zie figuur.
b Zie figuur.



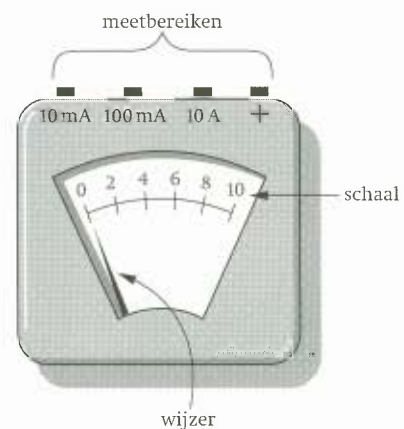
- c** Zie figuur.



ANTWOORDEN BLOK 5

W3

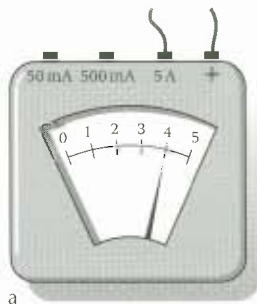
- 1 **a** Zie figuur.



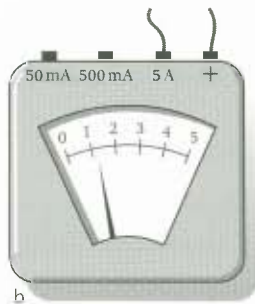
- b** de stroomsterkte in een punt
c in serie met het apparaat waardoor je de stroomsterkte wilt meten

- 2** **a** Het maximum van de schaal is 100 mA.
b Aflezen via de 10 A-aansluiting.
c In dit geval de bus '10A' en de bus '+'.
3 **a** Kijk naar het bereik dat je gekozen hebt (dat is het maximum van de schaal).
b een bereik met een kleinere maximale stroomsterkte
c Als de stroomsterkte die je meet minder is dan het maximum van de gevoeliger schaal.
d De meter moet meer aangeven dan hij kan. De meter gaat kapot.
4 **p** a: 300 mA b: 300 mA c: 250 mA d: ja, niet verstandig, kleine uitslag
q a: 3 A b: 3 A c: 0,2 A d: ja, verstandig
r a: 30 mA b: 30 mA c: -12 mA d: ja, niet verstandig, te kleine uitslag
s a: 3 A b: 3 A c: -0,3 A d: kan net, verstandig

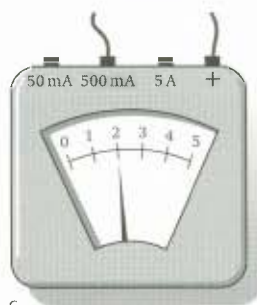
5 Zie figuur.



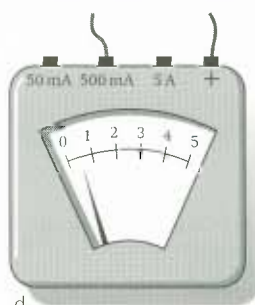
a



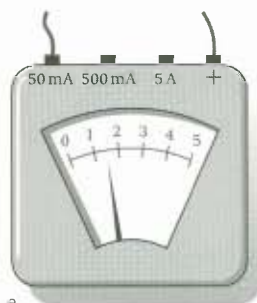
b



c



d

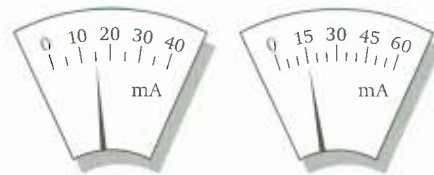


e



f

6 **a** Zie figuur.



b meter met bereik 40 mA; grotere uitslag.

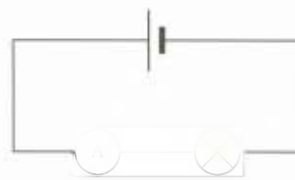
7 **a** 0,08 A

b 0,0 A

c 0,08 A

d 0,08 A

8 **a** Zie figuur.

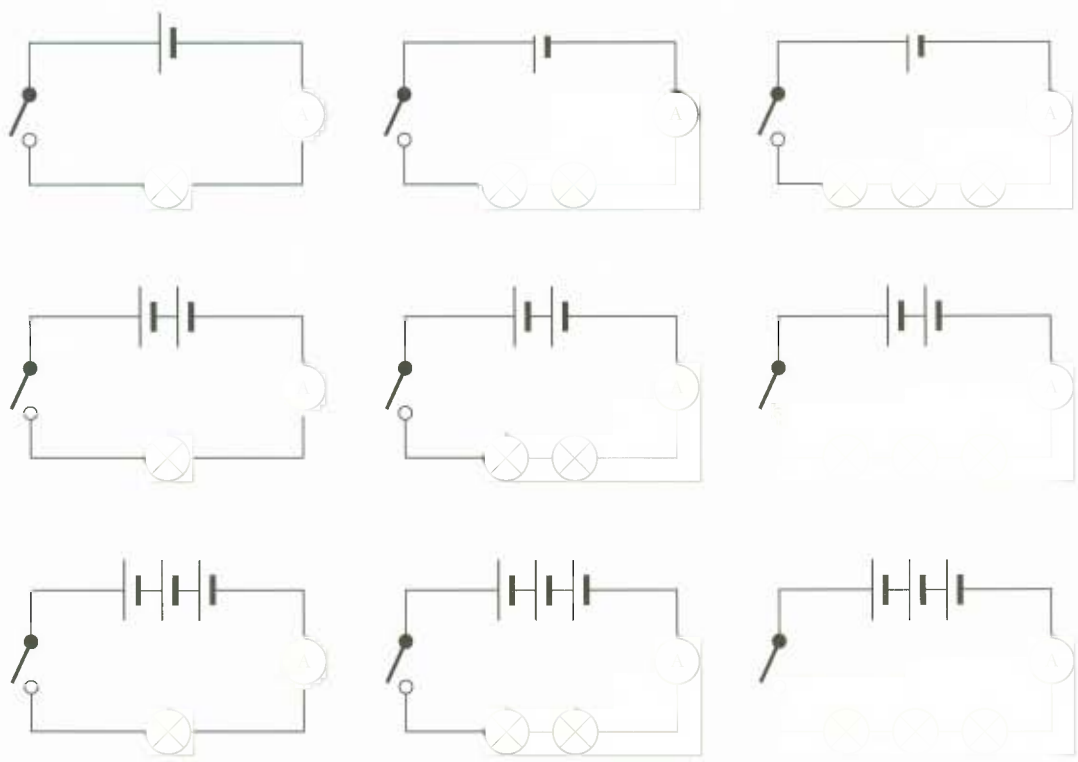


b grotere stroomsterkte, lampje brandt feller, stroommeter slaat verder uit

W4

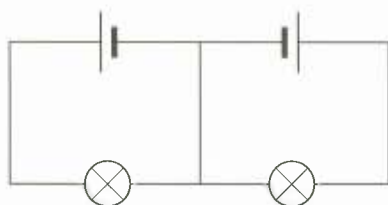
1 alle andere vakken

2 Zie figuur.



3 **a** P: 1,5 A; Q: 1,5 A; R: 1,5 A
b alle drie 0 A

4 **a** De lampjes branden niet; de batterijen werken elkaar tegen.
b Zie figuur.



5 pomp: batterij; kraan: schakelaar; buizen: snoertjes; radiator: lampje; water: elektrische stroom

6 **a** ja
b parallel

7 In serie: de zekering beïnvloedt de werking van de rest van de groep.

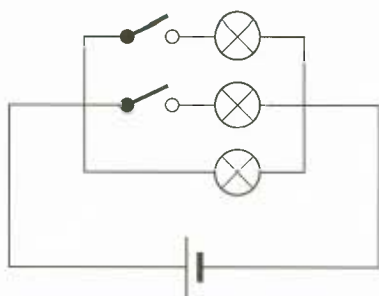
8 – Als een van beide kapot gaat, blijft de ander branden.
– Beide lampjes branden goed, terwijl de maximale stroomsterkte zeer verschillend kan zijn.
– Ieder lampje heeft een eigen aansluiting op de dynamo.

9 **a** De stroomsterkte door de stroommeter; niet de stroomsterkte door het lampje
b Zie figuur.

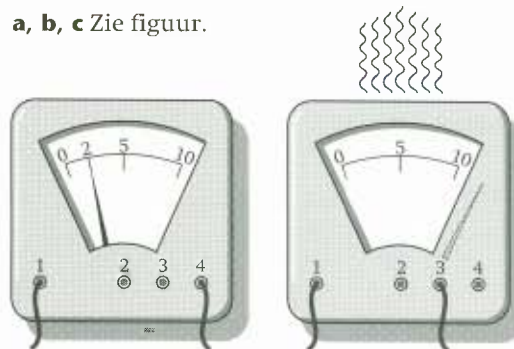


10 Ja. L_1 met L_6 ; L_2 met L_4 of L_5 ; L_3 met L_5 of L_4 .

11 a, b, c Zie figuur.



7 a, b, c Zie figuur.



ANTWOORDEN BLOK 5

H1

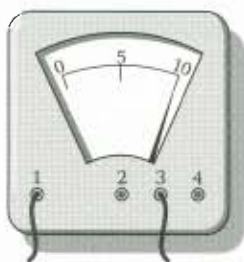
- 1 a ampère
b milli-ampère (= één duizendste ampère)
c verbinding met de + kant.
d verbinding met de - kant; welke je kiest hangt af van de grootte van de stroom die je gaat meten.
e de stroomsterkte in een punt

- 2 $1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$ $1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$
 $12 \text{ A} = 12\,000 \text{ mA}$ $20 \text{ mA} = 0,020 \text{ A}$
 $0,2 \text{ A} = 200 \text{ mA}$ $300 \text{ mA} = 0,3 \text{ A}$
 $4,5 \text{ A} = 4500 \text{ mA}$ $12\,000 \text{ mA} = 12 \text{ A}$

- 3 Van de + van de accu een snoetje naar de + van de stroommeter.

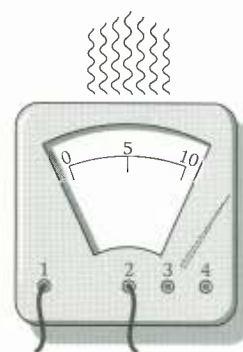
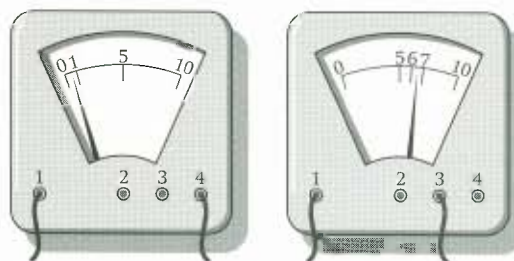
- 4 30 A

- 5 a 3 A
b In plaats van aansluiting 4 aansluiting 3 gebruiken.
c Zie figuur.

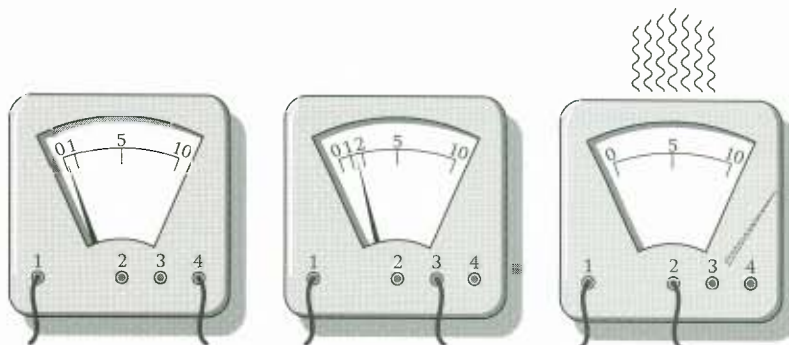


- 6 Dan slaat de wijzer verder uit dan de maximale uitlag en gaat de meter kapot.

- d 30 A anders gaat de meter kapot.
e Zie figuur; 3 A, grootst mogelijke uitslag.

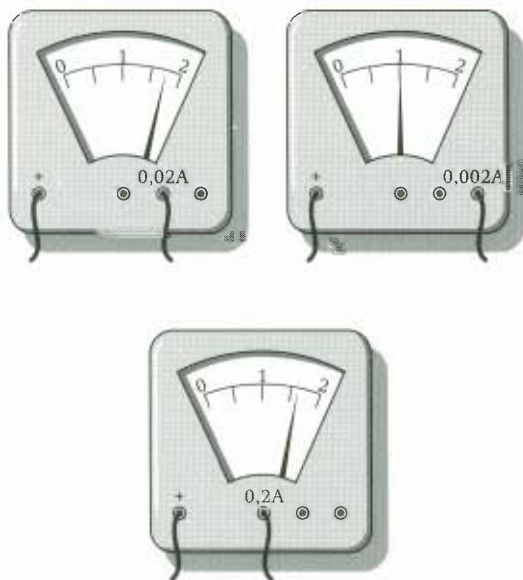


- f Zie figuur; 3 A, grootst mogelijke uitslag.



- 8 a 15 mA
b 8
c 10 mA op bereik 30 mA
200 mA op bereik 0,3 A
0,60 A = 600 mA meer dan het grootste bereik; niet met deze meter te meten

- 9 a 0,13 A = 130 mA
b 2,5 A
c Zie figuur.



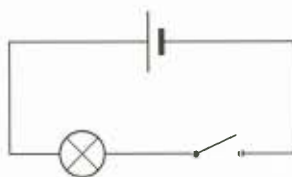
ANTWOORDEN BLOK 5

H2

- 1 a, b Zie figuur.

onderdeel	symbool
snoertje	
lamp	
batterij	
stroommeter	
open schakelaar	
gesloten schakelaar	

- 2 a Zie figuur.



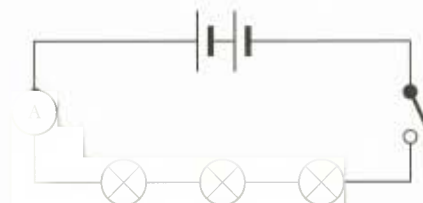
- d Zie figuur.



e Extra controle: als je de drukschakelaar indrukt, moeten beide lampjes branden en geeft de stroommeter de stroomsterkte aan. Als je één lampje los draait, dan gaat het andere lampje ook uit en geeft de stroommeter 0 A aan.

f Dan gaat er een kleinere stroom lopen en gaan de lampjes (en eventueel de stroommeter) niet zo snel kapot.

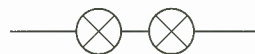
- 3 Zie figuur.



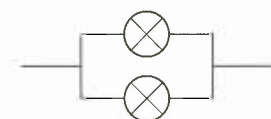
- 4 a Stroomsterkte overal even groot. Is de schakeling ergens open, dan is de stroomsterkte overal 0 A. De onderdelen zijn afhankelijk van elkaar.

b Eén lampje uit, ander blijft gewoon branden. De onderdelen werken onafhankelijk van elkaar.

- c Zie figuur.



- d Zie figuur.



e Alle lampjes gaan uit.

f parallelschakeling

- 5 a Maakt niet uit, als de stroommeter maar in serie staat met de lampjes.

b in serie

c zeker geen serieschakeling

6 a 0,25 A

b 1,0 A

7 a Geen enkel lampje brandt.

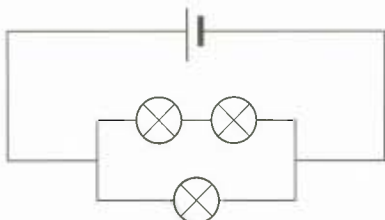
b L_1 , L_2 in figuur 36 en L_1 in figuur 37 branden wel.

c Wel: L_2 in figuur 37. Niet: de andere lampjes.

ANTWOORDEN BLOK 5

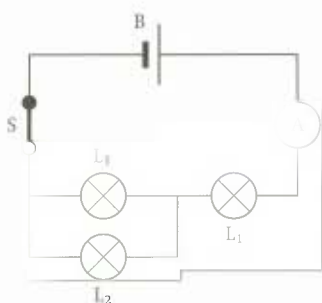
E1

1 a Zie figuur.



b L_1 : 0,06 A; L_2 : 0,06 A; L_3 : 0,12 A; de batterij levert 0,18 A

2 a Zie figuur.



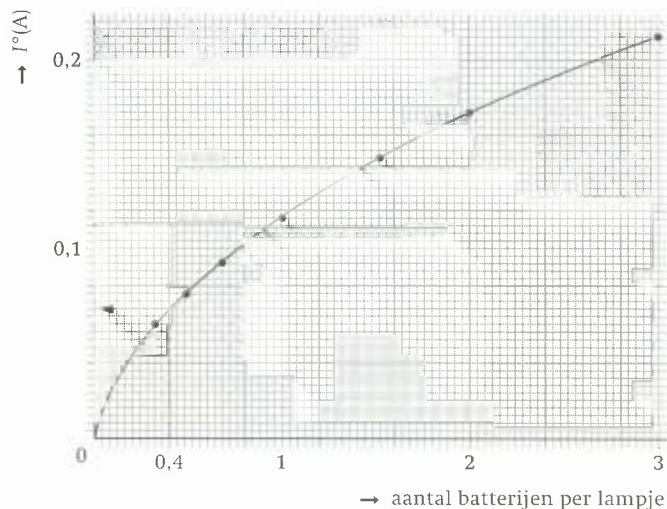
b 12 mA

c L_1 : 12 mA, L_2 : 6 mA, L_3 : 6 mA

3 a, b

aantal batterijen	aantal lampjes	stroomsterkte (A)	aantal batterijen per lampje
1	1	0,12	1
2	1	0,17	2
3	1	0,21	3
1	2	0,08	0,5
2	2	0,12	1
3	2	0,15	1,5
1	3	0,065	0,33
2	3	0,09	0,67
3	3	0,12	1

c Zie figuur.



d 0,4 batterijen per lampje \rightarrow 0,07 A.

e Grafiek loopt krom. Hoe feller de lamp brandt, hoe moeilijker de stroom door de lamp kan.

4 a A: 7 mA; B: 14 mA; C: 22 mA

b hoe meer lampjes parallel, hoe groter de stroomsterkte.

c Nee, in P3 en P4 hebben we alleen metingen gedaan aan serieschakelingen.

d 7 mA (hetzelfde als in schakeling A)

e Eén lampje los: 0,014 A = 14 mA

Twee lampjes los: 0,007 A = 7 mA

5 a 20 mA

b A_3 : 40 mA; A_4 : 20 mA; A_5 : 20 mA

c De som van de stroomsterktes in de paralleltakken is gelijk aan de stroomsterkte in de hoofdtak.

6 a L_3 en L_6

b L_2

c L_1 , L_6 , L_2 , L_3 , $L_4 + L_5$

ANTWOORDEN BLOK 5

E2

- 1 nee
- 2 Ja, want hij wijst bij verschillende stromen verschillende waarden aan, en bij gelijke stromen gelijke waarden.
Een ander goed antwoord is: Nee, want het is lastig de stroomsterkte te schatten, als de wijzer niet precies op een streepje staat.
- 3 Weekijzer is ijzer dat makkelijk magnetisch wordt, maar ook makkelijk zijn magnetisme weer verliest.

ANTWOORDEN BLOK 5

E3

- 1 a: $L_1 + L_2$; b: $L_1 + L_2$; c: L_2 ; d: L_1 .
c Schakeling a en b: Stroomsterkte vóór aftakking even groot als na aftakking.
Schakeling c en d: Hoeft niet aan elkaar gelijk te zijn; stroom splitst zich niet 'eerlijk'.
Schakeling a met c en d: Stroomsterkte vóór de aftakking is gelijk aan de som van de stroomsterktes in de afzonderlijke takken.
- 2 d Hoe meer lampjes parallel, hoe groter de stroomsterkte in de hoofdtak.

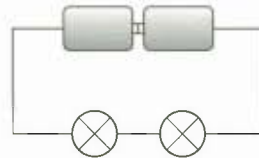
ANTWOORDEN BLOK 5

E4

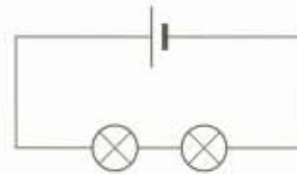
- 1 a magnetisch
b warmte
c warmte + magnetisch
d magnetisch
e warmte
f magnetisch
- 2 a, b mixer beweging
lamp warmte
boor beweging
föhn warmte en beweging
wasmachine beweging
c beweging
d Het is makkelijk (huishoudelijk) werk te laten doen door een apparaat.
- 3 a accu
b Als het licht uitvalt, is het erg donker en kun je de uitgang niet meer vinden.

- 4 a donker, verwarming valt uit, apparaten doen het niet meer, wekker wekt niet meer, radio en TV doen het niet
b verkeerslichten vallen uit, verlichting valt uit, liften blijven steken, alarm werkt niet meer, alle klokken staan stil

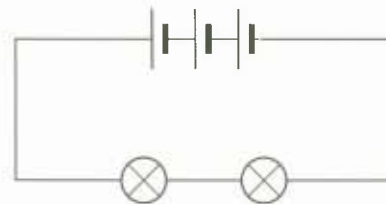
- 5 a batterij leeg, snoetje kapot, lampje kapot, geen gesloten kring
b De batterijen werkten elkaar tegen in de grote schakeling.
c Zie figuur.



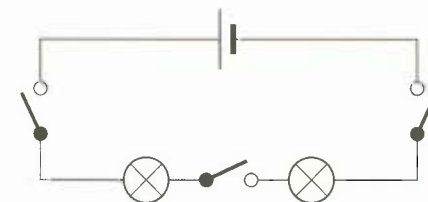
- 6 via het ijzer van de auto
- 7 a serieschakeling
b Eerst kijken of je een zwart lampje ziet. Anders lampje voor lampje vervangen door een goed lampje, totdat de verlichting het weer doet.
- 8 a Zie figuur.



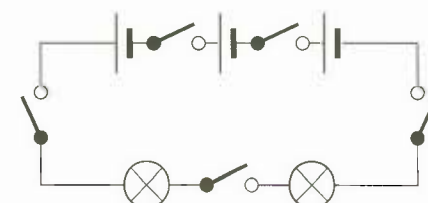
- b Zie figuur.



- c 3 plaatsen, zie figuur.

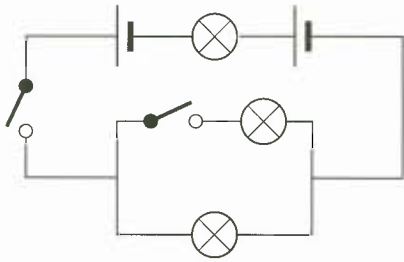


- d 5 plaatsen, zie figuur.

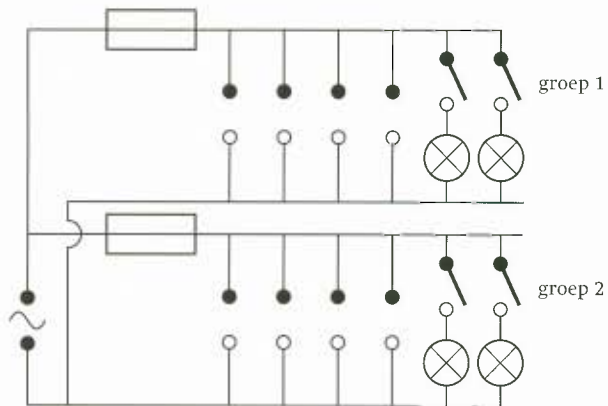


- 9 a** + aan -, te klein bereik
b Op een gevoeliger bereik overgaan. Daarna kijken of je nog gevoeliger kunt meten.

10 a, b, c, d Zie figuur.



- 11 a** Als er een apparaat aangesloten wordt, gaat het licht niet uit.
b Zie figuur.



BIJLAGE: EEN SPANNINGSKASTJE

Materiaal spanningskastje.

Catalogus:

Display Electronica Utrecht.

1 metalen kast 1615334

1 printtrafo 0210120081

1 netschakelaar + lampje 0349001

1 knop 0379111

1 tweestandenschakelaar 03471085

1 contra eurostekker 0575302

1 contrastekker rood 0540215

1 contrastekker zwart 0540215

1 brugcel 0163 B40C3A2 2A2

1 Elco 8100 4700 μ F 16 V

1 0140 BC547C

1 0100 CA3130E

1 0140 Tip 3055

1 0140 BD 137

1 0100 78L05

3 condensatoren 0,1 μ F

1 fotoprint 0450 405 EE 210

1 ontwikkelaar 0450 4007

1 weerstand 0,47 Ω , 2 W

1 weerstand 100 k Ω , 0,5 W

1 weerstand 100 Ω , 0,5 W

1 weerstand 1 k Ω , 0,5 W

3 weerstanden 10 k Ω , 0,5 W

