

Blok 4 Een blok vol spanning

INHOUD

PRACTICUM	
P1	Een blok vol spanning
P2	Spanningsbronnen
P3	Spanning in elektrische schakelingen
P4	Elektrische weerstand
P5	Enkele bijzondere weerstanden
BASISSTOF	
TW1	Lading
TW2	Spanningsbronnen
TW3	Spanning in elektrische schakelingen
TW4	Elektrische weerstand
TW5	Enkele bijzondere weerstanden
HERHAALSTOF	
H1	Lading; het scheiden van lading
H2	Het stromen van lading
H3	Spanning en stroomsterkte meten; weerstand
EXTRASTOF	
E1	Zelf spanningsbronnen maken
E2	De elektroscop en influentie
E3	Oefenvragen en opgaven

TIJDSINDELING

P1, T1	1 lesuur
W1, P2	1 lesuur
W2, T2, P3	1 lesuur
T3, W3	1 lesuur
P4, T4	1 lesuur
W4	1 lesuur
P5, T5	1 lesuur
W5	1 lesuur
D-toets	½ à 1 lesuur
H/E-stof	1 à 1½ lesuur
E-toets	1 lesuur
Totaal	11 lesuren

BASISVORMING

Aan de orde komen de kerndoelen C5.1, C5.2, C5.3 en C5.4.

DE STOF

In blok 4 staat het begrip spanning centraal. Spanning wordt geïntroduceerd aan de hand van een microscopisch model. Hiermee kan ook het verband tussen statische elektriciteit en stromende lading gelegd worden.

Het begrip spanning is voor leerlingen erg moeilijk. Al heeft statische elektriciteit in de examenprogramma's geen belangrijke plaats, toch is ervoor gekozen om vanuit statische elektriciteit het begrip spanning te ontwikkelen. De eerste twee paragrafen gaan over statische elektriciteit. De condensator komt hier aan de orde. Maken we een verbinding tussen een plaats waar de lading dicht op elkaar zit en een plaats waar de lading verder uit elkaar zit, dan gaat de lading stromen. PTW1 en PTW2 kunnen niet zonder meer overgeslagen worden, al kan men ervoor kiezen er niet al te diep op in te gaan. Met behulp van deze twee paragrafen wordt spanning uitgelegd als het verschil in ladingsverdeling tussen twee punten. Bij de uitleg van het meten van spanning wordt hier gebruik van gemaakt. Het blok eindigt met de wet van Ohm en het onderzoeken van bijzondere weerstanden.

Opmerking: Het microscopisch model is een hulpmiddel. Het hoort niet tot de basisstof.

OPZET VAN DIT BLOK

Statische elektriciteit → afstoting gelijksoortige lading → spanning → stromende elektriciteit → spanning meten → weerstand → bijzondere weerstanden

Dit blok 4 sluit aan op de blokken 5 (deel 1mhv) (stroomsterkte, serie/parallel) en blok 2 (deel 2mhv) (vermogen, elektriciteit thuis).

Blok 4 is een uitgebreid blok. Er is geen grote context gebruikt.

BIJ BLOK 4

P1

Aan de hand van een aantal proefjes worden de eigenschappen van geladen voorwerpen onderzocht. Alle proeven kunnen door de leerlingen zelfstandig gedaan worden.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

- 2 × PVC-buis, 2 × perspex staaf, glazen staaf
- wollen lap, papieren zakdoekjes, stuk bont
- ophangbeugel (gebogen stuk koperdraad waar staaf in kan hangen (bij blok 1 is ook gebruik gemaakt van zo'n soort beugel)
- plukjes watten, snippers papier

BIJ BLOK 4

P2

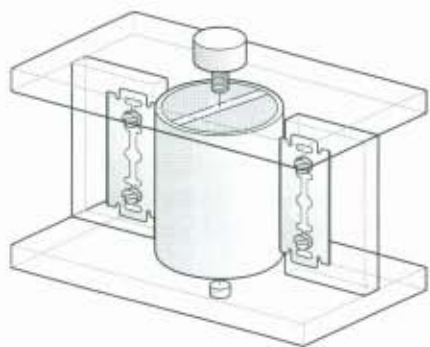
In de eerste proefjes wordt gekeken hoe je voorwerpen kunt opladen. De kennis van T1 wordt gebruikt om die lading te onderzoeken.

Bij proef 4 wordt statische elektriciteit vergeleken met stromende elektriciteit.

Alle proeven zijn demonstratieproeven.

Benodigd materiaal:

- elektriseermachine of bandgenerator, pluim van papierstroken, PVC-buis aan nylon draad, twee metalen bolletjes op geïsoleerde voet, snoertjes, bankje (of stevig stuk tempex) om leerling geïsoleerd op te laten staan
- TL-buis, ladingsmotor (zelf te maken volgens de figuur ontleend aan 'Scoop' deel 5H; aansluiten op + en - van bandgenerator; eventueel op gang helpen; voorzie perspex cilinder van een merkteken om draaiing zichtbaar te maken)
- flinke condensator



BIJ BLOK 4

P3

Spanning meten in parallel- en serieschakelingen (geen stroomsterkte meten).

Voordat er metingen gedaan worden, wordt met kleuren aangegeven waar de lading dicht op elkaar zit (aan de - kant: blauw) en waar de lading ver uit elkaar zit (aan de + kant: rood).

De inleiding (kleurmodel en het gebruik van de spanningsmeter) kort bespreken. Verder kunnen de leerlingen zelfstandig met het materiaal werken.

Opgave 1, 2, 3, 5 en 7 zijn inleidende vragen (kunnen ook buiten practicumlokaal gedaan worden). Deze vragen zijn noodzakelijk voor een goed begrip van spanning.

Proef 4, 6 en 8: practicum.

Benodigd materiaal:

Opgave 1, 2, 3, 5 en 7: rood potlood, blauw potlood
Proef 4, 6 en 8: spanningsbron, twee verschillende lampjes, spanningsmeter, snoertjes

BIJ BLOK 4

P4

Apparaten die op dezelfde spanning aangesloten worden, kunnen toch een zeer verschillend vermogen hebben. In P4 wordt onderzocht waar dit verschil door veroorzaakt wordt. Eerst wordt bij verschillende spanningen de stroomsterkte door een lampje gemeten.

Vervolgens wordt dit voor twee weerstanden gedaan.

Aan het einde van het blok volgt $R = V/I$.

Proef 1 en 2 kunnen de leerlingen zelf als practicum doen. Opgave 3 kan als huiswerk meegegeven worden.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

regelbare spanningsbron, spanningsmeter, stroommeter, lampje, twee weerstanden (b.v. 100 Ω en 150 Ω; niet te groot verschil, de leerlingen moeten er één (V,I)-diagram van kunnen maken!)

BIJ BLOK 4**P5**

Door de invoering van de basisvorming is het onderdeel 'bijzondere weerstanden' aanzienlijk uitgebreid. Nadat in P4 het begrip weerstand is geïntroduceerd, wordt in P5 gekeken naar weerstanden die iets bijzonders hebben: LED, NTC en LDR.

Alle proeven kunnen door de leerlingen zelf gedaan worden. De proeven 4 en 5 kunnen echter ook alleen theoretisch gedaan worden.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

- variabele spanningsbron, spanningsmeter, stroommeter, LED, NTC, LDR
- voor proef 4: spanningsbron, diode (mag LED zijn), condensator, (flits)lampje
- voor proef 5: drie spanningsbronnen, LED, LDR, relais, weerstand

BIJ BLOK 4**T1**

Statische elektriciteit. +/- lading. Aantrekken of afstoten. Het laden van een voorwerp. Bewegen van lading (nog niet: negatieve lading beweegt in een geleider). Geleiders en isolatoren.

BIJ BLOK 4**T2**

Spanningsbronnen. Bewegende lading is elektrische stroom. De oorzaak dat lading gaat bewegen, is spanning. Er is spanning tussen twee punten, als bij het ene punt de lading dichter op elkaar zit dan bij het andere punt.

Er stroomt géén lading meer tussen twee geladen geleiders met dezelfde soort lading, als de ladingsdichtheid op beide gelijk is geworden.

Spanning meet je altijd tussen twee punten. Verder aan de orde: spanningsbronnen en de condensator.

BIJ BLOK 4**T3**

Spanning in schakelingen. Spanningsmeter, spanning in een schakeling meten. Wijs op het verschil met een stroommeter.

Spanning wordt uitgelegd als een verschil in ladingsverdeling (ladingsdichtheid). De spanningsbron houdt het verschil in ladingsdichtheid tussen de + en de - in stand. Dit kost energie.

Door delen van de schakeling met dezelfde ladingsdichtheid dezelfde kleur te geven, is spanning over onderdelen snel te zien. Met het model wordt een aantal problemen bekeken: spanning over een snoetje, spanning over een schakelaar (open/dicht), spanning in een parallelschakeling, spanning in een serie-schakeling.

Telkens weer het verschil in ladingsdichtheid laten kleuren!

BIJ BLOK 4**T4**

Elektrische weerstand. Bekend is dat de stroom door sommige apparaten makkelijk gaat en door andere juist moeilijk. In blok 2 was dat aanleiding om te spreken over 'verschil in vermogen'. In dit blok wordt een nieuwe voorwerpseigenschap ingevoerd: weerstand. Oorzaak: spanning V ; gevolg: stroomsterkte I . In grafieken hoort de oorzaak van een verschijnsel (hier: V) horizontaal en het gevolg van die verandering (hier: I) verticaal te worden uitgezet. (Helaas is dit in de 2de druk nog niet gedaan.)

Spanning en stroomsterkte in een schakeling meten, zodat $R = V/I$ berekend kan worden.

Verder: de weerstand van een snoetje, van een schakelaar, van een lamp, van een ohmse weerstand.

BIJ BLOK 4**T5**

Bijzondere weerstanden. NTC-weerstand: de weerstand hiervan neemt af, als de temperatuur toeneemt. LDR: de weerstand hiervan neemt af, als er licht op valt. Diode: laat de stroom maar in één richting door (gelijkrichting). LED: diode die licht uitzendt. De transistor als schakelaar.

BIJ BLOK 4**H1**

Herhaling statische elektriciteit, spanning en condensator.

BIJ BLOK 4

H2

Stroomsterkte in verschillende schakelingen.

Geleiding, bewegende lading, spanning en stroomsterkte, de diode in een schakeling.

In figuur 60 van het leerboek staan de kleuren verkeerd: moet bij + pool: rood en bij – pool: blauw zijn.

Ook in figuur 64 van het leerboek rechts boven moeten de kleuren worden verwisseld.

Het herhaalblad begint met twee eenvoudige proefjes.

Benodigd materiaal:

kunststof buis/staaf, metalen staafje, papiersnippers

BIJ BLOK 4

H3

Hoe meet je spanning? Hoe meet je stroomsterkte?

Weerstand berekenen. Bijzondere weerstanden.

BIJ BLOK 4

E1

Practicum. De leerling onderzoekt welke materialen het beste zijn om een spanningsbron te maken.

Tijdens het practicum wordt een tabel ingevuld.

Benadruk dat het belangrijk is systematisch en zorgvuldig te werken.

Benodigd materiaal:

- citroen (of sinaasappel), twee stukjes ijzerdraad, twee stukjes koperdraad, snoertjes, spanningsmeter
- elektroden van koper, zink, ijzer, aluminium en een koolstof staafje
- een bekeerglas, kraanwater, pekkel (water + keukenzout), verdund zuur, schuurpapier
- een spanningsmeter, een stroommeter, een lampje en een stopwatch

BIJ BLOK 4

E2

Een extrastofblad dat grotendeels theoretisch is, maar er moeten wel een paar proefjes gedaan (of gedemonstreerd) worden.

Eerst wordt aan de hand van tekeningen onderzocht hoe een elektroscop werkt. Na de proeven 6, 7 en 8 volgen nog vijf vragen.

Benodigd materiaal:

electroscop, PVC-buis, watjes, wollen lap

BIJ BLOK 4

E3

Negen opgaven om nog wat te oefenen.

Een practicumlokaal is bij dit extrastofblad niet nodig.

ANTWOORDEN BLOK 4

P1

- De snippers worden aangetrokken.
- a** Nee, want perspex kan ook snippers aantrekken.

b Nee, want met een papieren zakdoekje lukt het ook.

c Ja, want plukjes watten of kurkvijlsel worden ook aangetrokken.
- abcd**

materiaal	pvc	perspex
pvc	-	+
perspex	+	-

f Afstotend.

g Nee, perspex en PVC trekken elkaar aan.

h Gelijkssoortige ladingen stoten elkaar af. Ongelijksoortige ladingen trekken elkaar aan.
- a** Aantrekking

b Afstoting

c Glas wordt na wrijven positief geladen.

ANTWOORDEN BLOK 4

P2

- ab** Metingen als generator uitstaan, dus ongeladen.

cdegh Kap en voet worden tegengesteld geladen.

f De stroken worden ook geladen. Gelijkssoortige ladingen stoten elkaar af.
- a** Vonk springt over.

b Zakt in.

c Verdwijnt.
- a** Gaan uit elkaar staan.

b Verdeelt zich over kap en leerling.

c Stroomt naar de voet.

d Ja, het geheel is nu ongeladen.
- a** licht (vonken).

b De TL-buis licht op.

c De cilinder van de ladingsmotor gaat bewegen.

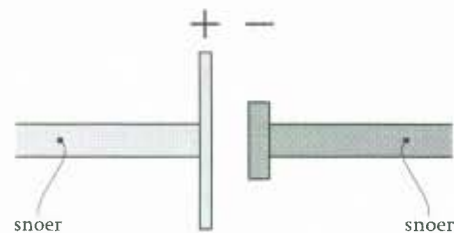
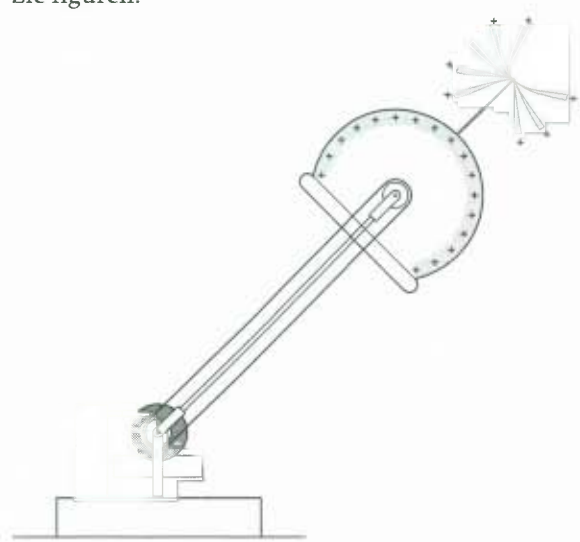
d Via een snoer een voorwerp laden en ontladen.

e Er loopt aanvankelijk een stroom door de draad. Als je + en - van de condensator met elkaar verbindt, springt er een vonk over.

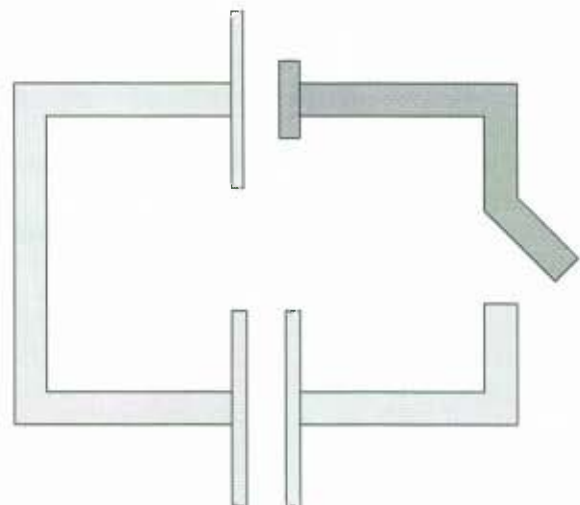
ANTWOORDEN BLOK 4

P3

- Zie figuren.

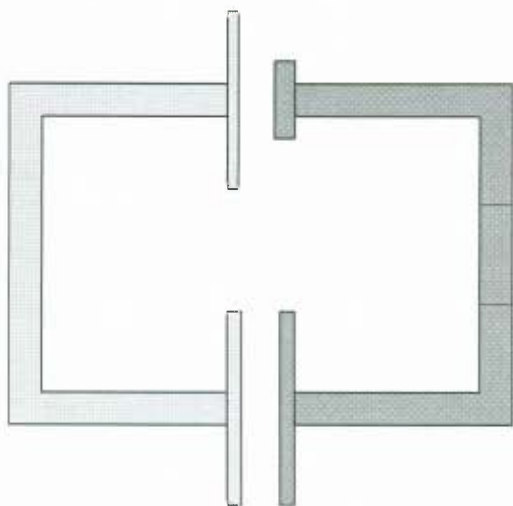


- a** Zie figuur.



- De lading zit overal even ver uit elkaar. Er kan geen lading stromen.

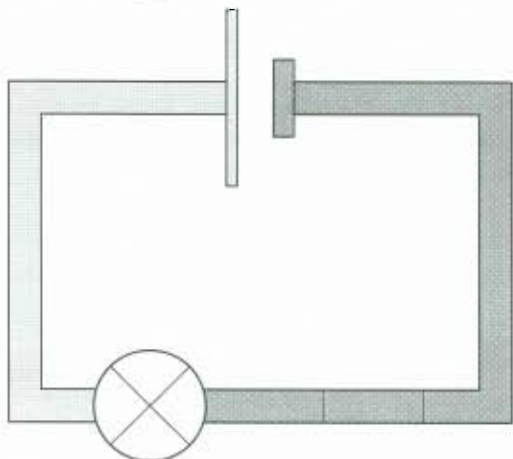
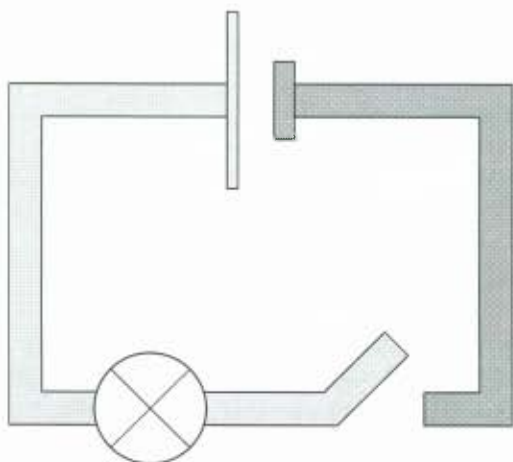
c Zie figuur.



d De lading voor en na de condensator zit even ver uit elkaar.

e In het begin was er wel verschil in ladingsdichtheid tussen de spanningsbron en de plaat van de condensator. Als de condensator is volgelopen, is dat verschil verdwenen.

3 a Zie figuur.



b Verschil in kleur aan beide kanten van de spanningsbron.

c Verschil in ladingsdichtheid tussen twee punten.

4 b 0 V

c Spanning van de spanningsbron.

d Spanning van de spanningsbron.

e 0 V

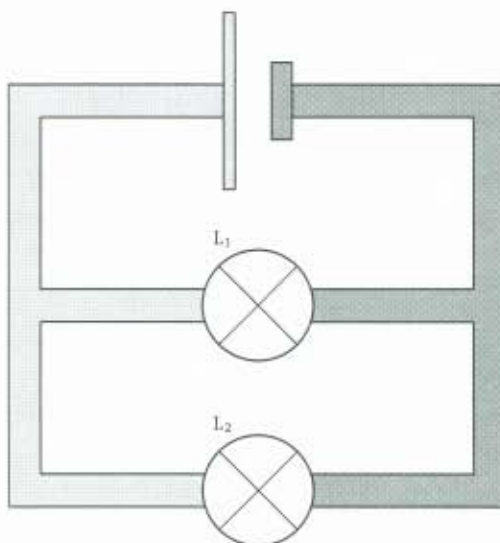
fg Is er kleurverschil, dan meet je spanning. Geen kleurverschil: 0 V.

h Geen gesloten kring; geen verschil in kleur voor en na de lamp.

i Geen verschil in kleur: 0 V.

j Geen verschil in kleur: 0 V.

5 Zie figuur.

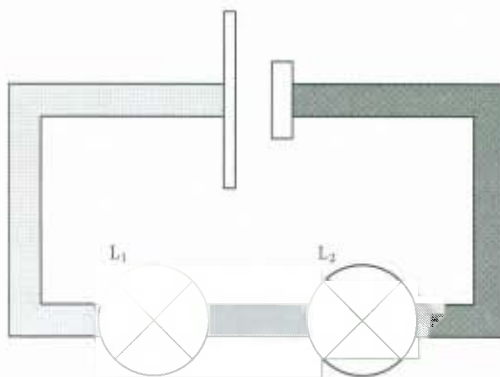


6 d Je meet steeds een even grote spanning als over de batterij.

e Aan de ene kant is het lampje verbonden met de + (dus ook rood). Aan de andere kant is het verbonden met de - (dus ook blauw). Het zelfde kleurverschil, dus ook de zelfde spanning.

f Spanning over de onderdelen is gelijk aan de spanning over de spanningsbron.

7 a Zie figuur.



b Een mengkleur van rood en blauw, dus paars.

- 8 e** De spanning over de lampjes samen is de som van de spanningen over de lampjes apart; dat is gelijk aan de spanning van de spanningsbron.
- f** Van de $-$ kant tot aan L_2 zit de lading dicht op elkaar. Tussen L_2 en L_1 zit de lading wat verder uit elkaar. Tussen L_1 en de $+$ kant van de batterij zit de lading ver uit elkaar.
- g** In een serieschakeling verdeelt de spanning zich over de onderdelen. De spanning van de bron is gelijk aan de som van de spanningen over de onderdelen.

ANTWOORDEN BLOK 4

P4

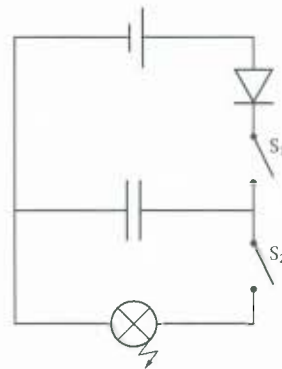
- 1 c** ook groter.
- 2 cdf** De grafiek van de grootste weerstand loopt steiler. Dat wil zeggen: als de spanning toeneemt, neemt de stroom bij de grotere weerstand langzamer toe.
- 3 c** Bij de weerstanden komt steeds hetzelfde uit V/I ; bij het lampje wordt dat steeds groter.
- d** Hoe groter R , des te moeilijker laat de weerstand de stroom door.

ANTWOORDEN BLOK 4

P5

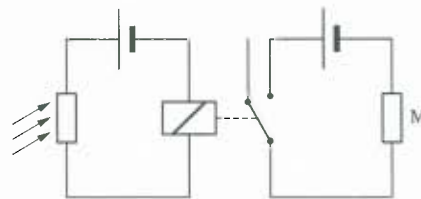
- 1 c 1** Een LED laat de stroom maar in één richting door.
- 2** Een LED zendt licht uit, als hij de stroom doorlaat.
- d** Zie figuur 24 van het practicumboek.
- e** Zie 1c punt 2.
- f** Controlelampje of kleine lichtbron in een apparaat (display van een rekenmachine)
- 2 c** De weerstand van de NTC wordt dan kleiner, zodat de stroomsterkte groter wordt. De NTC kan dan te warm worden.
- d** Meting van temperatuur.
- 3 b** Zie figuur 26 van het practicumboek.
- c** Als er licht op de LDR valt, is de weerstand klein: de LDR geleidt de stroom goed.
- Als er géén licht op valt, is de weerstand groot: de LDR geleidt de stroom slecht.
- e** Als lichtmeter; om te meten of er licht is. In een alarm.

- 4 a** De stroom kan maar op één manier naar de condensator lopen.
- b** Zie figuur.



- c** De condensator loopt vol, waarna hij snel (met een grote stroomsterkte) kan leeglopen via het lampje.

- 5 a** Zie figuur.



- b** Als alarm.

ANTWOORDEN BLOK 4

W1

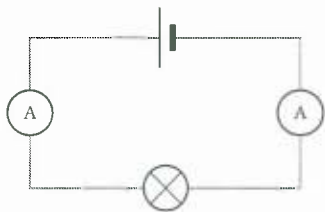
- 1** Het scherm van de t.v.
- 2** Het geladen kammetje draaibaar ophangen aan een nyldraad. Geladen PVC-buis (negatief) erbij houden. Wordt het kammetje aangetrokken, dan is het positief geladen ($-$ en $+$ trekt elkaar aan). Wordt het afgestoten, dan is het negatief geladen ($-$ en $-$ stoot af).
- 3** Je beweegt. Door wrijving over de grond en met de lucht wordt je geladen. De verwarming is via geleidende buizen verbonden met de aarde.
- 4** In een neutraal voorwerp zit evenveel $+$ als $-$ lading; het is dus *niet* ongeladen.
- 5 a** Degene die wrijft.
- b** Van de elektrische energie om de motor te laten werken.
- 6 a** Lucht, plastic, papier, hout, rubber.
- b** IJzer, messing, koper, aluminium, koolstof.

- 7** **a** Een (slechte) geleider (zie deel 2mhv blok 2, P4).
b Als je bezweet bent of als je huid vochtig is, geleid je de stroom beter.
c Beveiliging. In een badkamer is het vochtig. Gaat er iets mis, dan gaat er een gevaarlijk grote stroom door je heen.
- 8** **a** Bij een geleider stroomt de lading weg via jouw lichaam naar de aarde.
b Ja, dan kan de lading niet weg.
- 9** **a** De ladingen op P stoten elkaar af.
b Positief.
c (Minder) positief.
d Nee. De lading zit dan overal even ver uit elkaar.
- 10** Op bol P en Q evenveel negatieve lading. Een deel van de lading op P is naar Q gestroomd.

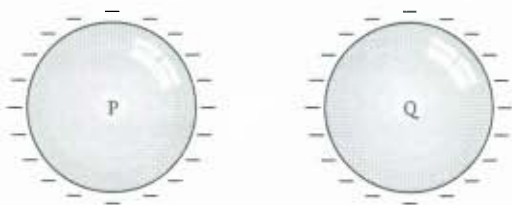
ANTWOORDEN BLOK 4

W2

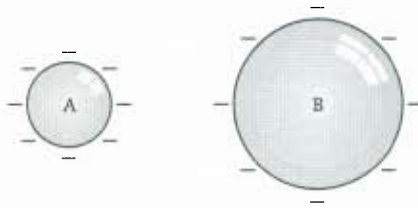
- 1** **a** Licht, warmte, beweging.
b TL-buis, vonken, ladingsmotor.
- 2** **a** I
b ampère (A)
c V
d volt (V)
- 3** **a** De stroomsterkte vóór het lampje is even groot als de stroomsterkte na het lampje.
b Zie figuur.



- 4** **a** Op bol P.
b Koper is een geleider.
c Van P naar Q.
d De lading op P en Q zit dan even ver uit elkaar.
e Zie figuur.

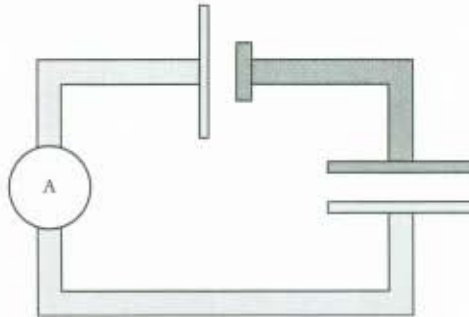


- 5** **a** Zie figuur.



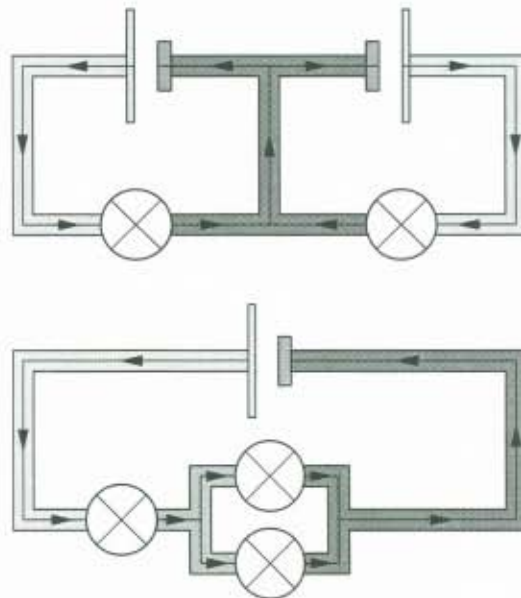
- b** Op bol A.
c Van A naar B.

- 6** **a** Zie figuur.

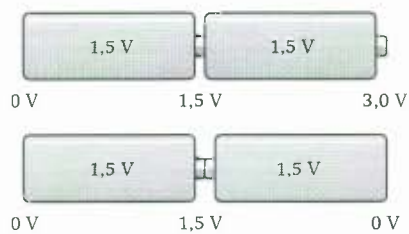


- b** Om de lading op de condensator (die aanvankelijk neutraal was) even dicht op elkaar te brengen als aan de $-$ kant van de batterij en even ver uit elkaar te halen als aan de $+$ kant van de batterij.
c Er zijn geen verschillen meer in ladingsdichtheid tussen de punten die geleidend met elkaar verbonden zijn.
d Die is even groot.
e Aan weerszijden van de spanningsbron is hetzelfde kleurverschil als aan weerszijden van de condensator.

- 7** **abc** Zie figuur.



- 8 a** Zie figuur. Twee batterijen zorgen of voor 3,0 V (als ze mrt elkaar meewerken) of 0 V (als ze elkaar tegenwerken).

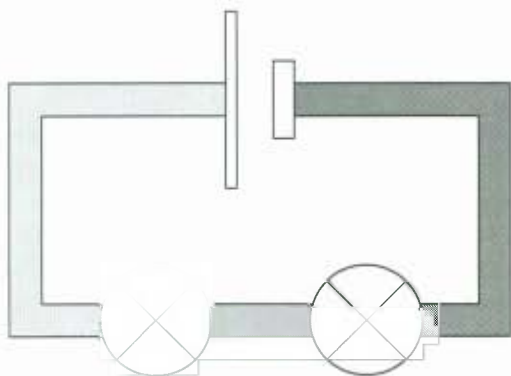


- b** De spanning is 1,5 V hoe je de batterij ook plaatst. De richting van de stroom is niet belangrijk.

ANTWOORDEN BLOK 4

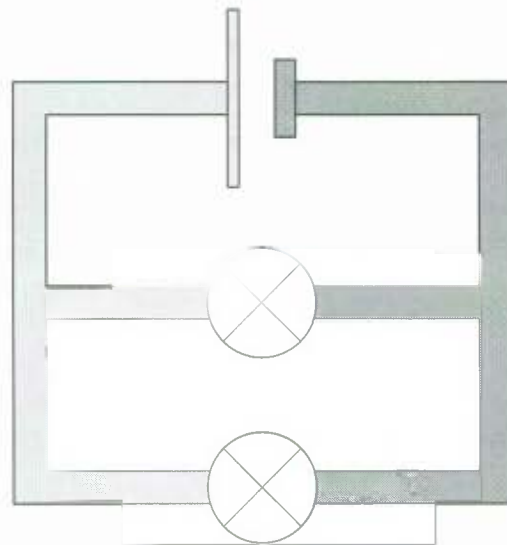
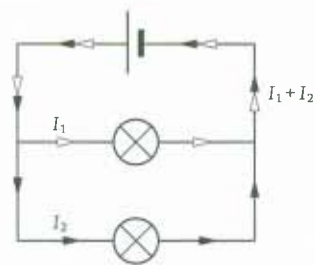
W3

- 1 ab** Zie figuur.



- c** De helft van de spanning over de bron.
d Gelijk aan de spanning over de bron.
e Hetzelfde kleurverschil.
f De lading loopt van - naar +. Er is maar één weg, dus overal komt evenveel lading langs.

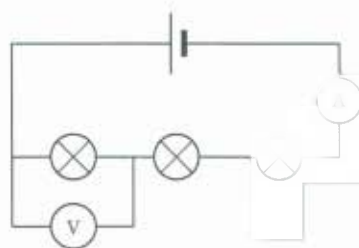
- 2 ab** Zie figuur.



- c** Gelijk aan de spanning over de bron.
d Hetzelfde verschil in kleur.
e De lading vertrekt bij de - kant en komt aan een splitsing. Een deel gaat door het ene lampje, de rest gaat door het andere lampje.
f $I = I_1 + I_2$

- 3 a** 10 V
b 2,4 A
c 2,4 A

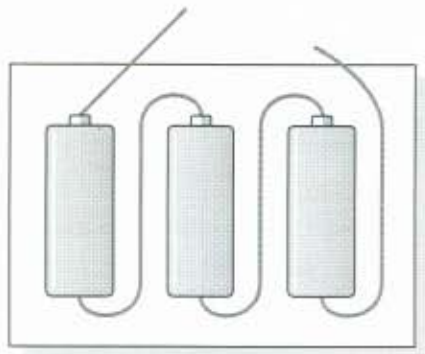
- 4 ab** Zie figuur.



- c** Ook 2,0 V; alle lampjes zijn gelijk en staan in serie.
d 6,0 V; hetzelfde als over alle lampjes samen.

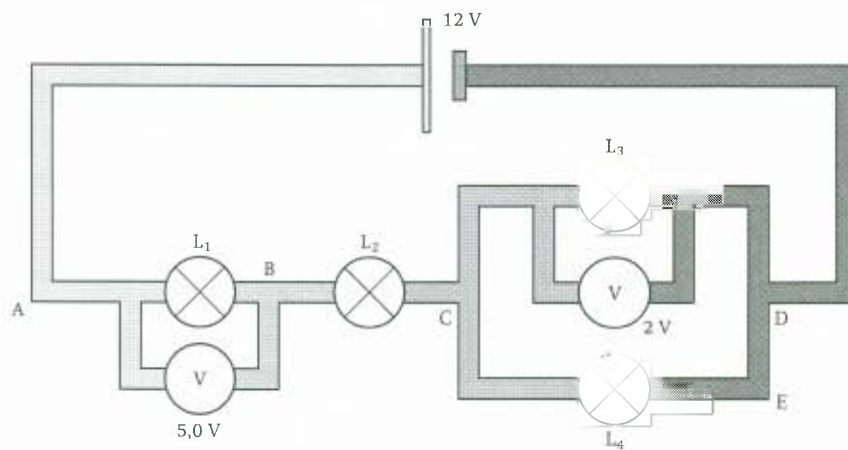
- 5 a** $220/11 = 20$ V
b Nee, de lampjes zijn gelijk en staan in serie. Over elk lampje staat dezelfde spanning.

- 6 a $4,5/1,5 = 3$
 b In serie.
 c Zie figuur.



d $12/2 = 6$

- 7 a Zie figuur.



b

spanning	spanning (V)
over batterij	12,0
over L_1	5,0
over L_2	5,0
over L_3	2,0
over L_4	2,0
tussen A en C	10,0
tussen A en D	12,0
tussen A en E	12,0

ANTWOORDEN BLOK 4

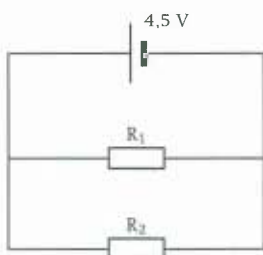
W4

- 1 a Je meet de spanning V over het apparaat en de stroomsterkte I door het apparaat. $R = V/I$
 b Zie figuur.



- 2 a $9,0 - 3,0 = 6,0 \text{ V}$
 b $R = V/I \rightarrow R(L_1) = 3,0/0,5 = 6,0 \Omega$; $R(L_2) = 6,0/0,5 = 12,0 \Omega$
 c $R(L_1 + L_2) = 9,0/0,5 = 18 \Omega$
 d De weerstand van de twee lampen samen is gelijk aan de som van de weerstanden van de lampen afzonderlijk.

3 a Zie figuur.



b $0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ A}$

c $R_1 = 4,5/0,3 = 15 \Omega$; $R_2 = 4,5/0,2 = 22,5 \Omega$

4 apparaat	spanning V (V)	stroomsterkte I (I) (A)	weerstand R (Ω)
1	10	2	5
2	26	3,25	8
3	220	5,5	40
4	3	0,75	4
5	36	3	12
6	5,8	0,8	7,2

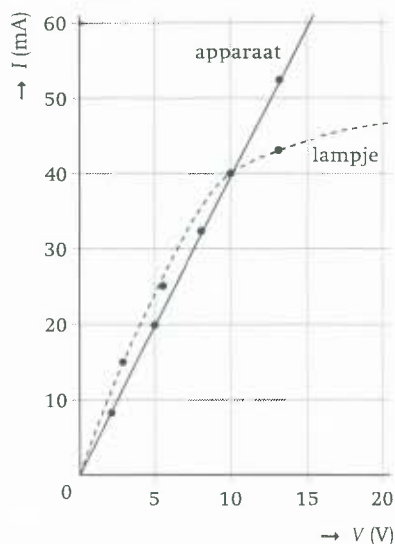
5 a R_1 heeft grootste weerstand. (V,I)-karakteristiek loopt het steilste. Voor dezelfde stroomsterkte (b.v. 0,6 A) is de grootste spanning nodig.

b $R_1 = 7,8 \Omega$; $R_2 = 3,8 \Omega$; $R_3 = 2,5 \Omega$

6 $R = V/I = 220/0,010 = 22\,000 \Omega = 22 \text{ k}\Omega$

7 Ja. In deze schakeling meet de stroommeter de stroomsterkte door het apparaat. De spanningsmeter meet de spanning over het apparaat en de stroommeter, maar de stroommeter heeft maar een zeer kleine weerstand.

8 a Zie figuur.



b $R = 250 \Omega$

c De weerstand wordt groter.

d Als V toeneemt neemt I steeds minder toe, dus $R = V/I$ wordt groter.

9 a $R = V/I = 6/0,2 = 30 \Omega$

b $I = V/R = 220/30 = 7,3 \text{ A}$

c Te groot. Bij grotere spanning wordt de gloeidraad van het lampje heter en wordt de weerstand groter, dus V/R wordt kleiner.

d De gloeidraad wordt te heet en smelt door.

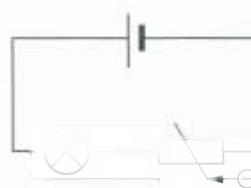
ANTWOORDEN BLOK 4

W5

1 component	symbol	bijzonderheden	toepassing
lamp		weerstand groter als spanning groter is	verlichting
weerstand		weerstand constant	regelen stroomsterkte
NTC		weerstand kleiner als temperatuur hoger is	meten temperatuur
LDR		weerstand kleiner als er licht op valt	belichtingsmeter
diode		laat stroom maar in één richting door	gelijkrichten
LED		diode die licht geeft als er stroom doorheen gaat	signaallampje

2 a Als de gloeidraad warm wordt, gaat er een kleinere stroom doorheen, omdat de weerstand dan groter is geworden.

b Zie figuur.



c Niet zo groot. De NTC-weerstand is koud; grote weerstand.

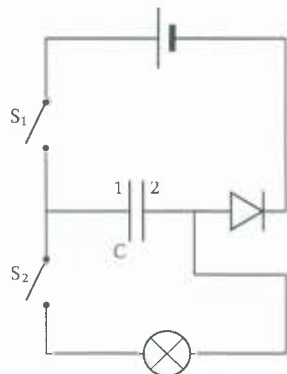
d Niet zo groot. Weerstand NTC is nu klein, maar de weerstand van de lamp is groot geworden omdat de gloeidraad warm is.

e Er wordt energie gebruikt door de NTC; de lamp brandt minder fel.

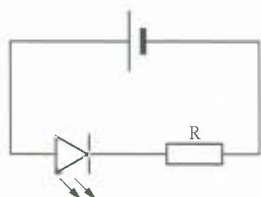
3 Schakeling 1: $I = V/R \rightarrow I = 0,6 \text{ A}$; $V = 0,0 \text{ V}$

Schakeling 2: $I = 0,0 \text{ A}$; $V = 6,0 \text{ V}$

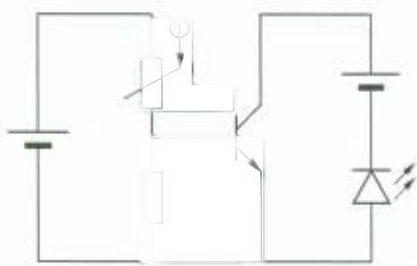
- 4 a** Er gaat een stroom lopen; de condensator wordt geladen.
b Dan kan er geen stroom gaan lopen. De condensator wordt dan niet opgeladen.
c Zie figuur.



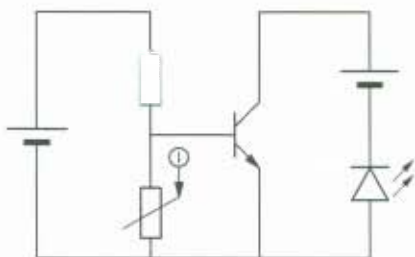
- 5 a** Een LED laat de stroom maar in één richting door. Als een LED stroom doorlaat, zendt hij licht uit.
b Zie figuur.



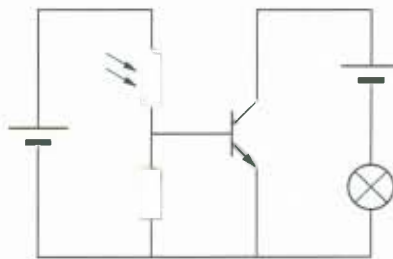
- 6 a** Zie figuur.



- b** Zie figuur.



- 7 a** Zie figuur.



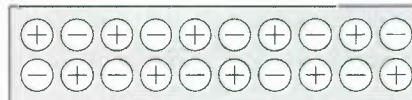
- b** Als het licht aangaat valt er licht van de lamp op de LDR, waardoor het niet donker genoeg meer is.
c Dat er geen licht van de lamp op de LDR kan vallen.

ANTWOORDEN BLOK 4

H1

- 1 a** Negatief PVC trekt positief voorwerp aan. Dus positief.
b Wordt afgestoten. Positief perspex stoot positief voorwerp af.
2 a Gelijksortige ladingen stoten elkaar af.
b Ongelijksortige ladingen trekken elkaar aan.
3 ab Zie figuur.

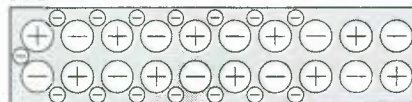
PVC



- ⊕ positieve lading
 ⊖ negatieve lading

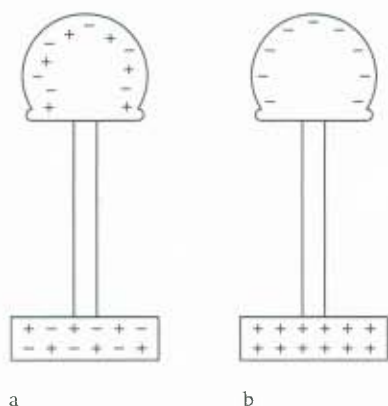
- c** Zie figuur.

PVC



- ⊕ positieve lading
 ⊖ negatieve lading

4 **ab** Zie figuur.



- c** De pluim is ook geladen. Gelijksortige ladingen stoten elkaar af.
b De lading gaat stromen. Er ontstaat een vonk en de pluim zakt in elkaar.

5 **a** Zie figuur.



- b** Dat het verschil in ladingsdichtheid tussen + en - hetzelfde blijft.

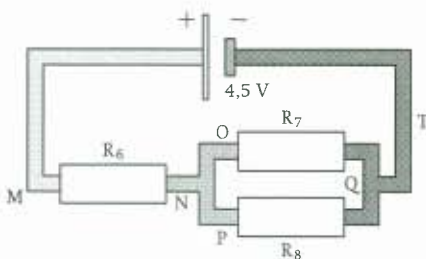
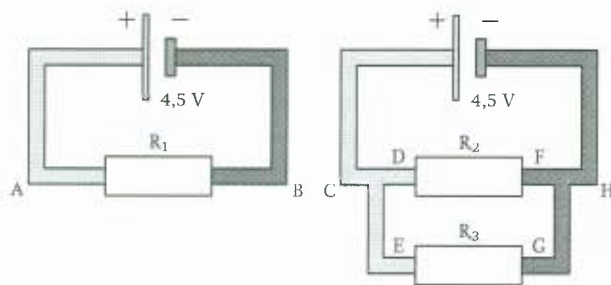
- 6 a** Lading dicht op elkaar brengen (zorgen voor een grote spanning).
b Het verschil in ladingsdichtheid tussen + en - constant houden, ook als er lading stroomt.
7 a De lading gaat stromen, totdat de lading aan de ene kant van de condensator even dicht op elkaar zit als aan de - kant van de batterij en aan de andere kant even ver uit elkaar als aan de + kant van de batterij.
b Verbonden met de - pool; lading zit daar dicht op elkaar.
c Verbonden met de + pool; lading die er zat is door de batterij naar de - kant gepompt.
d Kleinere stroomsterkte. De lading kan minder snel stromen omdat de weerstand de lading een beetje tegenhoudt.
e Voor het ophopen van lading.

ANTWOORDEN BLOK 4

H2

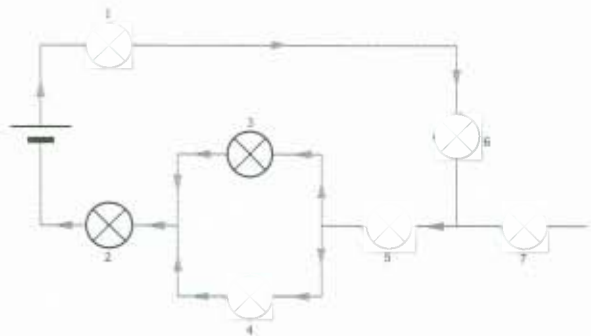
- 1 a** Ja.
b Nee.
c Nee.
2 Een voorwerp van metaal is niet te laden, als je het zonder isolatie vasthoudt.
3 a De auto wordt geladen door de lucht die langs de auto wrijft.
b Nee.
c Van geleidend materiaal (metaal).
d De lading wordt dan via de regen, de natte banden en de vochtige lucht afgevoerd.
4 a Een overschot aan lading op het voorwerp.
b Een isolator.
5 De grammofoonplaat wordt geladen door de naald en de lucht die er steeds langs wrijven. Een geladen voorwerp trekt neutrale voorwerpen (stofdeeltjes) aan.
6 ab 1 van Q naar P; - lading aangetrokken door + lading.
2 van Q naar P; - lading aangetrokken door + lading.
3 van P naar Q; - lading sterker aangetrokken door extra lading van Q.
4 van P naar Q; - ladingen stoten elkaar af.
5 van P naar Q; - lading in P zit dicht op elkaar.

7 Zie figuur.

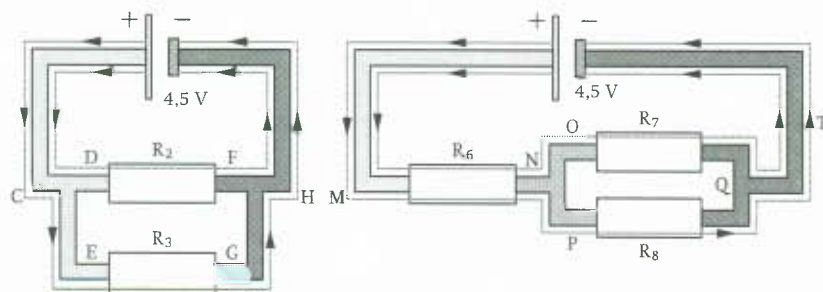


- 8 **a** $V_{AB} = 4,5 \text{ V}$; $V_{CD} = 0,0 \text{ V}$; $V_{DF} = 4,5 \text{ V}$; $V_{EG} = 4,5 \text{ V}$ en $V_{CH} = 4,5 \text{ V}$
b $V_{MO} = 3,5 \text{ V}$; $V_{NO} = 0,0 \text{ V}$; $V_{OQ} = 1,0 \text{ V}$; $V_{PQ} = 1,0 \text{ V}$; $V_{MQ} = 4,5 \text{ V}$ en $V_{QT} = 0,0 \text{ V}$

9 Zie figuur.



10 **ab** Zie figuur.



c In C en in H.

d Zie voorgaande figuur.

e In M, N, Q en T; in O en P is de keten vertakt, dus de stroom kleiner.

- 11 **a** $I_B = 0,5 \text{ A}$
b $I_E = 0,2 \text{ A}$; $I_F = 0,5 \text{ A}$; $I_G = 0,2 \text{ A}$; $I_H = 0,7 \text{ A}$
c $I_K = 0,3 \text{ A}$; $I_L = 0,3 \text{ A}$ en
d $I_N = 0,4 \text{ A}$; $I_P = 0,3 \text{ A}$; $I_T = 0,4 \text{ A}$

12 *Opmerking:* In figuur 64 van het leerboek rechtsboven moet de draad van de + pool naar de diode rood zijn en van de - pool naar de diode blauw.

a Aan de kant van de diode die met de - pool verbonden is, zit de lading dicht op elkaar; aan de kant van de diode die met de + pool is verbonden zit de lading ver uit elkaar. De lading kan niet stromen. Er is geen geleidende verbinding tussen + en -.

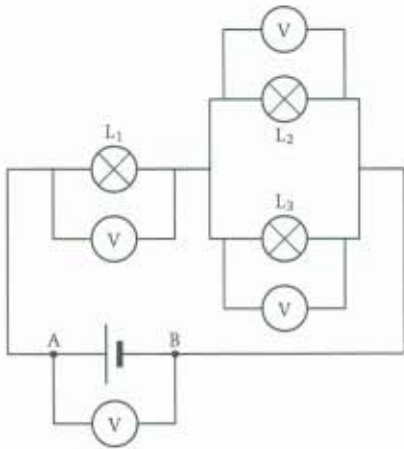
b De lading stroomt er zonder problemen doorheen. Er is een elektrische stroom van + naar -, die weinig weerstand ondervindt (kortsluiting).

c De diode heeft in de doorlaatrichting een te kleine weerstand. De stroomsterkte wordt anders te groot.

H3

- 1 **a** Spanning ontstaat door verschil in ladingsverdeling tussen twee punten.
b Omdat spanning altijd door het verschil in ladingsverdeling tussen twee punten ontstaat.

- 2 **abc** Zie figuur.



- 3 De kant van het apparaat dat het dichtst bij de + van de spanningsbron zit verbinden met de + van de spanningsmeter. De andere kant verbinden met de - van de spanningsmeter. De spanningsmeter staat dan parallel aan het apparaat waarover je de spanning wilt meten. Kies de schaal waarop je de grootste spanning kunt meten. Als het kan, ga je naar een bereik waarop je kleinere spanningen kunt meten.

- 4 **a** Meetbereik 15 V.

- b** Meetbereik 3 V.

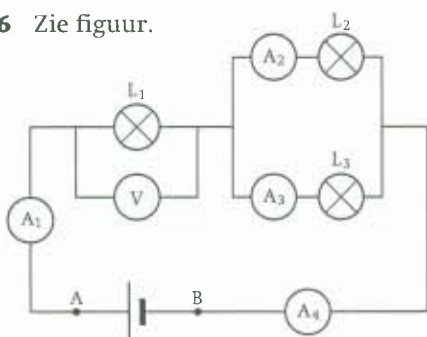
- c** Meetbereik 30 V.

- 5 **a** Als je de stroomsterkte meet, laat je de lading door de stroommeter lopen. De stroommeter meet hoeveel lading er per seconde langs komt.

- b** Je moet de lading die daar langs komt, door de stroommeter laten lopen. De stroommeter staat in serie met het apparaat waar je de stroomsterkte door wilt meten.

- c** De stroommeter laat de lading door zonder deze tegen te houden; de weerstand van de stroommeter is zeer klein.

- 6 Zie figuur.



- 7 **a** Schakeling open maken op het punt waar je de stroomsterkte wilt meten. De kant van de schakeling die verbonden is met de + van de spanningsbron verbinden met de + van de stroommeter. De andere kant verbinden met de -. Kies een bereik waarmee je een zo groot mogelijke stroomsterkte kunt meten. Ga als het kan naar een gevoeliger bereik.

- b** Voor 6 mA: meetbereik 0,05 A (= 50 mA).

- Voor 0,2 A: meetbereik 0,5 A.

- Voor 120 mA: meetbereik 0,5 A.

- Voor 2 A: meetbereik 5 A.

- 0,05 mA is maar het duizendste deel van het kleinste meetbereik (0,05 A = 50 mA); deze meter is daarvoor te ongevoelig; dus een gevoeliger stroommeter kiezen!

- 8 **a** 0 Ω .

- b** Heel groot.

- c** Niet zo heel groot (maar wel groter dan toen de lamp uit was).

- d** Vrij groot.

- e** Heel klein (bijna 0 Ω).

- f** Klein.

- g** Groot.

- h** Groot.

- i** Kleiner.

- j** Klein.

- k** Groot.

- 9 **a** De stroommeter laat de lading ongehinderd door. Er is dus geen sprake van ophopen van lading.

- b** De spanningsmeter meet juist dit verschil. De spanningsmeter laat de stroom (bijna) niet door, zodat deze geen verandering veroorzaakt in het verschil in ladingsverdeling.

- c** Zeer groot voor het desbetreffende meetbereik..

10 onderdeel	V(V)	I(A)	R(Ω)
batterij a	4,5	2,0	
R ₁	4,5	2,0	2,25
batterij b	4,5	3,0	
R ₂	4,5	2,0	2,25
R ₃	4,5	1,0	4,5
batterij c	4,5	0,5	
R ₄	2,0	0,5	4,0
R ₅	2,5	0,5	5,0
batterij d	4,5	0,75	
R ₆	3,0	0,75	4,0
R ₇	1,5	0,25	6,0
R ₈	1,5	0,50	3,0

11 a	I (A)	V (V)	R (Ω)
	2,0	20	10,0
	4,5	45	10,0
	7,0	55	7,9
	8,5	75	8,8
	10,0	80	8,0

b Een punt op de grafiek nemen dat niet te dicht bij de oorsprong ligt, V en I aflezen, $R = V/I$ uitrekenen.

c $V = 70 \text{ V}$; $I = 8,0 \text{ A} \rightarrow R = 8,75 \Omega$

d De grafiek is gebaseerd op alle metingen samen; punten op de grafiek zijn dus betrouwbaarder dan één meetpunt.

12 a $I = V/R \rightarrow I = 0,25 \text{ A}$

b De weerstand wordt dan groter.

c Blijft 50 V aangeven.

d Wordt kleiner.

13 a $V = 3,0 \text{ V}$; $I = 5,3 \text{ mA} = 0,0053 \text{ A} \rightarrow R = 566 \Omega$

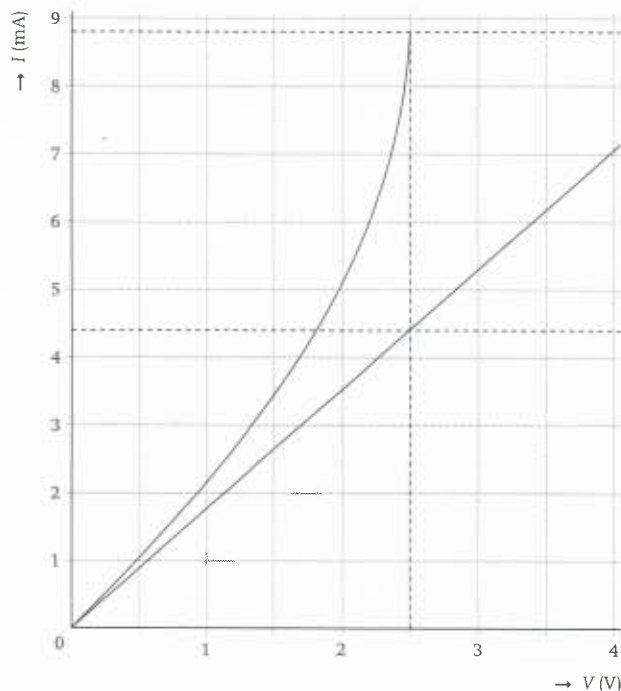
b Er loopt een elektrische stroom doorheen. De NTC wordt niet meer afgekoeld door het water.

c De weerstand neemt af.

d De stroomsterkte wordt groter: $I = V/R$; V blijft gelijk, R wordt kleiner.

ef De stroomsterkte was 4,4 A en wordt nu bij 2,5 V 8,8 A.

Zie figuur.



g Door de elektrische stroom door de NTC wordt deze warmer, waardoor de weerstand kleiner wordt. Hierdoor wordt de stroomsterkte nog groter en de weerstand nog warmer. De NTC kan te heet worden en kapot gaan.

ANTWOORDEN BLOK 4

E1

3 e Nee, te kwetsbaar en levert te weinig energie.
f Meer elementen in serie schakelen.

4 Een geschikte uitgave om gegevens over batterijen op te zoeken, is het Handboek NME-VO, SDU, Den Haag, ISBN 90 12 06032X

a Verdund zwavelzuur.

b Lood en lood-peroxyde.

c 3

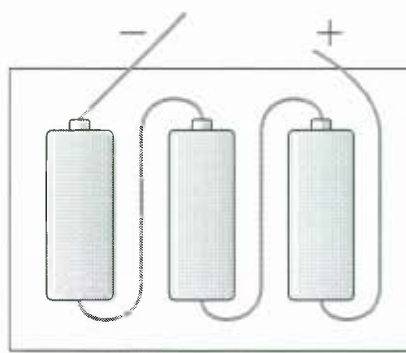
d In serie.

e 2 V

f Mangaandioxide + verdikkingsmiddel; zink.

g Van zink en een koolstofstaafje.

h Zie figuur.



i Kleiner, lekt (meestal) niet, makkelijker te hantieren: een accu mag niet op z'n kop staan (lekkage zuur). Een batterij mag in elke stand staan.

j Een accu is vele keren op te laden en levert veel grotere stroomsterkten. Er is dus meer energie in op te slaan.

ANTWOORDEN BLOK 4

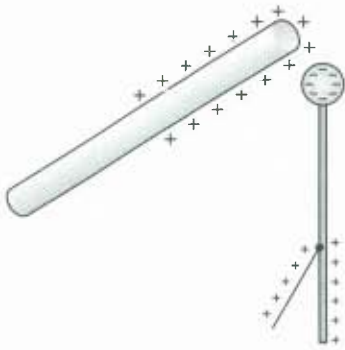
E2

1 De lading moet zich verdelen. In metaal kan de lading bewegen.

2 De wijzer slaat verder uit.

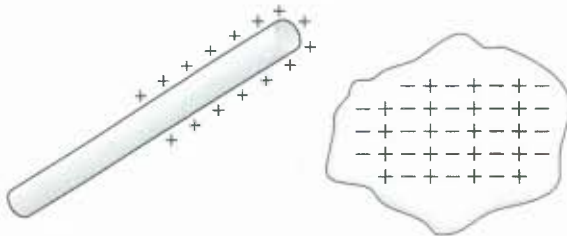
3 Gaat via jouw lichaam naar de aarde.

4 a Zie figuur.



b Positieve staaf trekt negatieve lading aan. Knop krijgt overschot aan negatieve lading (negatief geladen), bij de wijzer is een tekort aan negatieve lading (positief geladen).

5 Zie figuur.



6 a De elektrische kracht werkt op afstand. Hierdoor stroomt negatieve lading van de knop naar onderen (afstoting door de -lading op de PVC-buis), zodat er een uitslag optreedt.

b Er springt lading over van de PVC-buis naar de elektroscop. Deze is nu negatief geladen en heeft dus een uitslag.

7 a De elektroscop wordt geladen en krijgt een (blijvende) uitslag.

b Negatieve lading.

c De negatieve lading aan de bovenkant van de elektroscop wordt afgestoten, waardoor een deel naar onderen stroomt. Hierdoor krijgt de onderkant een grotere negatieve lading.

8 a De elektroscop krijgt een uitslag.

b Door de afstoting van de (negatieve) staaf stroomt er negatieve lading via jouw lichaam naar aarde.

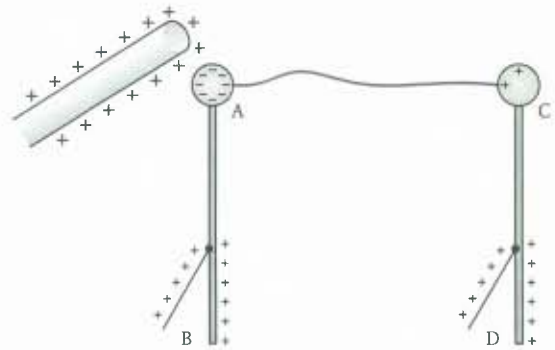
c De elektroscop krijgt een (blijvende) uitslag.

d De elektroscop is blijkaar positief geladen.

9 a De uitslag verdwijnt. De beide (even grote en tegengestelde) ladingen verdelen zich over beide elektroscopen. En evenveel + als - is neutraal.

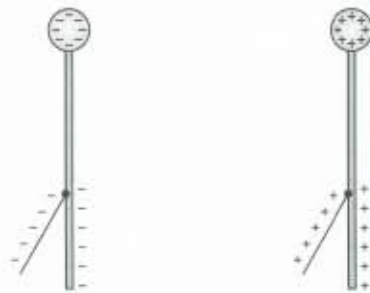
b Anders kan de lading via jouw lichaam wegstromen.

10 a Zie figuur; alleen knop A blijkt negatief, knop C en de blaadjes B en D zijn positief.



b Door het verbreken van de verbinding kan er geen lading meer stromen tussen beide elektroscopen. Als je nu *langzaam* de staaf weghaalt zie je: dat de uitslag bij B eerst geheel nul wordt en daarna weer toeneemt: de - lading uit A neutraliseert eerst de + lading in B, waarna de resterende - lading zich over A en B verdeelt. Deze elektroscop wordt blijvend negatief geladen. Bij D wordt de uitslag alleen iets minder: de + lading in C wordt nu niet meer afgestoten door de staaf, waardoor er een beetje + lading uit D naar C gaat (in feite gaan er elektronen van C naar D!). De elektroscop CD is blijvend positief geladen.

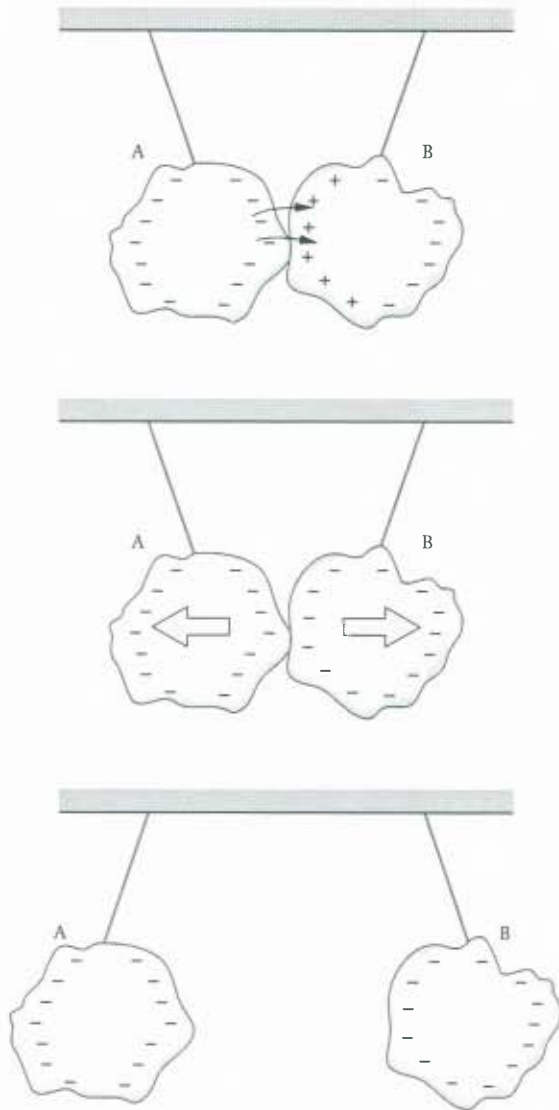
c Zie figuur.



d De elektroscopen verliezen hun uitslag, omdat de lading zich weer gelijkmatig verdeelt.

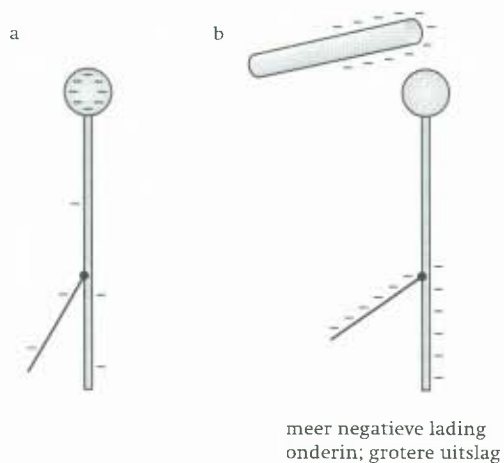
e De elektroscopen behouden hun uitslag, maar zijn nu alle twee negatief geladen. Negatieve lading is via jouw lichaam naar de elektroscopen gestroomd. Die lading werd aangetrokken door de positieve staaf.

11 Zie figuur.



12 a Negatieve lading.

b Zie figuur.



13 Uitproberen! De uitslag wordt groter. De lading komt dichterbij elkaar (zie figuur).

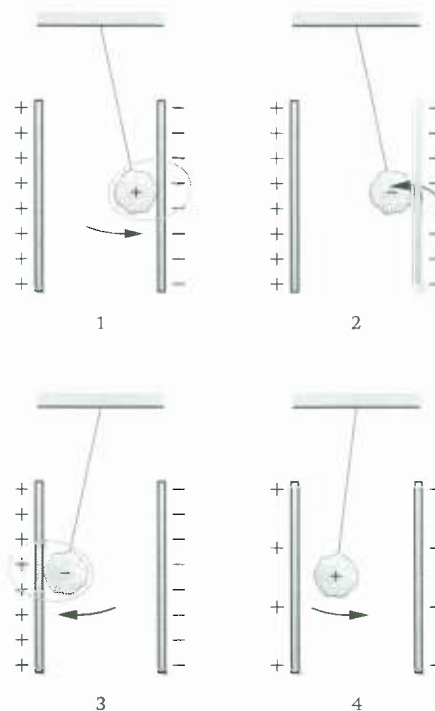


ANTWOORDEN BLOK 4

E3

1 a De reepjes papier worden ook negatief geladen, stoten elkaar af en gaan uit elkaar staan.

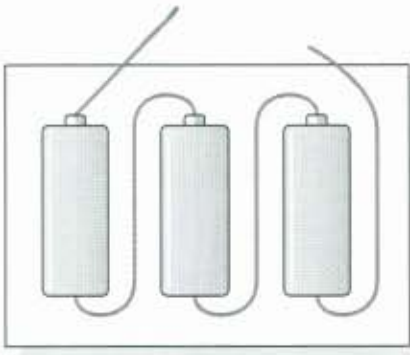
b Zie figuur.



c De reepjes papier gaan langzaam minder uit elkaar staan (minder geladen) door het slingerende propje.

d Als er zó weinig lading op de platen zit, dat het propje niet meer voldoende wordt aangetrokken om de platen te raken.

2 a Zie figuur.



b Het lampje is gemaakt voor een spanning van 6,0V. De stroomsterkte door het lampje is dan 0,5A.

c $R = V/I \rightarrow R = 12 \Omega$

d $I = V/R \rightarrow I = 0,38 \text{ A}$; maar I wordt groter dan 0,38 A, omdat de weerstand van de gloeidraad nu kleiner is dan 12Ω ; kleinere stroom \rightarrow minder weerstand.

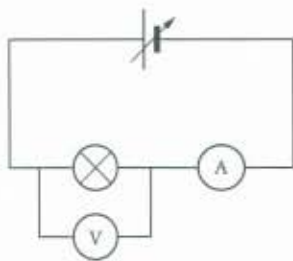
3 a Als de condensator leeg is, is er een grote spanning tussen de batterij en de condensator. Er loopt een grote stroom. Hoe meer lading op de condensator, hoe kleiner de spanning, hoe kleiner de stroomsterkte.

b Dit kun je alleen op $t = 0$ berekenen. Dan geldt: $V = 9,0 \text{ V}$, $I = 1,78 \text{ mA} \rightarrow R = 5,1 \text{ k}\Omega$

c De + plaat en de - plaat van de condensator worden dan via het flitslampje met elkaar verbonden. Er gaat een stroom lopen door het flitslampje, dat daardoor ontbrandt.

d Het duurt even voordat de condensator weer opgeladen is.

4 a Zie figuur.

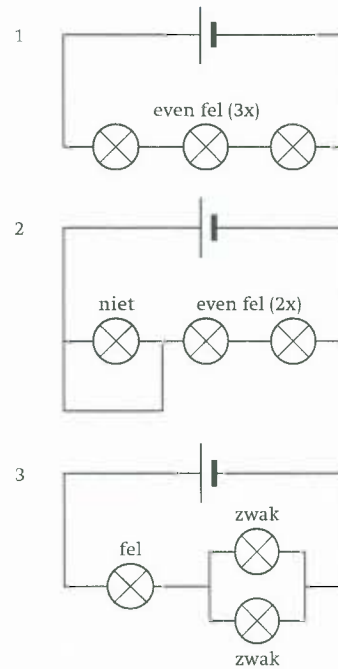


b Bij grotere stroomsterkte krijgt de gloeidraad een hogere temperatuur, waardoor deze een grotere weerstand heeft. De stroom neemt dus minder toe.

c Bij $V = 220 \text{ V}$ is $I = 0,27 \text{ A}$. $P = V \cdot I = 59,4 \text{ W}$; afgerond 60 W.

d Per lamp: 110 V; uit grafiek volgt dan $I = 0,25 \text{ A}$.

5 a Zie figuur.



b In de serieschakeling 1 staat over elk lampje maar 1,5 V; branden dus zwak.

Bij schakeling 2 is het eerste lampje kortgesloten, dus de spanning over dit lampje is 0 V. Het brandt dus niet. Over elk van de andere lampjes staat $4,5/2 = 2,25 \text{ V}$. Deze lampjes branden allebei even fel (en iets feller dan bij schakeling 1).

De twee parallelle lampjes in schakeling 3 delen de stroom die door het eerste lampje gaat. Deze lampjes branden dus zwakker dan het eerste lampje.

6 a $V = 4,5 \text{ V}$; $I = V/R \rightarrow I = 0,0005 \text{ A} = 0,5 \text{ mA}$

b $V = 4,5 \text{ V}$; $I = 0,05 \text{ A} = 50 \text{ mA}$

7 a Te kleine stroomsterkte \rightarrow weerstand LDR groot; geen licht op LDR.

b Relais is niet gesloten dus de lamp brandt niet.

c Dan is de stroomsterkte groot; het relais schakelt en de lamp gaat aan.

d Als alarm op plaatsen waar geen licht mag komen.

8 a Als je S sluit, gaat er een stroom lopen. Er komt lading op de condensator, waardoor de spanning toeneemt. Is de spanning hoog genoeg, dan wordt de transistor geleidend, zodat de lamp aan gaat.

b Er moet voldoende lading op de condensator zijn, zodat de spanning hoog genoeg is. De weerstand bepaalt hoe lang dat duurt.

c Een kleinere weerstand gebruiken.

- 9 **a** Een microfoon zorgt voor een wisselspanning. Daardoor zou er geen lading op de condensator blijven.
- b** Dan klinkt er een signaal uit de luidspreker.
- c** Wat voor geluid er ook is, de condensator loopt langzaam vol.
- d** Zie figuur.

