

Uitwerkingen § 1

Opgave 1

Er zijn twee soorten lading namelijk positieve en negatieve lading.

Opgave 2

a.

Een geleider kan de elektrische stroom goed geleiden.

b.

Metalen, zout water, grafiet.

c.

Een isolator kan de elektrische stroom niet of zeer slecht geleiden.

d.

Plastic, rubber, glas, droog hout

Opgave 3

A want er komen elektronen op het voorwerp en deze hebben een (zeer kleine) massa.

Opgave 4

Er zitten geladen deeltjes in het voorwerp (protonen en elektronen). Alleen is er geen NETTO lading.

Opgave 5

A want het haar en de kam zijn tegengesteld geladen. Bij het kammen springen er namelijk elektronen over van de kam naar je haar of andersom.

Opgave 6

a.

De PVC-buis en de kam stoten elkaar af. Ze hebben dus blijkbaar dezelfde soort lading (allebei + of allebei -).

b.

De PVC-buis is negatief (zie de theorietekst) dus de kam is ook negatief.

c.

Omdat de kam negatief is, is je haar positief.

Opgave 7

De elektronen in de grond bewegen van de wolk weg omdat ze door de negatieve lading in de wolk worden afgestoten. Er ontstaat dus een elektronentekort in de grond. De invloed van de positieve lading in de wolk is klein vanwege de grote afstand tot de grond.

Opgave 8

De lading op een isolator kan niet wegstromen.

De lading op een geleider kan wel wegstromen.

Uitwerkingen § 2

Opgave 1

- a waar
- b waar
- c waar
- d niet waar

Opgave 2

Elektronen bewegen tijdens de bliksem van de wolk (elektronenoverschot) naar de grond (elektronentekort).

Opgave 3

- a elektronen
- b van Q naar P
- c van P naar Q
- d glas

Je kunt dansscholen in de plaats denken van de metalen bollen. De meisjes veranderen niet van dansschool. De jongens echter wel: ze zoeken de dansschool op waar ze in de minderheid zijn (net als elektronen zouden doen). Zie de onderstaande figuur.



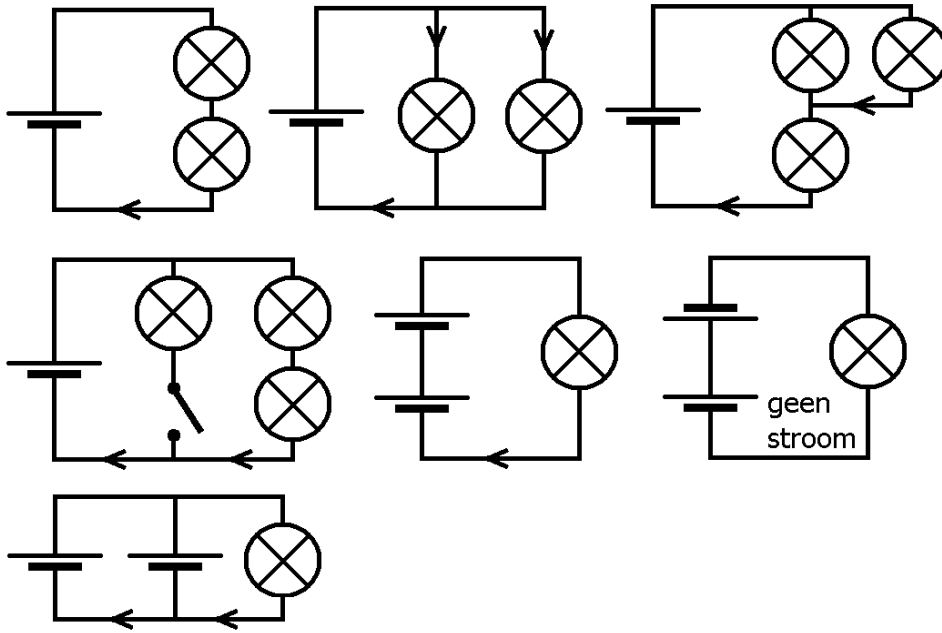
Opgave 4

- a elektronen
- b van P naar Q
- c van Q naar P
- d als het elektronentekort op beide bollen gelijk is.

Je kunt de bollen weer met dansscholen vergelijken. Zie de onderstaande figuur.



Opgave 5



Uitwerkingen § 3

Opgave 1

Bij de minpool.

Opgave 2

Als de stroomsterkte aan één kant van het lampje groter zou zijn, zou er een elektronenoverschot of elektronentekort in het lampje ontstaan en dat gebeurt niet.

Opgave 3

B

Opgave 4

Stroomsterkte door 0,6 A

Spanning over 4,5 V

Opgave 5

In het verlengsnoer wordt per seconde een klein beetje elektrische energie omgezet in warmte. Als het verlengsnoer opgerold blijft, kan de warmte niet weg en wordt het verlengsnoer erg heet.

Opgave 6

Iris betaalt niet voor de elektronen maar voor de energie van de elektronen.

Opgave 7

a.

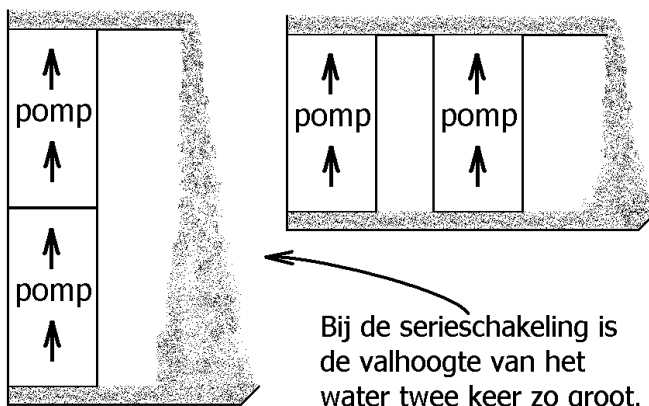
Mogelijke antwoorden zijn bijvoorbeeld de elektrische stroom of elektronen die het huis binnen komen en weer verlaten.

b.

Elektrische energie

Opgave 8

a.



b.

Twee maal.

Bij iedere batterij krijgt het elektron er een bepaalde hoeveelheid energie bij. Als het twee batterijen passeert dan krijgt het dus twee maal deze hoeveelheid energie.

Bij twee parallelle batterijen passeert het elektron maar één batterij tijdens het rondstromen, en vergaart dus maar één keer energie.

c.

Bij de serieschakeling van batterijen brandt het lampje feller. Per seconde gaan er evenveel elektronen door het ene lampje als door het andere lampje. Alleen verliest elk elektron bij de serieschakeling meer energie.

d.

De batterijen in serie zijn eerder leeg. Bij de parallelle batterijen hoeft elke batterij slechts de helft van de rondstromende elektronen van energie te voorzien.

Uitwerkingen § 4

Opgave 1

$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$I_2 = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = 2 \text{ A}$$

Opgave 2

$$I_1 = 0 \text{ A}$$

$$I_2 = 0 \text{ A}$$

Opgave 3

$$I_1 = 5 \text{ A}$$

$$I_2 = 5 \text{ A}$$

Opgave 4

$$I_1 = 4 \text{ A}$$

$$I_2 = 6 \text{ A}$$

Opgave 5

$$I_1 = 4 \text{ A}$$

$$I_2 = 3 \text{ A}$$

$$I_3 = 4 \text{ A}$$

$$I_4 = 2 \text{ A}$$

Opgave 6

$$U_1 = 0 \text{ V}$$

$$U_2 = 3 \text{ V}$$

Opgave 7

$$U_1 = 4 \text{ V}$$

$$U_2 = 5 \text{ V}$$

Opgave 8

$$U_1 = 6 \text{ V}$$

$$U_2 = 6 \text{ V}$$

$$U_3 = 6 \text{ V}$$

Opgave 9

$$U_1 = 3 \text{ V}$$

$$U_2 = 1 \text{ V}$$

Opgave 10

$$U_1 = 4 \text{ V}$$

$$U_2 = 4 \text{ V}$$

Uitwerkingen § 5

Opgave 1

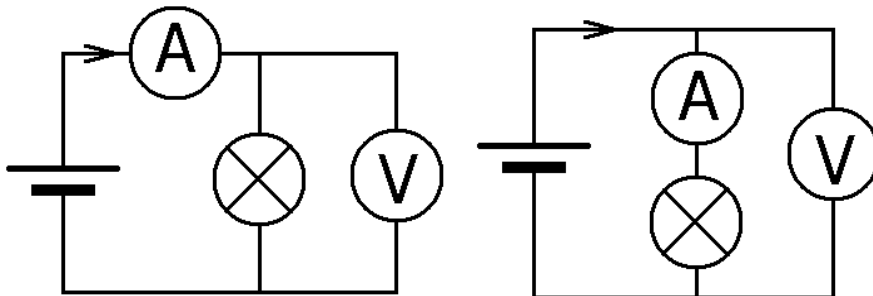
- Hoeveel volt staat er over dat lampje?
- Hoeveel ampère gaat er door dat lampje?
- Kees kreeg spanningstoten van 80 volt.
- Een stopcontact staat onder spanning.
- Er loopt een stroom door een brandend lampje.
- Een koelkast verbruikt energie.
- Wat is de spanning van die accu?

Opgave 2

Een voltmeter meet de spanning tussen twee punten van de schakeling.
Een ampèremeter meet de stroom in één punt van de schakeling.

Opgave 3

Er zijn twee meters nodig namelijk een voltmeter en een ampèremeter.



Opgave 4

- De voltmeter moet parallel met het lampje staan.
Je moet de spanning tussen de beide aansluitingen van het lampje meten.
- De ampèremeter moet in serie met het lampje staan.
De te meten stroom moet geheel door de ampèremeter lopen.

Opgave 5

De ampèremeter is zo gebouwd dat hij een stroom zo min mogelijk belemmert. Als hij op een spanningsbron wordt aangesloten zal er dus een zeer grote stroom (kortsluitstroom) gaan lopen. Of de meter brandt door, of de spanningsbron kan kapot gaan.

Opgave 6

M1 is een voltmeter.

M2 is een ampèremeter.

M3 is een voltmeter.

Opgave 7

M1 is een ampèremeter. Hij wijst 0,8 A aan.

M2 is een voltmeter. Hij wijst 4 V aan.

M3 is een ampèremeter. Hij wijst 0,3 A aan.

M4 is een voltmeter. Hij wijst 12 V aan.

Uitwerkingen § 6

Opgave 1

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 3 \Omega$$

Opgave 2

$$I = \frac{U}{R} = \frac{5 \text{ V}}{0,5 \Omega} = 10 \text{ A}$$

Opgave 3

$$U_1 = I \cdot R = 2 \text{ A} \cdot 3 \Omega = 6 \text{ V}$$

$$U_2 = 6 \text{ V}$$

Opgave 4

$$U_1 = I \cdot R = 2 \text{ A} \cdot 3 \Omega = 6 \text{ V}$$

$$U_2 = 10 \text{ V} - 6 \text{ V} = 4 \text{ V}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4 \text{ V}}{2 \text{ A}} = 2 \Omega$$

Opgave 5

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4 \text{ V}}{4 \Omega} = 1 \text{ A}$$

$$U_1 = I \cdot R = 1 \text{ A} \cdot 3 \Omega = 3 \text{ V}$$

$$U_2 = I \cdot R = 1 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 2 \text{ V}$$

$$U_3 = 4 \text{ V} + 3 \text{ V} + 2 \text{ V} = 9 \text{ V}$$

Opgave 6

$$R_1 = \frac{U}{I} = \frac{8 \text{ V}}{2 \text{ A}} = 4 \Omega$$

$$R_2 = \frac{U}{I} = \frac{6 \text{ V}}{2 \text{ A}} = 3 \Omega$$

$$R_3 = \frac{U}{I} = \frac{7 \text{ V}}{2 \text{ A}} = 3,5 \Omega$$

Opgave 7

$$\text{Weerstand van } 1 \Omega: I = \frac{U}{R} = \frac{4 \text{ V}}{1 \Omega} = 4 \text{ A}$$

$$\text{Weerstand van } 2 \Omega: I = \frac{U}{R} = \frac{4 \text{ V}}{2 \Omega} = 2 \text{ A}$$

$$\text{Weerstand van } 4 \Omega: I = \frac{U}{R} = \frac{4 \text{ V}}{4 \Omega} = 1 \text{ A}$$

Nu de gevraagde stromen

$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_2 = 1 \text{ A} + 2 \text{ A} = 3 \text{ A}$$

$$I_3 = 1 \text{ A} + 2 \text{ A} + 4 \text{ A} = 7 \text{ A}$$

Opgave 8

Parallelschakeling

$$U = 6 \text{ V} - 2 \text{ V} = 4 \text{ V}$$

$$R_1 = \frac{U}{I} = \frac{4 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 4 \Omega$$

$$R_2 = \frac{U}{I} = \frac{4 \text{ V}}{2 \text{ A}} = 2 \Omega$$

Weerstand R_3

$$I = 1 \text{ A} + 2 \text{ A} = 3 \text{ A}$$

$$R_3 = \frac{U}{I} = \frac{2 \text{ V}}{3 \text{ A}} = 0,667 \Omega$$

Opgave 9

Weerstand R_1

$$R_1 = \frac{U}{I} = \frac{3 \text{ V}}{3 \text{ A}} = 1 \Omega$$

Weerstand R_2

$$I = 3 \text{ A} - 1 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

$$U = 12 \text{ V} - 3 \text{ V} - 6 \text{ V} = 3 \text{ V}$$

$$R_2 = \frac{U}{I} = \frac{3 \text{ V}}{2 \text{ A}} = 1,5 \Omega$$

Opgave 10

Weerstand R

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

$$U = 2 \text{ V} + 3 \text{ V} = 5 \text{ V}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5 \text{ V}}{2,5 \text{ A}} = 2 \Omega$$

Rechter tak van parallelschakeling

$$U_2 = I \cdot R = 0 \cdot R = 0 \text{ V}$$

$$U_1 = 5 \text{ V} - 0 \text{ V} = 5 \text{ V}$$

De spanning van de bron staat dus volledig over de open schakelaar.

Opgave 11

$$R_1 = \frac{U}{I} = \frac{4 \text{ V}}{3 \text{ A}} = 1,33 \Omega$$

$$R_2 = \frac{U}{I} = \frac{2 \text{ V}}{2 \text{ A}} = 1,0 \Omega$$

Uitwerkingen § 7

Opgave 1

$$P = \frac{E}{t} \text{ en } P = U \cdot I$$

Opgave 2

a.

$$P = U \cdot I = 10 \text{ V} \cdot 0,8 \text{ A} = 8 \text{ W}$$

b.

$$E = P \cdot t = 8 \text{ W} \cdot 2 \text{ s} = 16 \text{ J}$$

Opgave 3

a.

$$P = \frac{E}{t} = \frac{950 \text{ J}}{24 \text{ s}} = 39,6 \text{ W}$$

b.

$$U = \frac{P}{I} = \frac{39,6 \text{ W}}{16 \text{ A}} = 2,5 \text{ V}$$

Opgave 4

$$P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 8,0 \text{ A} = 1840 \text{ W} = 1,84 \text{ kW}$$

$$E = P \cdot t = 1,84 \text{ kW} \cdot 3 \text{ h} = 5,5 \text{ kWh}$$

Opgave 5

$$P = \frac{E}{t} = \frac{3,2 \text{ kWh}}{1,3 \text{ h}} = 2,462 \text{ kW} = 2462 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2462 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 10,7 \text{ A}$$

Opgave 6

$$P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 9,1 \text{ A} = 2093 \text{ W} = 2,09 \text{ kW}$$

$$t = \frac{E}{P} = \frac{1,26 \text{ kWh}}{2,09 \text{ kW}} = 0,602 \text{ h} = 36 \text{ min}$$

Opgave 7

$$P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 8,0 \text{ A} = 1840 \text{ W} = 1,84 \text{ kW}$$

$$E = P \cdot t = 1,84 \text{ kW} \cdot \frac{13}{60} \text{ h} = 0,399 \text{ kWh}$$

$$\text{Kosten} = 0,399 \text{ kWh} \times 21 \text{ cent/kWh} = 8,4 \text{ cent}$$

Opgave 8

$$P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} = 2300 \text{ W} = 2,3 \text{ kW}$$

$$E = P \cdot t = 2,3 \text{ kW} \cdot \frac{35}{60} \text{ h} = 1,34 \text{ kWh}$$

Prijs per kWh is 33 cent / 1,34 = 25 cent

Opgave 9

$$U = I \cdot (R_1 + R_2) = 0,20 \text{ A} \cdot 50 \Omega = 10 \text{ V}$$

$$P = U \cdot I = 10 \text{ V} \cdot 0,20 \text{ A} = 2,0 \text{ W}$$

$$E = P \cdot t = 2,0 \text{ W} \cdot 30 \text{ s} = 60 \text{ J}$$

Opgave 10

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = \frac{30 \text{ V}}{15 \Omega} + \frac{30 \text{ V}}{15 \Omega} = 4,0 \text{ A}$$

$$P = U \cdot I = 30 \text{ V} \cdot 4,0 \text{ A} = 120 \text{ W}$$

$$E = P \cdot t = 120 \text{ W} \cdot 30 \text{ s} = 3600 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ}$$

Uitwerkingen § 8

Opgave 1

$$R_V = 5 \Omega + 10 \Omega + 8 \Omega = 23 \Omega$$

Opgave 2

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{8 \Omega} \Rightarrow R_V = 2,35 \Omega$$

Opgave 3

Parallelschakeling

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega} \Rightarrow R_V = 2,73 \Omega$$

Totale schakeling

$$R_V = 2,7 \Omega + 3 \Omega + 4 \Omega = 9,7 \Omega$$

Opgave 4

Parallelschakeling

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{8 \Omega} + \frac{1}{9 \Omega} \Rightarrow R_V = 2,3 \Omega$$

Totale schakeling

$$R_V = 2,3 \Omega + 2 \Omega = 4,3 \Omega$$

$$U = I \cdot R_V = 2 \text{ A} \cdot 4,3 \Omega = 8,6 \text{ V}$$

Opgave 5

Parallelschakeling

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{6 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{4 \Omega} \Rightarrow R_V = 1,6 \Omega$$

Totale schakeling

$$R_V = 10 \Omega + 5 \Omega + 1,6 \Omega = 16,6 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R_V} = \frac{10 \text{ V}}{16,6 \Omega} = 0,60 \text{ A}$$

Opgave 6

Linker parallelschakeling

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{7 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} \Rightarrow R_V = 2,9 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R_V} = \frac{10 \text{ V}}{2,9 \Omega} = 3,4 \text{ A}$$

Rechter parallelschakeling

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{3 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} \Rightarrow R_V = 1,9 \Omega$$

$$U = I \cdot R_V = 3,4 \text{ A} \cdot 1,9 \Omega = 6,5 \text{ V}$$

Opgave 7

Parallelschakeling

$$U_1 = I \cdot R = 2 \text{ A} \cdot 5 \Omega = 10 \text{ V}$$

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{4 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega} \Rightarrow R_V = 1,6 \Omega$$

$$I = \frac{U_1}{R_V} = \frac{10 \text{ V}}{1,6 \Omega} = 6,2 \text{ A}$$

Totale schakeling

$$R_V = 1,6 \Omega + 2 \Omega + 3 \Omega = 6,6 \Omega$$

$$U_2 = I \cdot R_V = 6,2 \text{ A} \cdot 6,6 \Omega = 41 \text{ V}$$

Opgave 8

Linker parallelschakeling

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega} \Rightarrow R_V = 2,73 \Omega$$

Rechter parallelschakeling

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{2 \Omega} + \frac{1}{3 \Omega} \Rightarrow R_V = 1,2 \Omega$$

Totale schakeling

$$R_V = 2,73 \Omega + 1,2 \Omega = 3,93 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R_V} = \frac{17 \text{ V}}{3,93 \Omega} = 4,33 \text{ A}$$

Rechter parallelschakeling

$$U = I \cdot R_V = 4,33 \text{ A} \cdot 1,2 \Omega = 5,2 \text{ V}$$

Opgave 9

De weerstand van 7Ω speelt in deze opgave totaal geen rol.

In de rest van deze opgave blijft hij dan ook buiten beschouwing.

Parallelschakeling

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{8 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega} \Rightarrow R_V = 4,4 \Omega$$

Totale schakeling (behalve die van 7Ω)

$$R_V = 5 \Omega + 4,4 \Omega = 9,4 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R_V} = \frac{14 \text{ V}}{9,4 \Omega} = 1,5 \text{ A}$$

$$U = I \cdot R = 1,5 \text{ A} \cdot 5 \Omega = 7,5 \text{ V}$$

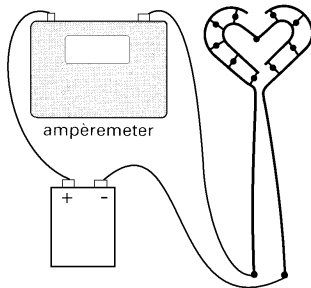
Uitwerkingen § 9

Valentijnshart

a.

$$U = 3,0 + 1,5 + 4,0 \text{ V} = 8,5 \text{ V}$$

b.



c.

$$P = U \cdot I = 1,5 \text{ V} \cdot 0,225 \text{ A} = 0,34 \text{ W}$$

d.

kleiner dan
groter dan
groter dan

e.

Stap 1:

De vervangingsweerstand van de schakeling met lampjes wordt groter want een aantal parallelle takken verdwijnt.

Stap 2:

De totale stroomsterkte wordt dus kleiner.

Stap 3:

Het vermogen van het lampje wordt dus ook kleiner.

Stap 4:

Het lampje brandt minder fel.

Opmerking

Stap 3 zou niet opgaan als de spanning over lampje 10 met dezelfde verhouding groter zou worden. Maar dat is natuurlijk niet het geval. Ook de spanning over lampje 10 neemt af.

Naar 25 kV

a.

$$U_{\text{MOTOR}} = U_{\text{BRON}} - U_{\text{BOVENL}} = U_{\text{BRON}} - I \cdot R = 1500 - 4000 \cdot 0,068 = 1500 - 272 = 1228 \text{ V}$$

b.

Stap 1:

Als de spanning van de bron toeneemt, neemt de spanning over de motor ook toe.

Stap 2:

Omdat het vermogen van de motor gelijk blijft, zal de stroomsterkte die door de motor gaat kleiner worden (volgens de formule $P = U \cdot I$).

Stap 3:

Door de kleinere stroomsterkte in de bovenleiding wordt het energieverlies daarin ook kleiner.

Achterrautverwarming

a.

$$t = \frac{E}{P} = \frac{74000 \text{ J}}{180 \text{ W}} = 411 \text{ s} = 6,9 \text{ min.}$$

b.

$$I_{\text{TOTAAL}} = \frac{P}{U} = \frac{180 \text{ W}}{12,8 \text{ V}} = 14,1 \text{ A}$$

$$I_{\text{DRAAD}} = \frac{14,1 \text{ A}}{13} = 1,08 \text{ A}$$

$$R_{\text{DRAAD}} = \frac{U}{I_{\text{DRAAD}}} = \frac{12,8 \text{ V}}{1,08 \text{ A}} = 11,9 \Omega$$

c.

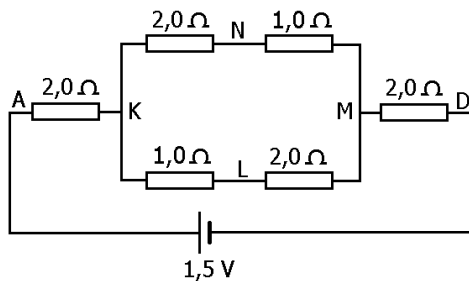
De stroom die de accu levert wordt kleiner. Want één draad laat geen stroom door terwijl de stroomsterkte door de overige 12 draden gelijk is gebleven.

d.

	(vrijwel) 0 V	(vrijwel) 12,8 V
U_{PQ}		X
U_{RS}	X	

Weerstandsdraad

a.



b.

Voor de parallelschakeling geldt: $\frac{1}{R_V} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2,0 + 1,0} + \frac{1}{1,0 + 2,0} \Rightarrow R_V = 1,5 \Omega$

Voor alle weerstanden samen geldt: $R_V = 2,0 + 1,5 + 2,0 = 5,5 \Omega$

Voor de stroomsterkte geldt: $I = \frac{U}{R_V} = \frac{1,5 \text{ V}}{5,5 \Omega} = 0,27 \text{ A}$

c.

Voor de deelspanningen geldt:

$$U_{\text{CN}} = 0 \text{ V want } U = I \cdot R = 0 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 0 \text{ V.}$$

$$U_{\text{NM}} = \frac{1}{2} \cdot I_{\text{TOTAAL}} \cdot R = \frac{1}{2} \cdot 0,27 \text{ A} \cdot 1 \Omega = 0,14 \text{ V.}$$

$$U_{\text{MD}} = I_{\text{TOTAAL}} \cdot R = 0,27 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 0,54 \text{ V.}$$

Dus geldt:

$$U_{\text{CD}} = U_{\text{CN}} + U_{\text{NM}} + U_{\text{MD}} = 0 \text{ V} + 0,14 \text{ V} + 0,54 \text{ V} = 0,68 \text{ V}$$