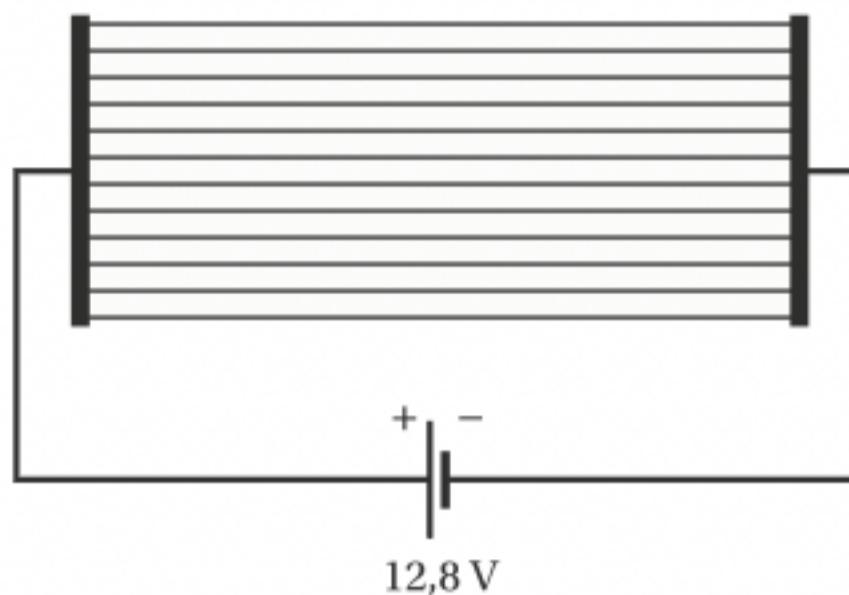


- 39 De meeste auto's hebben een achterruitverwarming zoals in figuur 5.74 schematisch is getekend: een aantal parallel geschakelde dunne draden in de achterruit die verbonden zijn met de accu.



Figuur 5.74

Het vermogen van de achterruitverwarming van een bepaalde auto is 180 W.

Op de achterruit heeft zich een laagje ijs gevormd met een massa van 220 gram.

Voor het smelten van 1 kg ijs is  $334 \cdot 10^3$  J nodig.

a Bereken hoelang het minimaal duurt om dit ijs te smelten.

b Noem twee redenen waarom het smelten in de praktijk (iets) langer duurt.

De achterruitverwarming bestaat uit dertien draden. De weerstand van de kabels die de achterruitverwarming met de accu verbinden, is te verwaarlozen. De spanning tussen de polen van de accu is 12,8 V.

c Toon aan dat de weerstand van één verwarmingsdraad  $11,8 \Omega$  is.

Elke draad is 1,1 m lang; de doorsnede heeft een oppervlakte van  $4,2 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$ .

Volgens opgave van de fabrikant zijn de verwarmingsdraden van constantaan gemaakt.

d Ga na of de opgave van de fabrikant klopt.

Een van de verwarmingsdraden is doorgebrand.

e Leg uit of de stroom die de accu dan aan de achterruitverwarming levert kleiner of groter is dan voor het doorbranden, of even groot blijft.

#### Opgave 39

- a De tijd bereken je met de formule voor energie.  
De energie bereken je met de hoeveelheid warmte om het ijs te smelten.  
De hoeveelheid warmte om het ijs te smelten bereken je met de smeltwarmte van ijs.
- $$Q_{\text{smelt}} = 334 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \quad (\text{zie BINAS tabel 11 bij water})$$
- $$m = 220 \text{ g} = 220 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$
- $$Q = 220 \cdot 10^{-3} \times 334 \cdot 10^3 = 7,348 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$E = P \cdot t$$

$$E = Q = 7,348 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$P = 180 \text{ W}$$

$$7,348 \cdot 10^4 = 180 \cdot t$$

$$t = 4,082 \cdot 10^2 \text{ s}$$

Afgerond:  $4,08 \cdot 10^2 \text{ s}$ .

- b Er wordt warmte gebruikt om de achterruit zelf te verwarmen.

Er verdwijnt warmte naar de lucht.

- c De weerstand van één draad bereken je met de wet van Ohm.  
De spanning bepaal je met het kenmerk van spanning in een parallelschakeling.  
De stroomsterkte door een draad bereken je met het kenmerk van stroom in een parallelschakeling.  
De totale stroomsterkte bereken je met de formule voor elektrisch vermogen.

$$P_{\text{tot}} = U_{\text{tot}} \cdot I_{\text{tot}}$$

$$P_{\text{tot}} = 180 \text{ W}$$

$$U_{\text{tot}} = 12,8 \text{ V}$$

$$180 = 12,8 \cdot I_{\text{tot}}$$

$$I_{\text{tot}} = 14,06 \text{ A}$$

De 13 draden zijn parallel geschakeld en zijn gelijkwaardig. Dus de totale stroomsterkte wordt verdeeld over de draden.

$$I_{\text{draad}} = \frac{1}{13} \times 14,06 = 1,0815 \text{ A}$$

$$U_{\text{draad}} = I_{\text{draad}} \cdot R_{\text{draad}}$$

Voor de parallelschakeling geldt:  $U_{\text{draad}} = U_{\text{accu}} = 12,8 \text{ V}$

$$12,8 = 1,0815 \cdot R_{\text{draad}}$$

$$R_{\text{draad}} = 11,83 \Omega$$

Afgerond:  $R_{\text{draad}} = 11,8 \Omega$ .

- d Of de opgave van de fabrikant klopt, bepaal je met de formule voor de soortelijke weerstand.

$$\rho = \frac{R \cdot A}{\ell}$$

$$R = 11,8 \Omega$$

$$A = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2 = 4,2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 4,2 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$\ell = 1,1 \text{ m}$$

$$\rho = \frac{11,8 \times 4,2 \cdot 10^{-8}}{1,1}$$

$$\rho = 4,50 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m}$$

Volgens BINAS tabel 9 is de soortelijke weerstand van constantaan  $0,45 \cdot 10^{-6}$ .  
Dat is hetzelfde als de afgeronde waarde van  $4,50 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m}$ .  
Dus de opgave van de fabrikant klopt.

- e Of de stroom die de accu levert kleiner of groter wordt, bepaal je met het kenmerk van stroom in een parallelschakeling.

In een parallelschakeling is de totale stroomsterkte de som van de takstromen.  
Als een van de verwarmingsdraden doorbrandt, is er een tak minder.  
De stroom die de accu levert is dus kleiner.