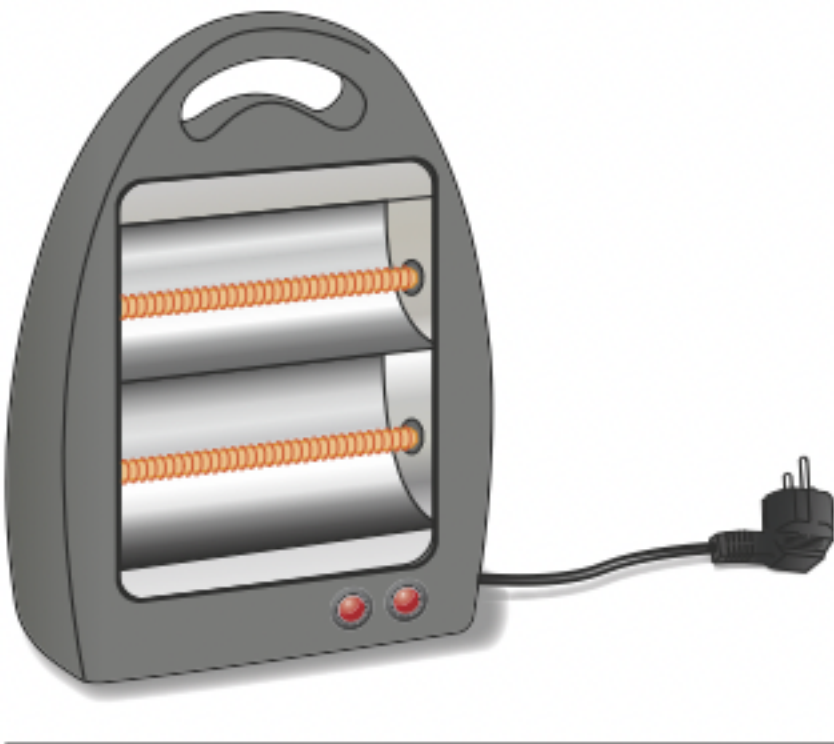


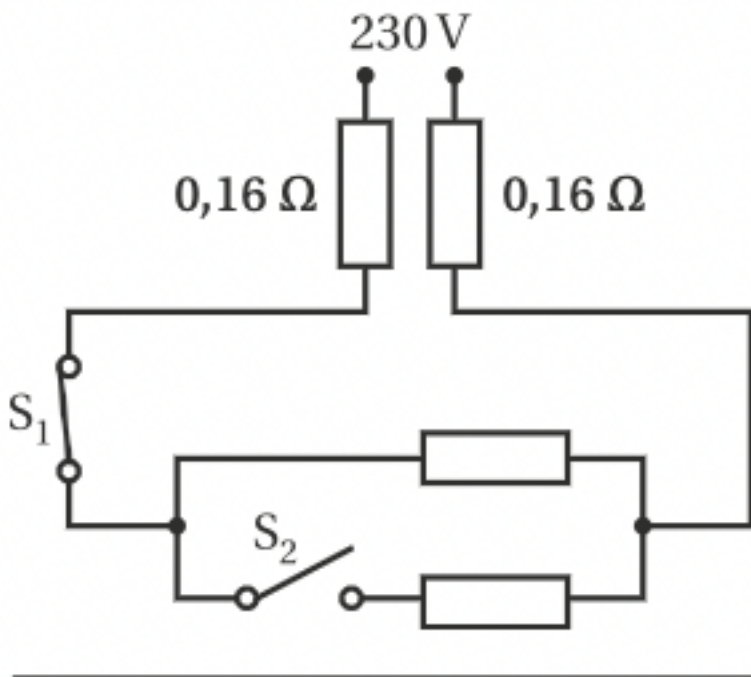
48 Een elektrische straalkachel heeft een lang aansluitsnoer. Zie de tekening van figuur 6.97. In het snoer bevinden zich twee koperen draden. Elke draad heeft een lengte van 7,1 m en een weerstand van 0,16 Ω . Neem aan dat de weerstand van het snoer steeds dezelfde waarde heeft, ook als de straalkachel is ingeschakeld.

a Bereken de dikte van één koperen draad.

In figuur 6.98 staat het schema van de elektrische schakeling van de straalkachel en het snoer.



Figuur 6.97



Figuur 6.98

De straalkachel heeft twee gelijke verwarmingselementen, die parallel zijn geschakeld. Er zitten twee schakelaars op de straalkachel:

- Met S_1 schakel je het bovenste element in of uit.
- Als S_1 is ingeschakeld, dan schakel je met S_2 het onderste element in of uit.

De straalkachel is aangesloten op de netspanning van 230 V. S_1 is gesloten, S_2 blijft open. Als een verwarmingselement enige tijd is ingeschakeld, is zijn weerstand 53,2 Ω .

b Bereken de stroomsterkte door het bovenste verwarmingselement als de kachel enige tijd aanstaat. Geef je uitkomst in drie significante cijfers.

Direct na het sluiten van schakelaar S_1 heeft de stroomsterkte een andere waarde.

c Leg uit of deze waarde groter of kleiner is dan de waarde die je in vraag b hebt berekend.

Schakelaar S_2 wordt nu ook gesloten. Als de kachel een tijdje aanstaat, is zijn totale weerstand nu gelijk aan 26,6 Ω .

d Toon dit aan.

Het snoer heeft een weerstand en wordt daardoor een beetje warm.

e Bereken hoeveel procent van de toegevoerde energie in het snoer wordt omgezet in warmte.

Opgave 48

- a De dikte van de draad bereken je met de doorsnede van de draad.
De doorsnede van de draad bereken je met de formule voor soortelijke weerstand.

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

$$R = 0,16 \, \Omega$$

$$\ell = 7,1 \, \text{m}$$

$$\rho = 17 \cdot 10^{-9} \, \Omega \cdot \text{m} \quad (\text{zie BINAS tabel 8})$$

$$17 \cdot 10^{-9} = \frac{0,16 \cdot A}{7,1}$$

$$A = 7,54 \cdot 10^{-7} \, \text{m}^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2$$

$$7,54 \cdot 10^{-7} = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2$$

$$d = 9,798 \cdot 10^{-4} \, \text{m}$$

$$\text{Afgerond: } 9,8 \cdot 10^{-4} \, \text{m} (= 0,98 \, \text{mm}).$$

- b De stroomsterkte door het bovenste verwarmingselement bereken je met het kenmerk van stroom in een serieschakeling.
De totale stroomsterkte bereken je met de wet van Ohm toegepast op de gehele schakeling.
De totale weerstand bereken je met het kenmerk van weerstand in een parallelschakeling.

$$R_{\text{tot}} = 0,16 + 53,2 + 0,16 = 53,52 \, \Omega$$

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

$$U_{\text{tot}} = 230 \, \text{V}$$

$$230 = I_{\text{tot}} \times 53,52$$

$$I_{\text{tot}} = 4,297 \, \text{A}$$

$$\text{Afgerond: } 4,30 \, \text{A}.$$

- c Het groter of kleiner worden van de stroomsterkte leg je uit met de wet van Ohm.
De verandering van de weerstand van een metaal hangt samen met de eigenschappen van een PTC.

De weerstand van een metaal neemt toe als zijn temperatuur toeneemt.
Direct na het sluiten van S_1 is de weerstand van het verwarmingselement dus kleiner.
Uit $U = I \cdot R$ volgt dan: als de spanning gelijk blijft aan 230 V en de weerstand is kleiner, dan is de stroomsterkte groter.

- d De weerstand bereken je met het kenmerk van weerstand in een parallelschakeling.

De twee verwarmingselementen staan parallel.

$$\frac{1}{R_{\text{verwarming}}} = \frac{1}{53,2} + \frac{1}{53,2}$$

$$R_{\text{verwarming}} = 26,6 \, \Omega.$$

- e Het percentage warmte bereken je uit de verhouding van de warmte die in de draad ontstaat en de totale hoeveelheid energie die in de kachel en de draden wordt omgezet.
De verhouding in warmte is gelijk aan de verhouding in vermogen.
Het vermogen bereken je met de formule voor elektrisch vermogen.
De spanning bereken je met de wet van Ohm toegepast op draden of toegepast op de twee verwarmingselementen.
De stroomsterkte bereken je met de wet van Ohm toegepast op de gehele schakeling.

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

$$U_{\text{tot}} = 230 \, \text{V}$$

$$R_{\text{tot}} = 0,16 + 26,6 + 0,16 = 26,92 \, \Omega$$

$$230 = I_{\text{tot}} \cdot 26,92$$

$$I_{\text{tot}} = 8,544 \, \text{A}$$

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

$$I_{\text{draad}} = I_{\text{tot}} = 8,544 \, \text{A}$$

$$R_{\text{draad}} = 0,16 + 0,16 = 0,32 \, \Omega$$

$$U_{\text{draad}} = 8,544 \times 0,32 = 2,734 \, \text{V}$$

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

$$P_{\text{draad}} = 2,734 \times 8,544 = 23,36 \, \text{W}$$

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

$$I_{\text{verw}} = I_{\text{tot}} = 8,544 \, \text{A}$$

$$R_{\text{verw}} = 26,6 \, \Omega$$

$$U_{\text{verw}} = 8,544 \times 26,6 = 227,3 \, \text{V}$$

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

$$P_{\text{verw}} = 227,3 \times 8,544 = 1,942 \cdot 10^3 \, \text{W}$$

$$\text{Percentage warmte in draad} = \frac{P_{\text{draad}}}{P_{\text{totaal}}} \times 100\%.$$

$$\text{Dus het percentage warmteproductie is } \frac{23,36}{1,942 \cdot 10^3 + 23,36} = 0,01188 \times 100\%.$$