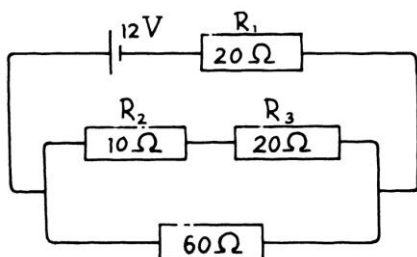
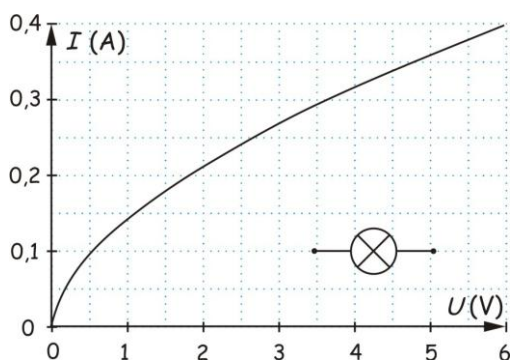


1 Stromen en spanningen

- a Neem de figuur over en teken (ideale) meters erbij om te meten:
- de spanning over R_2
 - de stroomsterkte door R_3 .
- b Bereken de uitslagen van deze meters.



- c Bepaal de stroom door de bron als we R_1 vervangen door een lampje met deze karakteristiek:



2 Een gloeilamp

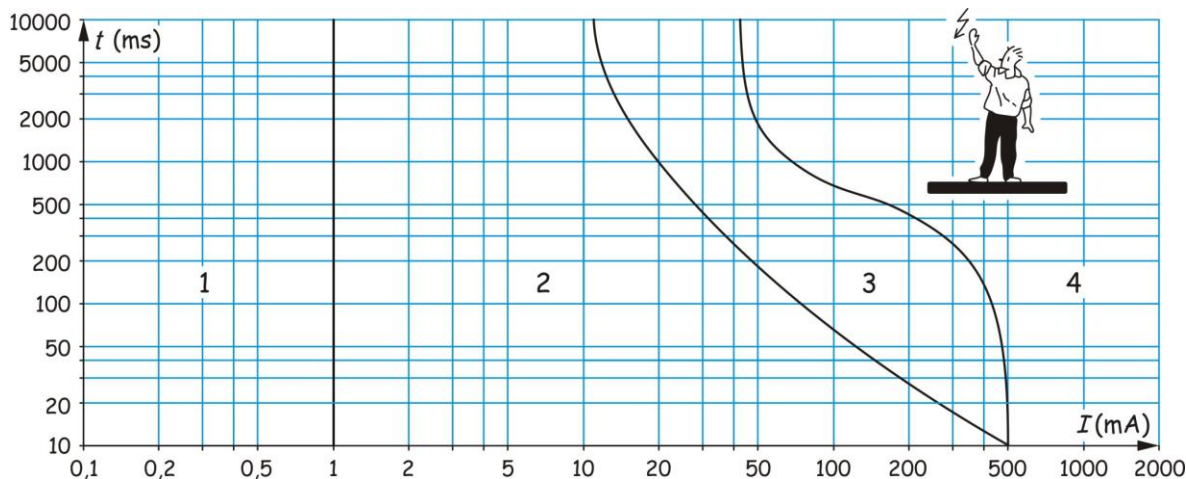
De gloeidraad van een lamp is van wolfram en heeft een diameter van 25 μm . Als je de lamp bij 20 $^\circ\text{C}$ aansluit op 230 V is de stroomsterkte onmiddellijk daarna 2,6 A.

- a Bereken de weerstand bij 20 $^\circ\text{C}$.
- b¹ Bereken het oppervlak van de doorsnede van de gloeidraad.
- b² Bereken de lengte van de gloeidraad.
- De weerstand neemt recht evenredig toe met de temperatuur. Als de lamp brandt (2200 $^\circ\text{C}$) is de waarde $7,5 \cdot 10^2 \Omega$.
- c¹ Bereken de weerstand bij 1000 $^\circ\text{C}$.
- c² Schets de grafiek van de weerstand tegen de tijd als je de lamp inschakelt en vlak daarna weer uitschakelt.

3 Gevaar in de keuken

In de keuken raakt je linkerhand de kraan en de rechterhand een defecte waterkoker op 230 V. De weerstand van 1 cm^2 huid is $10^4 \Omega$; het contactoppervlak van je linkerhand is 40 cm^2 en van je rechterhand 20 cm^2 . De weerstand van je lichaam tussen de handen is 650 Ω .

- a Bereken je totale weerstand.
- b Schat met de grafiek uit **Extra**, die hieronder staat, de tijd die je hebt om los te komen.
- c¹ Bij welke hand ontstaat de meeste warmte?
- c² Bereken die warmte als je net op tijd loslaat.

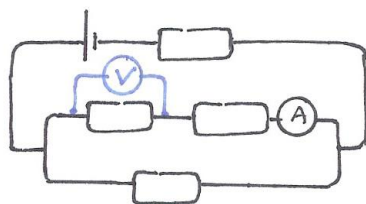


De antwoorden staan op de volgende pagina's.

De antwoorden van de toets

1 Stromen en spanningen

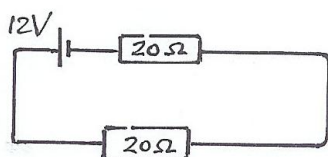
a



b Eerst de schakeling vereenvoudigen.

$$R_{V,23} = R_2 + R_3 = 10 + 20 = 30 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{V,234}} = \frac{1}{R_{V,23}} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{30} + \frac{1}{60} = 0,05 \Rightarrow R_{V,234} = \frac{1}{0,05} = 20 \Omega$$



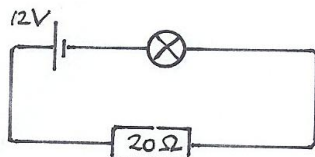
De bronspanning wordt gelijk verdeeld over deze twee weerstanden.

$$U_1 = 6,0 \text{ V en } U_{23} = U_4 = 6,0 \text{ V}$$

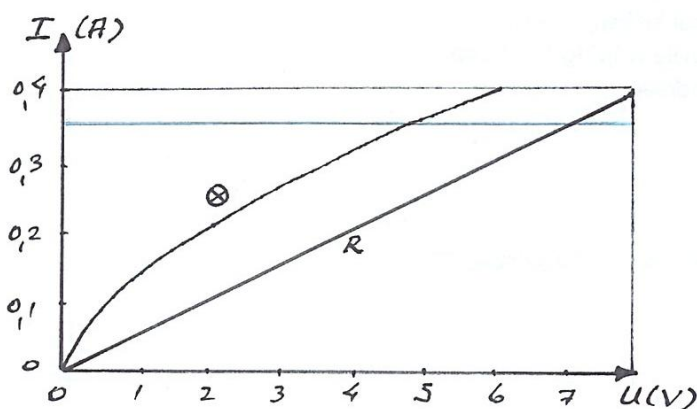
$$I_3 = I_{23} = \frac{U_{23}}{R_{V,23}} = \frac{6,0}{30} = 0,20 \text{ A}$$

$$U_2 = I_{23} \cdot R_2 = 0,2 \cdot 10 = 2,0 \text{ V}$$

c Eerst het vereenvoudigde schakelschema



Teken in het diagram de rechte voor de weerstand van 20 Ω.



De stroomsterkte in lampje en weerstand is even groot: horizontale lijn in diagram. Die lijn geeft op de snijpunten met de grafieken U_L en $U_{20\Omega}$.

Zoek de lijn waarvoor geldt $U_L + U_{20\Omega} = 12 \text{ V}$

Na enig proberen vind je $U_L + U_{20\Omega} = 4,9 + 7,1 = 12 \text{ V}$ bij $I = 0,355 \text{ A}$.

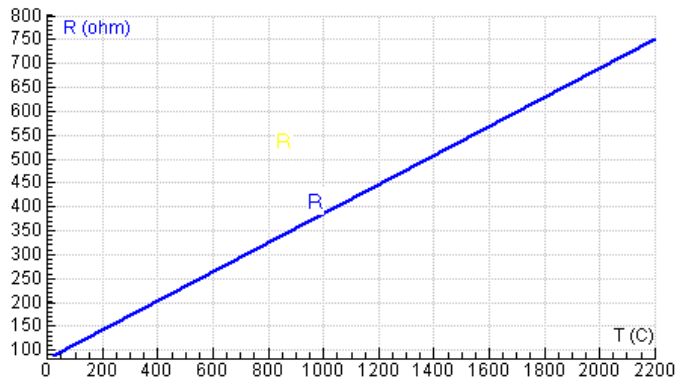
2 Een gloeilamp

$$a \quad R = \frac{U}{I} = \frac{230}{2,6} = 88,4.. = 88 \Omega$$

$$b^1 \quad A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi \cdot (12,5 \cdot 10^{-6})^2 = 4,90.. \cdot 10^{-10} = 4,9 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2$$

$$b^2 \quad R = \rho \cdot \frac{\ell}{A} \Rightarrow \ell = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{88,4.. \cdot 4,90.. \cdot 10^{-10}}{55 \cdot 10^{-9}} = 0,789.. = 0,79 \text{ m}$$

c¹ Als de weerstand evenredig met de temperatuur toeneemt, is dit de $R(T)$ -grafiek:

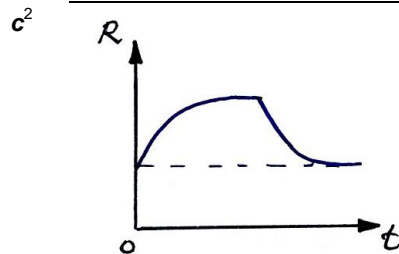


Uit de figuur blijkt:

$$\frac{R - 88,4..}{750 - 88,4..} = \frac{1000 - 20}{2200 - 20}$$

$$\Rightarrow R - 88,4.. = \frac{980}{2180} \cdot 661,5.. = 297,3..$$

$$\Rightarrow R = 297,3.. + 88,4.. = 385,8.. = 3,9 \cdot 10^2 \Omega$$



3 Gevaar in de keuken

a Serieschakeling $R_{\text{totaal}} = R_{\text{links}} + R_{\text{lichaam}} + R_{\text{rechts}}$
 $R_{\text{links}} = \frac{1}{40} \cdot 10^4 = 250 \Omega$ en $R_{\text{rechts}} = \frac{1}{20} \cdot 10^4 = 500 \Omega$
 (Hoe groter het contactoppervlak, des te kleiner de overgangsweerstand)
 Dus $R_{\text{totaal}} = 250 + 650 + 500 = 1400 = 1,4 \cdot 10^3 \Omega$

$$b \quad I = \frac{U}{R} = \frac{230}{1,4 \cdot 10^3} = 0,164.. = 0,16 \text{ A}$$

Na ongeveer 40 ms wordt het gevaarlijk. Dan kun je door verkrampte spieren niet meer los komen.

$$c^1 \quad Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

De meeste warmte ontstaat in de hand met de grootste overgangsweerstand, dus in de rechterhand.

$$c^2 \quad Q = (0,164..)^2 \cdot 500 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 0,539.. = 0,54 \text{ J}$$