



De wet van Stefan-Boltzmann

ROBIN VAN VAN CRAENENBROEK

7 MEI 2015

Inhoudstafel

- ▶ Inleiding
- ▶ Theorie
- ▶ Experimentele opstelling
- ▶ Metingen
- ▶ Besluit

Inleiding

- ▶ 2 Grote formules:

$$L = \varepsilon \sigma A T^4$$

$$P = k(T^4 - T_0^4)$$

- ▶ Temperatuur van de zon
- ▶ Temperatuur van sterren
- ▶ Temperatuur van de aarde

Theorie

- ▶ De lichtkracht/vermogen in functie van de temperatuur

$$L = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \varepsilon \sigma A T^4$$

SI: W (watt) of $\frac{J \text{ (joule)}}{s \text{ (seconden)}}$

- ▶ $\varepsilon \approx 1$ = emissiecoëfficiënt
- ▶ $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$ = Stefan-Boltzmann constante
- ▶ A = oppervlakte object

Theorie

- ▶ Het elektrisch vermogen in functie van de temperatuur

$$P = k(T^4 - T_0^4)$$

SI: W (watt) of $\frac{J \text{ (joule)}}{s \text{ (seconden)}}$

- ▶ $k = \sigma A$ = een constante
- ▶ T_0 = omgevingstemperatuur

Theorie

- ▶ Temperatuur T ?

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$\rho_T = \rho_0(1 + \alpha(T - T_0)) \quad (1)$$

- ▶ $\rho_0 = 5,6 \cdot 10^{-8} \Omega m$ = referentie resistiviteit
- ▶ $T_0 = 20^\circ \text{C}$ = referentie temperatuur
- ▶ $\alpha = 0,0045^\circ \text{C}^{-1}$ = temperatuur coëfficiënt

Theorie

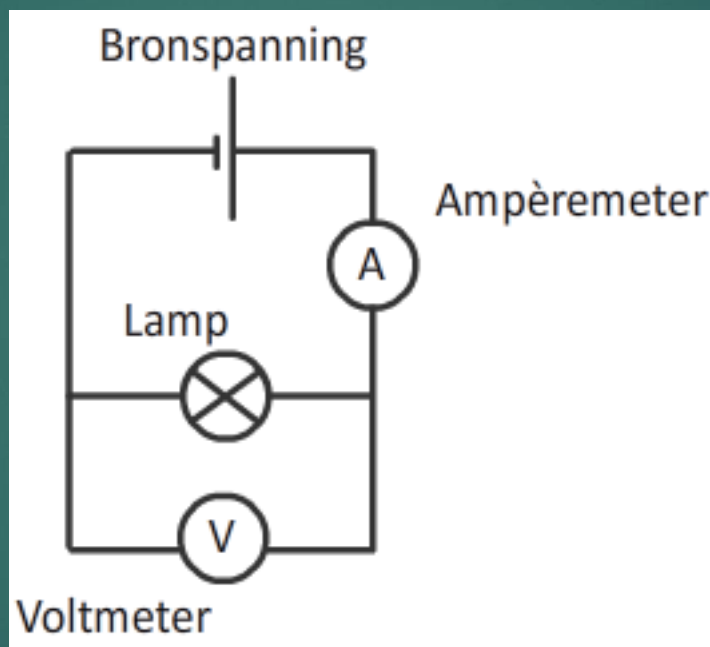
- ▶ $R = \rho \frac{l}{A}$ invoegen in formule (1)

$$R = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

- ▶ R omvormen naar T

$$T = \frac{R - R_0}{\alpha R_0} + T_0$$

Experimentele opstelling



Metingen

- ▶ R_0 meten via lage stroomsterkte of directe meting

$$R_0 = 1,3 \, \Omega$$

- ▶ Omgevingstemperatuur T_0

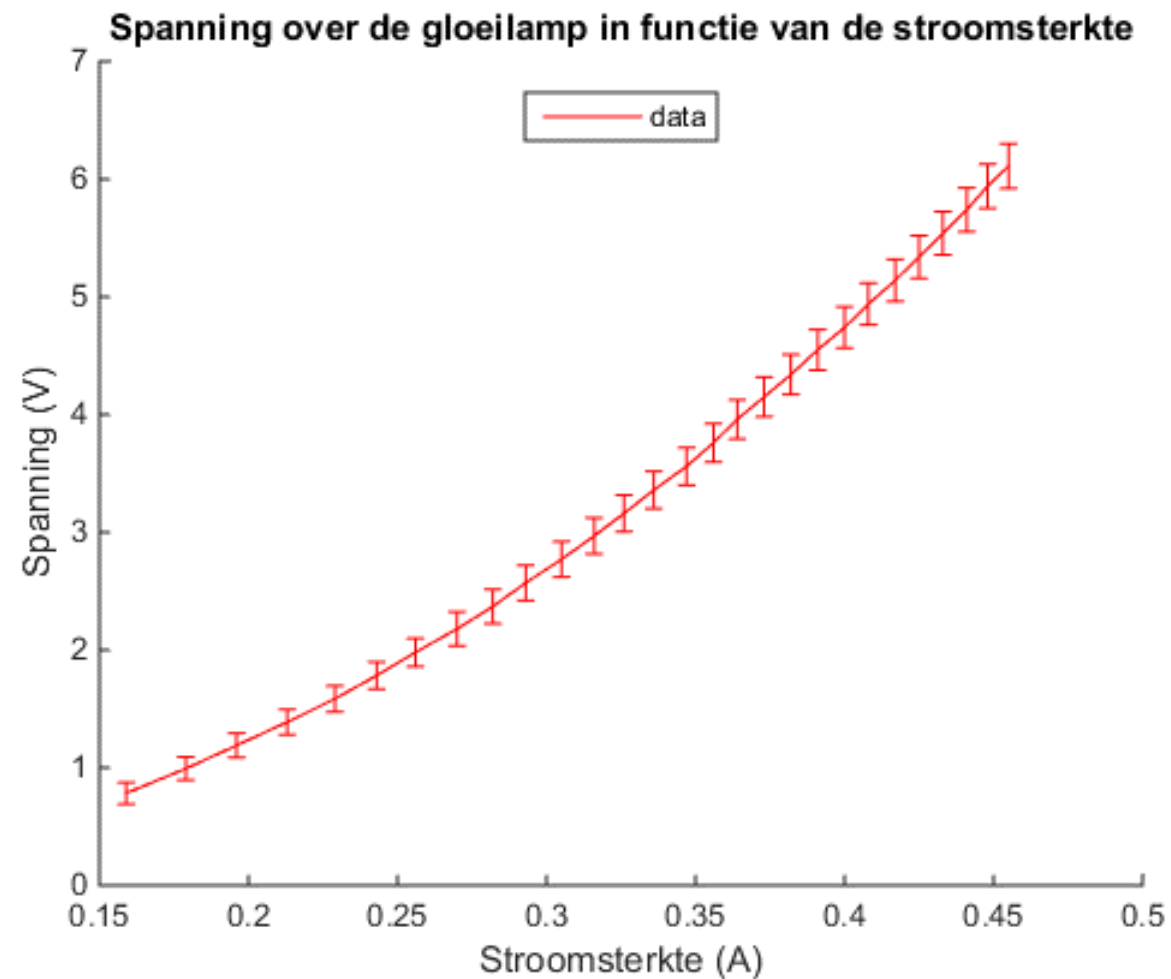
$$T_0 = 26,5 \pm 0,5 \, ^\circ\text{C}$$

- ▶ Vervolgens spanning stapsgewijs verhogen

$$R = \frac{V}{I}$$

$$P = IV$$

Metingen



Metingen

- ▶ Geen lineair verband tussen I en V

Waarom?

R afhankelijk van T

- ▶ Opmerking:

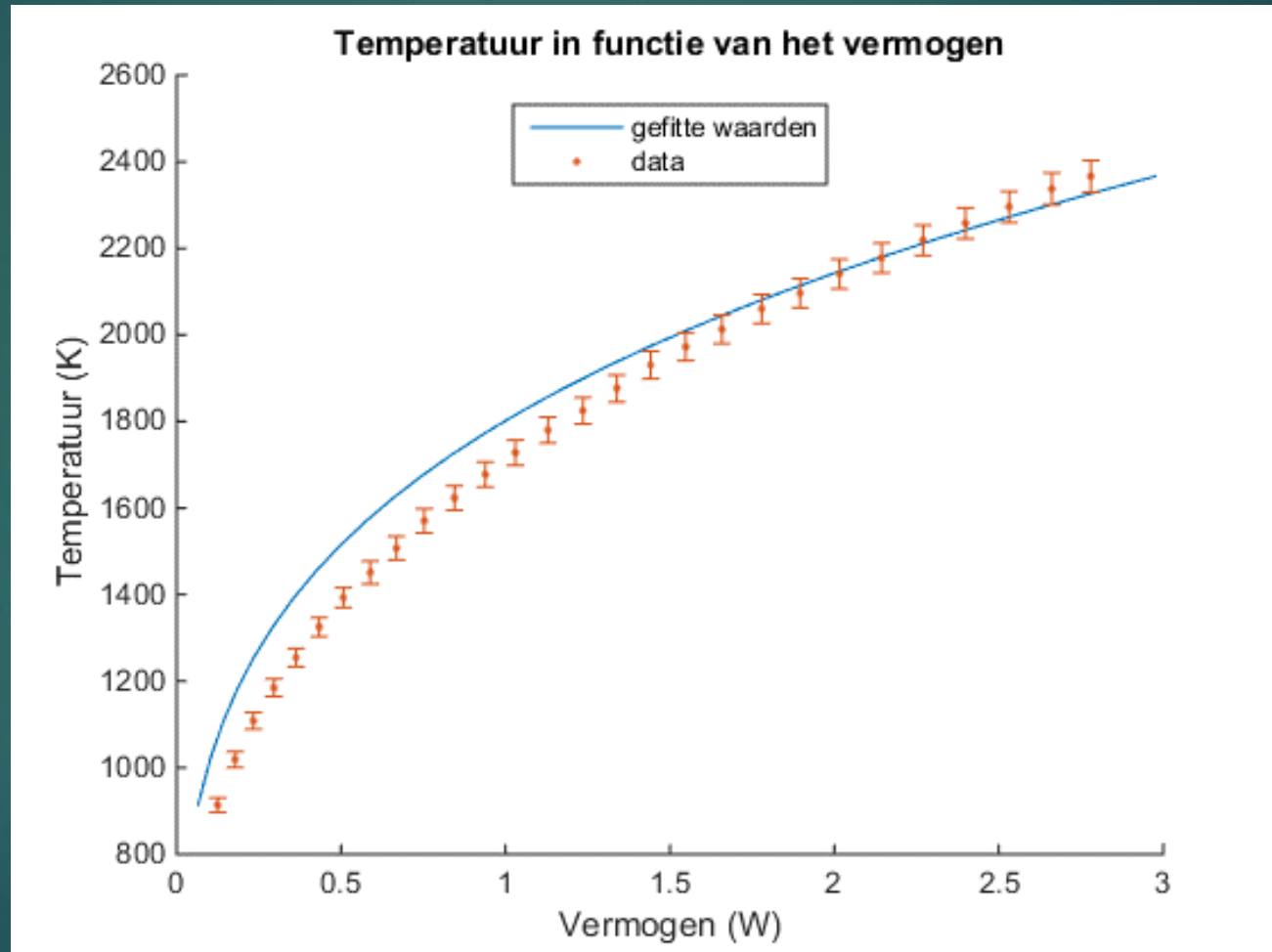
- ▶ Onzekerheden:

- ▶ Voortplanting van onzekerheden

- ▶ Systematische fouten

$$\Delta z = \sqrt{\varepsilon^2 + s^2}$$

Metingen



Metingen

- ▶ Gebruik gemaakt van

$$T = \frac{R-R_0}{\alpha R_0} + T_0 \quad \text{en} \quad P = k(T^4 - T_0^4)$$

- ▶ Via de fit bekomen waarden

$$k = (9,489 \pm 0,165) \cdot 10^{-14} \frac{W}{K^4}$$

$$n = 4$$

$$T_0 = 299,65 \text{ K}$$

- ▶ Opmerking:

- ▶ Geen onzekerheden op n en T_0

Besluit

- ▶ Kloppen deze waarden?
 - ▶ Indien we A bepalen
 - ▶ $A = 1,674 \cdot 10^{-6} \pm 2,9 \cdot 10^{-8} m^2$
 - ▶ We schatten $l = 1 \text{ cm}$
 - ▶ Bepaal ρ via $\rho_T = \rho_0(1 + \alpha(T - T_0))$
 - ▶ Gebruik $R = \rho \frac{l}{A}$

Besluit

- ▶ R ligt tussen $0,0013\Omega$ en $0,0030\Omega$ via A
- ▶ Realiteit tussen 4Ω en 15Ω

=> Geen overeenkomst betekent mogelijke foute k