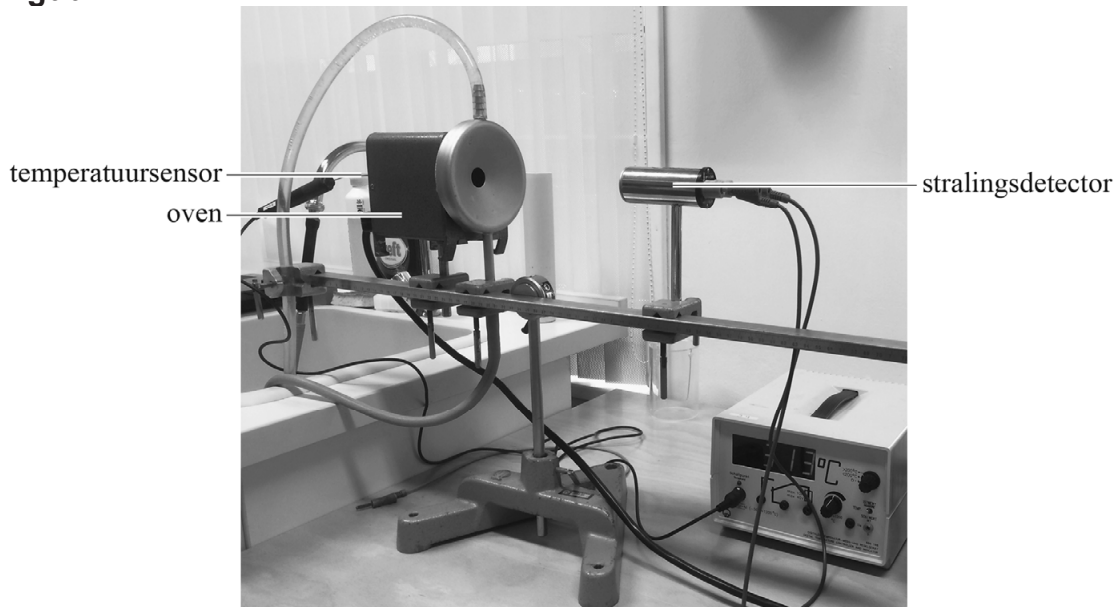


## Practicum warmtestraling

Tess en Fem voeren een practicum uit over warmtestraling waarmee ze de constante van Stefan-Boltzmann gaan bepalen. Ze gebruiken de opstelling zoals weergegeven in figuur 1.

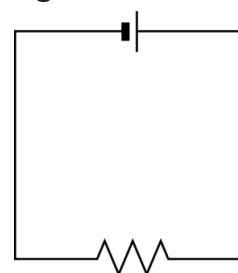
**figuur 1**



In de opstelling zie je een oven. In de oven is een verwarmingselement aangesloten op gelijkspanning. Zie figuur 2.

Het verwarmingselement bestaat uit een draad van constantaan met een diameter van  $4,0 \cdot 10^{-5}$  m en een lengte van 0,35 m. De spanning wordt ingesteld op 120 V.

**figuur 2**



- 4p 11 Bereken het vermogen dat het verwarmingselement direct na inschakelen opneemt.

De soortelijke weerstand van metaal is afhankelijk van de temperatuur volgens de formule:

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

Hierin is:

- $\rho_T$  de soortelijke weerstand bij temperatuur  $T$  in  $\Omega \text{ m}$
- $\rho_0$  de soortelijke weerstand bij kamertemperatuur in  $\Omega \text{ m}$
- $\alpha$  de weerstandstemperatuurcoëfficiënt in  $\text{K}^{-1}$  (te vinden in het informatieboek)
- $T$  de temperatuur in K
- $T_0$  de kamertemperatuur: 293 K

Het elektrisch vermogen dat het verwarmingselement opneemt, is omgekeerd evenredig met de soortelijke weerstand  $\rho_T$ . Daardoor verandert dit vermogen als de temperatuur toeneemt.

Tess en Fem discussiëren over de grootte van de verandering van de soortelijke weerstand als de temperatuur toeneemt van 20 °C naar 300 °C.

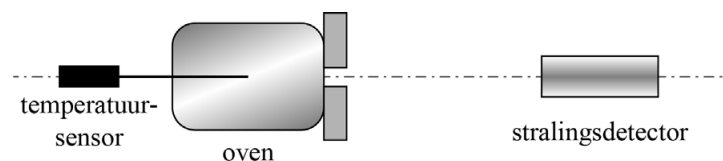
Tess beweert dat deze verandering kleiner dan 5% is.

Fem beweert dat deze verandering groter dan 5% is.

3p 12 Leg uit met een berekening wie van beiden gelijk heeft.

In figuur 3 is de opstelling schematisch in bovenaanzicht getekend.

**figuur 3**

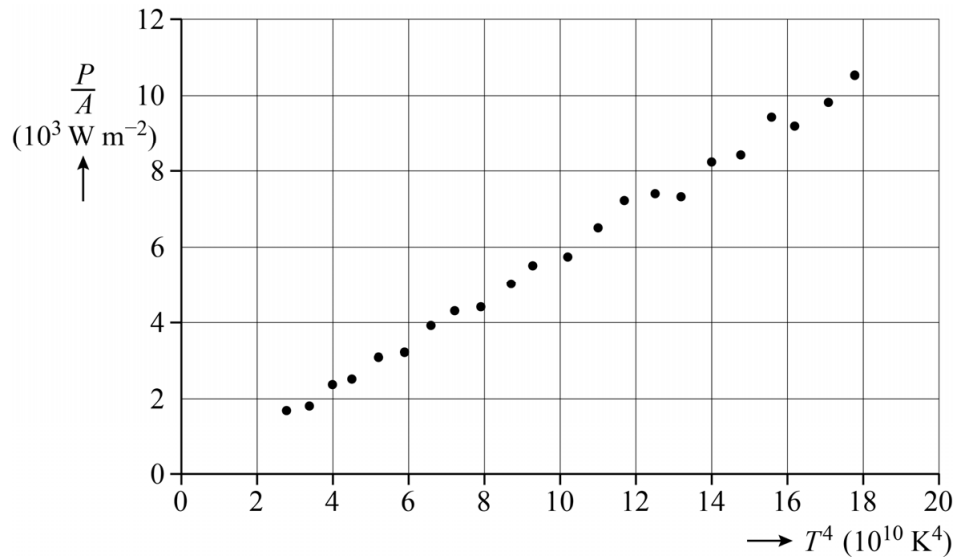


De temperatuur van de oven kan gevarieerd worden. Midden in de oven is een temperatuursensor geplaatst. De stralingsdetector staat vóór dit geheel. De opstelling is zo afgesteld dat de stralingsdetector de

uitgezonden stralingsintensiteit  $\frac{P}{A}$  in  $\text{W m}^{-2}$  van de oven meet als functie van de temperatuur.

Tess en Fem maken van hun resultaten een grafiek waarin ze  $\frac{P}{A}$  uitzetten tegen  $T^4$ . De grafiek staat in figuur 4. Figuur 4 staat ook op de uitwerkbijlage.

**figuur 4**



5p **13** Voer de volgende opdrachten uit:

- Toon aan dat het plaatsen van  $\frac{P}{A}$  op de verticale as en  $T^4$  op de horizontale as theoretisch een rechte lijn door de oorsprong oplevert.
- Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de constante van Stefan-Boltzmann die uit deze resultaten volgt. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

De oven bereikt uiteindelijk een maximale temperatuur van  $383 \text{ }^\circ\text{C}$ .

3p **14** Bereken de golflengte van de straling met de grootste intensiteit die de oven bij die temperatuur uitzendt. Noteer je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

Tess en Fem gaan een ander experiment doen: ze houden de temperatuur van de oven constant, maar ze variëren de afstand van de stralingsdetector tot de oven. Ze willen hiermee controleren of in deze situatie de kwadratenwet geldt. Ze meten hierbij de stralingsintensiteit  $I$  die op de stralingsdetector valt als functie van de afstand. Hun meetresultaten staan weergegeven in figuur 5.

**figuur 5**

$x$ (cm)	$I$ ( $\text{W m}^{-2}$ )
40	4810
50	1740
60	980
70	620

- 4p **15** Toon aan of de kwadratenwet hier geldt. Doe dat aan de hand van de meetresultaten in figuur 5.