

De stralingswet van Wien

Inleiding

Elk voorwerp zendt straling uit. De golflengte waarbij de meeste stralingsenergie wordt uitgezonden hangt samen met de temperatuur van het voorwerp. De stralingswet van Wien legt een verband tussen deze golflengte (λ_{max}) en de absolute temperatuur (T) van het voorwerp¹. In formulevorm luidt deze wet: $\lambda_{max}T = k_W$. De golflengte λ_{max} is dus omgekeerd evenredig met de absolute temperatuur.

Bij deze proef onderzoeken we het spectrum van het licht dat door een halogeenlamp wordt uitgezonden bij verschillende temperaturen van de gloeidraad. λ_{max} lees je af uit het spectrum. De temperatuur bepalen we met een berekening uit het elektrisch vermogen en de wet van Stefan-Boltzmann.

Temperatuurbepaling met de wet van Stephan-Boltzmann

Volgens deze wet is het totaal uitgestraalde vermogen evenredig met de de vierde macht van de absolute temperatuur:

$$P = \sigma AT^4$$

. Hierin is

- P het aan straling afgegeven vermogen;
- A de oppervlakte van het voorwerp (hier: de gloeidraad);
- σ de constante van Stefan-Boltzmann en
- T de absolute temperatuur

Uit het KWE experiment van Stefan-Boltzmann blijkt dat alle toegevoerde elektrische energie wordt omgezet in stralingsenergie. Dus geldt:

$$P_{\text{electrisch}} = P_{\text{straling}}$$

$$UI = \sigma AT^4$$

Bij deze proef maken we alleen gebruik van het feit dat UI evenredig is met T^4 . De spanning over de gloeidraad U en de stroom door de

¹De wet van Wien geldt strikt genomen alleen exact voor zogenaamde zwarte stralers. De gloeidraad waarmee je in deze proef werkt is geen zwarte straler. Daar echter bij benadering de uitgezonden stralingsenergie bij alle golflengtes steeds $\approx 35\%$ is van de energie uitgezonden door een zwarte straler is de wet van Wien ook bij de gloeidraad van toepassing. Afwijkingen van de wet van Wien die je bij de proef vindt zijn gedeeltelijk een gevolg van het feit dat de genoemde factor wel enigszins van λ afhangt.

in de doos:

- 2x spectroscop
- split fiber
- labvoeding
- 2x universeelmeters
- 20 W lampje
- meetsnoeren

gloeidraad I lezen we af van de labvoeding. We gaan ervan uit dat de gloeidraad bij een spanning van 12,00 V de door de fabrikant opgegeven temperatuur van 2800 K heeft. Nu is met $\frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4}$ de temperatuur van de draad bij andere spanningen te bepalen $T_2 = 2800 K$ en U_2 en I_2 de gemeten spanning en stroom waarbij U_2 zo dicht bij 12,00 V gekozen is als mogelijk is. Bij andere lampspanningen kunnen nu U_1 en I_1 gemeten worden en daarmee kan dan de temperatuur van de gloeidraad bij andere lampspanningen berekend worden.

De berekeningen worden uitgevoerd in de Excel-werkmap KWE-Wien <http://www.wereldexperimenten.nl/downloads>.

Het materiaal

De lamp

De temperatuur van de gloeidraad verandert als we de spanning over de lamp variëren. De lamp is ontworpen om optimaal te werken bij een spanning van 12,0V. De spanning mag beslist niet boven de 12,0V opgevoerd worden! De fabrikant van de lamp die je gebruikt geeft aan dat de temperatuur van de gloeidraad bij 12,0V gelijk is aan 2800 K. Van dit gegeven maken we gebruik om de gloeidraadtemperatuur bij lampspanningen lager dan 12 V te meten.

De labvoeding

Gebruik de (-) en (+) ingangen van de labvoeding (zie fig. ??). Voordat je met de metingen begint kun je ervoor zorgen dat je niet per ongeluk de spanning over de lamp te hoog maakt.

1. draai de 'VOLTAGE' knop terug 0 V.
2. Draai eerst de 'Current'-knop op zijn maximum.

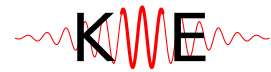
De labvoeding geeft de ingestelde waarden altijd weer, maar geeft pas spanning nadat je het knopje 'OUTPUT' hebt ingedrukt.

3. Druk nu op 'OUTPUT' . Nu kun je met de 'VOLTAGE'-knop de spanning voorzichtig opvoeren tot 12,1 V.
4. Draai vervolgens de stroombegrenzing met de 'Current'-knop omlaag. Op een gegeven moment zie je dat de stroombegrenzing gaat werken en de geleverde spanning daalt. Laat de spanning met de 'Current'-knop dalen tot 12,00V. **Laat de 'Current'-knop tijdens de rest van het experiment in deze stand staan. De lamp kan zo niet overbelast worden.**



Fig. 1: labvoeding.

Kwantum Wereld Experimenten



Tijdens het experiment hoef je nu alleen aan de 'grof-' en fijnregeling van de spanning te draaien om de spanning over de lamp te regelen.

5. Zet de lamp nu aan met op de knop OUTPUT op de spanningsbron.
6. Voer nu eerst de instructies 'Ijking van de spectrometers' uit in de handleiding 'Instructies spectrometer'.
<http://www.wereldexperimenten.nl/downloads>.

Als het goed is heb je nu een mooi spectrum bij 2800 K op het scherm.

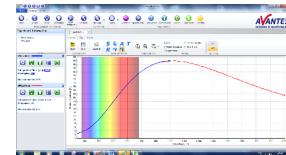


Fig. 2: spectrum van een halogeenlamp 2800 K

7. Meet de spectra bij een aantal spanningen tussen 5,00 V en 12,00 V. Noteer bij elke meting spanning, stroom en λ_{max} in het Excel bestand.
8. Maak een spreidingsdiagram van T tegen λ_{max}^{-1} teken een trendlijn en bepaal k_W .

Hoe dicht kom jij bij de literatuurwaarde?

Cst. van Wien	
k_w gemeten	
k_w literatuur	
Procentuele afwijking	