



AUFGABEN

- Relativmessung der Strahlungsintensität einer Glühlampe mit Wolframfaden mit einer Thermosäule nach Moll in Abhängigkeit von der Temperatur.
- Messung des temperaturabhängigen Widerstandes des Glühfadens zur Bestimmung der Temperatur.
- Darstellung der Messwerte in einem $\ln(U_{th}) - \ln(T)$ -Diagramm und Bestimmung des Exponenten aus der Geradensteigung.

ZIEL

Bestätigung der T^4 -Abhängigkeit der Strahlungsintensität

ZUSAMMENFASSUNG

Die Temperaturabhängigkeit der Strahlungsintensität eines Schwarzen Körpers wird durch das Stefan-Boltzmann-Gesetz beschrieben. Die gleiche Temperaturabhängigkeit weist die Strahlungsintensität einer Glühlampe mit Wolframfaden auf. Sie wird im Experiment mit einer Thermosäule nach Moll in einer Relativmessung bestimmt. Die Temperatur des Glühfadens lässt sich aus dem temperaturabhängigen Widerstand bestimmen, der in einer Vierleitermessung sehr genau ermittelt wird.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Stefan Boltzmann Lampe	1008523
1	DC-Netzgerät 0-20 V, 0-5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312 oder
	DC-Netzgerät 0-20 V, 0-5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
1	Thermosäule nach Moll	1000824
3	Digital-Multimeter P1035	1002781
2	Tonnenfuß, 1000 g	1002834
1	Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm	1002843

2

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Sowohl die Gesamtintensität wie auch die spektrale Verteilung der Wärmestrahlung eines Körpers hängen von seiner Temperatur und seiner Oberflächenbeschaffenheit ab. Bei einer bestimmten Wellenlänge und einer bestimmten Temperatur emittiert der Körper umso mehr Strahlung, je besser er die Strahlung absorbieren kann. Der Schwarze Körper, ein Körper mit idealisierter Oberflächenbeschaffenheit, absorbiert die Strahlung sämtlicher Wellenlängen vollständig und strahlt deshalb bei gegebener Temperatur Wärmestrahlung mit der höchsten Intensität ab. Er wird zugrunde gelegt, wenn die Temperaturabhängigkeit der Wärmestrahlung untersucht werden soll.

Die Temperaturabhängigkeit der Strahlungsintensität S eines Schwarzen Körpers wird durch das Stefan-Boltzmann-Gesetz beschrieben.

$$(1) \quad S_0 = \sigma \cdot T^4$$

T : absolute Temperatur

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \quad \text{: Stefan-Boltzmann-Konstante}$$

Diese Intensität kann nicht unmittelbar gemessen werden, da der Körper gleichzeitig Strahlung aus der Umgebung absorbiert. Die gemessene Intensität ist vielmehr

$$(2) \quad S_1 = \sigma \cdot (T^4 - T_0^4)$$

T_0 : absolute Temperatur der Umgebung

Auch das von einer Glühlampe emittierte Licht ist Wärmestrahlung. Hier ist die Temperatur des Glühfadens gerade so gewählt, dass ein erheblicher Teil als sichtbares Licht emittiert wird. Die Temperaturabhängigkeit der gesamten Strahlungsintensität entspricht der des Schwarzen Körpers. Es gilt

$$(3) \quad S = \epsilon \cdot \sigma \cdot (T^4 - T_0^4)$$

da der Glühfaden einen Anteil ϵ der Strahlung sämtlicher Wellenlängen absorbiert.

Eine solche Glühlampe mit Wolframfaden wird im Experiment zur Untersuchung der Temperaturabhängigkeit der Strahlungsintensität eingesetzt. Mit einer Thermosäule nach Moll wird die Strahlungsintensität in einer Relativmessung bestimmt. Die Temperatur des Glühfadens lässt sich aus dem temperaturabhängigen Widerstand

$$(4) \quad R = R_0 (1 + \alpha \cdot (T - T_0))$$

R_0 : Widerstand bei Umgebungstemperatur T_0

$$\alpha = 4,4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}} \quad \text{für Wolfram}$$

bestimmen, da R in einer Vierleitermessung sehr genau ermittelt wird.

AUSWERTUNG

Aus Gleichung (4) folgt für die Temperatur T

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

Allerdings gilt Gleichung (4) nur in guter Näherung. Für genauere Auswertungen kann eine Tabelle aus der Bedienungsanleitung zur Stefan-Boltzmann-Lampe herangezogen werden.

Die Temperaturen T werden im Experiment so hoch gewählt, dass die Umgebungstemperatur T_0 in Gleichung (3) vernachlässigt werden kann. Außerdem wird anstelle der absoluten Intensität S die Thermospannung U_{th} als Maß für die relative Intensität abgelesen. Gl. (3) wird daher zu

$$U_{th} = a \cdot T^4 \quad \text{bzw.} \quad \ln(U_{th}) = \ln(a) + 4 \cdot \ln(T)$$

In einem $\ln(U_{th}) - \ln(T)$ -Diagramm liegen die Messpunkte daher auf einer Geraden mit der Steigung 4.

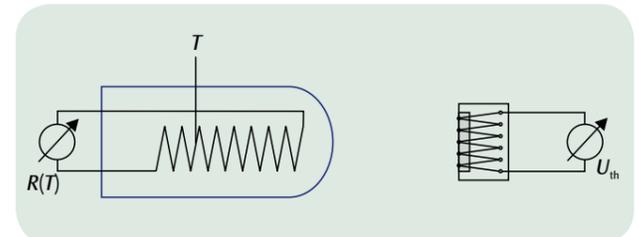


Abb. 1: Schematische Darstellung des Aufbaus

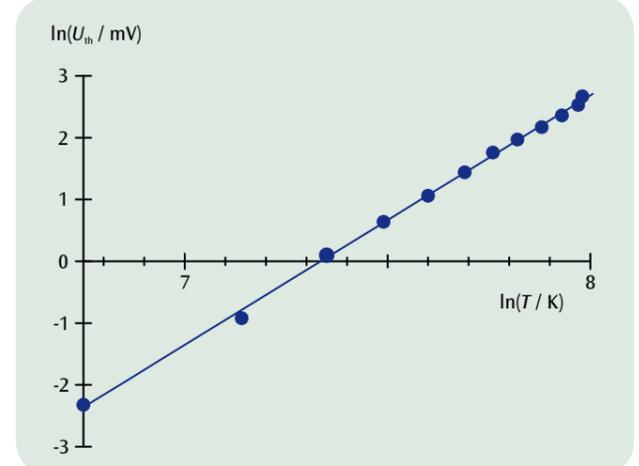


Abb. 2: $\ln(U_{th}) - \ln(T)$ -Diagramm