



AUFGABEN

- Nachweis der Wärmestrahlung eines Leslie-Würfels mit einer Thermosäule nach Moll.
- Relativmessung der abgestrahlten Intensität für vier verschiedene Oberflächen in Abhängigkeit von der Temperatur.
- Bestätigung der T^4 -Abhängigkeit der abgestrahlten Intensität.

ZIEL

Messung der Wärmestrahlung eines Leslie-Würfels

ZUSAMMENFASSUNG

Die von einem Körper emittierte Strahlung hängt von der Temperatur des Körpers und seiner Oberflächenbeschaffenheit ab. Genauer besagt das Kirchhoff'sche Gesetz, dass für alle Körper bei gegebener Temperatur das Verhältnis von Emissionsvermögen zu Absorptionsvermögen gleich ist und dem Emissionsvermögen E_{sb} des schwarzen Körpers bei dieser Temperatur entspricht. Im Experiment wird ein Leslie-Würfel durch Einfüllen von Wasser auf Temperaturen bis 100°C erwärmt und die abgestrahlte Intensität in einer Relativmessung mit einer Thermosäule nach Moll gemessen.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Leslie-Würfel	1000835
1	Drehbare Auflage für Lesliewürfel	1017875
1	Thermosäule nach Moll	1000824
1	Messverstärker (230 V, 50/60 Hz)	1001022 oder
	Messverstärker (115 V, 50/60 Hz)	1001021
1	Digital-Multimeter P3340	1002785
1	Digital-Sekunden-Taschenthermometer	1002803
1	Tauchfühler NiCr-Ni Typ K -65–550°C	1002804
1	Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm	1002849
1	HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	1002748
2	Tonnenfuß, 500 g	1001046
1	Taschenbandmaß, 2 m	1002603

1

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Der Wärmeaustausch eines Körpers mit der Umgebung erfolgt auch durch Emission und Absorption von Wärmestrahlung. Die Strahlung hängt von der Temperatur des Körpers und seiner Oberflächenbeschaffenheit ab, wie sich mit einem Leslie-Würfel zeigen lässt.

Die abgestrahlte Intensität wird durch das Emissionsvermögen E des Körpers beschrieben. Das Absorptionsvermögen A ist das Verhältnis von absorbierte zur auftreffenden Strahlungsintensität. Es zeigt sich nun, dass das Absorptionsvermögen besonders hoch ist, wenn dies auch für das Emissionsvermögen gilt. Genauer besagt das Kirchhoff'sche Gesetz, dass für alle Körper bei gegebener Temperatur das Verhältnis von Emissionsvermögen zu Absorptionsvermögen gleich ist und dem Emissionsvermögen E_{sb} des schwarzen Körpers bei dieser Temperatur entspricht:

$$(1) \quad \frac{E(T)}{A} = E_{sb}(T) = \sigma \cdot T^4$$

σ : Stefan-Boltzmann-Konstante

T : Temperatur in Kelvin

Eine Temperaturabhängigkeit des Absorptionsvermögens kann im Allgemeinen vernachlässigt werden. Daher beträgt das Emissionsvermögen des Körpers

$$(2) \quad E(T) = A \cdot \sigma \cdot T^4.$$

Hat der Körper die gleiche Temperatur T_0 wie die Umgebung, so strahlt er mit gleicher Intensität

$$(3) \quad E(T_0) = A \cdot \sigma \cdot T_0^4$$

an die Umgebung ab wie er aus der Umgebung absorbiert. Ist seine Temperatur höher, ändert sich an der aus der Umgebung absorbierten Strahlungsintensität nichts, solange die Umgebungstemperatur konstant bleibt. Daher beträgt die mit einem Strahlungsdetektor messbare Energieabgabe des Körpers pro Fläche und Zeit

$$(4) \quad \Delta E(T) = A \cdot \sigma \cdot (T^4 - T_0^4).$$

Im Experiment wird ein mit einer weißen, einer schwarzen, einer matten und einer glänzenden Fläche ausgestatteter Leslie-Würfel durch Einfüllen von Wasser auf Temperaturen bis 100°C erwärmt und die abgestrahlte Intensität in einer Relativmessung mit einer Thermosäule nach Moll gemessen. Die Messwerte für die vier verschiedenen Flächen werden während des gesamten Abkühlvorgangs bis auf Raumtemperatur verfolgt.

AUSWERTUNG

Nach Auftragen der Messwerte gegen die Größe $x = T^4 - T_0^4$ erhält man vier Ursprungsgeraden, deren Steigungen dem unterschiedlichen Absorptionsvermögen der Flächen entsprechen.

Im untersuchten Temperaturbereich bis 100 °C ist kein großer Unterschied zwischen der schwarzen und der weißen Fläche sowie zwischen der matten und der glänzenden Fläche feststellbar, obwohl der Unterschied für das menschliche Auge deutlich ist. Offensichtlich unterscheiden sich die Flächen im infraroten Wellenlängenbereich jeweils nicht wesentlich.

1: weiße Fläche, 2: schwarze Fläche, 3: matte Fläche, 4: glänzende Fläche

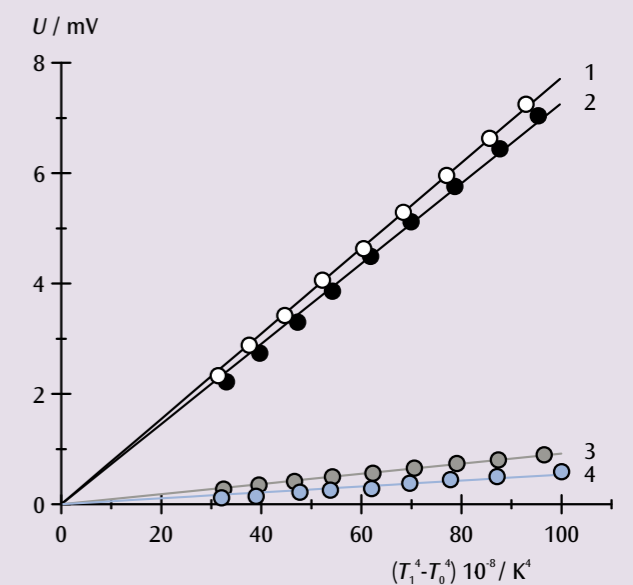


Abb. 1: Abgestrahlte Intensität des Leslie-Würfels in Abhängigkeit von $x = T^4 - T_0^4$