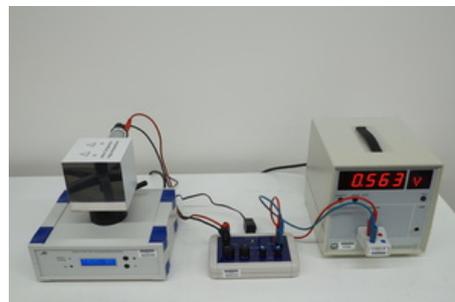


Qu-27 Leslie-Würfel mit integrierter Heizung

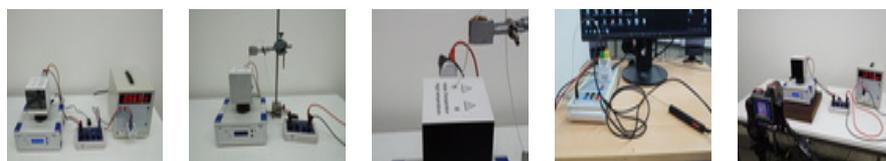
Der Leslie-Würfel besitzt vier unterschiedlich beschaffene Seitenflächen: schwarz lackiert, weiß lackiert, metallisch matt und metallisch verspiegelt. In diesem Aufbau wird ein Würfel mit integrierter Heizlampe und Steuergerät verwendet, so dass der Würfel nicht, wie im klassischen Aufbau (Qu-14), mit heißem Wasser gefüllt werden muss. Mit dem Heizgerät kann die Temperatur zwischen $+40^{\circ}\text{C}$ und $+120^{\circ}\text{C}$ variiert werden, wobei die Temperatur mit den +/- Tasten eingestellt wird. Der Würfel kann mit Hilfe des Hebels gedreht werden. Die Wärmeabstrahlung der vier Seiten wird mit der Thermosäule nach Moll, in der mehrere Thermoelemente hintereinandergeschaltet sind, gemessen. Die Thermosäule (ohne Schutzrohr) wird in der Halterung auf der Rückseite befestigt und auf den Würfel ausgerichtet. Die Ausgangsspannung (maximal 10mV) wird mit dem Messverstärker verstärkt, dessen Ausgangssignal wiederum auf ein Anzeigegerät gelegt wird. Als Verstärkung kann der Faktor 1000 gewählt werden. Ein eventuell vorhandener Offset, z.B. durch Störstrahlung, kann korrigiert werden. Nun stellt man z.B. 40°C ein und misst die Spannung für die vier Seiten. Es zeigt sich, dass die abgegebene Wärmestrahlung von der Oberflächenbeschaffenheit und damit dem Absorptionsgrad abhängt. Das Kirchhoffsche Strahlungsgesetz kann dadurch qualitativ überprüft werden. Tatsächlich strahlt die weiße Seite mehr ab als die schwarze Seite. Laut Hersteller wird eine gleich starke Abstrahlung von der weißen und schwarzen Seite erwartet, da die Abstrahlung von (identischen) Pigmenten in den Lacken dominiert wird. In jedem Fall zeigt dies, dass aus dem optischen Eindruck (Farbe) nicht einfach auf die Abstrahlung im Infraroten geschlossen werden kann.



Besonders einfach ist der Versuch mit der Infrarot-Kamera zu zeigen. Man setzt Marker auf die Fläche und dreht den Würfel bei konstanter Temperatur. Beispielbilder sind unter "Resultat" verlinkt.

Weiterhin kann die Abhängigkeit der emittierten Strahlungsenergie von der Temperatur gemessen und durch Auftragung der zur Strahlungsleistung proportionalen Thermospannung gegen T^4 das Stefan-Boltzmann-Gesetz bestätigt werden. Die simple Methode besteht im Anfahren verschiedener Temperaturwerte und Ablesen von Temperatur und Spannung. Alternativ kann man automatisch mit dem Sensor-CASSY messen. Hierfür verwendet man den flexiblen Temperatursensor, welchen man mit einer Schraube des Gehäuses in möglichst guten Kontakt bringt (Foto ist unten verlinkt). Die Umgebungstemperatur T_0 sollte mit einem zweiten Sensor gemessen und die Umgebungsleistung entsprechend abgezogen werden, d.h. man trägt U gegen $T^4 - T_0^4$ auf. Man kann beim Aufwärmen kontinuierlich messen (Aufwärmen auf 100°C dauert wenige Minuten), oder auch beim Abkühlen (hierfür muss man das Gerät auf der Rückseite ausschalten), was langsamer geht.

Aufbau



Resultat

Eine Beispielmessung ergab bei 40°C: polierte Seite 6mV, matte Seite 120mV, weiße Seite 594mV, schwarze Seite 543mV.