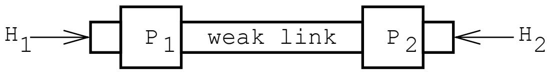
Eine neue einfache Methode kurzer Bauzeit zur Messung der spezifischen Wärme bei beliebigen Temperaturen

(Quotientenmethode)

R. Marx, II. Phys. Institut der Univ. zu Köln

Allen absoluten Methoden zur Messung der spez. Wärme ist die Schwierigkeit gemeinsam, die durch eine wie auch immer geartete absichtliche Energiezufuhr ΔE bedingte Temperaturerhöhung ΔT zu messen, wobei sich die wahre Temperaturerhöhung ΔT immer von der gemessenen unterscheiden wird, da die Temperatur des Systems, bedingt durch die Kopplung an die Außenwelt, vor, während und nach dem Meßvorgang driftet. Gerade bei hohen Temperaturen kommt dazu die Schwierigkeit, daß kleine Temperaturdifferenzen zwischen der zu messenden Probe und dem adiabatischen Schild infolge von Strahlung eine beträchtliche zusätzliche Ankopplung an die Außenwelt verursachen können. Neben der Unsicherheit in der Bestimmung der wahren Temperaturerhöhung ΔT ist wohl die Ankopplung an die Außenwelt bedingt durch Drähte, Strahlung und schlechtes Vakuum die Hauptursache für Meßfehler. Diese Fehlerquellen werden von der Quotientenmethode weitgehend eliminiert. Um den Grundgedanken zu erläutern, betrachten wir folgende Zwillingsanordnung:



Wir schicken zuerst in den Heizer H_1 eine unbekannte, aber wohl definierte Heizleistung H und warten solange, bis dassdiese Heizleistung über die weak link zerflossen und die Zwillingsanordnung wieder im Gleichgewicht ist. Dann wiederholen wir den Heizvorgang, diesmal schicken wir in den Heizer H_2 die unbekannte, aber wohl definierte Heizleistung H. In beiden Fällen beobachten wir während des Heizens und Zerfließens die zeitliche Entwicklung des Wärmestromes $\dot{Q}(t) = -\lambda F . dT(t)/dx$ durch die weak link (λ Leitfähigkeit, F Durchtrittsfläche). Nehmen wir für den Augenblick einmal an, wir könnten den Wärmestrom $\dot{Q}(t)$ auf irgendeine Art und Weise messen, so gilt folgendes

$$F_1 = \int_0^\infty \dot{Q}_1(t)dt = Q_{01} = C_2\left(T_f - T_i\right)_1 \qquad \left(T_f - T_i\right)_1 = \left(T_f - T_i\right)_2$$

(Energieerhaltung)

$$F_2 = \int_0^\infty \dot{Q}_2(t)dt = Q_{02} = C_1\left(T_f - T_i\right)_2$$

(T_i Temperatur vor dem Heizen, T_f Temperatur nach dem Zerfließen)
Als Probe P nimmt eine Substanz, deren spez. Wärme als Funktion der Temperatur wohl definiert und sehr genau bekannt ist (ca. 1,5 g Kupfer). Den Wärmestrom kann man leicht messen, in dem man auf der weak link in geeignetem Abstand zwei Temperatursonden (z.B. die beiden Schenkel eines Differenzthermoelementes) anbringt. Die unbekannte Wärmekapazität C_1 der Probe P_1 ist dann gegeben durch den Quotienten F_2/F_1 multipliziert mit der Wärmekapazität der Probe P_2 Die einzige Größe, deren Absolutwert bekannt sein muß, ist die Wärmekapazität C_2. Systematische Fehler (schlechtes Vakuum, Strahlung, Ankopplung durch Drähte etc.) kompensieren sich weitgehend, wie die folgende Fehlerrechnung zeigt:

$$\frac{F_1}{F_2} \approx \frac{F_{g1}}{F_{g2}}\left\{1 \pm \left(\frac{\Delta F_1}{F_{g1}} - \frac{\Delta F_2}{F_{g2}}\right)\right\}; \quad \begin{array}{l} F_1 = F_{g1} \pm \Delta F_1 \quad \Delta F_i \ll F_{gi} \\ F_2 = F_{g2} \pm \Delta F_2 \end{array}$$

(F_i wahre Fläche, F_{gi} gemessene Fläche, i = 1,2)