



AUFGABEN

- Messung der Temperatur des Aluminiumkörpers in Abhängigkeit von der Zahl der Umdrehungen unter der Reibschnur.
- Überprüfung der Proportionalität zwischen Temperaturänderung und Reibungsarbeit und Bestätigung des 1. Hauptsatzes.
- Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Aluminium.

ZIEL

Überprüfung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird die Erhöhung der inneren Energie eines Aluminiumkörpers durch Reibungsarbeit untersucht. Die Zunahme lässt sich ablesen an der zu ihr proportionalen Zunahme der Temperatur des Körpers, da keine Änderung des Aggregatzustandes und keine chemische Reaktion statt findet. Um einen Wärmeaustausch des Aluminiumkörpers mit der Umgebung so gut wie möglich zu vermeiden, wird die Messreihe etwas unterhalb der Umgebungstemperatur gestartet und bei einer Temperatur beendet, die im gleichen Maße nur wenig oberhalb der Umgebungstemperatur liegt.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Wärmeäquivalentgerät	1002658
1	Digital-Multimeter P1035	1002781
1	Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm	1017718

1

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die Änderung ΔE der inneren Energie eines Systems ist nach dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik gleich der Summe aus verrichteter Arbeit ΔW und umgesetzter Wärme ΔQ . Sie lässt sich ablesen an der zu ihr proportionalen Änderung ΔT der Temperatur des Systems, falls keine Änderung des Aggregatzustandes und keine chemische Reaktion statt findet.

Im Experiment wird die Erhöhung der inneren Energie eines Aluminiumkörpers durch mechanische Arbeit untersucht. Dazu wird der zylindrische Körper mit einer Handkurbel um die eigene Achse gedreht und durch die Reibung einer über seine Mantelfläche gleitenden Schnur erwärmt. Die Reibungskraft F entspricht dem Gewicht eines am Ende der Reibschnur aufgehängten Massestücks, das durch die Reibungskraft in der Schwebe gehalten wird. In n Umdrehungen des Körpers wird also die Reibungsarbeit

$$(1) \quad \Delta W_n = F \cdot \pi \cdot d \cdot n$$

d : Durchmesser des Körpers

verrichtet.

Durch die Reibungsarbeit wird die Temperatur des Körpers vom Anfangswert T_0 auf den Endwert T_n erhöht. Gleichzeitig nimmt die innere Energie um den Wert

$$(2) \quad \Delta E_n = m \cdot c_{Al} \cdot (T_n - T_0)$$

m : Masse des Körpers
 c_{Al} : spezifische Wärmekapazität von Aluminium

zu.

Um einen Wärmeaustausch mit der Umgebung so gut wie möglich zu vermeiden, wird der Körper vor Beginn der Messung auf eine Anfangstemperatur T_0 abgekühlt, die nur wenig unterhalb der Umgebungstemperatur liegt. Außerdem wird die Messung beendet, sobald eine Endtemperatur T_n erreicht ist, die im gleichen Maße nur wenig oberhalb der Umgebungstemperatur liegt.

Damit ist sicher gestellt, dass die Änderung der inneren Energie mit der verrichteten Arbeit übereinstimmt. D. h. es gilt

$$(3) \quad \Delta E_n = \Delta W_n$$

AUSWERTUNG

Aus den Gl. 2 und 3 lässt sich die Beziehung

$$T_n = T_0 + \frac{1}{m \cdot c_{Al}} \cdot \Delta W_n$$

herleiten.

Es liegt daher nahe, die gemessenen Temperaturen T_n in Abhängigkeit von der verrichteten Arbeit ΔW_n darzustellen (siehe Abb. 1). Die in der Nähe der Umgebungstemperatur gemessenen Werte liegen auf einer Geraden, aus deren Steigung sich die Wärmekapazität von Aluminium bestimmen lässt. Unterhalb der Umgebungstemperatur nehmen die gemessenen Temperaturen schneller zu als dieser Geradensteigung entspricht, da der Aluminiumkörper Wärme aus der Umgebung aufnimmt. Oberhalb der Umgebungstemperatur wird dagegen Wärme an die Umgebung abgegeben.

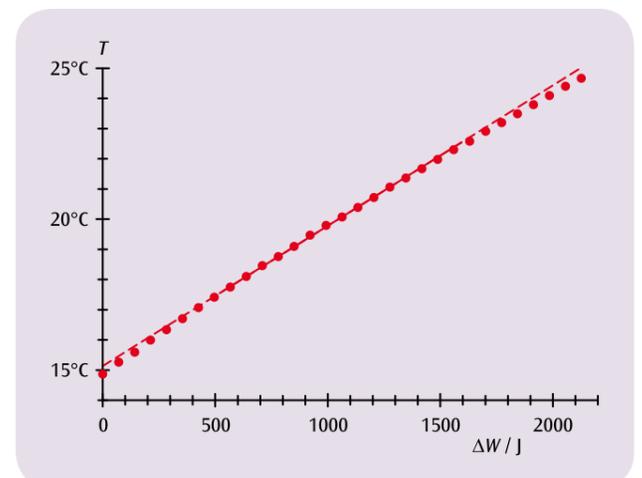


Abb. 1: Temperatur des Aluminiumkörpers in Abhängigkeit von der verrichteten Reibungsarbeit.