

8.2.2 Fallende Kugel erzeugt Wärme

1 Motivation

Beim Aufprall einer fallenden Kugel wird ihre kinetische Energie in Wärme umgewandelt.

2 Experiment

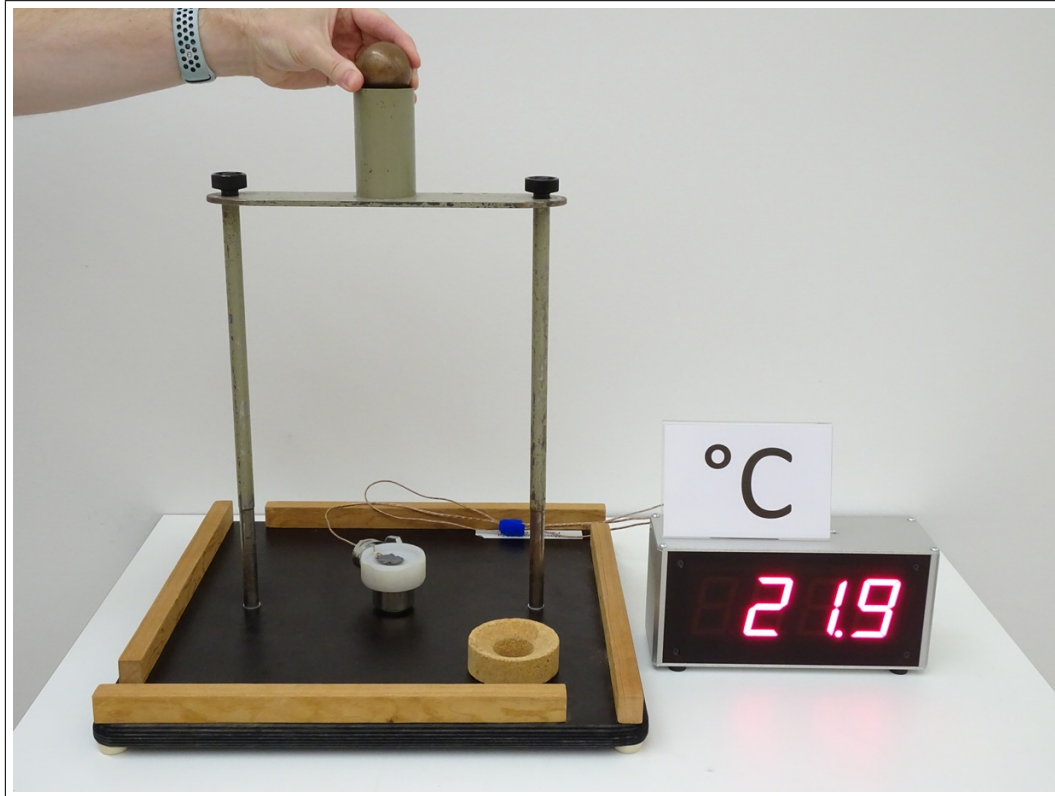


Abbildung 1: Versuchsaufbau zu „Fallende Kugel erzeugt Wärme“

Eine massive Kugel aus Kupfer fällt auf eine Bleiunterlage, die dadurch verformt wird (siehe Abb. 1). Dabei wird die mechanische Energie der Kugel in Wärme umgewandelt, die mit einem Thermoelement gemessen wird. Die Temperaturerhöhung des Bleis kann dann auf einer digitalen Anzeige verfolgt werden. Es wird also mechanische Energie in Wärmeenergie umgewandelt.

3 Theorie

Das mechanische Wärmeäquivalent wurde erstmalig von Julius Robert von Mayer im Jahr 1842 bestimmt. Er hatte erkannt, dass Wärme eine Form der Energie darstellt, und dass mechanische Energie in Wärme übergeführt werden kann. Damit wurde die Grundlage für das Postulat der Erhaltung der Energie geschaffen. In den folgenden Jahrzehnten wurden weitere Formen der Energie gefunden (z.B. potentielle, Gravitations-, elektrische, magnetische Energie) und zuletzt die Ruheenergie

$$E = mc^2, \quad (1)$$

die sich beim Zerfall von radioaktiven Atomkernen bemerkbar macht, wo die Massendifferenz zwischen Anfangs- und Endzustand als kinetische Energie freigesetzt wird.

Heute weiss man, dass Wärmeeenergie ebenfalls mechanische Energie ist, mit dem wichtigen Unterschied, dass man von mechanischer Energie bei einem einzigen Teilchen der Masse m spricht, das den Impuls $\mathbf{p}$ und die kinetische Energie

$$E_{\text{kin}} = \frac{\mathbf{p}^2}{2m} \quad (2)$$

besitzt. Im Gegensatz dazu ist Wärmeeenergie die Energie eines Ensembles von vielen Teilchen mit Masse m_i , Impuls $\mathbf{p}_i$ und kinetischer Energie $\mathbf{p}_i^2/(2m_i)$, aber, und das ist der entscheidende Unterschied, mit Gesamtimpuls

$$\mathbf{p} = \sum_{i=1}^N \mathbf{p}_i = \mathbf{0} \quad (3)$$

Betrachtet man dieses Ensemble als neues Teilchen mit der Masse

$$M = \sum_{i=1}^N m_i, \quad (4)$$

so sieht man, dass die Wärmeeenergie eine innere Energie dieses Teilchens darstellt.