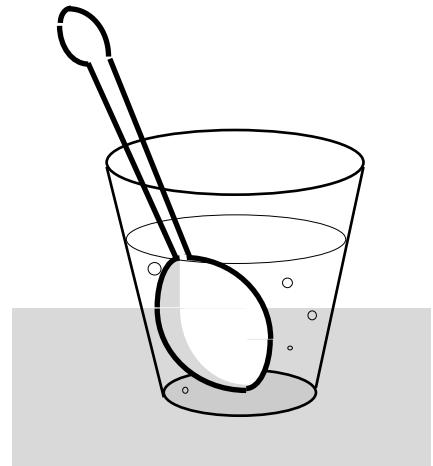


Die spezifische Wärme und Mischungstemperaturen



Informationen für die Lehrkraft

Was

Mechanik
Wärmelehre
Elektrotechnik
Optik
Akustik

Die Lernenden wenden die Begriffe Wärme, Temperatur und spezifische Wärme in einigen alltäglichen Situationen an. Praktische Bedeutung hat auch der Versuch, mit unterschiedlichen Haushaltgeräten Wasser zum Kochen zu bringen.

Wer

Lehrkraft
Lernende
Gruppe

Diese Versuchsreihe eignet sich als kleine Werkstatt, die ungefähr in einer Doppellektion bearbeitet werden kann.

Wie

qualitativ
quantitativ
Aufbauversuch
Freihandversuch

Es handelt sich um einfache Aufbauversuche. Die Messung der beobachteten Größen kennzeichnet den quantitativen Versuch.

Wozu

Problemstellung
Erarbeitung
Bestätigung
Anwendung

Die Werkstatt ist als Übungs- und Anwendungswerkstatt ausgelegt.

Material:

Siehe Punkt „C) Vorbereitung“

Alltagssituationen rund um die spezifische Wärme

Informationen für die Lehrkraft

A) Voraussetzungen

- Physik: Die spez. Wärme in Berechnungen anwenden können.
Leistung, (elektrische) Energie, Wirkungsgrad in Berechnungen anwenden können.
- Arbeitstechnik: Selbständiger Umgang mit Thermometer und Heizgeräten.
Beachtung von Sicherheitsvorschriften.

B) Lernziele

Das Konzept der spezifischen Wärme in praxisnahen Situationen anwenden können.
Voraussagen der Theorie mit wirklich gemessenen Daten vergleichen und Überlegungen zu möglichen Abweichungen anstellen.

C) Vorbereitung

4 Arbeitsplätze vorbereiten:
Bezug von heissem und kaltem Wasser ermöglichen, Ausguss

- "Wasser kochen":
Material: Herdplatte mit Pfanne, Schnellkocher, Tauchsieder, Uhr
- "Lauwarmer Milchkaffee":
Material: 3 Becher aus Schaumstoff (isolierend), Digitalthermometer
- "Tassen vorwärmen":
Material: Kaffeetasse („Humpen“, möglichst gross), Becher aus Schaumstoff (isolierend), Digitalthermometer
- "Kühlen mit Löffel":
Material: Trinkglas, Suppenlöffel, Digitalthermometer

D) Organisation

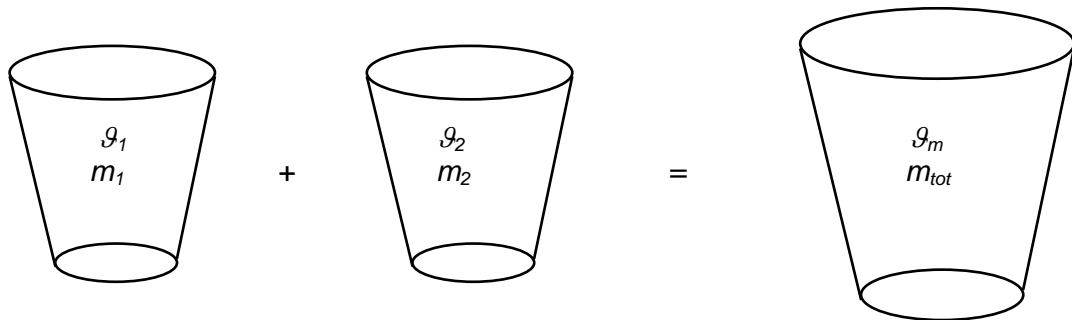
Schülerarbeit im 2er-Team. Messplätze an festem Ort; rechnen und auswerten „am Platz“. Anzahl Plätze = Anzahl Teams. (Die Berechnungen benötigen etwa 50% der Zeit, so dass genügend Messplätze zur Wahl frei sind.)

Milchkaffee, der etwa zur Hälfte aus Kaffee und Milch besteht, sollte immer mit vorgewärmter Milch zubereitet werden. Nimmt man Milch aus dem Kühlschrank, so wird der Kaffee lauwarm - aber welche Temperatur hat er genau?

Versuch

Kaffee und Milch bestehen fast ganz aus Wasser, von wenigen (aber natürlich wichtigen) Zusatzstoffen abgesehen. Für den Versuch nehmen Sie der Einfachheit halber nur Wasser.

Mischen von 2 Wassermassen m_1 und m_2 mit unterschiedlichen Temperaturen ϑ_1 und ϑ_2



Messungen:

Massen: $m_1 =$ _____ $m_2 =$ _____

Temp.: $\vartheta_1 =$ _____ $\vartheta_2 =$ _____ $\vartheta'_m =$ _____

Berechnung der Mischungstemperatur

- Masse der Mischung m_{tot}

$$m_{tot} = m_1 + m_2 = \quad = \quad = \quad =$$

- Gesamte Wärme der Mischung Q_{tot}

☞ Vereinfachung: Wenn Sie annehmen, die Erwärmung sei von 0°C aus erfolgt, können Sie $\Delta\vartheta$ (oder ΔT) überall durch ϑ ersetzen (denn $30^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C} = 30\text{K}$)!

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{tot} = c_w m_1 \vartheta_1 + c_w m_2 \vartheta_2 = \quad = \quad =$$

-Temperatur ϑ_m der Mischung

$$\vartheta_m = Q_{tot} / (c_w m_{tot}) = \quad = \quad =$$

Tassen werden oft vorgewärmt, damit die Getränke beim Eingiessen heiss bleiben. Wieviel Wärme nimmt aber eine kalte Tasse auf, die direkt vom Getränk aufgewärmt wird?

Versuch

In eine kalte Tasse giessen Sie heisses Wasser. Aus der Temperaturabnahme des Wassers können Sie die Wärmeabgabe an die Tasse berechnen.

👉 Vereinfachung: Beachten Sie nicht, dass auch die umgebende Luft Wärme aufnimmt.

Messungen:

- Vor dem Eingiessen

Masse des heissen Wassers: $m = \underline{\hspace{2cm}}$

Temp. des heissen Wassers $\vartheta_1 = \underline{\hspace{2cm}}$

- Nach dem Eingiessen (abwarten, bis die Erwärmung der Tasse aussen gut fühlbar ist)

Temp. des heissen Wassers $\vartheta_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

Berechnung der vom Wasser an die Tasse abgegebenen Wärme

Temperaturabnahme $\Delta\vartheta$

$$\Delta\vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2 = \underline{\hspace{2cm}} = \Delta T = \underline{\hspace{2cm}}$$

abgegebene Wärme Q

$$Q = c_w \cdot m \cdot \Delta T = \underline{\hspace{2cm}}$$

Kommentar

Wie kann man diesen Wärmeverlust des Getränks klein halten, wenn man die Tasse nicht vorwärmen will oder kann, beispielsweise im Falle der Minibar im Zug?

Alle kochen mit Wasser, aber unterschiedlich effizient **Arbeitsblatt 3**

Erwärmen Sie 4 dl Wasser mit den nachfolgenden unterschiedlichen Mitteln. Messen Sie die benötigte Zeit t , die es braucht, bis das Wasser deutlich zu sieden beginnt.

Vereinfachung: Da es nur um einen Vergleich der verschiedenen Heizquellen geht, brauchen Sie die Temperaturerhöhung ΔT nur abzuschätzen:

Temp. des kalten Wassers	$\vartheta_1 =$ _____	$\Delta T =$ _____
Temp. des siedenden Wassers	$\vartheta_2 =$ _____	

Messungen

a) Tauchsieder mit der Leistung	$P_a =$ _____; im Becherglas,	$t_a =$ _____
b) Herdplatte mit der Leistung	$P_b =$ _____; Pfanne o. Deckel,	$t_b =$ _____
c) Schnellkocher mit d. Leistung	$P_c =$ _____;	$t_c =$ _____

Berechnung, Auswertung

a) Tauchsieder

Nutzenergie	$Q_{ab} = c_w \cdot m \cdot \Delta T$	=	= _____ kJ
Investierte Energie	$W_a = P_a \cdot t_a$	=	= _____ kJ
Wirkungsgrad	$\eta_a = Q_{ab} / W_a$	=	= _____

b) Herdplatte (Pfanne ohne Deckel)

Nutzenergie	$Q_{ab} = c_w \cdot m \cdot \Delta T$	=	= _____ kJ
Investierte Energie	$W_b = P_b \cdot t_b$	=	= _____ kJ
Wirkungsgrad	$\eta_b = Q_{ab} / W_b$	=	= _____

c) Schnellkocher

Nutzenergie	$Q_{ab} = c_w \cdot m \cdot \Delta T$	=	= _____ kJ
Investierte Energie	$W_c = P_c \cdot t_c$	=	= _____ kJ
Wirkungsgrad	$\eta_c = Q_{ab} / W_c$	=	= _____

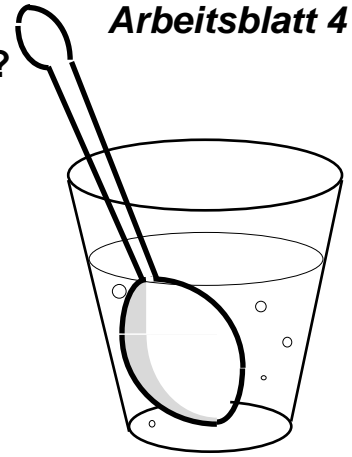
Interpretation

Mögliche Fragen: Welches ist das effektivste Gerät? Wo geht am meisten Wärme verloren? Wo ist die verlorene Wärme jetzt?

Heisses Wasser kann ein Glasgefäß zerstören. Hilft ein Löffel, der vorher ins Gefäß gestellt wird?

Arbeitsblatt 4

Man hört hin und wieder, dass ein Löffel im Trinkglas verhindern kann, dass das Glas beim Eingiessen von heissem Wasser zerspringt. In diesem Versuch soll nachgemessen werden, ob ein eingetauchter (kalter) Löffel wirklich eine wesentliche Abkühlung der Flüssigkeit bewirken kann.



Versuch:

Füllen Sie ein Trinkglas mit 2 dl heissem Wasser (Temperatur ϑ_1). Danach stellen Sie einen Löffel ins Glas. Messen Sie jetzt erneut die Temperatur des Wassers!

Messungen:

Masse des heissen Wassers (1dl $\hat{=}$ 0,1kg)

$m_W =$ _____

Masse des Löffels

$m_L =$ _____

Temperatur des kalten Löffels

$\vartheta_L =$ _____

Temperatur des heissen Wassers im Glas

$\vartheta_1 =$ _____

Temperatur des Wassers mit eingetauchtem Löffel

$\vartheta_2 =$ _____

Auswertung:

- Berechnung der Temperaturabnahme ΔT_W als Folge des eingetauchten Löffels
- Berechnung der Temperaturzunahme ΔT_L des eingetauchten Löffels
- Berechnung der spez. Wärmekapazität c_L des Löffels aus der Beziehung

vom Wasser abgegebene Wärme = vom Löffel aufgenommene Wärme

$$m_W \cdot c_W \cdot \Delta T_W = m_L \cdot c_L \cdot \Delta T_L$$

- Umstellen der Formel nach c_L ; Einsetzen der gemessenen Werte.
- Ist das Ergebnis plausibel? Welche grösseren Vereinfachungen liegen dem Versuch zu Grunde?

Zusatzüberlegungen:

- Wie schätzen Sie die erzielte Temperaturenniedrigung ein?
- Wäre ein Silberlöffel wirksamer?