

Kalorimeter ohne Widerstände



I. VORSTELLUNG

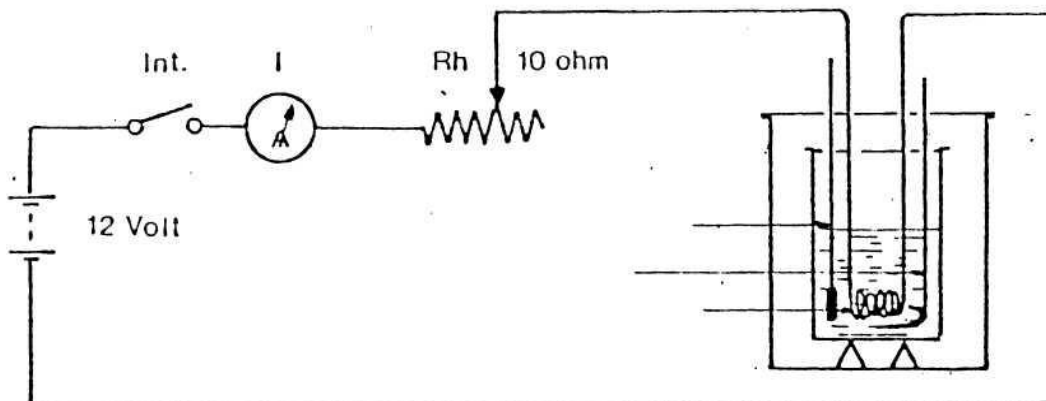
1. Einführung

Einfacher Kalorimeter mit zwei konzentrischen Aluminiumzylindern. Der innere Zylinder B ruht auf einem Plastikkragen, der ihn vom äußeren Zylinder abschließt. Sein Durchmesser beträgt 100 mm; er fasst 800 g Wasser. Der Abstand zwischen den beiden Zylindern beträgt ringsum 16 mm. Der transparente, eingelassene Plastikdeckel hat in der Mitte eine Öffnung von 40 mm Durchmesser für die Einführung des Widerstandes. Der Rührer dreht sich in der Begrenzung einer Führung mit quadratischem Querschnitt frei um seine Vertikalachse. Die Heizspirale und die notwendigen Thermometer werden nicht zusammen mit dem Kalorimeter geliefert.

Der Kalorimeter besteht aus zwei konzentrischen Zylindern, die durch eine als Träger dienende Plastikeinfassung voneinander isoliert sind, und einem Rührer.

2. Notwendige Materialien zur Durchführung von Versuchen

- 1 Stromversorgung 6–12 Volt (Bestellnr.. 04851)
 - 1 Amperemeter: Universalmessgerät (Bestellnr.: 01300)
 - 1 Regelwiderstand 10 Ω (Bestellnr. 04035)
 - 1 einfacher Hebelschalter (Bestellnr.: 04171)
 - 1 Satz von 10 Verbindungskabeln
 - 1 Satz von 4 Heizspiralen zum Eintauchen (Bestellnr.: 03988 (0,5, 1 und 5 Ω))
 - 1 Thermometer (Bestellnr.: 00826)
 - 1 Reihe von Festkörpern mit gleichem oder ungleichem Volumen aus verschiedenen Materialien (Bestellnr.: 02627 und 02622)
- Montage



Thermometer
Rührer
Widerstand R

Bevor Sie das Gerät anschalten, vergewissern Sie sich, dass es korrekt montiert wurde. Den Regelwiderstand auf seinen maximalen Widerstandswert einstellen. Den Widerstand $R_1 = \text{ca. } 0,5 \Omega$ nehmen. (I) mit dem Regelwiderstand auf 5 Amperes einstellen. Gerät ausschalten und die Flüssigkeit zum Temperatenausgleich ungefähr 30 Sekunden lang umrühren.

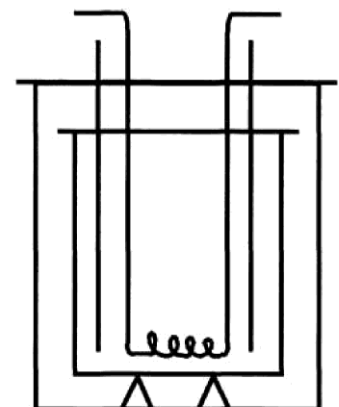
Wichtiger Sicherheitshinweis:

Bei mehr als 30 V Effektivspannung müssen unbedingt Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, die den Gerätebetreiber gegen elektrische Schläge schützen: Zu verwenden sind Hochsicherheitskabel, Hochsicherheitsbuchsen, differentielle Messfühler auf Leuchtschirmen, Messgeräte der Klasse 2.

II. Versuche

1. Versuch zur Erhitzung von Körpern

Wir versuchen, Wasser in einem Kalorimeter zu erhitzen. Um die benötigte Hitze zu erzeugen, ist die als Zubehör empfohlene Heizspirale (Bestellnr.: 02080) erforderlich, die unter einen konstanten elektrischen Strom gesetzt wird. Unter diesen Bedingungen ist die Annahme berechtigt, dass der Strom innerhalb gleicher Zeiträume gleiche Hitzemengen erzeugt, in 2 Minuten beispielsweise 2-mal mehr Hitze als in 1 Minute.



a. Versuch 1

Wir füllen beispielsweise 300 g Wasser in das Kalorimeter und notieren die Anfangstemperatur, hier 15°C .

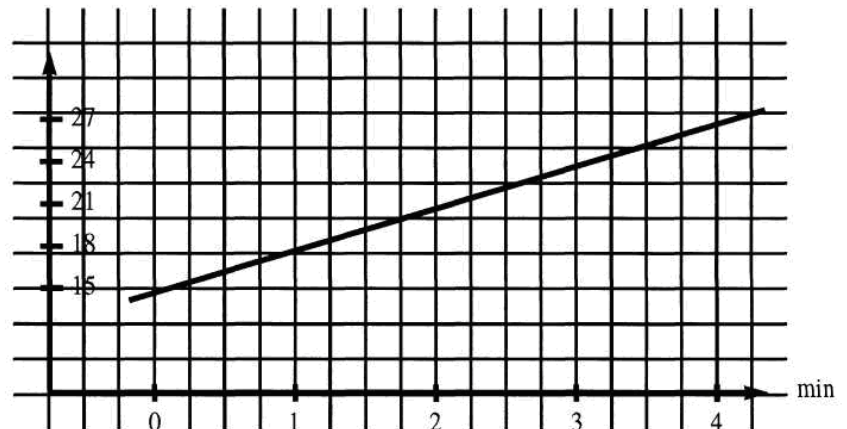
Wir stellen den Strom an und beobachten, wie die Wassertemperatur von Minute zu Minute ansteigt. Das Wasser wird dabei stetig umgerührt, damit es überall dieselbe Temperatur hat. Wir erhalten:

Anfangstemperatur : 15°

+ 1 Minute	:	18 °
+ 2 Minuten	:	21 °
+ 3 Minuten	:	24 °
+ 4 Minuten	:	27 °

Daraus leiten wir ab, dass die Temperatur folgendermaßen ansteigt:

- in 1 Minute um 3 °
- in 2 Minuten um 6 °
- in 3 Minuten um 9 °
- in 4 Minuten um 12 °



Der Graph zeigt uns, dass die Wassertemperatur direkt proportional zur verstreichenden Zeit ansteigt. Tatsächlich steigt die Wassertemperatur in 2 Minuten 2-mal so stark wie in 1 Minute und in 3 Minuten 3-mal so stark wie in 1 Minute usw.

Unter der Voraussetzung, dass die durch den Strom erzeugte Hitzemenge direkt proportional zur verstreichenden Zeit ist, lässt sich aus diesem Experiment ableiten, dass der Temperaturanstieg einer bestimmten Menge Wasser proportional ist zur zugeführten Hitzemenge.

In Wirklichkeit sind die Ergebnisse dieses Versuchs nicht sehr genau. Tatsächlich wurde die Wärme, die von der Wand des Kalorimeters absorbiert wird, nicht berücksichtigt. Analoge, aber genauere Versuche mit höherem Δt (Min.) und ΔT (°C) würden zeigen, dass das formulierte Ergebnis nicht genau ist. Praktisch kann man es jedoch als exakt betrachten, insbesondere wenn die Temperaturschwankungen gering sind.

b. Versuch 2

Wir leeren das Kalorimeter und füllen es mit 600 g Wasser, d.h., der doppelten Menge wie in Versuch 1.

Wir wiederholen den vorangehenden Versuch. Wir stellen fest, dass wir zur Erhitzung dieser Menge Wasser von 15 auf 18 °C den Strom nicht mehr 1 Minute, sondern 2 Minuten einschalten müssen usw. Dieses zweite Experiment zeigt, dass zur Erhitzung von 600 g Wasser von 15 auf 18 °C doppelt so viel Energie nötig ist als zur Erhitzung einer halb so großen Menge Wasser auf die gleiche Weise.

2. Versuch zur spezifischen Wärme

1. Wiegen Sie den Festkörper, dessen spezifische Wärme ermittelt werden soll. Die Masse wird mit m bezeichnet. Legen Sie den Festkörper in einen mit Wasser

gefüllten Behälter, und bringen Sie das Wasser zum Sieden. Arbeiten Sie in ausreichender Entfernung vom Kalorimeter, damit kein Wärmeaustausch stattfindet.

2. Wiegen Sie den leeren inneren Zylinder des Kalorimeters zusammen mit dem Rührer. Die Masse bezeichnen wir mit p .
Wenn wir 0,2 (für 0,215) als spezifische Wärme des Aluminiums annehmen, ist die Wärmekapazität des inneren Zylinders mit Rührer:

$$\mu = 0,2 \times p.$$

Wiegen Sie eine Menge von $M = 400$ g Wasser ab, und füllen Sie es in den Zylinder. Lassen Sie es vorher so lange im Raum stehen, bis es Raumtemperatur angenommen hat.

Unter Vernachlässigung der Wärmekapazität des Thermometers stellt $M + \mu = 400 + 0,2 \cdot p$ die spezifische Wärme des Kalorimeters inklusive des darin enthaltenen Wassers und des Zubehörs dar. Stellen Sie nun den inneren Zylinder in den äußeren Zylinder. Rühren Sie das Wasser behutsam um; stellen Sie sicher, dass seine Temperatur konstant bleibt.

Notieren Sie die Wassertemperatur: $T_0 = \dots$

3. Wenn das Wasser in dem Behälter, in den Sie den Festkörper gelegt haben, eine Weile lang gesiedet hat, nehmen Sie den Festkörper heraus, lassen ihn ein paar Sekunden im Wasserdampf abtropfen und legen ihn dann schnell in das Wasser des Kalorimeters. Das Wasser behutsam umrühren. Beobachten Sie die Anzeige des Thermometers, und notieren Sie die erreichte Maximaltemperatur: $t = \dots$
Die Temperatur T des Festkörpers kann zum Zeitpunkt des Eintauchens ins Wasser des Kalorimeters mit 100°C angenommen werden.
Die spezifische Wärme des Festkörpers wird mit C bezeichnet.
Die Wärmemenge, die der Festkörper verliert.
Die Wärmemenge, die der Festkörper durch Abkühlen von T zu t verliert, beträgt:

$$mC(T-t)$$

Die Wärmemenge, die der sich erwärmende Kalorimeter von t_0 zu t gewinnt, beträgt:

$$(M + \mu) (t - t_0).$$

Wenn wir annehmen, dass der Wärmeaustausch ohne den geringsten Temperaturverlust vonstatten geht, beträgt $mC(T-t) = (M + \mu) (t - t_0)$ oder $C = ((M + \mu)/m) \times (t - t_0)/(T-t)$.

Führen Sie den gleichen Versuch mit anderen Gegenständen durch.

Wenn die Temperatur t des Kalorimeters am Ende eines Experiments die Raumtemperatur um mehr als 4 bis 5°C übersteigt, tauschen Sie das Wasser des Kalorimeters gegen Wasser mit Raumtemperatur aus.

Vergleichen Sie die Messergebnisse mit dem exakten spezifischen Wärmewert anhand einer Tabelle

Erstellen Sie folgende Übersicht:
 $M + \mu = \dots$ $T = 100\text{ °C}$

Art des Festkörpers	m	t_0	t	C	Exakter Wert der spezifischen Wärme

Anmerkung:

Tabelle spezifischer Wärmewerte von Gebrauchsgegenständen (0 bis 100 °C) unter konstantem Druck (in kcal.kg⁻¹.K⁻¹)

Gegenstände

Aluminium	0,215	Leder	0,36
Eisen	0,118	Marmor	0,21
Gusseisen	0,119	Silber	0,055
Kupfer	0,094	Zinn	0,056
Zink	0,092	Wolfram	0,034
Blei	0,030	Gold	0,032
Nickel	0,102	Quecksilber	0,033
Kork	0,48	Glas und Quarz	0,186

III. Pflege, Garantie und Reparatur

1. Pflege

Das Kalorimeter benötigt keine spezielle Pflege, um funktionsfähig zu bleiben. Alle Instandhaltungs- oder Reparaturarbeiten müssen von PIERRON EDUCATION durchgeführt werden. Sollten Probleme auftauchen, wenden Sie sich bitte unverzüglich an den Kundendienst.