



Versuchsanleitung

Latente Wärme

Nummer: 12
Kompiliert am: 29. März 2023
Letzte Änderung: 29.03.2023
Beschreibung: Bei der Strukturumwandlung eines Stoffes (z.B. fest-flüssig) wird Energie benötigt, wobei aber die Temperatur konstant bleibt (→ latente Wärme). In diesem Versuch soll die latente Wärme von Wasser für den Übergang fest-flüssig und flüssig-gasförmig bestimmt werden.
Webseite: <https://www.uni-ulm.de/nawi/institut-fuer-quantenoptik/ag-prof-jelezko/lehre/grundpraktikum-physik-physwiphys-la-phys/>

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	2
2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung	2
2.1 Theorie	2
2.2 Beispiele aus Natur und Alltag	2
3 Versuchsdurchführung	3
3.1 Der Wasserwert	3
3.2 Die spezifische Schmelzwärme von Eis	3
3.3 Bestimmung der spezifischen Verdampfungswärme von Wasser	3
3.4 Häufige Fehler	4
4 Versuchszubehör	4
5 Hinweise zur Ausarbeitung	4
5.1 Versuchsspezifisch	4
5.2 Allgemein	5
Literatur	6

1 Einführung

Bei Phasenübergängen erster Ordnung kann einem Stoff Wärme zugeführt bzw. entzogen werden, ohne dass sich seine Temperatur ändert. Diese Wärme wird latente Wärme genannt (latent → verborgen). Ein einfaches Beispiel, das sich mithilfe eines Thermometers überprüfen lässt, ist Wassereis in flüssigem Wasser: Führt man dem Eis-Wasser-Gemisch Wärme zu, dann bleibt die Temperatur so lange konstant bis das gesamte Eis geschmolzen ist. Entsprechendes lässt sich für andere Phasenübergänge beobachten (z.B. flüssig-gasförmig). Die zugeführte Energie wird dann nicht in eine Erhöhung der mittleren kinetischen Energie der Atom- bzw. Molekülbewegung umgewandelt (Temperaturerhöhung), sondern zur Überwindung von Bindungskräften und damit zur Erhöhung der potentiellen Energie aufgewendet.

In diesem Versuch sollen zwei latente Wärmen von Wasser bestimmt werden: (i) Die spezifische Schmelzwärme für den Phasenübergang fest-flüssig und (ii) die spezifische Verdampfungswärme für den Phasenübergang flüssig-gasförmig.

2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung

2.1 Theorie

- Latente Wärme; Temperatur-Zeit-Diagramm von Wasser mit Startwert -4°C und konstanter Energiezufuhr. Erklärung auf molekularer Ebene
- Hauptsätze der Thermodynamik und deren Interpretation [Dem15]
- Thermodynamische Prozesse: Zustandsgrößen, Zustandsänderungen und Zustandsgleichungen [Dem15]
- Thermodynamische Potentiale; warum wird meistens die differentielle Form betrachtet? Warum gibt es mehrere Potentiale? [Dem15]
- Was sind Phasen? Welche gibt es? Unterschied zu Aggregatzuständen. Welche wichtigen Punkte gibt es im Phasendiagramm? Was versteht man unter latenter Wärme? [Dem15]
- Was ist ein Kalorimeter? Wie kann es zu Wärmeverlusten kommen und wie können sie minimiert werden? Was versteht man unter dem Wasserwert (Wärmekapazität) eines Kalorimeters (mit Herleitung)? [Dem15]
- Herleitung der Auswertformeln zum Versuch. Bestimmung der Schmelzwärme von Eis nach der Mischungsmethode und Bestimmung der Verdampfungswärme von Wasser nach der Kondensations- und der Verdampfungsmethode [Wal04]

2.2 Beispiele aus Natur und Alltag

- Latente Wärme: Temperaturstabilisierung, viele Phänomene in Atmosphären, Kühlmaschinen

3 Versuchsdurchführung

3.1 Der Wasserwert

Bestimmen Sie die Wärmekapazität des Kalorimeters einschließlich Rührer und Thermometer nach der Mischungsmethode. Geben Sie zuerst eine abgemessene Menge warmes Wasser in das Kalorimetergefäß und lesen Sie 3 Minuten lang alle 30 Sekunden die Wassertemperatur am Thermometer ab. Fügen Sie dann eine bestimmte Menge kaltes Wasser hinzu. In der ersten folgenden Minute soll nun alle 10 Sekunden die Temperatur bestimmt werden. Anschließend messen Sie für weitere 2 Minuten die Temperatur alle 30 Sekunden.

Verwenden Sie möglichst geringe Wassermengen! Warum? Führen Sie diesen Versuch zweimal durch und bilden Sie dann den Mittelwert der jeweils ermittelten Wärmekapazitäten.

3.2 Die spezifische Schmelzwärme von Eis

Die Schmelzwärme wird über das Schmelzen von Eis ($T = 0\text{ °C}$) in einem mit warmem Wasser gefüllten Kalorimeter bestimmt. Dabei sind die Massen von Eis und Wasser sowie der Temperaturverlauf zu notieren. Machen Sie zwei Messreihen, bei denen Sie jeweils vier Minuten vor Zugabe des Eises beginnen, alle 30 Sekunden zu messen. In der ersten folgenden Minute soll nun alle 10 Sekunden die Temperatur bestimmt werden. Anschließend messen Sie für weitere 3 Minuten die Temperatur alle 30 Sekunden. Verwenden Sie den Rührer, so dass keine Temperaturgradienten im Wasser entstehen.

3.3 Bestimmung der spezifischen Verdampfungswärme von Wasser

1. *Kondensationsmethode:*

Durch das Einleiten von Dampf in ein mit kaltem Wasser befülltes Kalorimeter wird die Kondensations- bzw. Verdampfungswärme bestimmt. Hierzu wird sofort nach dem Einschalten des Tauchsieders alle 30 Sekunden die Temperatur abgelesen, bis eine deutliche Erhöhung der Temperatur festgestellt wird. Sobald dies geschieht, wird 90 Sekunden lang alle 10 Sekunden die Temperatur abgelesen. Danach stößelt man das Kalorimeter ab und misst weitere 2 Minuten alle 30 Sekunden die Temperatur. Um die Masse des Dampfes zu bestimmen wird vor und nach dem Einleiten des Dampfes das Kalorimeter gewogen. Die Siedetemperatur wird über den am Versuchstag herrschenden Luftdruck bestimmt. Führen Sie den Versuch zweimal durch.

2. *Verdampfungsmethode:*

Bei dieser Methode wird der Wasserdampf durch eine Kühlvorrichtung geleitet und kondensiert in ihr. Das Kondensat wird in einem Becherglas aufgefangen. Die Verdampfungswärme wird diesmal über die Messung der Stromstärke, der Spannung, der Messzeit und der Masse des verdampften Wassers bestimmt. Führen Sie den Versuch dreimal mit Heizströmen von 1,5 A, 1,8 A und 2 A durch. Lesen Sie die Spannung U und die Stromstärke I alle 30 Sekunden über 4 Minuten ab und nehmen Sie für die Auswertung das Mittel der abgelesenen Werten. Die Zeitmessung sollte möglichst zwischen zwei Tropfen beginnen und enden.

3.4 Häufige Fehler

ACHTUNG: Vermeiden Sie die Überlastung der Vielfachmessinstrumente und drehen Sie den Regler am Regeltransformator nach Beendigung des Versuchs auf die Nullstellung zurück. Achten Sie darauf, dass stets so viel Flüssigkeit im Kalorimeter vorhanden ist, dass die Heizspirale des Tauchsieders während der gesamten Versuchsdauer vollständig in Flüssigkeit eingetaucht ist.

4 Versuchszubehör

- 1 Stelltransformator (0 - 230 V)
- 1 Schaltbox
- 2 Vielfachmessinstrumente
- 1 Tauchsieder
- 1 Dewar-Gefäß
- 1 Kalorimeter
- 1 Thermometer
- 2 Schutzbrillen
- 1 Wasserkühlung
- 1 Stativ
- 1 Stoppuhr
- 1 Messbecher
- 1 Messbecher mit Henkel (500 ml)
- 1 Destillierteil mit Abscheider

5 Hinweise zur Ausarbeitung

5.1 Versuchsspezifisch

- Beschreibung der einzelnen Versuchsabläufe + Skizze
- Pro Versuch ein Verlaufsdiagramm + Zwickelmethode (Versuchsteile 3.1 bis 3.3)
- Nennung aller ermittelten Werte, welche zur Berechnung verwendet werden + Fehler
- Vernünftige Fehler für T1 und TM nehmen (müssen im Diagramm nachvollziehbar sein)
- Fehlerbetrachtung zu jedem Versuchsteil
- *Hinweis zur Auswertung von Versuchsteil 3.1 und 3.2:*
Bestimmen Sie jeweils die Anfangs- und Mischtemperaturen aus den zeitlichen Temperaturverläufen mit Hilfe der Methode der graphischen Korrektur der Wärmeverluste des

Kalorimeters, wie dies im Kolloquium besprochen wurde. Nachzulesen ist diese Methode in [Wal04] im Kapitel 3.1.1.2.

5.2 Allgemein

- Kopie des Laborbuchs anhängen
- Fehlerbalken in den Schaubildern
- Fehler des Mittelwerts richtig berechnen und Ergebnisse richtig runden (siehe Anleitung Limmer und/oder Folien zu unserem Statistik-Workshop)
- Gute Skizzen und Abbildungen verwendet (z.B. deutsche Beschriftung, Skizzen entsprechen den Erläuterungen, ...); Skizzen dürfen gerne selbst angefertigt werden
- Vergleich mit Literaturwerten
- Diskussion und/oder Wertung der Ergebnisse

Literatur

- [Dem15] DEMTRÖDER, Wolfgang: *Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme*. 7. Auflage. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2015
- [Wal04] WALCHER, Wilhelm: *Praktikum der Physik*. 8. Auflage. Wiesbaden : Teubner Verlag, 2004