

Versuch 3: T-Q-Diagramm für das Schmelzen von Eis bis zum Verdampfen von Wasser

Theoretische Grundlagen:

I. Zwei Gleichungen (und Bedingungen) zur Berechnung von Q .

1. $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

c ... spezifische Wärmekapazität

m ... Masse

ΔT ... Temperaturänderung in Kelvin

Bedingung: keine Aggregatzustandsänderung

$$Q_{ges} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

2. $Q = P_{th} \cdot t$

P_{th} ... Heizleistung der Heizplatte

t ... Zeit

II. Physikalische Größen die gemessen werden müssen.

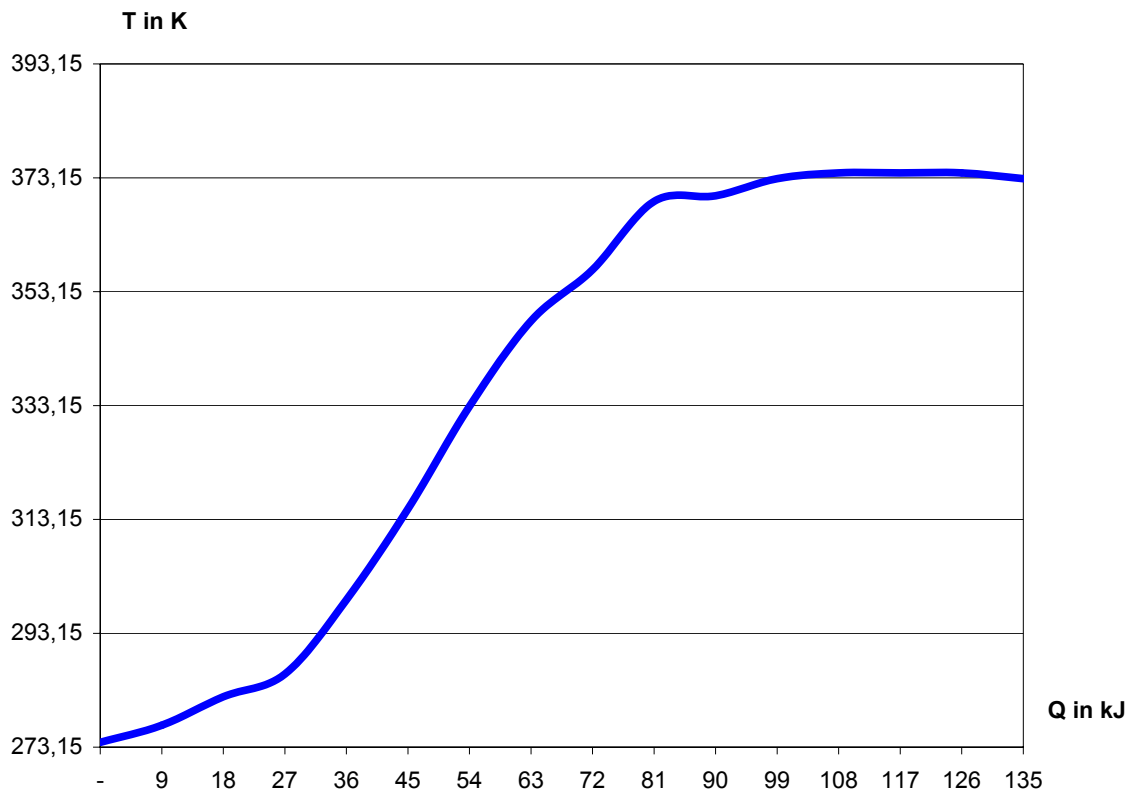
1. m ... Masse

ΔT ... Temperaturänderung in Kelvin

2. t ... Zeit

Aufgaben:

1. Zeichnen des T - Q -Diagramms mit gemessenen Werten.



Einheitenbetrachtung zur verwendeten Formel (2.):

$$[Q] = W \cdot s = \frac{J}{s} \cdot s = J$$

Messwerte:

T in K	275	277	282	286	299	315	333	348	357	369	370	373	374	374	374	373
t in min	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q in kJ	-	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135

c_{Eis}	$2,09 \frac{kJ}{kg \cdot K}$
c_{Wasser}	$4,19 \frac{kJ}{kg \cdot K}$
$c_{Wasserdampf}$	$14,28 \frac{kJ}{kg \cdot K}$

m in g	P_{th} in W
148,6	150

Materialien:

digitales Thermometer
Eiswasser
Heizplatte
Becherglas
Waage
(Stopp-)Uhr

Durchführung:

Man beginnt das Experiment, indem man die Heizplatte vorheizt, um geringere Messfehler zu erhalten. Danach misst man die Masse des Becherglases (ohne Inhalt). Als nächstes gibt man das Eiswasser in das Becherglas und misst wiederum die Masse. Aus der Subtraktion beider Werte (Becherglas mit Eiswasser - Becherglas leer) erhält man die Masse des Eiswassers. Nun stellt man es auf die vorgeheizte Heizplatte und beginnt die Temperatur in gleichmäßigen Abständen (60s) zu messen. Dieser Vorgang wird ausgeführt, bis das Wasser zu kochen anfängt und schließlich verdampft.

Auswertung:

Bei den annähernd konstanten Temperaturabschnitten (nur im oberen Bereich erkennbar) wird die zugeführte Energie zur Änderung des Aggregatzustands aufgewendet.

Die Teilchen werden aus ihren starren Verbindungen gelöst, bis diese im gasförmigen Zustand fast gänzlich verschwunden sind.

Deswegen gibt es in der (idealen) Kurve Abschnitte, in denen die Temperatur konstant ist.

Im mittleren Abschnitt der Kurve wird die Bewegungsenergie der Teilchen erhöht, die aber immer noch kleiner als die Bindungsenergie ist ($T \sim Q$).

Fehlerquellen:

Systematische Fehler:

- Kein geschlossenes System → Wärmeabgabe an die Umgebung bzw. Gefäß
- Abweichung der Messgeräte nach Genauigkeitsklassen
- Eiswasser ist nicht 0°C kalt
- Wasser siedet nicht erst bei 100°C
- Durch Erhitzung kann sich der elektrische Widerstand verändern und so die Messwerte verfälschen
- Heizleistung wird nicht komplett zum Erwärmen aufgewendet
- Verunreinigtes Eis

Zufällige Fehler:

- Ungenau ablesen → Uhr und Thermometer nicht gleichzeitig ablesbar
- Eiswasser während der Erwärmung nicht ausreichend gemischt