

Aufgaben zu Zustandsdiagrammen und Phasenwärme

Theorie

1. Aggregatzustände

Ein Stoff kann fest, flüssig oder gasförmig sein. Beim Wechsel des Aggregatzustands ändert sich die Temperatur während des Phasenübergangs nicht.

2. Spezifische Schmelzwärme

Beim Schmelzen wird Energie benötigt, ohne dass die Temperatur steigt.

$$Q = m \cdot L_s$$

$$\begin{aligned} L_s &= \text{spezifische Schmelzwärme} \\ m &= \text{Masse} \end{aligned}$$

3. Spezifische Verdampfungswärme

Beim Verdampfen wird ebenfalls Energie benötigt, ohne dass die Temperatur steigt.

$$Q = m \cdot L_v$$

$$L_v = \text{spezifische Verdampfungswärme}$$

4. Werte für Wasser

Grösse	Wert
c_{Eis}	$2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
c_{Wasser}	$4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
L_s	$334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$
L_v	$2260000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

Aufgaben

1. Eis schmelzen

Es sollen

$$m = 0.50 \text{ kg}$$

Eis bei

$$0^\circ\text{C}$$

vollständig geschmolzen werden.

Berechne die benötigte Schmelzwärme.

2. Wasser verdampfen

Es werden

$$m = 0.20 \text{ kg}$$

Wasser bei

$$100^\circ\text{C}$$

vollständig verdampft.

Berechne die benötigte Verdampfungswärme.

3. Erwärmen und Schmelzen

$$0.30 \text{ kg}$$

Eis bei

$$-10^\circ\text{C}$$

wird zuerst auf

$$0^\circ\text{C}$$

erwärmt und dann geschmolzen.

Berechne die gesamte benötigte Energie.

4. Zustandsdiagramm beschreiben

Ein Stoff wird gleichmässig erwärmt. Im Temperatur-Zeit-Diagramm gibt es zwei waagrechte Abschnitte.

- (a) Was passiert in diesen waagrechten Abschnitten?
- (b) Warum steigt die Temperatur dort nicht?

5. Schwierige Aufgabe: Eis zu warmem Wasser

	0.10 kg
Eis bei	
	-20°C
wird zu Wasser bei	
	30°C
erwärmt.	
Berechne die gesamte Energie.	

Lösungen

1. Eis schmelzen

$$Q = m \cdot L_s$$

$$Q = 0.50 \cdot 334000$$

$$Q = 167000 \text{ J}$$

2. Wasser verdampfen

$$Q = m \cdot L_v$$

$$Q = 0.20 \cdot 2260000$$

$$Q = 452000 \text{ J}$$

3. Erwärmen und Schmelzen

Eis erwärmen:

$$Q_1 = c_{\text{Eis}} \cdot m \cdot \Delta T$$

$$Q_1 = 2100 \cdot 0.30 \cdot 10 = 6300 \text{ J}$$

Eis schmelzen:

$$Q_2 = 0.30 \cdot 334000 = 100200 \text{ J}$$

$$Q_{\text{ges}} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{\text{ges}} = 106500 \text{ J}$$

4. Zustandsdiagramm beschreiben

In den waagrechten Abschnitten findet ein Phasenübergang statt.

Beim ersten waagrechten Abschnitt schmilzt der Stoff. Beim zweiten waagrechten Abschnitt verdampft der Stoff.

Die Temperatur steigt nicht, weil die zugeführte Energie für den Aggregatzustandswechsel verwendet wird.

5. Eis zu warmem Wasser

Eis von -20°C auf 0°C erwärmen:

$$Q_1 = 2100 \cdot 0.10 \cdot 20 = 4200 \text{ J}$$

Eis schmelzen:

$$Q_2 = 0.10 \cdot 334000 = 33400 \text{ J}$$

Wasser von 0°C auf 30°C erwärmen:

$$Q_3 = 4180 \cdot 0.10 \cdot 30 = 12540 \text{ J}$$

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

$$Q_{\text{ges}} = 50140 \text{ J}$$