

Aufgaben zur Entropie

Theorie

1. Bedeutung der Entropie

Entropie ist eine Grösse, die beschreibt, wie stark Energie verteilt ist. Sie beschreibt auch die Richtung natürlicher Vorgänge.

Viele Vorgänge laufen von selbst nur in eine Richtung ab:

- Wärme fliesst von warm nach kalt.
- Gase verteilen sich in einem Raum.
- Ein heisser Gegenstand kühlt in kälterer Umgebung ab.

2. Entropieänderung

Bei einer Wärmeübertragung bei konstanter Temperatur gilt:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

ΔS = Entropieänderung
 Q = zugeführte Wärme
 T = Temperatur in Kelvin

3. Zweiter Hauptsatz

In einem abgeschlossenen System nimmt die Entropie bei natürlichen Vorgängen zu oder bleibt gleich.

$$\Delta S_{\text{gesamt}} \geq 0$$

Ein Vorgang, bei dem die Gesamtentropie abnimmt, läuft nicht von selbst ab.

Aufgaben

1. Entropie bei Wärmezufuhr

Ein System nimmt bei

$$T = 300 \text{ K}$$

eine Wärmemenge von

$$Q = 600 \text{ J}$$

auf.

Berechne die Entropieänderung.

2. Entropie bei Wärmeabgabe

Ein Körper gibt bei

$$T = 400 \text{ K}$$

eine Wärmemenge von

$$Q = 800 \text{ J}$$

ab.

Berechne die Entropieänderung des Körpers.

3. Wärmefluss

Ein warmer Körper gibt Wärme an einen kalten Körper ab.

- (a) Was passiert mit der Entropie des warmen Körpers?
- (b) Was passiert mit der Entropie des kalten Körpers?
- (c) Warum läuft dieser Vorgang von selbst ab?

4. Gesamtentropie

Ein warmer Körper bei

$$T_1 = 500 \text{ K}$$

gibt

$$Q = 1000 \text{ J}$$

Wärme an einen kalten Körper bei

$$T_2 = 250 \text{ K}$$

ab.

Berechne die Entropieänderung beider Körper und die Gesamtentropieänderung.

5. Schwierige Aufgabe: Umgekehrter Wärmefluss

Stelle dir vor, dass

$$1000 \text{ J}$$

Wärme von einem Körper bei

$$250 \text{ K}$$

zu einem Körper bei

$$500 \text{ K}$$

fließt.

- (a) Berechne die Gesamtentropieänderung.
- (b) Kann dieser Vorgang von selbst ablaufen?

Lösungen

1. Entropie bei Wärmezufuhr

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

$$\Delta S = \frac{600}{300}$$

$$\Delta S = 2 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

2. Entropie bei Wärmeabgabe

Bei Wärmeabgabe ist Q negativ.

$$\Delta S = \frac{-800}{400}$$

$$\Delta S = -2 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

3. Wärmefluss

Der warme Körper gibt Wärme ab. Seine Entropie nimmt ab.

Der kalte Körper nimmt Wärme auf. Seine Entropie nimmt zu.

Da dieselbe Wärme bei niedrigerer Temperatur eine grössere Entropiezunahme bewirkt, nimmt die Gesamtentropie zu.

$$\Delta S_{\text{gesamt}} > 0$$

4. Gesamtentropie

Warmer Körper:

$$\Delta S_1 = \frac{-1000}{500}$$

$$\Delta S_1 = -2 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Kalter Körper:

$$\Delta S_2 = \frac{1000}{250}$$

$$\Delta S_2 = 4 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Gesamt:

$$\Delta S_{\text{gesamt}} = -2 + 4$$

$$\Delta S_{\text{gesamt}} = 2 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Der Vorgang kann von selbst ablaufen.

5. Umgekehrter Wärmefluss

Kalter Körper:

$$\Delta S_1 = \frac{-1000}{250}$$

$$\Delta S_1 = -4 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Warmer Körper:

$$\Delta S_2 = \frac{1000}{500}$$

$$\Delta S_2 = 2 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Gesamt:

$$\Delta S_{\text{gesamt}} = -4 + 2$$

$$\Delta S_{\text{gesamt}} = -2 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Die Gesamtentropie würde abnehmen. Dieser Vorgang kann deshalb nicht von selbst ablaufen.