

Aufgaben 12 **Wärme** **Entropiezufuhr bzw. Energiezufuhr und Temperaturänderung**

Lernziele

- wissen, von welchen Grössen die in einem Körper enthaltene Entropie abhängt.
- die Grösse Erwärmbarkeit kennen, verstehen und bestimmen können.
- den Zusammenhang zwischen einer Temperaturänderung eines Körpers und der dafür notwendigen Änderung der im Körper gespeicherten Entropie kennen, verstehen und anwenden können.
- den Zusammenhang zwischen einer Temperaturänderung eines Körpers und der dafür notwendigen Änderung der im Körper zusammen mit der Entropie gespeicherten Energie kennen, verstehen und anwenden können.
- die Grösse Spezifische Energiekapazität kennen und verstehen.

Aufgaben

- 12.1 Studieren Sie im Buch KPK 2 die folgenden Abschnitte:
- 1.16 Die Messung der Entropie (Seiten 25 bis 27 ohne Aufgaben)
 - 1.17 Die Erwärmbarkeit (Seiten 27 bis 29)
 - 1.18 Der Zusammenhang zwischen Energiezufuhr und Temperaturänderung (Seiten 29 und 30)

Hinweise zu 1.17:

- Der Zusammenhang zwischen einer kleinen Temperaturänderung ΔT eines Körpers und der dafür notwendigen Änderung ΔS der im Körper gespeicherten Entropie kann wie folgt geschrieben werden (Formeln (23) und (24) nach ΔS aufgelöst):

$$\Delta S = \frac{n}{\alpha} \Delta T \quad (\text{I})$$

- Beachten Sie, dass die Erwärmbarkeit α im Allgemeinen von der Temperatur T abhängt. Die Formeln (23), (24) und (I) sind daher Näherungsformeln für eine **kleine** Temperaturänderung ΔT . Nur für eine kleine Temperaturänderung ΔT darf α näherungsweise als Konstante betrachtet werden.
- Die exakte Version der Formel (I) für eine infinitesimal kleine Temperaturänderung dT lautet:

$$dS = \frac{n}{\alpha} dT \quad (\text{II})$$

Hinweise zu 1.18:

- Auch die Formel (26) ist eine Näherungsformel für eine kleine Temperaturänderung ΔT :

$$\Delta W = T \Delta S \quad (\text{III})$$

Die exakte Version für eine infinitesimal kleine Temperaturänderung dT lautet:

$$dW = T dS \quad (\text{IV})$$

- Der Zusammenhang zwischen einer kleinen Temperaturänderung ΔT eines Körpers und der dafür notwendigen Änderung ΔW der (zusammen mit der Entropie) gespeicherten Energie kann wie folgt geschrieben werden:

$$\Delta W = c m \Delta T \quad (\text{V})$$

- Beachten Sie, dass die Grösse c im Allgemeinen von der Temperatur T abhängt. Die Formel (V) ist daher eine Näherungsformel für eine **kleine** Temperaturänderung ΔT . Nur für eine kleine Temperaturänderung ΔT darf c näherungsweise als Konstante betrachtet werden.
- Die exakte Version der Formel (V) für eine infinitesimal kleine Temperaturänderung dT lautet:

$$dW = c m dT \quad (\text{VI})$$

- 12.2 a) Es wäre sinnvoller, die Grösse c nicht als „spezifische Wärmekapazität“ sondern als „spezifische Energiekapazität“ zu bezeichnen. Warum?
- b) Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen der Erwärmbarkeit α und der spezifischen Energiekapazität c eines Stoffes.
 Geben Sie c in Abhängigkeit von α und allfälligen weiteren Grössen an.

Hinweis:

- Verwenden Sie die Hinweise zur Aufgabe 12.1.

12.3 Ein Stoff habe im Temperaturbereich von $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ eine konstante spezifische Energiekapazität $c = 800\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.

Ein Körper bestehe aus 10 kg des genannten Stoffes und soll sich von $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ erwärmen.

Bestimmen Sie die dafür erforderliche ...

- a) ... Änderung ΔS der im Körper gespeicherten Entropie.
- b) ... Änderung ΔW der im Körper (zusammen mit der Entropie) gespeicherten Energie.

Hinweis:

- Berücksichtigen Sie, dass die Erwärmbarkeit α des betrachteten Stoffes temperaturabhängig ist. Daher ist für die Berechnung der Entropieänderung ΔS eine Integration über die Temperatur T erforderlich.

Lösungen

12.1 ...

12.2 a) ...

b)
$$c = T \cdot \frac{n}{m} \cdot \frac{1}{\alpha} = \frac{T}{M} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

12.3 a)
$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{n}{\alpha} dT = \int_{T_1}^{T_2} \frac{mc}{T} dT = m c \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) = 10 \text{ kg} \cdot 800 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)} \cdot \ln \left(\frac{400 \text{ K}}{300 \text{ K}} \right) = 2.3 \text{ kCt}$$

b)
$$\Delta W = c m \Delta T = 800 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)} \cdot 10 \text{ kg} \cdot 100 \text{ K} = 0.80 \text{ MJ}$$