

## Aufgaben 7      Thermodynamik

### 1. Hauptsatz, Volumenarbeit, Wärmekapazitäten, Zustandsänderungen

#### Lernziele

- den ersten Hauptsatz der Thermodynamik kennen, verstehen und anwenden können.
- die Vorzeichenregelung für die im ersten Hauptsatz der Thermodynamik auftretenden Grössen kennen, verstehen und richtig anwenden können.
- wissen und verstehen, was die innere Energie eines idealen Gases ist.
- wissen und verstehen, was ein Freiheitsgrad ist.
- wissen und verstehen, wieviele Freiheitsgrade ein ideales Gas und ein Festkörper hat.
- wissen und verstehen, was eine Volumenarbeit ist.
- wissen und verstehen, was eine isochore, isobare, isotherme und adiabatische Zustandsänderung ist.
- die Volumenarbeit an einem idealen Gas bei einer isochoren, isobaren, isothermen und adiabatischen Zustandsänderung bestimmen können.
- die einem idealen Gas zugeführte Wärme bei einer isochoren, isobaren, isothermen und adiabatischen Zustandsänderung bestimmen können.
- den Gleichverteilungssatz kennen und bei Festkörpern und idealen Gasen anwenden können.
- wissen und verstehen, dass die molare Wärmekapazität aller Metalle nahezu gleich gross ist.
- bei der molaren Wärmekapazität eines idealen Gases den Unterschied zwischen einer isochoren und einer isobaren Zustandsänderung kennen und verstehen.
- die Zusammenhänge zwischen Druck, Volumen und Temperatur bei einer adiabatischen Zustandsänderung kennen, verstehen und anwenden können.
- wissen und verstehen, dass im Druck-Volumen-Diagramm die Adiabaten steiler verlaufen als die Isothermen.

#### Aufgaben

##### *Erster Hauptsatz*

- 7.1      Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:  
15.19, 15.20 (Seite 275)

Hinweis zu 15.20:

- In der Aufgabenstellung sollte es 800 kJ heissen, nicht 800 J.

##### *Volumenarbeit*

- 7.2      Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:  
15.22, 15.23 (Seite 275)

##### *Wärmekapazitäten*

- 7.3      Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:  
15.25 (Seite 275)

##### *Zustandsänderungen beim idealen Gas*

- 7.4      1.00 mol eines zweiatomigen, idealen Gases soll bei konstantem Volumen von 300 K auf 600 K aufgeheizt werden.

Bestimmen Sie, wieviel Wärme dem Gas für das Aufheizen zugeführt werden muss.

- 7.5      (siehe nächste Seite)

- 7.5 Zeigen Sie, dass bei einem idealen Gas der Adiabatenkoeffizient  $\kappa$  wie folgt mit der Anzahl Freiheitsgraden  $f$  zusammenhängt:

$$\kappa = \frac{f+2}{f}$$

Hinweise (siehe nächste Seite)

Hinweise:

- Betrachten Sie die Definition von  $\kappa$ .
- Betrachten Sie, wie die molaren Wärmekapazitäten  $C_V$  und  $C_p$  mit  $f$  zusammenhängen.

- 7.6 Betrachten Sie ein ideales Gas bei Raumtemperatur mit Anfangsdruck  $p_0$  und Anfangsvolumen  $V_0$ . Zuerst durchläuft das Gas eine isotherme Expansion auf das Volumen  $2 \cdot V_0$ . Dann folgt eine adiabatische Kompression zurück zum Volumen  $V_0$  und auf den Druck  $1.32 \cdot p_0$ .

- Bestimmen Sie die Faktoren, um welche sich der Druck und die innere Energie bei der isothermen Expansion verändern.
- Bestimmen Sie den Faktor, um welchen sich die innere Energie bei der adiabatischen Kompression verändert.
- Bestimmen Sie die Anzahl Freiheitsgrade des Gases.  
Was kann daraus über die Struktur der Gasmoleküle geschlossen werden?

Hinweis:

- Zeichnen Sie die beiden Zustandsänderungen in einem p-V-Diagramm ein.

- 7.7 Ein senkrecht stehender Kreiszyylinder mit Durchmesser 10.0 cm ist mit einem reibungslos beweglichen Kolben der Masse 60.0 kg verschlossen und enthält 2.00 l Luft bei einer Temperatur von 22 °C und einem Aussendruck von 1.00 bar. Die Luft wird nun so lange erhitzt, bis sich der Kolben um 15.0 cm angehoben hat.

- Bestimmen Sie, auf welche Temperatur die Luft erhitzt werden muss.
- Bestimmen Sie, wieviel Wärme der Luft für die Erhitzung zugeführt werden muss.

Hinweis:

- Der Kolben drückt aufgrund seines Gewichtes und des konstanten äusseren Luftdrucks ständig gleich stark auf das eingeschlossene Gas. Deshalb handelt es sich hier um eine isobare Zustandsänderung.

- 7.8 Führen Sie in Moodle den [Test 7.1](#) durch.

## Lehrbuch Tipler/Mosca

### Teil IV Thermodynamik

#### 15 Wärme und der Erste Hauptsatz der Thermodynamik

- 15.4 Joules Experiment und der Erste Hauptsatz der Thermodynamik (Seiten 586 bis 589)
- 15.5 Die innere Energie eines idealen Gases (Seiten 589 und 590)
- 15.6 Volumenarbeit und das p-V-Diagramm eines Gases (Seiten 590 bis 594)
- 15.7 Wärmekapazitäten von Festkörpern (Seite 594)
- 15.8 Wärmekapazitäten von Gasen (Seiten 595 bis 601)
- 15.9 Die reversible adiabatische Expansion eines Gases (Seiten 601 bis 604)

Bemerkung zu 15.1

- Im Lehrbuch Tipler/Mosca wird die (thermisch übertragene) Wärme mit  $Q$  bezeichnet. Wir verwenden im Unterricht die ebenso gebräuchliche Bezeichnung  $\Delta Q$ .

(Fortsetzung siehe nächste Seite)

Bemerkungen zu 15.2

- Im Lehrbuch Tipler/Mosca wird die spezifische Schmelzwärme mit  $\lambda_S$  bezeichnet.  
Wir verwenden im Unterricht die ebenso gebräuchliche Bezeichnung  $s$ .
- Im Lehrbuch Tipler/Mosca wird die spezifische Verdampfungswärme mit  $\lambda_D$  bezeichnet.  
Wir verwenden im Unterricht die ebenso gebräuchliche Bezeichnung  $v$ .

Bemerkung zu 15.9

- Im Lehrbuch Tipler/Mosca wird der Adiabatenkoeffizient mit  $\gamma$  bezeichnet.  
Wir verwenden im Unterricht die ebenso gebräuchliche Bezeichnung  $\kappa$ .