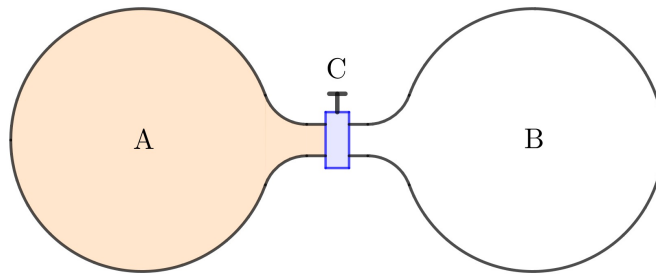


## Übungen zur Thermodynamik

# Serie 4: Erster Hauptsatz und Zustandsänderungen von Gasen

### 1. Der Gasdruck bei der plötzlichen Expansion

Wir betrachten den folgenden Gasbehälter, der zu Beginn auf der linken Seite A ein farbiges Gas enthält. Auf der Seite B herrscht ein Vakuum.



- (a) In der Seite A herrscht ein bestimmter Gasdruck.

**Wie muss ich mir diesen Druck im Teilchenmodell vorstellen?**

Gib dir selber nicht nur eine Kurzantwort auf diese Frage, sondern denke genau darüber nach und beantworte in diesem Zusammenhang auch weitere Fragen wie z.B.: Weshalb erfahren die Wände des Behälters eine Kraft vom Gas? Wie und weshalb beeinflusst die Temperatur den Gasdruck? Von welchen anderen "Parametern" hängt der Gasdruck auch noch ab?

- (b) Auf der Seite B herrscht ein Vakuum.

**Was bedeutet dies für den dortigen Gasdruck?**

- (c) Nun wird der Hahn C geöffnet. Schlagartig nimmt das Gas den gesamten ihm zur Verfügung stehenden Raum ein (A+B). Schlagartig bedeutet: In weniger als einer Hundertstelsekunde hat sich das Gas gleichmässig auf die Seiten A und B verteilt.

**Weshalb läuft die Expansion so schnell ab?**

**Anders gefragt:** Worin besteht der Unterschied zwischen dieser Expansion und einer Diffusion? Wie würden wir mit derselben Apparatur eine Diffusion demonstrieren?

- (d) **Wie haben sich bei dieser plötzlichen Expansion (= Ausdehnung) des Gases Druck und Temperatur im Gas verändert?**

Begründe deine Antworten durch kurze Überlegungen mit dem Teilchenmodell.

### 2. Zustandsänderungen von Gasen

Halte bei dieser Aufgabe den Abschnitt 4.3 im Skript bereit um bei Bedarf nachzulesen, was mit den isobaren, isochoren, isothermen und adiabatischen Zustandsänderungen von Gasen genau gemeint ist!

- (a) **Weshalb sind "isochore Kompression" und "isochore Expansion" sinnlose Ausdrücke?**

- (b) Wir stellen uns einen metallenen Gasbehälter vor.

**Weshalb steigt der Druck in diesem Gasbehälter, wenn man ihn an die Sonne stellt?**

**N.B.:** Überlege dir auch, welches Adjektiv (iso. . .) zu diesem Prozess gehört.

- (c) In Aufgabe 1 expandierte ein Gas schlagartig auf das doppelte Volumen.

**Handelte es sich dabei um eine isobare, eine isotherme oder eine adiabatische Expansion – oder kommt keiner dieser Ausdrücke in Frage?**

Begründe deine Antwort hinreichend.

- (d) Das Volumen einer vorgegebenen Gasmenge soll über einen isobaren Prozess verkleinert werden.

**Wie verändert sich dabei die Gastemperatur?**

Argumentiere mit dem Teilchenmodell.

- (e) "Bei der adiabatischen Expansion eines Gases werden die Gasteilchen im Schnitt langsamer."

**Stimmt diese Aussage? Argumentiere mit dem 1. Hauptsatz und mit dem Teilchenmodell.**

- (f) Für die **spezifische Wärmekapazität** von Luft finden wir auf Seite 21 im Skript einen Wert von  $c = 1005 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ . Dabei handelt es sich gemäss der dortigen Angabe um den Wert bei  $20^\circ\text{C}$  und festem Druck. D.h., es geht um eine isobare Erwärmung. Will ich also ein Kilogramm Luft bei festem Druck erwärmen, so wird pro  $^\circ\text{C}$  eine Wärmemenge von  $Q = 1005 \text{ J}$  benötigt.

Nun könnte man die Luft aber auch isochor, also bei festem Volumen, erwärmen. Tatsächlich wäre in diesem Fall pro Kilogramm Luft und pro  $^\circ\text{C}$  Temperaturunterschied eine andere Wärmemenge nötig. Die Luft hat bei festem Volumen also eine andere spezifische Wärmekapazität.

**Bei welcher Art der Erwärmung eines Gases ist die spezifische Wärmekapazität grösser: bei der isochoren oder bei der isobaren?**

Argumentiere mit dem Teilchenmodell (und dem 1. Hauptsatz).

**Zur Erinnerung:** Die spezifische Wärmekapazität  $c$  eines Stoffes ist definiert als die pro Masseneinheit und pro Temperaturschritt benötigte Wärmemenge:

$$c := \frac{Q}{m \cdot \Delta\vartheta}$$

- (g) Dieselbe Gasmenge wird – ausgehend von einem bestimmten Anfangszustand  $(\vartheta_1, p_1)$  – einmal isobar, einmal isotherm und einmal adiabatisch von einem Volumen  $V_1$  auf ein Volumen  $V_2 < V_1$  komprimiert.

**Bei welchem der drei Prozesse muss am meisten, am zweitmeisten und am wenigsten Arbeit am Gas verrichtet werden?**

Überlege zudem, was in den drei Fällen ganz konkret zu tun, um die Kompression isobar, isotherm resp. adiabatisch durchzuführen.