

# Übungen zur Physikalischen und Theoretischen Chemie I

## Übung 6

Abgabe bis Montag, 21.05.2018, 12 Uhr

---

### Aufgabe 1

Eine Carnot-Maschine soll untersucht werden. Sie arbeitet mit 1 Mol eines idealen einatomigen Gases zwischen  $T_h = 500^\circ\text{C}$  und  $T_c = 0^\circ\text{C}$ , sowie den Volumina  $V_1 = 0.01 \text{ m}^3$  und  $V_2 = 0.1 \text{ m}^3$  der isothermen Ausdehnung am Heißwasserreservoir.

Benennen Sie die einzelnen Prozesse, zeichnen Sie den Prozess in ein p-V-Diagramm und berechnen Sie  $V_3$ ,  $V_4$ , sowie für jeden einzelnen Schritt  $\Delta Q$ ,  $\Delta W$ ,  $\Delta U$  und  $\Delta S$ . Anschließend geben Sie die vier letztgenannten Größen für den gesamten Prozess an.

### Aufgabe 2

Ein Erfinder behauptet, eine Maschine entwickelt zu haben, die zwischen zwei Wärmespeichern bei  $T_1 = 540\text{K}$  und  $T_2 = 300\text{K}$  arbeitet und dabei eine Wärmemenge von 1000 J in eine nutzbare Arbeit von 450 J umsetzen kann. Kann das wahr sein? Nehmen Sie an, dass die Maschine periodisch arbeitet und insgesamt keine Veränderungen in ihr auftreten.

### Aufgabe 3

Betrachten Sie die adiabatische Expansionsarbeit eines idealen Gases von Volumen  $V_1$  und Temperatur  $T_1$  zu Volumen  $V_2$  und Temperatur  $T_2$ . Beginnen Sie mit dem Zusammenhang

$$-pdV = dQ + dU$$

um zu zeigen, dass gilt:

a)  $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{R}{c_V}}$

- b) Bestimmen Sie mit Hilfe von a) einen Ausdruck für die Änderung der Arbeit, der nicht von den Temperaturen, sondern von den Volumina  $V_1$ ,  $V_2$  und dem Druck  $p_1$  abhängt.
- c) Bestimmen Sie wieder mit Hilfe von a)  $\gamma$ , mit dem gilt:

$$pV^\gamma = \text{const.}$$

**Aufgabe 4**

- a) Leiten Sie den Ausdruck für den Joule-Thomson-Effekt eines Gases her, für das folgende Gasgleichung gilt:

$$p(V - aT^2) = RT$$

Verwenden Sie hierzu den Zusammenhang

$$\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$

- b) Gegeben sei der isenthalpe Joule-Thomson-Koeffizient von  $N_2$  mit  $\mu_J = \frac{1}{4} \frac{K}{bar}$ . Wie groß ist der **isotherme** Joule-Thomson-Koeffizient (oder: isothermer Drosseleffekt)  $\epsilon = \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T$  sowohl ohne als auch mit Berücksichtigung der Schwingungsfreiheitsgrade.
- c) In einem isothermen Joule-Thomson-Experiment wird durch externe Wärmezufuhr die Temperatur von 15 mol Stickstoff konstant gehalten, welches durch eine Drossel strömt. Der Druckabfall beträgt 150 bar. Wie viel Wärme ist hierzu nötig?