

Übungen zur Physikalischen und Theoretischen Chemie I

Übung 6

Abgabe bis Montag, 27.05.2019, 12 Uhr

Aufgabe 1

Für ein 1 mol ideales und einatomiges Gas wird folgender Kreisprozess beschrieben:

- (1) Isotherme Expansion von $T_1 = 700 \text{ K}$, $V_1 = 20 \text{ L}$ auf $T_2 = 700 \text{ K}$, $V_2 = 50 \text{ L}$.
- (2) Isochore von $T_2 = 700 \text{ K}$, $V_2 = 50 \text{ L}$ auf $T_3 = 400 \text{ K}$, $V_3 = 50 \text{ L}$.
- (3) Isotherme Kompression von $T_3 = 400 \text{ K}$, $V_3 = 50 \text{ L}$ auf $T_4 = 400 \text{ K}$, $V_4 = 20 \text{ L}$.
- (4) Isochore Erwärmung von $T_4 = 400 \text{ K}$, $V_4 = 20 \text{ L}$ auf $T_1 = 700 \text{ K}$, $V_1 = 20 \text{ L}$.

Skizzieren Sie anschließend den Kreisprozess in einem p-V- und p-T-Diagramm und berechnen Sie für jeden Schritt ΔU , W und Q . Wie groß ist der Wirkungsgrad?

Aufgabe 2

a) Für ein nicht näher definiertes Gas soll folgende Beziehung gelten:

$$p(V - \alpha T^2) = RT$$

Leiten Sie den Joule-Thomson-Koeffizienten für dieses Gas her.

Hinweis: Gehen Sie dabei von folgenden Bedingungen aus und verwenden Sie die Permutator- und Invertorregel.

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

$$c_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$$

b) Erklären Sie den Joule-Thomson-Effekt. Was folgt aus dem Vorzeichen des Joule-Thomson-Koeffizienten für die Wechselwirkung der Gasteilchen untereinander?

Aufgabe 3

Betrachten Sie die adiabatische Expansionsarbeit eines idealen Gases (siehe Vorlesung) von Volumen V_1 und Temperatur T_1 zu Volumen V_2 und Temperatur T_2 . Beginnen Sie mit folgenden Zusammenhang

$$-pdV = dQ + dU$$

Und zeigen Sie, dass folgende Bedingung gilt:

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

- 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 mit Hilfe von a) x , mit dem gilt:

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

Aufgabe 4

1 mol eines idealen Gases expandiert isotherm von 3 bar auf 1 bar bei einer Temperatur von 27 °C. Berechnen Sie Q , W , ΔU und ΔH für:

- a) Reversible Expansion
- b) Expansion gegen einen konstanten Außendruck von 1 bar