

Übungen zur Thermodynamik

4. Blatt 18. 5. 2005

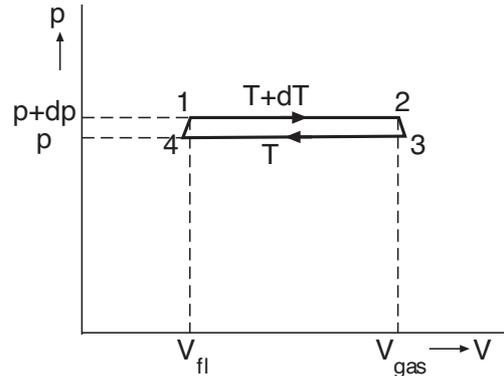
Abgabe 25. 5. Postfach "Thermodynamik" nahe 1.4.16 oder in der Vorlesung

Clausius–Clapeyron Beziehung

1. Zeigen Sie, daß die CLAUSIUS–CLAPEYRON Gleichung

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T(V_{gas} - V_{fl})}$$

auch über einen Kreisprozess analog zum CARNOTSchen Kreisprozess abgeleitet werden kann. Dabei ist der Arbeitsstoff eine verdampfende Flüssigkeit und der Wirkungsgrad dieser fiktiven Maschine dT/T , denn der Temperaturunterschied zwischen den beiden Isothermen ist dT . Aus der bei der Verdampfung verbrauchten Wärme Q und der geleisteten Arbeit $\oint p dV$, die einmal mit der latenten Wärme L und zum anderen mit der Volumendifferenz von V_{fl} und V_{gas} zusammenhängen, ergibt sich dann der Anstieg des Dampfdrucks dp/dt .



Wasserstoffkonzentration in einem Metall

2. Die Konzentration von Wasserstoff c_H , der in einem Metall in Form von H-Atomen gelöst sei, hängt vom Druck p des H_2 -Gases über dem Metall ab. Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen Konzentration und Druck!

Hinweis: Die chemische Reaktion $H_2 = 2H$ ist im Gleichgewicht durch $\mu_{H_2} = 2\mu_H$ bestimmt, wobei $\mu_{H_2} = k_B T \ln p + \chi_{H_2}(T)$ ist. Konsultieren Sie die Lehrbücher, um einen entsprechenden Ansatz für das chemische Potential eines Stoffes (und damit auch für den atomaren Wasserstoff) in verdünnter Lösung zu finden.

Gibbssches Paradoxon

3. Ein Behälter im Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T wird durch eine Trennwand in zwei Fächer vom Volumen V_A und V_B geteilt. In den Fächern befinden sich zunächst ideale Gase der Sorten A und B unter gleichem Druck. Dann wird die Trennwand entfernt und schließlich stellt sich ein neues Gleichgewicht ein.
 - (a) Leiten Sie einen allgemeinen Ausdruck für die Entropieänderung ΔS als Funktion von N_A , N_B , V_A , V_B mit $V = V_A + V_B$ her, wobei $N_i =$ Zahl der Moleküle der Sorte i ist. Wie sieht diese Entropieänderung als Funktion der Konzentrationen $c_{A/B} = N_{A/B}/(N_A + N_B)$ aus?
 - (b) Die Überlegungen von (a) sollten vielleicht auch für den Fall gelten, daß die Gase A und B gleich sind? In diesem Fall wird aber mit dem Entfernen der Trennwand die physikalische Situation nicht verändert, d.h. der Vorgang ist reversibel und es müßte $\Delta S = 0$ gelten! Berechnen und vergleichen Sie die Entropie der Teilvolumina und des Gesamtvolumens. Wie kann der Widerspruch mit den Resultaten von (a) gelöst werden?