Friedrich-Schiller-Universität Jena Wintersemester 2016/17
Prof. Dr. Andreas Wipf
MSc Daniel August
MSc Marc Steinhauser

Übungen zur Thermodynamik/Statistischen Physik

Blatt 4

Aufgabe 11: Lehramt: Entropieänderung bei Druckausgleich 3 Punkte

In zwei Behältern, verbunden durch eine Leitung mit Ventil, befindet sich jeweils 1m^3 Stickstoff (ideales Gas). Behälter A steht am Anfang unter einem Druck von 22 bar, Behälter B unter einem Druck von 2 bar. Die Temperatur am Anfang beträgt jeweils 300 K. Das Gesamtsystem aus Behälter A und B sei adiabatisch isoliert.
Durch Öffnen des Ventils wird ein Druckausgleich hergestellt. Berechnen Sie

1. den Gleichgewichtsdruck p_E
2. die Entropieänderung S_A und S_B des Stickstoffes in A bzw. in B
3. die Entropieänderung S des Gesamtsystems

Ist dieser Prozess reversibel?

Aufgabe 11: Bachelor: Gemisch idealer Gase 3 Punkte

Zeigen Sie, dass für ein Gemisch idealer Gase folgende Beziehungen gelten

$$G(T,p,N_\alpha) = \sum_\beta \mu_\beta N_\beta \quad , \quad \sum_\beta N_\beta \frac{\partial \mu_\alpha}{\partial N_\beta} = 0 \quad , \quad \sum_\beta N_\beta \frac{\partial \mu_\beta}{\partial N_\alpha} = 0$$

Aufgabe 12: Schwingende Kugel im gasgefüllten Flaschenkopf 3 Punkte

Ein grosses Gefäss endet in einer glattwandigen senkrechten Röhre, die mit einer leicht beweglichen, aber dicht schliessenden Kugel versehen ist. Das Gefäss sei mit einem idealen Gas gefüllt. Die Kugel wird um die Länge Δz ein wenig aus der Ruhelage entfernt und dann losgelassen. Sie führt dann harmonische Schwingungen um die Ruhelage $z = 0$ aus. Die dabei stattfindenden Zuständsänderungen des idealen Gases können in guter Näherung als adiabatisch angenommen werden.

Geben Sie $\delta = \frac{c_p}{c_V}$ als Funktion der gemessenen Kreisfrequenz ω dieser harmonischen Schwingung an.

Aufgabe 13: Van der Waals Gas 1+3+1+2 = 7 Punkte

Die Zustandsgleichung des van der Waals-Gases lautet

$$\left(p + a\frac{n^2}{V^2}\right)(V - bn) = nRT,$$

wobei a, b stoffabhängige Konstanten sind.

- Ist das ideale Gas als Spezialfall enthalten?

- V als Funktion von p hat 3 Lösungen. Wenn man $p(V)$ plottet sieht man, dass oberhalb einer kritischen Temperatur T_c eine reelle und zwei komplexe Lösungen existieren und unterhalb von T_c drei reelle Lösungen. Der kritische Punkt (T_c, p_c, V_c) ist dadurch gegeben, dass alle drei reellen Lösungen zusammenfallen. Bestimmen Sie den kritischen Punkt.
  Tipp: Stellen Sie die Zustandsgleichung als Nullstelle eine Polynoms in V dar.
- Reskalieren Sie die Variablen gemäß $\tilde{p} = p/p_c$, $v = V/V_c$ und $t = T/T_c$. Was ergibt sich.
- Plotten Sie die Isothermen für $t = 0.9$, 1, 1.1 im $(\tilde{p}, v)$ Diagramm. Verwenden Sie einen Graphenausschnitt, der schön die Unterschiede der drei Fälle zeigt.

Abgabetermin: vor der Vorlesung am Donnerstag, 17. November 2016