

Übungen zur Statistischen Physik (SS 2009)

Blatt 3

Aufgabe 1: Einfache thermodynamische Systeme (3 Punkte)

- a) Berechnen Sie für ein Mol eines idealen Gases mit der Temperatur $T = 0^\circ\text{C}$ die verrichtete mechanische Arbeit für eine isotherme Expansion des Volumens V_0 zu $10V_0$. (1 Punkt)
- b) Ein thermodynamisches System mit der Wärmekapazität C_1 habe die Temperatur T_1 . Es werde mit einem zweiten System mit der Wärmekapazität C_2 in thermischen Kontakt gebracht. Nach einiger Zeit stelle sich die gemeinsame Temperatur T_f ein. Berechnen Sie die Anfangstemperatur T_2 des zweiten Systems. (1 Punkt)
- c) Berechnen Sie die an einem idealen Paramagneten geleistete Arbeit, wenn das Magnetfeld H isotherm von H_1 auf H_2 gesteigert wird. *Hinweis:* Verwenden Sie das Curie-Gesetz. (1 Punkt)

Aufgabe 2: Sahne in den Kaffee (11 Punkte)

Eine Menge Kaffee in einer Tasse — mit oder ohne Sahne — kühlt sich im Laufe der Zeit ab, wenn sie anfangs wärmer als Raumtemperatur T_R war. Wenn die Differenz zwischen der Temperatur T des Kaffees und T_R klein genug ist, gilt näherungsweise

$$\frac{\delta Q}{dt} = -k(T - T_R)$$

mit einer Konstanten k , welche Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung berücksichtigt. k hängt nur gering von der Kaffeemenge ab und wir wollen k als konstant betrachten.

- a) Begründen Sie, dass

$$\frac{dT}{dt} = -\lambda(T - T_R) \quad \text{mit} \quad \lambda = \frac{k}{cm}$$

gilt, wobei m die Masse des Kaffees ist. Was ist c ? (1 Punkt)

- b) Finden Sie $\Delta T = T - T_R$ als Funktion der Zeit t durch Lösen der obigen Gleichung mit der Anfangsbedingung $T(0) = T_0$. (2 Punkte)
- c) Zur Zeit $t = 0$ werde in schwarzen Kaffee der Masse m und Temperatur T_0 ein Schuss Sahne der Masse $m/2$ und Raumtemperatur T_R eingerührt. Wie hoch ist die Temperatur des resultierenden Gemischs? Nehmen Sie an, dass die spezifischen Wärmen c von Kaffee und Sahne gleich groß sind. (2 Punkte)
- d) Wie heiß ist das Gemisch zu einer späteren Zeit t ? (3 Punkte)
- e) Betrachten Sie nun den Fall, dass die Sahne nicht zu Anfang, sondern erst zum Zeitpunkt t eingerührt wird. Wie heiß ist das Gemisch in diesem Fall? Wann soll man die Sahne einrühren, wenn man den Kaffee möglichst heiß trinken möchte? (3 Punkte)

Aufgabe 3: Adiabatische Kompression (4 Punkte)

- a) Ein Luftkompressor werde verwendet, um Helium zu verdichten. Dabei stellt man fest, dass der Kompressor überhitzt. Erklären Sie diesen Effekt unter der Annahme, dass die Kompression näherungsweise adiabatisch stattfindet und der Anfangsdruck sowohl für Helium ($\gamma_{\text{He}} = 5/3$) als auch für Luft ($\gamma_{\text{L}} = 7/5$) gleich groß sein soll. (2 Punkte)
- b) Berechnen Sie die Temperatur für Luft und Helium nach adiabatischer Kompression von 1 atm und 300 K zu 10 atm. Nehmen Sie die Gase als ideal an. (2 Punkte)