

# Übungen zur Statistischen Physik (SS 2009)

## Blatt 3

### Aufgabe 1: Einfache thermodynamische Systeme (3 Punkte)

- 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)
- 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)
- 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.

- 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)
- 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)
- 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)
- Wie heiß ist das Gemisch zu einer späteren Zeit  $t$ ? (3 Punkte)
- Betrachten Sie nun den Fall, dass die Sahne nicht zu Anfang, sondern erst zum Zeitpunkt  $t$  eingebracht wird. Wie heiß ist das Gemisch in diesem Fall? Wann soll man die Sahne einröhren, wenn man den Kaffee möglichst heiß trinken möchte? (3 Punkte)

### Aufgabe 3: Adiabatische Kompression (4 Punkte)

- 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 ( $\gamma_L = 7/5$ ) gleich groß sein soll. (2 Punkte)
- 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)