

Übungen zur Statistischen Physik I (SS 2003)

Blatt 6

Aufgabe 19: Responsefunktionen (2 Punkte)

Die Differenz $C_p - C_V$ der Wärmekapazität bei konstantem Druck und der Wärmekapazität bei konstantem Volumen ist in etwa gleich groß für einfache Gase. Wie groß ist ihr Wert für das ideale Gas? Was ist der physikalische Grund für den Unterschied zwischen C_p und C_V .

Aufgabe 20: Gummiband (4 Punkte)

Durch eine äußere Kraft werde ein Gummiband bis zur Länge L gedehnt. Es habe dann die Spannung σ und die Temperatur T . Bei festgehaltener Länge L misst man $\sigma = \alpha T$ mit $\alpha > 0$.

- a) Zeigen Sie, dass die innere Energie nur von der Temperatur abhängt.
- b) Wie ändert sich die Entropie bei isothermer Dehnung des Bandes?
- c) Wie ändert sich die Temperatur, wenn das Band adiabatisch gedehnt wird?

Aufgabe 21: Oberflächen-Energie (4 Punkte)

Betrachten Sie ein System bestehend aus zwei Flüssigkeiten konstanter Temperatur T , welche eine Grenzfläche mit Flächeninhalt f ausbilden. Die Oberflächenspannung σ ist dann durch

$$\sigma = \frac{\partial F}{\partial f}$$

mit der freien Energie F gegeben.

- a) Wie lautet der Ausdruck für das totale Differenzial der freien Energie dieses Systems?
- b) Berechnen Sie die freie Energie F für den Fall, dass Flüssigkeit II ein würfelförmiges Volumen umgeben von Flüssigkeit I ausfüllt.
- c) Wie groß ist die freie Energie für den Fall, dass das von Flüssigkeit II ausgefüllte Volumen Kugelgestalt annimmt?
- d) Berechnen Sie für beide Fälle die Druckdifferenz $p^I - p^{II}$.

Aufgabe 22: Adiabatische Entmagnetisierung (5 Punkte)

Eine paramagnetische Substanz mit der Wärmekapazität $C_H = a/T^2$ bei konstantem H , wobei T die Temperatur und a eine materialabhängige Konstante ist, befindet sich in einem homogenen Magnetfeld H . Das System sei thermisch isoliert.

- a) Zeigen Sie zunächst für eine reversible, adiabatische Zustandsänderung die Gültigkeit der Beziehung

$$\left(\frac{\partial T}{\partial H}\right)_S = -\mu_0 \frac{TV}{C_H} \left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_H = -\mu_0 \frac{T^3 V}{a} \left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_H.$$

- b) Lösen Sie die Differentialgleichung aus Teil a) unter Verwendung des Curie-Gesetzes $M = CH/T$. Die Größe C ist die Curie-Konstante.
- c) Wie ändert sich die Temperatur des Systems, wenn das Magnetfeld quasistatisch gegen Null „gefahren“ wird?
- d) Wie groß muss das Magnetfeld gewählt werden, damit man die Temperatur einer paramagnetischen Substanz durch Erniedrigung des H -Feldes halbieren kann?

Aufgabe 23: Gibbssche freie Enthalpie (4 Punkte)

Ein System mit fester Teilchenzahl habe die freie Enthalpie

$$G(T, p) = R T \ln \left(\frac{a p}{(R T)^{5/2}} \right),$$

wobei a und R reelle Konstanten sind. Berechnen Sie für dieses System mit den Beziehungen aus der Vorlesung die Entropie $S(T, p)$, das Volumen V , die innere Energie $U(T, V)$ und die Wärmekapazitäten C_p und C_V . Welcher thermischen Zustandsgleichung genügt das System? Was ergibt sich für $C_p - C_V$?

Aufgabe 24: Kalter Kaffee (1 Punkt)

Stellen Sie sich vor, Sie befinden sich in der Mensa und möchten an der Kasse Ihren Kaffee bezahlen. Leider haben Sie nicht genug Geld auf Ihrer Mensakarte und das nachträgliche Aufladen der Karte ist nicht möglich. Da Sie Kaffee immer mit Milch trinken, haben Sie zwei Möglichkeiten: Bevor Sie Ihre Mensakarte aufladen, können Sie die Milch gleich in den Kaffee hineinschütten oder erst, wenn Sie wiederkommen.

In welchem Fall bleibt Ihr Kaffee länger warm?

Hinweis: Die Schlangen an der Kasse und an den Mensakartenaufladestationen seien hinreichend kurz.