

Übungen zu T4 Statistische Physik im SS 2013

Aufgabe 21

Die Massendichte von trockener Luft bei Normalbedingungen (0°C , 1 atm) ist ca. $1,29\text{ kg m}^{-3}$ und setzt sich aus etwa 78% N_2 , 21% O_2 und 1% Ar (Volumsprozente) zusammen. Wieviele Moleküle N_2 sind pro Kubikmeter vorhanden?

Aufgabe 22

Berechnen Sie für das verdünnte (eiatomige) ideale Gas aus $S(U, V, N)$ die innere Energie $U(S, V, N)$ und damit $p(S, V, N)$.

Aufgabe 23

Sei $u(s)$ eine zweimal stetig differenzierbare Funktion auf einem offenen Intervall mit $u''(s) > 0$ oder $u''(s) < 0$. Die *Legendretransformation* führt u in die Funktion $f(t) = u(s) - ts$ über, wo $t = u'(s)$ bedeutet. Zeigen Sie, dass f wohldefiniert ist und die Gleichungen $f'(t) = -s$ und $f''(t) = -1/u''(s)$ erfüllt. Wie lautet die Umkehrtransformation? Was sind die Konkavitäts- und Konvexitätseigenschaften von u und f ?

Aufgabe 24

Berechnen Sie für das verdünnte (eiatomige) ideale Gas durch Legendre-Transformation aus $U(S, V, N)$ die freie Energie $F(T, V, N)$.

Aufgabe 25

Die innere Energie eines Systems sei gegeben durch $U(S) = U_0(S/S_0)^2$. Wie lautet seine freie Energie $F(T)$?

Aufgabe 26

Betrachten Sie einen harmonischen Oszillator mit Kreisfrequenz ω im Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T . Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme und den Erwartungswert und die Schwankung der Energie des Oszillators.

Aufgabe 27

Betrachten Sie das kanonische Ensemble eines Systems aus N nicht wechselwirkenden Spin-1/2 Teilchen im homogenen Magnetfeld mit Hamiltonoperator

$$H = -\mu B \sum_{j=1}^N \sigma_j^z.$$

Bestimmen Sie:

- die Energieeigenwerte und deren Entartungsgrad,
- die kanonische Zustandssumme,
- die freie Energie und die innere Energie,
- die Entropie,

- e) die Wärmekapazität,
- f) die mittlere Magnetisierung.
- g) Bestimmen Sie jeweils das Verhalten bei kleiner und großer Temperatur und berechnen Sie den Limes der Entropie für $T \rightarrow 0$.