

Übungen zur Vorlesung Theorie IV (Statistische Physik und Thermodynamik)

Blatt 13

Quickies:

94. Wie würde man thermodynamisch Systeme mit verschiedenen Teilchensorten beschreiben?
95. Wie kann man konkret Systeme beschreiben, in denen chemische Reaktionen stattfinden? Erläutern Sie insbesondere den Begriff der Reaktionslaufzahl.
96. Welche Bedingungen müssen die chemischen Potentiale in Systemen erfüllen, in denen chemische Reaktionen stattfinden, und die im chemischen Gleichgewicht sind?
97. Was besagt das Prinzip von Le Châtelier? Nennen Sie Beispiele.
98. Nennen Sie einige Beispiele für Phasenübergänge
99. Wann ist ein Phasenübergang erster Ordnung und wann kontinuierlich?
100. Was versteht man unter einem Ordnungsparameter? Nennen Sie Beispiele.
101. Skizzieren Sie das Phasendiagramm gas/flüssig/fest in der $P - T$ Ebene und der $V - T$ Ebene? Wann treten darin Flächen auf und wann Linien? Warum?
102. Was versteht man unter einem kritischen Punkt? Welche besonderen Eigenschaften zeichnen kritische Punkte aus?
103. Erläutern Sie die van-der-Waals Theorie des flüssig/gas-Übergangs. Begründen Sie insbesondere die Maxwellsche Flächenregel.
104. Wie lautet die Gibbsche Phasenregel? Wie kann man sie begründen?
105. Was besagt die Clausius-Clapeyron-Gleichung und was steckt dahinter?

Aufgaben (zum Üben, keine Abgabe mehr)

Aufgabe 37) Magnetismus

Das Volumen einer paramagnetischen Substanz werde stets festgehalten. Sie genüge dann der thermischen Zustandsgleichung

$$M = a \cdot \frac{N}{T} B_a \quad \text{mit } a > 0, \quad (1)$$

mit der Magnetisierung M und dem äußeren Feld B_a . Der Einfachheit halber sollen M und B_a skalar angenommen werden. Die innere Energie der Substanz sei eine reine Funktion der Temperatur. Für tiefe Temperaturen gelte

$$U(T) = N \cdot bT^4, \quad b > 0. \quad (2)$$

- (a) Bestimmen Sie die spezifische Wärme c_M für konstante Magnetisierung M

Hinweis: Zu c_M : Nehmen Sie als Ausgangspunkt die Fundamentalform $dU = TdS + B_a dM$ für die Fundamentalgleichung $U(S, M)$ an und vergleichen Sie mit dem Differential dU , das Sie aus (2) bestimmen. Sie brauchen $U(S, M)$ nicht explizit zu bestimmen.

- (b) Bestimmen Sie die spezifische Wärme c_{B_a} für konstantes äußeres Feld B_a .

Hinweis: Hier eignet sich als Ausgangspunkt ein von $U(S, M)$ abgeleitetes thermodynamisches Potential $H(S, B_a)$.

Aufgabe 38) Adiabatische Entmagnetisierung

Betrachten Sie das System aus Aufgabe 37.

- (a) Geben Sie die Isothermen im $B_a - M$ Diagramm an.
 (b) Nehmen Sie an, die Substanz wird bei Temperatur T_0 isotherm von M_1 nach M_2 ($M_2 > M_1$) magnetisiert, und dann adiabatisch von M_2 nach M_1 entmagnetisiert. Welche Wärmemenge wird auf beiden Wegen mit der Umwelt ausgetauscht? Was ist die Endtemperatur?

Aufgabe 39) Thermischer Wirkungsgrad

Betrachten Sie eine thermodynamische Maschine mit einem klassischen idealen monoatomaren Gas als Arbeitsstoff, bei der im TS-Diagramm ein Kreis im Uhrzeigersystem quasistatisch durchlaufen wird (mit der Referenztemperatur T_0 und der Referenzentropie S_0).

- (a) Berechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad dieser Maschine
 (b) Berechnen Sie den Wirkungsgrad mit dem eines Carnot-Prozesses. Überlegen Sie sich, welche Temperaturen Sie für den Vergleich heranziehen müssen.

