Übungsaufgaben zur statistischen Physik
Blatt 3

Aufgabe 3.1 (15 Punkte): Zustandsgleichung für Ferromagnete

Die Zustandsgleichung eines Ferromagneten sei durch den Ausdruck

$$M = M_0 \tanh\left(\frac{C}{M_0 T}(H + \lambda M)\right)$$

gegeben. Zeigen Sie, dass

a) für $H = 0$ und $T \nearrow T_c = C\lambda$ die Magnetisierung sich verhält gemäß

$$M \approx \sqrt{3} M_0 \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^{\frac{1}{2}} ,$$

b) für $H = 0$ und $T \nearrow T_c$ die Suszeptibilität divergiert wie

$$\chi_m \approx \frac{1}{2\lambda}\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^{-1} ,$$

und

c) bei $T = T_c$ für $H \searrow 0$ die Magnetisierung gegeben ist durch

$$M \approx M_0 \left(\frac{3H}{\lambda M_0}\right)^{\frac{1}{3}} .$$

(Die Größen $\beta = \frac{1}{2}, \gamma = 1$ und $\delta = 3$ heißen kritische Exponenten.)

Aufgabe 3.2 (0 Punkte): Response-Funktionen

Welche Relation besteht zwischen dem Ausdehnungskoeffizienten $\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$, dem Spannungskoeffizienten $\beta = \frac{1}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$ und der Kompressibilität $\kappa = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$?

Aufgabe 3.3 (0 Punkte): Schmelzwärme

Reinstaluminium hat bei 0 °C eine spezifische Wärmekapazität von $c_0 = 0,210\,\mathrm{kcal/kg\,K}$ und in der Nähe des Schmelzpunktes $\vartheta_\mathrm{S} = 660$ °C von $c_\mathrm{S} = 0,300\,\mathrm{kcal/kg\,K}$. Zwischen diesen beiden Punkten kann eine lineare Temperaturabhängigkeit der Wärmekapazität angenommen werden. Die spezifische Schmelzwärme des Reinstaluminium beträgt $s = 94,82\,\mathrm{kcal/kg}$. Welche Wärmemenge muss einer Probe von 1 kg Aluminium der Temperatur 20 °C zugeführt werden, um es schmelzfähig zu machen?

Aufgabe 3.4 (8 Punkte): Ein Rätsel der Natur

In einer mit Wasser gefüllten Wanne schwimmt eine brennende Kerze. Über diese wird langsam ein Glasgefäß gestülpt, so dass der Rand des Gefäßes mit der Wasserfläche abschließt. Wie nicht anders zu erwarten erlischt die Kerze nach einiger Zeit, was in der Regel an der Abnahme der Sauerstoffmenge innerhalb des Brennraumes liegt. Ein weiterer Effekt, der sich nach dem Erlöschen einstellt, ist ein Anstieg des Wasserspiegels im Inneren des Gefäßes. Kommentieren Sie in einer eines Physikers im Hauptstudium würdigen Art und Weise qualitativ wie quantitativ die Behauptung, das Ansteigen des Wassers wäre auf das Verschwinden des Sauerstoffs aus dem Glas zurückzuführen. Geben und begründen Sie alternative Lösungsvorschläge für dieses Phänomen.