6. Übungsblatt zur PC II, Statistik und Kinetik (WS 2006/07)
Prof. Brutschy

Ausgabe: 21.11.2006 Abgabe: 28.11.2006

Aufgabe 1 (Entropie eines Gases) (4 Punkte)

a) Leiten Sie aus der Zustandsumme eines zweiatomigen idealen Gases

$$z = V\left(\frac{2\pi m k_B T}{h^2}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{T}{\theta_{rot}} \cdot \frac{e^{-\frac{\theta_v}{2T}}}{1-e^{-\frac{\theta_v}{T}}}$$

den Ausdruck für die molare Entropie her.

b) Berechnen Sie die molare Entropie aus der Zustandsumme in a) von HBr (g) bei 298.15 K und 1 bar. Die Vibrations- und Rotationskonstante für HBr (g) ist $\nu / c = 2648$ cm^{-1} bzw. $B / c = 8.4$ cm^{-1}. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem experimentellen Wert von 198.7 J K^{-1} mol^{-1}.
Hinweis: Verwenden Sie $B / c = h/(8Ic\pi^2)$, wobei c die Lichtgeschwindigkeit und I das Trägheitsmoment des Moleküls ist.

Aufgabe 2 (Wärmekapazität) (3 Punkte)

Bei 20 K ist die molare Wärmekapazität von Kupfer 0.48 J/K. Berechnen Sie zunächst mit Hilfe des Debyeschen T^3-Gesetzes die Debye-Temperatur Θ_D. Bestimmen Sie dann den Wert der molaren Wärmekapazität bei 300 K. Gehen Sie von der folgenden Gleichung für die molare innere Energie aus:

$$U = \frac{9}{8} R \cdot \Theta_D + 9RT \cdot \left(\frac{T}{\Theta_D}\right)^3 \cdot \int_0^{\Theta_D/T} \frac{x^3}{e^x - 1} dx, \qquad \text{mit } x = \frac{h\nu}{k_B T}$$

Hinweis: $\int_0^{\infty} \frac{x^3}{e^x - 1} dx = 6.495$. Nehmen Sie an, dass $T \to \infty$ für $T = 300$ K und $T \to 0$ für $T = 20$ K

Aufgabe 3 (Einatomiges ideales Gas) (3 Punkte)

a) Welche Freiheitsgrade tragen zu der molaren inneren Energie und der molaren Wärmekapazität eines einatomigen idealen Gases bei?

b) Berechnen Sie die molare innere Energie und die molare Wärmekapazität aus den Zustandssummen der genannten Freiheitsgrade für F und Br bei 1000 K. F^{19} und Br^{79} weisen zwei Spin-Bahn-Zustände im Abstand von 394 cm^{-1} bzw. 3685 cm^{-1} auf. Der Entartungsgrad des niedrigeren Zustandes ist $g_0 = 4$, der des höheren Zustandes ist $g_1 = 2$.