

Übungen zu T4 Statistische Physik im SS 2013

Aufgabe 43

Die Bindungslänge von $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ ist 112,8 pm. Berechnen Sie das Trägheitsmoment Θ bezüglich der Achse orthogonal zur Verbindungslinie der Atome und damit die Rotationstemperatur T_r . Schätzen Sie die Größe des Trägheitsmoments entlang der Verbindungslinie der Atome und die damit assoziierte Rotationstemperatur ab.

Aufgabe 44

- a) Die beiden Protonenspins im H_2 -Molekül können zu einem gemeinsamen Zustand mit Gesamtspin $S = 0$ (Para-Wasserstoff) oder $S = 1$ (Ortho-Wasserstoff) kombinieren. Geben Sie mit Hilfe der Spin-1/2-Zustände $|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle$ eine Basis für diese Zustände an.
- b) Der Zustand des aus den beiden Protonen gebildeten Systems ist das Tensorprodukt eines der Spinzustände aus a) mit einer Wellenfunktion der Relativkoordinaten im Ortsraum. Diese Wellenfunktion muss wegen des Pauli-Prinzips entweder gerade oder ungerade unter Raumspiegelung sein und ist es in Polarkoordinaten genau dann, wenn ihr Winkelanteil eine entsprechende Eigenschaft hat. Geben Sie mit Hilfe der relevanten Eigenschaft („Parität“) der Kugelflächenfunktionen die möglichen Werte der Bahndrehimpulsquantenzahl l für Para- und Ortho-Wasserstoff an.

Aufgabe 45

Berechnen Sie die kanonischen Zustandssummen für Para- und Ortho-Wasserstoff in führender Ordnung in T/T_r . Berechnen Sie daraus die mit den Rotationen assoziierten Wärmekapazitäten für Para- und Ortho-Wasserstoff.

Aufgabe 46

Der Deuteriumkern hat Spin 1, daher kann man für das D_2 -Molekül Para- und Orthozustände analog zu H_2 definieren. Schreiben Sie für D_2 die kanonische Zustandssumme Z_{rot} an. Wie lautet Z_{rot} für $^{16}\text{O}_2$?

Aufgabe 47

Beschreiben Sie qualitativ das Bewegungsmuster der akustischen und optischen Schwingungen der alternierenden Kette für kleine Wellenzahl durch Betrachten der relativen Phase benachbarter Atome.

Aufgabe 48

Setzt man in der alternierenden Kette m_1 gleich m_2 , geht sie in die einfache Kette über. Dennoch bleiben die optischen Lösungen formal erhalten. Lösen Sie diesen scheinbaren Widerspruch, indem Sie den sinnvollen Maximalwert der Wellenzahl betrachten.

Aufgabe 49

Ein monokristalliner Würfel aus TeO_2 mit einer Masse von 760 g habe eine Temperatur von 10 mK. Um wieviel erhöht sie sich, wenn er ein Photon mit Energie 1 MeV absorbiert? Hinweis: Die Debye-Temperatur von TeO_2 ist 232 ± 7 K.