

# Übungsaufgabenblatt MoPhy-I

## Experimentalphysik IV, SoSe 2014

Prof. Grundmann

Ausgabe: 22. 04. 2014 (updated 24.4., 16:00 Uhr)

Abgabe: **28. 04. 2014, 12:00 Uhr**

- MP04.** (a) Geben Sie Ortho- und Para-Wasserstoff jeweils die Quantenzahlen für den Gesamtkernspin  $S$  und die demnach möglichen Quantenzahlen für Rotationsdrehimpuls  $J$  an. In welchem Zusammenhang stehen diese beiden? **[3 Punkte]**
- (b) Bestimmen Sie den Beitrag der Rotationsbewegung zur Wärmekapazität von n-Wasserstoff (d.h., das Verhältnis von Ortho- zu Para-Wasserstoff ist 3:1) bei niedrigen Temperaturen ( $T \ll \hbar^2/(2Ik)$ )!

Hinweis: Nutzen Sie nur die ersten beiden Terme zur Berechnung der Zustandssumme für Rotation des Para- bzw. Ortho-Wasserstoffs

$$z_{\text{rot}} = \sum_{J=0}^{\infty} (2J+1)e^{-E_{\text{rot},j}/kT} = 1 + 3e^{-2E_{\text{rot},0}/kT} + 5e^{-6E_{\text{rot},0}/kT} + 7e^{-12E_{\text{rot},0}/kT} \dots$$

und folgende Ausdrücke, um die Wärmekapazität zu berechnen.

$$c_{\text{rot}} = \frac{dE_{\text{rot,ges}}}{dT}$$

$$E_{\text{rot,ges}} = -k \frac{d \ln z_{\text{rot}}}{d(1/T)}$$

Verwenden Sie zudem die Näherung  $\ln(1+x) \sim x$  für kleine  $x$ .

**[5 Punkte]**

- MP05.** Lithium kommt in der Natur in zwei Isotopen vor:  ${}^6\text{Li}$  (3 Protonen, 3 Neutronen) und  ${}^7\text{Li}$  (3 Protonen, 4 Neutronen). Der Gleichgewichtsabstand  $r_0$  in den Molekülen  $\text{H}{}^6\text{Li}$  und  $\text{H}{}^7\text{Li}$  sei gleich groß. Die Frequenz  $\nu$  entspreche dem Übergang zwischen den Rotationszuständen  $j = 1 \rightarrow j = 0$ . Experimentell wird zwischen beiden Molekülsorten ein Unterschied  $\Delta\nu$  gemessen zu

$$\Delta\nu = \nu_{\text{H}{}^6\text{Li}} - \nu_{\text{H}{}^7\text{Li}} = 1 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$$

Die Moleküle sollen als starre Rotatoren betrachtet werden.

- (a) Berechnen Sie den Gleichgewichtsabstand  $r_0$ . **[2 Punkte]**
- (b) Berechnen Sie fuer beide Molekülsorten die Rotationsenergien (in eV) der Rotationszustände mit  $j = 1$  und  $j = 2$ . **[2 Punkte]**