

FREIE UNIVERSITÄT BERLIN

Fachbereich Physik

Übungen zur Vorlesung

‘‘Einführung in die Physik der Atome und Moleküle I’’ (SoSe 2008)

- Prof. Karsten Heyne -

Aufgabenblatt 5 vom 15.05.2008

Abgabe bei der Vorlesung oder per E-Mail an: fidder@physik.fu-berlin.de

vor Donnerstag 22.05.2008, 12h30.

Aufgabe 5-1 (1 + 1.5 Punkte)

Variationsverfahren: Wir wählen für die Schrödinger Gleichung des Harmonischen Oszillators die Testfunktion ψ_{tr}

$$\psi_{tr} = \begin{cases} a^2 - x^2, & -a \leq x \leq a \\ 0, & x > a, x < -a \end{cases}$$

- (a) Berechnen Sie die Energieerwartungswerte $\langle \epsilon(a) \rangle$ für diese Testfunktion.
- (b) Bestimmen Sie das Minimum von $\langle \epsilon(a) \rangle$, und vergleichen Sie das Ergebnis mit $E_0 = \frac{\hbar\omega}{2}$.

Aufgabe 5-2 (0.75 + 0.75 + 1 Punkte)

Wir betrachten einen optischen Übergang eines Wasserstoffatoms, der stattfindet zwischen dem Zustand $n = 4$ und dem Zustand $n = 1$.

- (a) Berechnen Sie die Wellenlänge des emittierten Photons.
- (b) Berechnen Sie die Translationsenergie E_R , die das Wasserstoffatom nach der Emission des Photons besitzt.
- (c) Diese Translationsenergie E_R begrenzt die niedrigste Temperatur, die man mit Laserkühlung (erste Schritt zur Bose-Einstein-Kondensation) kann erreichen. Was ist die niedrigste Temperatur die man erreichen kann, wenn man ein Wasserstoffatomgas durch Verwendung des $n = 4 \rightarrow n = 1$ Übergangs kühlt, und wie könnte man eine niedrigere Temperatur erreichen?

Aufgabe 5-3 (1.5 + 1 Punkte)

Mit einem Gitterspektrographen soll die Balmer-Serie ($n_1 = 2$) des Wasserstoffatoms vermessen werden. Die Apparatur hat ein Auflösungsvermögen von $\lambda/\Delta\lambda = 10^6$.

- (a) Bis zu welchem Zustand n_2 können zwei benachbarte Spektrallinien noch aufgelöst werden?
- (b) Bei Anregung der kurzwelligsten Serie eines $(Z-1)$ -fach ionisierten Edelgases beobachtet man bei 30.38 nm die langwelligste Emissionslinie. Wie groß ist die Rydbergkonstante und um welches Edelgas handelt es sich?

Aufgabe 5–4 (2.5 Punkte)

Generieren Sie, ohne "Mathematica" zu verwenden, ausgehend von Y_{22} , die andere 4 Funktionen Y_{lm} , mit Hilfe von $L_- = \hbar e^{-i\varphi} \left(-\frac{\partial}{\partial \theta} + i \cot \theta \frac{\partial}{\partial \varphi} \right)$, und bestimmen Sie die Normierungskonstanten.