

FREIE UNIVERSITÄT BERLIN

Fachbereich Physik

Übungen zur Vorlesung

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

- Prof. Karsten Heyne -

Aufgabenblatt 7 vom 29.05.2008

Abgabe bei der Vorlesung oder per E-Mail an: linkem@physik.fu-berlin.de
vor Donnerstag 05.06.2008, 12h30.

Aufgabe 7-1 (0.75 + 0.75 Punkte)

- (a) Wir betrachten nur elektronische Dipolübergänge in einem Wasserstoffatom, wobei das Elektron sich im 2s-Energieniveau befindet. Welche (strahlende) Lebensdauer des Wasserstoffatoms würden Sie erwarten, und zwar ohne LS-Kopplung?
- (b) Argumentieren Sie, ob LS-Kopplung das Ergebnis ändern würde.

Aufgabe 7-2 (1 + 2 Punkte)

Betrachten Sie den störungstheoretischen Ausdruck erster Ordnung für die Zeitabhängigkeit der Koeffizienten $c_b(t)$ für elektronische Übergänge zwischen den Energieniveaus a und b, wobei

$$H_{int}^{(1)}(t) = -i\hbar \frac{e}{m} \vec{A}(\vec{r}, t) \cdot \nabla$$

der Wechselwirkungsoperator ist, mit

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \int_0^\infty \hat{\epsilon} \cdot A_0(\omega) \cos(\vec{k}_\omega \cdot \vec{r} - \omega t) d\omega.$$

- (a) Leiten Sie hieraus die Ausdrücke für die stimulierte Absorption und Emission her.

Hinweis: Die Energie bleibt erhalten, und $\hat{\epsilon} \cdot \vec{k} = 0$.

- (b) Beweisen Sie ausgehend von diesen Ausdrücken, dass die Koeffizienten der stimulierten Absorption und stimulierten Emission gleich groß sind.

Aufgabe 7–3 (3 + 0.5 Punkte)

- (a) Berechnen Sie das Übergangsdipolmoment für einen $2p_z \rightarrow 2s$ Übergang zwischen zwei wasserstoffähnlichen Zuständen (Kernladung Z). Wir nehmen an, dass $Z = 2$ ist, und dass $|\vec{\mu}|$ als Produkt der elektronischen Ladung und eines effektiven Abstandes, über den das Elektron sich bei dem Übergang bewegt, interpretiert werden kann.

Achtung:

Diese Aufgabe völlig mathematisch ausarbeiten, ohne Verwendung von "Mathematica", Bronstein oder ähnlichem!

- (b) Wie groß ist die durchschnittliche Abstandsänderung des Elektrons zum Kern aufgrund dieses Übergangs?

Aufgabe 7–4 (1 + 1 Punkte)

Berechnen Sie für die $2p_z$ -Bahn eines Wasserstoffatoms:

- (a) das permanente Dipolmoment $\langle e\vec{r} \rangle$;
- (b) den durchschnittlichen Abstand zwischen Elektron und Kern $\langle r \rangle$.

Übrigens:

Bei dieser Aufgabe darf man "Mathematica", Bronstein oder ähnliches verwenden.