

Physik IV – Atome und Moleküle; Sommer 2012

Prof. Wim de Boer & Dr. Frank Hartmann, KIT

Aufgabenblatt 9; Übung am 25. Juni (Montag)

1. Normaler Zeemann Effekt

- Erläutern sie den Unterschied zwischen normalem und anomalem Zeemann Effekt!
- In wieviele Terme spaltet ein $l = 3$ Niveau beim normalem Zeemann Effekt auf? Wie groß ist der Energieunterschied zwischen den benachbarten Niveaus?
- Wieviele Linien sind beim Übergang $l = 3 \rightarrow l = 2$ beim normalen Zeemann-Effekt messbar? Diskutieren sie die Polarisierungen der einzelnen Zeemann Komponenten.
- Wieso kann man den Spin des Photons mit Hilfe des normalen Zeemann Effekts bestimmen?

2. Hyperfeinstruktur

- Wie kommt die Hyperfeinstruktur im Vergleich zur Feinstruktur zustande?
- In wieviele Hyperfeinstrukturkomponenten sind die Grundzustände folgender Atome aufgespalten:
 ${}^3H(2s_{1/2}, I = \frac{1}{2}); {}^6Li(2s_{1/2}, I = 1); {}^{14}N(4s_{3/2}, I = 1); {}^{15}N(4s_{3/2}, I = \frac{1}{2})$
- Für die magnetische Hyperfeinwechselwirkung bei atomaren Wasserstoff gilt für die s-Zustände:

$$E_{Hyperfein} = \frac{a}{\hbar^2} \langle \vec{I} \vec{j} \rangle \text{ mit der Hyperfeinkonstanten}$$

$$a = \frac{2\mu_o}{3\pi a_o^3} \times g_e \times \mu_B \times g_p \times \mu_K \frac{1}{n^3}$$

(Kernspin $I=1/2$, g-Faktor des Protons $g_p=5.585$, g-Faktor des Elektrons $g_e=2.002$, Kernmagneton $\mu_K = 5.051 \times 10^{-27} Am^2$; Bohr'sches Magneton $\mu_B = 9.274 \times 10^{-24} Am^2$, Bohr'scher Radius $a_o = 5.292 \times 10^{-11} m$, $\mu_o = 1.257 \times 10^{-6} Vs/(Am)$)

In wieviele Niveaus spaltet der elektronische Grundzustand von atomaren Wasserstoff infolge der Hyperfeinwechselwirkung auf? Welche Werte hat die Gesamtdrehimpulszahl F ? Berechnen Sie die Hyperfeinaufspaltung in den Einheiten eV, cm^{-1} und Hz. Verifizieren Sie mit diesem Resultat die Intervallregel: $\Delta E_{F+1} - \Delta E_F = a(F + 1)!$

3. Charakteristische Röntgenstrahlung

- (a) Welche Spannung muss mindestens an eine Röntgenröhre angelegt werden, damit man alle Linien der K-Serie erhält, wenn man das Anodenmaterial Wolfram verwendet? (Moseley)
Die tatsächlichen Wellenlängen der K-Linien von Wolfram sind 0.210, 0.184 und 0.179 Å für K_α , K_β und K_γ ; die K-Absorptionskante liegt bei 0.178 Å.
- (b) Konstruieren Sie das Termschema!
- (c) Welche Energie wird benötigt, um die L-Serie anzuregen, und wie groß ist die Energie der L_α -Linie?
- (d) Wie groß ist die kürzeste charakteristische Wellenlänge von Wolfram?
- (e) Wie groß ist die kinetische Energie des energiereichsten Auger-Elektrons, das statt der L_α -Linie emittiert wird?

4. Skizzieren und beschreiben Sie ein ESR-Spektrometer und erklären Sie die Funktionsweise!

Matrix: $1a+b/1c+1d/2a+2b/2c/3a+3b+3c/3d+3e/4$

Übungsleiter: Frank Hartmann,

Tel.: +41 (76) 487 4362; Email: Frank.Hartmann@kit.edu

www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/atom12.htm