

Abgabe bei Vorlesung oder fidder@physik.fu-berlin.de

Aufgabe 9–1 (1.5 Punkte)

Die niedrigste Absorptionsenergie (Elektronen-Energieübergang von E_{111} nach E_{112}) einer dreidimensionalen kubischen Box hat eine Wellenlänge von $\lambda = 635$ nm. Berechnen Sie die Grösse dieser Box. Ändert sich die so berechnete Seitenlänge mit der Dimension?

Aufgabe 9–2 (1 Punkt)

Zeigen Sie dass gilt:

$$[L_z, \vec{L} \cdot \vec{S}] \neq 0$$

Aufgabe 9–3 (1 Punkt)

Skizzieren sie das Potential des Wasserstoffatoms und geben Sie die ersten 5 nicht entarteten Energieniveaus an. In welche Zustände kann ein Wasserstoffatom ausgehend vom Grundzustand mit Licht (Dipolapproximation) angeregt werden (Auswahlregel, mindestens 5 Beispiele).

Aufgabe 9–4 (1 Punkt)

Skizzieren Sie die Hyperfeinaufspaltung des Grundzustands des Wasserstoffatoms ($n = 1$, $\ell = 0$, $j = 1/2$) und erklären Sie, warum die Summe der Aufspaltungsenergien ΔE_{HFS} über alle möglichen aufgespaltenen Zustände Null ist.

Aufgabe 9–5 (1 Punkt)

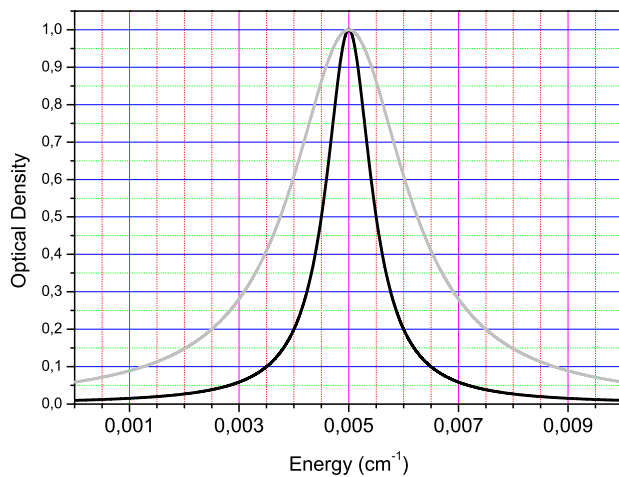
Skizzieren Sie die Energieniveaus der Hauptübergänge der Balmerreihe (Wasserstoffatom) ($n = 3 \rightarrow n = 2$) unter Berücksichtigung der Feinstrukturaufspaltung (ohne Lamb-shift aber mit LS-Kopplung, relat. Korrektur). Zeigen Sie dass fünf Übergangsfrequenzen zugeordnet werden können.

Aufgabe 9–6 (1 Punkte)

Geben Sie jeweils mindestens zwei physikalisch relevante Unterschiede und Gemeinsamkeiten der NMR und ESR Spektroskopie an.

Aufgabe 9–7 (1 Punkt)

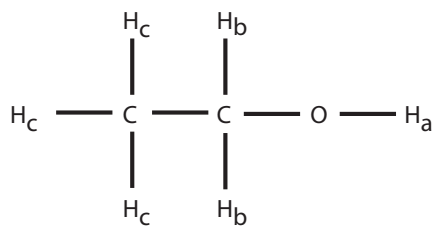
Gegeben sind zwei Absorptionsbanden (Lorentzkurven, graue und schwarze Linien in der Skizze). Schätzen Sie aus den Linienbreiten die Lebensdauern τ_i ab.



Nehmen Sie jetzt an, dass beide Linien sich auf denselben Übergang beziehen, wobei die Linienbreite für die schwarze Bande nur durch strahlenden Zerfall bestimmt ist. Bestimmen Sie in diesem Fall die Dephasierungszeit τ_2^* für die graue Linie.

Aufgabe 9–8 (1.5 Punkt)

Skizzieren und beschreiben Sie das 1H -NMR-Spektrum des Ethanol. Das Molekül enthält drei Gruppen magnetisch nicht-äquivalenter Protonen (siehe Abbildung): H_a , H_b und H_c . Die Differenzen der chemischen Verschiebungen δ (mit $\delta(H_c) = 1.2 \text{ ppm}$, $\delta(H_b) = 3.7 \text{ ppm}$ und $\delta(H_a) = 5 \text{ ppm}$ der einzelnen Protonen seien wesentlich größer als die Kopplungskonstante $J_{b,c} = 8 \text{ Hz}$ für die Kopplung zwischen H_b und H_c . Alle anderen Kopplungen $J_{i,j}$ mit $i, j \in \{a, b, c\}$ seien 0.



Aufgabe 9–9 (1 Punkt)

Erklären Sie die Unterschiede der Oszillatorstärken (d.h. die Intensität der Übergänge) von $2p \rightarrow 1s$: $f_{2p \rightarrow 1s} = -0.139$ und von $1s \rightarrow 2p$: $f_{2p \rightarrow 1s} = 0.416$ durch einfache Überlegung.

”Fussball ist wie Schach, nur ohne Würfel.” (Lukas Podolski)