

FK Ex 4 09/09/2015

1 Spektrallinien

Die Natrium-D-Linien sind emittiertes Licht der Wellenlänge 589.5932 nm (D1) und 588.9965 nm (D2). Diese charakteristischen Spektrallinien entstehen beim Übergang eines Elektrons von $3^2P_{1/2}$ (D1) bzw. $3^2P_{3/2}$ (D2) auf $3^2S_{1/2}$. Betrachten Sie Natrium dabei als ein Ein-Elektronen-System.

- Skizzieren Sie die Aufspaltung der Energieniveaus in einem schwachen Magnetfeld und geben Sie diese in Einheiten $\mu_B B$ an.
- Zeichnen Sie alle erlaubten Übergänge ein.
- Wie stark muss das Magnetfeld sein, damit der energetische Abstand des niedrigsten Zustands des $3^2P_{3/2}$ und des höchsten Zustands von $3^2P_{1/2}$ 90 % der Feinstrukturaufspaltung dieser beiden Zustände ($\Delta E_{FS} = 3 \cdot 10^{-22}$ J) beträgt?

2 Energiezustände im Heliumatom

Skizzieren Sie das Energiespektrum im Para- und Orthohelium für S , P , D und F . Welche Feinstruktur beobachtet man beim Para-Helium? Welche Hauptquantenzahl hat der niedrigste Energiezustand?

3 Röntgenabsorptionsspektrum

Im Röntgenabsorptionsspektrum von A_g liefern die Absorptionskanten an den folgenden Stellen: K -Kante: 0.485 Å, L_I : 3.25 Å, L_{II} : 3.51 Å, L_{III} : 3.69 Å.

- Suchen Sie das niedrigstmögliche Z , dessen K_α -Strahlung in A_g Photoelektronen aus der K -Schale freimachen kann. Welche kinetischen Energien haben dabei die aus der L -Schale frei werdenden Photoelektronen?
- Was sind alle möglichen Folgeprozesse der Ionisation eines K -Elektrons? Beschreiben Sie diese kurz.

4 Röntgenspektren

- (a) Ein Strahl Elektronen wird mit der Spannung U beschleunigt und trifft auf eine Wolframplatte. Wie sieht das beobachtete Spektrum (qualitativ) aus? Erklären Sie die einzelnen Bestandteile. Gibt es eine minimale Wellenlänge?
- (b) Gibt es einen Konkurrenzprozess zur Emission von Photonen?

5 Molekülrotationen

Die Rotationsbewegung eines 2-atomigen Moleküls kann man sich vorstellen als ebene Rotation einer Hantel um eine festgehaltene Achse durch den Massenmittelpunkt, die senkrecht auf der Hantelachse steht.

- (a) Leiten Sie aus der Voraussetzung, dass der Betrag des Drehimpulses quantisiert ist und die Werte

$$|\mathbf{L}| = \sqrt{l(l+1)}\hbar$$

annehmen kann, die quantisierten Niveaus der Rotationsenergie des Moleküls ab.

- (b) Für Strahlungsübergänge zwischen den Rotationsniveaus eines 2-atomigen Moleküls gilt die Auswahlregel $\Delta l = \pm 1$. Zeigen Sie, dass das Rotationsspektrum eines 2-atomigen Moleküls aus äquidistanten Linien besteht, deren Frequenzen um $\Delta\nu = h/(4\pi^2 I)$ auseinanderliegen, wobei I das Trägheitsmoment des Moleküls ist.
- (c) Der Frequenzabstand benachbarter Linien im Rotationsspektrum von $^{35}\text{Cl}^{19}\text{F}$ wird zu 11.2 GHz gemessen. Bestimmen Sie den Abstand der beiden Atome. Außer der Rotationsbewegung können Atome in einem 2-atomigen Molekül auch Schwingungen gegeneinander entlang ihrer Verbindungslinie ausführen, die für niedrige Energien näherungsweise harmonisch sind. Die zugehörigen quantisierten Energieniveaus sind durch

$$E = (n + 1/2) \hbar\omega_0$$

gegeben, mit der Oszillatorfrequenz ω_0 .

- (d) Infrarotes Licht der Wellenlänge $3.465 \mu\text{m}$ wird von HCl-Gas sehr stark absorbiert. Bestimmen Sie die Federkonstante des HCl-Moleküls. Wie viel Schwingungsenergie enthält ein Mol HCl am absoluten Nullpunkt. Es gilt die Auswahlregel $\Delta n = \pm 1$.

6 Déjà-vu

HCl-Damps absorbiert Licht bei folgenden Wellenzahlen

$$k : 20, 40, 60 \text{ cm}^{-1} \dots$$

Zwischen diesen Linien tritt keine Absorption auf. Ordnen Sie diesen Absorptionslinien die dazugehörigen J -Werte zu, bestimmen Sie das Trägheitsmoment und schätzen Sie daraus den Abstand der beiden Atomkerne (1^{H} , ^{35}Cl) ab.