

Aufgabe 29

Ein Atom habe zwei Valenzelektronen, von denen das eine im $4p$ und das andere im $4d$ Zustand ist.

Skizzieren Sie qualitativ die Aufspaltung des Zweielektronenzustandes $4p4d$, wenn nacheinander die

1. Spin-Spin-Kopplung (Austauschwechselwirkung),
2. die elektrostatische Abstoßung der Orbitale, die dazu führt, dass die Zustände mit größtem L energetisch am tiefsten liegen
3. die Spin-Bahn-Kopplung

„eingeschaltet“ werden.

Geben Sie ab Stufe „2.“ die spektroskopischen Symbole der Zustände an.

Skizzieren Sie die Abstände der Feinstrukturniveaus so, wie sie sich nach der Landéschen Intervallregel ergeben.

Aufgabe 30

Eine Probe, deren Atome den Grundzustand $^2S_{1/2}$ haben, wird auf 1 K abgekühlt.

- a) In wie viele Energieniveaus spaltet der Grundzustand in einem Magnetfeld ($B=1T$) auf?
- b) Berechnen Sie die unterschiedliche Besetzungsdichte der beiden Niveaus im thermischen Gleichgewicht mit dem Boltzmann-Faktor ($N_i = A \cdot \exp(-E_i / (k_B T))$) mit $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{JK}^{-1}$).
- c) Wie groß ist die Temperaturerniedrigung im Spinsystem, wenn das B-Feld langsam auf 1 mT reduziert wird und sich die Besetzungsdichten dabei nicht ändern?

Aufgabe 31

Die Heisenbergsche Unschärferelation für Ort und Impuls kann analog auch für Energie und Zeit formuliert werden.

- a) Die Lebensdauer eines Elektrons in einem Zustand mit der Hauptquantenzahl $n = 2$ des H-Atoms ist 10 ns. Wie groß ist die Unsicherheit seiner Energie ΔE ? Vergleichen Sie ΔE mit der Energie des Zustands $n = 2$.
- b) Der Rückstoß, den ein Atom bei der Emission eines Photons erfährt, wird im Allgemeinen vernachlässigt. Auf welche Geschwindigkeit wird das H-Atom aus der Ruhe beschleunigt, wenn beim Übergang des Elektrons aus dem Zustand $n = 2$ in den Grundzustand $n = 1$ ein Photon abgestrahlt wird? Wie groß ist die kinetische Energie des Atoms nach dem Rückstoß?

Aufgabe 32

Ein Rydbergatom befindet sich zwischen den Platten eines Plattenkondensators mit 1cm Plattenabstand.

- a) Welche Spannung U ist erforderlich, um den Zustand mit $n=50$ zu ionisieren?
- b) Wie groß ist der Bahnradius nach dem Bohrschen Atommodell? Schätzen Sie mit dem Ergebnis das Dipolmoment (und damit nach dem Korrespondenzprinzip das Dipolmatrixelement für benachbarte Zustände mit n im Bereich 50) ab.
- c) Welche Spannung muß angelegt werden, um den Zustand $n=50$ durch den Stark-Effekt auf die Energie für $n=51$ ohne Feld zu verschieben?