

### Aufgabe 14

Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines Elektrons sei kugelsymmetrisch, für  $r=0$  ungleich Null und verschwinde außer für  $r \rightarrow \infty$  noch für vier endliche  $r$ -Werte. Um welches Orbital handelt es sich?

### Aufgabe 15

Geben Sie die Quantenzahlen an, die zu den verschiedenen Wellenfunktionen des Wasserstoffatoms mit der Hauptquantenzahl  $n=4$  gehören (Ohne Spin). Für welches dieser Orbitale kann wiederum bei Vernachlässigung des Elektronenspins das magnetische Moment am besten in Magnetfeldrichtung  $\vec{z}$  ausgerichtet werden? Wie groß ist anschaulich der Winkel?

### Aufgabe 16

Ein unmagnetisierter Weicheisenzyylinder mit dem Radius  $R = 5$  mm sei so aufgehängt, dass er reibungsfrei um seine Achse rotieren kann. Plötzlich wird ein magnetisches Feld parallel zur Achse des Zylinders angelegt, so dass die Weißschen Bezirke und damit die magnetischen Dipole des Eisens sich parallel zueinander ausrichten.

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem magnetischen Moment eines Atoms und seinem Drehimpuls bei einem Bahnmoment (bei einem Spinnmoment)? Wie groß ist der Betrag des magnetischen Moments für einen Drehimpuls mit der Quantenzahl  $l = 1$ ?
- In welche Richtung relativ zum angelegten Magnetfeld wird sich der Zylinder drehen?
- Welche Rotationsfrequenz des Zylinders kann erwartet werden, wenn die magnetischen Momente aller Eisenatome ausgerichtet werden, und der Drehimpuls eines jeden Atoms  $\hbar$  beträgt? (molare Masse von Eisen  $m_{\text{Fe}} = 55,8$  g/mol)

### Aufgabe 17

Ein ESR-Spektrometer arbeitet mit einer Mikrowellenfrequenz von  $\nu = 9,20$  GHz. Man erhält ein ESR-Spektrum des 1,4-Benzochinonanions, dessen Zentrum bei einer Feldstärke von 327,74 mT liegt. Wie groß ist der  $g$ -Faktor des Anions? Wo liegt das Zentrum des Spektrums bei einer Messfrequenz von 9,80 GHz und wie groß ist dann der  $g$ -Faktor?

### Aufgabe 18

Durch die Spin-Bahn-Kopplung koppeln der Bahndrehimpuls  $\vec{L}$  und der Spindrehimpuls  $\vec{S}$  zum Gesamtdrehimpuls  $\vec{J}$ . Betrachten Sie das Elektron eines Wasserstoffatoms im 2p-Zustand.

- Bestimmen Sie die Quantenzahlen des Gesamtdrehimpulses
- Berechnen Sie die Energieunterschiede dieser Niveaus.

Nutzen Sie dazu  $W_{LS} = \lambda \vec{L} \cdot \vec{S}$  mit  $\lambda = \frac{e^2 \mu_0}{8\pi m_e^2} \langle r^{-3} \rangle$ . Berechnen Sie den Erwartungswert  $\langle r^{-3} \rangle$  und schreiben

Sie  $\vec{L} \cdot \vec{S}$  so um, dass nur noch Beträge der Vektoren  $\vec{J}$ ,  $\vec{L}$  und  $\vec{S}$  vorkommen.

Hinweis:  $\int_0^\infty x e^{-ax} dx = \frac{1}{a^2}$  für  $a > 0$

### Aufgabe 19

Welchen Winkel bilden  $\vec{L}$  und  $\vec{S}$  im Vektorgerüstmodell miteinander für den Term  ${}^7F_6$ ?