

**Themenschwerpunkt C**  
**Atomphysik**

**Aufgabe 1: Stern-Gerlach-Experiment und atomare Drehimpulse****(20 Punkte)**

- a) Skizzieren Sie den Versuchsaufbau für das Stern-Gerlach-Experiment und benennen Sie die wichtigsten Komponenten. (3 P)
- b) Wenn man beim Stern-Gerlach-Experiment atomaren Wasserstoff im Grundzustand verwendet, beobachtet man zwei räumlich getrennte Signale. Begründen Sie dieses Ergebnis. (1 P)
- c) Historisch wurde das Stern-Gerlach-Experiment mit Silberatomen durchgeführt. Silber hat die Ordnungszahl  $Z = 47$ . Schreiben Sie die Einzelelektronenkonfiguration für das Silberatom auf und begründen Sie damit die Beobachtung von zwei räumlich getrennten Signalen, wie beim Wasserstoffatom. (2 P)

Das Titanatom ( $Z = 22$ ) hat im Grundzustand die Einzelelektronenkonfiguration

$$(1s)^2 (2s)^2 (2p)^6 (3s)^2 (3p)^6 (4s)^2 (3d)^2.$$

- d) Begründen Sie anhand der Hundschen Regeln, warum in L-S-Kopplung (Russel-Saunders-Kopplung) der Grundzustand des Titanatoms ein  ${}^3F_J$  Zustand ist, wobei  $J$  die kleinstmögliche Gesamtdrehimpulsquantenzahl ist. Wie viele räumlich getrennte Signale würde man in einem Stern-Gerlach-Experiment mit Titanatomen im Grundzustand erwarten? Begründen Sie Ihre Antwort. (4 P)
- e) In einem möglichen angeregten Zustand ist ein Valenzelektron aus einem 3d-Orbital in ein 4p-Orbital angeregt, d.h. die Elektronenkonfiguration der Valenzelektronen lautet nun  $(3d)^1(4p)^1$ . Bestimmen Sie für L-S-Kopplung alle möglichen Terme  ${}^M L_J$ . (4 P)

Nehmen Sie an, der Drehimpuls des Elektrons im Wasserstoffatom sei durch die Bahndrehimpulsquantenzahl  $l = 2$  charakterisiert.

- f) Berechnen Sie den Betrag und die z-Komponente des Bahndrehimpulses  $\vec{L}$  und geben Sie den daraus folgenden minimalen Winkel im semiklassischen Bild an. Bestimmen Sie hiermit den Mindestwert und den Maximalwert für  $L_x^2 + L_y^2$ . (3 P)
- g) Berechnen Sie  $L_x^2 + L_y^2$  für  $l = 2$  und  $m_l = 1$ . Kann man daraus  $L_x$  und  $L_y$  bestimmen? Begründen Sie Ihre Antwort. (3 P)