

ÜBUNGEN ZUR
EXPERIMENTALPHYSIK III (BACHELOR-STUDIENGANG MEDIZINPHYSIK)
WINTERSEMESTER 2015/2016

– BLATT 8 –

Ausgabe am 11.12.2015

Abgabe am 18.12.2015 bis 14:00 (Kasten 210 im Foyer des Physik-Gebäudes)

*Lösungen bitte handschriftlich und dokumentenecht (Kuli o.ä.) in Papierform. Maximal vier Teilnehmer/innen können eine gemeinsame Lösung einreichen. Bitte heften Sie alle Blätter zusammen, geben Sie auf der ersten Seite alle Namen und die Übungsgruppe (oben rechts) an sowie auf den folgenden Seiten mindestens einen Namen.
Der Lösungsweg muss nachvollziehbar sein.*

Aufgabe 1: Helium-Atom (4 Punkte)

Ein klassisches Modell des Helium-Atoms besteht aus dem Atomkern und zwei Elektronen, die den Kern im selben Abstand umkreisen.

- a) Wie müssen die beiden punktförmigen Elektronen verteilt sein, damit ihre potentielle Energie unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkung minimal ist (Skizze)? Wie groß ist dann der Bahnradius, wenn der Bahndrehimpuls jedes Elektrons wie beim Bohrschen Atommodell als $1 \hbar$ angenommen wird?
- b) Wie groß ist in der Konfiguration von a) die potentielle und kinetische Energie? Geben Sie die Gesamtenergie (potentiell + kinetische Energie für beide Elektronen zusammen) an und vergleichen Sie dies mit dem experimentellen Wert von $-79,8 \text{ eV}$.

Aufgabe 2: Addition von Spin und Drehimpuls (3 Punkte)

Der Winkel zwischen dem Spin s und dem von ihm erzeugten magnetischen Moment beträgt 180° , ebenso der Winkel zwischen dem Bahndrehimpuls l und seinem magnetischen Moment. Betrachten Sie das $2p_{3/2}$ -Niveau des Wasserstoffs.

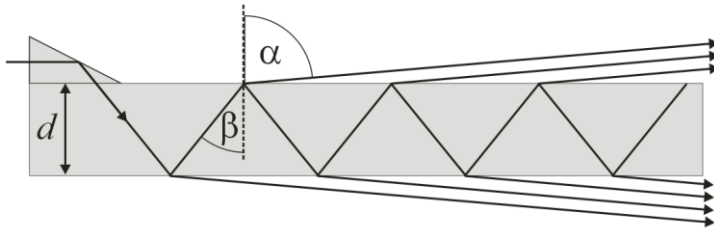
- a) Unter welchem Winkel stehen die Vektoren von Bahndrehimpuls und Spin zueinander und zum Vektor des Gesamtdrehimpulses?
- b) Wie groß ist der Winkel zwischen den Vektoren des Gesamtdrehimpulses j und des von ihm erzeugten magnetischen Moments μ_j ? Wie groß wäre der Winkel, wenn der Landé-Faktor des Spins g_s nicht 2, sondern 1 betragen würde?

(bitte wenden)

Aufgabe 3: Lummer-Gehrcke-Platte (5 Punkte)

Zum Nachweis des normalen Zeeman-Effekts wurde in der Vorlesung eine Lummer-Gehrcke-Platte verwendet (siehe Skizze). Die Platte sei $d = 3 \text{ mm}$ dick; der Brechungsindex des Glases sei $n = 1,5$; der Winkel α betrage 87° . Die Dispersion $dn/d\lambda$ sei vernachlässigbar.

- Berechnen Sie den Gangunterschied Δ in Längeneinheiten (Lichtgeschwindigkeit \times Zeitunterschied unter Berücksichtigung des Brechungsindex) zwischen zwei benachbarten Teilstrahlen in Abhängigkeit von d , n und α . Zur Kontrolle: $\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}$.
- Leiten Sie Δ nach α ab und berechnen Sie daraus den Winkelabstand $\Delta\alpha$ der Interferenzstreifen für die Wellenlänge $\lambda = 509 \text{ nm}$ (grüne Cd-Linie). Tipp: Hier und im Folgenden können Sie sinnvolle Näherungen für $\alpha \approx 90^\circ$ vornehmen.
- Der Gangunterschied ist $\Delta = k \cdot \lambda$, wobei k die Ordnung der Interferenzlinie ist. Wie groß ist k im vorliegenden Fall?
- Ermitteln Sie die Winkeldispersion $d\lambda/d\alpha$ für die vorliegenden Parameter. Aus dem Winkelabstand $\Delta\alpha$ in b) ergibt sich der nutzbare Wellenlängenbereich $\Delta\lambda$. Bei welchem Magnetfeld ist die Zeeman-Aufspaltung der Linie gleich $\Delta\lambda$?
- Erklären Sie, warum die Lummer-Gehrcke-Platte ein empfindliches Spektrometer darstellt.



Aufgabe 4: Kurzfragen (2 Punkte)

- Worin besteht die Periodizität beim Periodensystem und was ist ihre Ursache?
- Beim Element $_{10}\text{Ne}$ (Neon, Kernladungszahl $Z = 10$) ist die 2p-Schale der Elektronenhülle abgeschlossen. Geben Sie die Quantenzahlen des jeweils zusätzlichen Elektrons für die Elemente $_{11}\text{Na}$, $_{12}\text{Mg}$, $_{13}\text{Al}$, $_{14}\text{Si}$, $_{15}\text{P}$, $_{16}\text{S}$, $_{17}\text{Cl}$ und $_{18}\text{Ar}$ in der üblichen Form $n^{2S+1}L_j$ an.