

Experimentalphysik III: Relativitätstheorie, Quantenphysik, Kern- und Teilchenphysik

Blatt 5

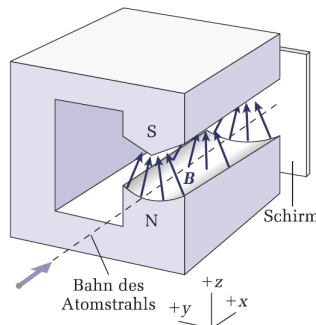
Prof. Dr. Kilian Singer

Übungsgruppe: Mi, 11.11.2015 15:15-17:00 (Raum 1135)

Abgabe: Do, 12.11.2015 14:00 (Raum 1165)

Übungsgruppenleiter: Stefan Aull (stefan.aull@posteo.de)

Aufgabe 23: **Stern-Gerlach Apparate nacheinander** (1 Punkte)



Nehmen Sie an, dass Sie am Ausgang des Stern-Gerlach-Apparates für Wasserstoff (Zustand $l = 0$) (siehe Abbildung) einen zweiten derartigen Apparat stellen, dessen Kanal auf der gleichen Achse wie die des ersten Apparats liegt, aber um 90° um die x -Achse gedreht ist, sodass sein Magnetfeld etwa in y -Richtung zeigt anstelle in z -Richtung. Was kommt am Ende Ihres Apparates heraus?

Beschreiben Sie einzeln das Verhalten des Strahls mit z -Spin-nach-oben und z -Spin-nach-unten. Nehmen Sie an, dass wir den einen oder anderen Strahl (nach dem ersten Apparat) für unsere Untersuchung blockieren können, da die Strahlen im ersten Apparat getrennt werden. Nehmen Sie zudem an, dass kein Strahl zu weit vom Mittelpunkt des Kanals abgelenkt wird.

Aufgabe 24: **Ablenkung eines Atoms aus einem Ofen** (2 Punkte)

Wie stark würde ein Wasserstoffatom, das aus einem Ofen mit 500K ($E_{\text{kin}} = 3k_B T/2$) austritt, beim Stern-Gerlach-Versuch abgelenkt, wenn es sich 1m weit durch ein Magnetfeld bewegt, dessen Änderungsrate 10 T/m beträgt?

Aufgabe 25: **Einstein-de Haas Effekt** (2 Punkte)

Ist der intrinsische Drehimpuls ein "echter" Drehimpuls, wie es der bekannte Einstein-de-Haas-Effekt zeigt?

Obwohl eigentlich ziemlich ausgefeilte Techniken und höchste Präzision notwendig sind, betrachten wir einen vereinfachten Fall. Nehmen Sie an, Sie haben einen Zylinder mit einem Durchmesser von 2cm , der bewegungslos an einem Faden hängt, welcher genau im Mittelpunkt der kreisförmigen Stirnfläche befestigt wird. Ein repräsentatives Atom im Zylinder besitzt die Atommasse 60 sowie ein Elektron, das frei auf das äußere Feld reagieren kann. Ursprünglich ist die nach oben weisende Spinrichtung ebenso wahrscheinlich wie die nach unten gerichtete. Wird jedoch plötzlich ein starkes nach oben gerichtetes Magnetfeld eingeschaltet, sorgt dies dafür, dass sich die magnetischen Momente aller freien Elektronen am Feld ausrichten.

- (a) In welche Richtung würde der Zylinder, von oben gesehen, rotieren?
- (b) Wie groß würde die anfängliche Rotationsgeschwindigkeit?

Aufgabe 26: **Elektronenkonfiguration** (2 Punkte)

Schreiben Sie die Elektronenkonfiguration für Phosphor, Germanium und Caesium nieder.

Aufgabe 27: **Gesamte Anzahl an Drehmomenteigenvektoren** (2 Punkte)

Egal ob wir Spins zu einem Gesamtspin addieren, Spin und Bahn zu einem Gesamtdrehimpuls addieren oder Gesamtdrehimpulse zu einem "Insgesamt"drehimpuls addieren, die Additionsregeln sind immer dieselben: Sind $J_1 = \hbar\sqrt{j_1(j_1 + 1)}$ und $J_2 = \hbar\sqrt{j_2(j_2 + 1)}$ gegeben, mit einem Drehimpuls $J_{1,2}$ (egal ob Bahn, Spin oder Gesamt) und einer Quantenzahl $j_{1,2}$, beträgt der Gesamtwert $J_T = \hbar\sqrt{j_T(j_T + 1)}$, wobei j_T jeden ganzzahligen Wert zwischen $|j_1 - j_2|$ und $j_1 + j_2$ annehmen kann. Außerdem ist für jeden Wert j_T : $J_{T_z} = m_{J_T}\hbar$, wobei m_{J_T} in ganzzahligen Schritten jeden der $2j_T + 1$ möglichen Werte zwischen $-j_T$ und j_T annehmen kann. Unabhängig voneinander gäbe es $2j_1 + 1$ mögliche Werte für m_{j_1} und $2j_2 + 1$ mögliche Werte für m_{j_2} und die Gesamtzahl der möglichen Zustände sollte daher $(2m_{j_1} + 1) \cdot (2m_{j_2} + 1)$ betragen. Beweisen Sie das.