



Integrierter Kurs Physik IV
Exp.-Teil – Atomphysik
SS 12

Prof. G. Maret, Dr. P. Pfeiderer

Übungsblatt 12

Ausgabe: 09.07.2012, Abgabe: 13.07.2012, letztes Blatt

Aufgabe 26: Stern-Gerlach-Versuch (schriftlich abzugeben, 4 Punkte)

Bei einem Stern-Gerlach-Experiment treten Wasserstoffatome im Grundzustand mit einer mittleren Geschwindigkeit von $v_x = 14,5 \text{ km/s}$ aus dem Ofen aus. Das Magnetfeld B verläuft in z -Richtung und hat einen maximalen Gradienten von $dB_z/dz = 600 \text{ T/m}$.

- Berechnen Sie die maximale Beschleunigung der H-Atome.
- Das B -Feld erstrecke sich über eine Länge $\Delta x_1 = 0,75 \text{ m}$ und der Detektor liege in einem Abstand von $\Delta x_2 = 1,75 \text{ m}$ hinter dem 'Ende' des Magnetfeldes. Berechnen Sie den Abstand der beiden Flecken auf dem Detektor. Nehmen Sie der Einfachheit halber an, die maximale Beschleunigung finde im gesamten Bereich des Feldes statt, und dahinter urplötzlich nicht mehr.
- Welche Komplikationen ergeben sich, wenn man dieses Experiment mit geladenen Teilchen, z.B. freien Elektronen, durchführen wollte?

Aufgabe 27: Haarfeine Linienspalterei (je ein Häkchen für a+b,c+d)

Die Hyperfeinstruktur des Grundzustandes von Wasserstoff werde in einem Experiment unter Einfluss eines schwachen Magnetfeldes beobachtet.

- In wieviele Linien spaltet sich die 21 cm -Linie auf? Erklären Sie dies anhand einer Skizze der Energieniveaus.
- Welchen Abstand $\Delta \lambda$ haben die Linien untereinander, in Abhängigkeit vom B -Feld?
- Wie schwach muss das Feld sein, damit die Einwirkung des Feldes als die schwächste Verschiebung der Energieniveaus genommen werden kann?
- Im interstellaren Raum wird dieser Übergang thermisch (durch Stöße) angeregt, obwohl es dort ganz schön kalt sein soll. Schätzen Sie ab, ab welcher Temperatur die 21 cm -Linie auftritt.

Aufgabe 28: Nochmal Wasserstoff im Magnetfeld (je ein Häkchen für a,b,c)

Wasserstoffatome befinden sich in einem Magnetfeld $B_0 = 6T$.

- a) Wird bei dieser Feldstärke die Aufspaltung der Linie $n = 3 \rightarrow n = 2$ durch den anomalen Zeeman-Effekt oder durch den Paschen-Back-Effekt beschrieben? Verwenden Sie, dass die Spin-Bahn-Aufspaltung zwischen den Termen $3^2P_{1/2}$ und $3^2P_{3/2}$ des Wasserstoffatoms $0,108cm^{-1}$ beträgt.
- b) Skizzieren Sie die Aufspaltung der Energieniveaus im angegebenen Magnetfeld.
- c) Bestimmen Sie die spezifische Ladung e/m des Elektrons, wenn die Frequenzauflösung zwischen zwei benachbarten Komponenten $8,37 \cdot 10^{10}Hz$ beträgt.