



Übungsblatt III

Einfache Fragen

Frage 1:

Nennen Sie verschiedene Arten von Kerndeformationen! Wie lässt sich die Deformation eines Atomkerns bestimmen?

Frage 2:

Was versteht man unter dem Kernspin? Wie bestimmt sich der Kernspin des Grundzustands von Atomkernen? Wie kann man die Parität des Grundzustandes erhalten?

Frage 3:

Wie hängt der Kernspin mit dem magnetischen Moment eines Atomkerns zusammen? Vergleichen Sie das nukleare magnetische Moment mit dem atomaren magnetischen Moment!

Frage 4:

Wie kann man das magnetische Moment eines Atomkerns messen? Skizzieren Sie hierzu das Atomstrahlexperiment von Rabi!

Frage 5:

Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Q-Wert eines α -Zerfalls und der Energie des emittierten α -Teilchens?

Frage 6:

Wodurch wird die Halbwertszeit eines Kerns gegenüber α -Zerfall bestimmt? Was versteht man unter der Geiger-Nuttall-Regel? Diskutieren Sie die Existenz von α -Zerfällen mit Energien $E_\alpha > 10$ MeV!

Frage 7:

Diskutieren Sie die Wahrscheinlichkeit für die spontane Emission eines ^{12}C -Clusters im Vergleich zum α -Zerfall.

Frage 8:

Diskutieren Sie, in welchem Bereich der Nuklidkarte man α -Zerfälle erwartet!

Vertiefende Aufgaben

Aufgabe I:

Bei der NMR nutzt man die Aufspaltung der Energieniveaus nach der m-Quantenzahl in einem homogenen Magnetfeld. Berechnen Sie die relativen Besetzungszahlen der beiden Zustände für Protonen ohne Bahndrehimpuls $J = 1/2$ bei einer Körpertemperatur von

36°C und einer Magnetfeldstärke von 1T. Wie sensitiv muss eine Messung sein, damit Sie mit Hilfe von NMR eine erhöhten Körpertemperatur von 41°C nachweisen können?

Aufgabe II:

Werten Sie das folgende Molekülstrahl-Experiment nach Rabi aus. Es handelt sich um die original Daten aus I.I. Rabi et al., Phys. Rev. 53, 318 (1938), in dem ein Strahl aus Lithium-Chlorid verwendet wurde. Die experimentellen Daten und Parameter finden sich in folgender Abbildung:

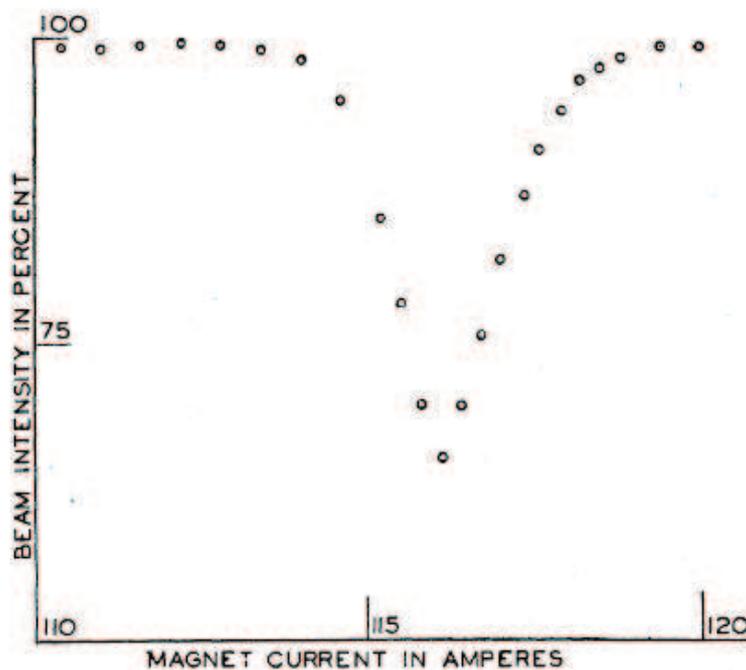


FIG. 1. Curve showing refocused beam intensity at various values of the homogeneous field. One ampere corresponds to about 18.4 gauss. The frequency of the oscillating field was held constant at 3.518×10^6 cycles per second.

Nehmen Sie an, dass Lithium zu 100% aus ${}^7\text{Li}$ mit einem Kernspin von $I = 3/2$ besteht.

- Erklären Sie qualitativ das Messergebnis. Sieht man nur die in der Abbildung dargestellte Resonanzfrequenz?
- Berechnen Sie den g_I -Faktor und das magnetische Moment μ (in Einheiten des Kernmagnetons μ_K) für den Atomkern ${}^7\text{Li}$.
- Wieso verwendet Rabi in seinem Experiment einen LiCl-Strahl und nicht etwa einen ${}^7\text{Li}$ -Atomstrahl oder einen ${}^7\text{Li}$ -Ionenstrahl?
- Könnte man auch das Magnetfeld B festhalten und die Frequenz der eingestrahlten Hochfrequenz variieren, um g_I und μ zu bestimmen?
- Wieso geht die Intensität im Minimum nicht auf 0 zurück?

Aufgabe III:

Schätzen Sie die minimale kinetische Energie und die Geschwindigkeit eines gebundenen α -Teilchens innerhalb des Atomkerns ${}_{84}^{212}\text{Po}$ mit Hilfe der Unschärferelation ab! Mit welcher Rate versucht demnach das α -Teilchen aus dem Atomkern hinauszutunneln?