

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Kernphysik WS 2012/2013	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de
--	----------------------------	---

Aufgabenblatt 9

9.1 Paritätserlaubte α -Zerfälle

Beim α -Zerfall wird ein ${}^4\text{He}$ -Kern im Zustand 0^+ mit der Drehimpulsquantenzahl L emittiert.

- a. **Wiederholen Sie, wie man Spins koppelt!**
- b. **Wiederholen Sie, wie man Spins koppelt und denken Sie jetzt ganz konzentriert an die Klausur!**
- c. **Wiederholen Sie, wie man Spins koppelt und schreiben Sie sich das auf!**
- d. Koppeln Sie einen Spin $s = 7/2$ mit einem Spin $s = 3/2$. Welche Gesamtspins können resultieren? Überprüfen Sie die Dimensionen des Produkthilbertraumes und die Summe der Dimensionen der Hilberträume zu dem Gesamtspins. Das sollte gleich sein.
- e. Koppeln Sie drei Spins $s = 2$. Welche Gesamtspins können resultieren? Überprüfen Sie die Dimensionen des Produkthilbertraumes und die Summe der Dimensionen der Hilberträume zu dem Gesamtspins. Das sollte gleich sein. Doch Vorsicht, hier treten manche Gesamtspins mehrfach auf.
- f. In welche Zustände kann ein 0^+ -Kern über den α -Zerfall zerfallen? Geben Sie eine analytische Formel an.
- g. Kann ein 2^+ -Kern in einen 3^+ -Kern zerfallen? Begründen Sie.

9.2 Nachweis Paritätsverletzung durch Wu

Lesen Sie den Artikel von C. S. Wu in Phys. Rev. **105**, 1413 (1957) über die Verletzung der Paritätserhaltung.

Zusatzaufgabe: Die folgende Aufgabe hat zwar gar nichts mit der Paritätsverletzung zu tun, wohl aber mit der experimentellen Realisierung. In dem Experiment wird eine adiabatische Magnetisierungskühlung verwendet. Das können Sie sich wie folgt klar machen: Wir betrachten das kanonische Ensemble nichtwechselwirkender Spins $s = 1/2$, d.h., es reicht, einen davon zu betrachten. Der Hamiltonoperator lautet

$$\tilde{H} = \frac{g\mu_B}{\hbar} B \tilde{s}^z . \quad (1)$$

Daraus können Sie die Zustandssumme berechnen:

$$Z(T, B) = \text{Sp} \left(\exp \left[-\beta \tilde{H} \right] \right) , \beta = \frac{1}{k_B T} . \quad (2)$$

In diesem Ausdruck kommt am Ende kein \hbar mehr vor, und die anderen Konstanten können als $g\mu_B/k_B = 1.3434 \text{ K/T}$ ($T \equiv \text{Tesla}$) zusammengefasst werden.

Stellen Sie jetzt die Entropie $S(T, B)$ in einem $T - B$ -Diagramm z.B. als Contourplot (Höhenlinien) dar. Wenn man jetzt ausgehend von einem Punkt (T_0, B_0) das Magnetfeld adiabatisch ausschaltet, kühlt sich das System ab. Machen Sie sich das an Ihrer Graphik klar.