

# Kernphysik - Sommersemester 2010

## Übungsaufgaben

für das 11. Seminar am 23.06.2010 bzw. 24.06.2010

Abgabe in den Seminaren am 16.06.2010 bzw. 17.06.2010

24. Die Energiebilanz beim  $\beta$ -Zerfall liefert eine kinetische Energie  $E_{\text{kin}}$ , die sich auf die Elektronen ( $E_e$ ) und Antineutrinos ( $E_\nu$ ) verteilt (die Rückstoßenergie des Kerns kann vernachlässigt werden). Die Übergangswahrscheinlichkeit pro Zeit und  $dE_e$  ist nach der Goldenen Regel gegeben durch

$$\frac{d\lambda}{dE_e} \propto \frac{d^2 n_z}{dE_{\text{kin}} dE_e} = \frac{dn_{z,e}}{dE_e} \frac{dn_{z,\nu}}{dE_\nu},$$

wobei angenommen wurde, dass das Matrixelement weder von  $E_e$  noch von  $E_\nu$  abhängt. Die Größen  $dn_{z,e}$  und  $dn_{z,\nu}$  sind die Zahlen der möglichen Zustände im jeweiligen Energieintervall für die Elektronen bzw. Antineutrinos.

Berechnen Sie  $d\lambda/dE_e$  als Funktion von  $E_e$  (Energiespektrum der Elektronen) unter Berücksichtigung einer **endlichen Masse  $m_\nu$**  der Antineutrinos (nur Proportionalität, konstante Faktoren weglassen)

Wie sieht die Abhängigkeit von  $E_e$  für die beiden Grenzfälle

$$E_e \rightarrow 0 \text{ und}$$

$$\Delta E_e \equiv E_{\text{kin}} - E_e \rightarrow 0$$

aus?

25. Der Kern  $^{45}\text{Ti}$  ( $Z = 22$ ) geht sowohl durch  **$\beta^+$ -Zerfall** als auch durch **Einfang von K-Elektronen** in  $^{45}\text{Sc}$  ( $Z = 21$ ) über. In beiden Fällen ist der Endkern  $^{45}\text{Sc}$  im Grundzustand, d.h. es gibt keine Emission von  $\gamma$ -Quanten. Die Differenz der Massen beider **Atome** ist  $\Delta m_{\text{Atom}} = 2.06 \text{ MeV}/c^2$ . Durch den Zerfall erhält das  $^{45}\text{Sc}$ -Atom einen Rückstoß. Das Ausgangsatom (Ti) soll ruhen und die Ruhmasse des Neutrinos sei Null.

- a) Wie groß ist die Rückstoßenergie  $E_R$  für den  **$\beta^+$ -Zerfall**, wenn die kinetische Energie der Positronen  $E_e = 0$  ist ?
- b) Wie groß ist die Rückstoßenergie  $E_R$  für den **Einfang von K-Elektronen** ? (beachten Sie die Größenverhältnisse zur Anwendung sinnvoller Näherungen)