

Kernphysik - Sommersemester 2010

Übungsaufgaben

für das 10. Seminar am 16.06.2010 bzw. 17.06.2010

Abgabe in den Seminaren am 09.06.2010 bzw. 10.06.2010

22. Die Zerfallswahrscheinlichkeit pro Zeit λ für den α -Zerfall ist nach einem einfachen Modell gegeben durch

$$\lambda = \frac{v_\alpha}{2 r_c} e^{-G}$$

mit dem Gamow-Faktor
$$G = 2 \int_{r_0}^{r_c} dr \sqrt{\frac{2 m_\alpha}{\hbar^2} [V(r) - E_\alpha]}$$

- und
- E_α Energie des α -Teilchens
 - v_α Geschwindigkeit des α -Teilchens
 - m_α Masse des α -Teilchens
 - $V(r)$ Potential für die Wechselwirkung zwischen α -Teilchen und Restkern
 - r_0 Abstand des α -Teilchens vom Restkern bei Austritt aus dem Restkern
 - r_c gegeben durch $V(r_c) = E_\alpha$.

- a) Berechnen Sie den Gamow-Faktor G unter folgenden Annahmen:

Zum Zeitpunkt des Austritts des α -Teilchens sollen das α -Teilchen und der Restkern näherungsweise durch Kugeln dargestellt werden. Die Radien bestimmen sich nach $R = 1.3 A^{1/3}$ fm. Daraus ergibt sich der Abstand r_0 des α -Teilchens vom Restkern zu diesem Zeitpunkt. Beim Potential $V(r)$ für die Wechselwirkung zwischen α -Teilchen und Restkern wird nur die Coulomb-Wechselwirkung berücksichtigt.

- b) Berechnen Sie mit Hilfe des in a) abgeleiteten Ausdrucks für G die Zerfallswahrscheinlichkeit λ und die Halbwertszeit $T_{1/2}$ für den α -Zerfall von ^{224}Ra ($Z = 88$) mit $E_\alpha = 5.7$ MeV (zum Vergleich: die gemessene Halbwertszeit beträgt 3.6 Tage).

23. Ein angeregter ^{57}Fe Kern (Energie $E^* = E_0 + 14.4$ keV) geht unter Abstrahlung eines γ -Quants in den Grundzustand (Energie E_0) über. Die mittlere Lebensdauer des angeregten Kerns beträgt 1.41×10^{-7} s.

- a) Wie groß ist die natürliche Linienbreite (ruhender Kern)?

b) Die thermische Bewegung des Kerns bei der Emission des γ -Quants und der Rückstoß des Kerns durch die Emission beeinflussen die Energie E_γ des γ -Quants. Wie groß sind die Verschiebung von E_γ gegenüber $E^* - E_0$ und die Schwankung der Energie der γ -Quanten ($E_{\gamma,\max} - E_{\gamma,\min}$) für die mittlere thermische Geschwindigkeit des Kerns bei Raumtemperatur?