

Kernphysik - Sommersemester 2010

Übungsaufgaben

für das 6. Seminar am 19.05.2010 bzw. 20.05.2010

Abgabe in den Seminaren am 12.05.2010 bzw. in der Vorlesung am 12.05.2010

10. Der Formfaktor ist gegeben durch

$$F(\vartheta) = \int d^3\mathbf{r} w(\mathbf{r}) \exp(i \mathbf{q} \cdot \mathbf{r}) \quad \text{mit} \quad \mathbf{q} = (2 p_r / \hbar) \sin(\vartheta/2) \quad \text{und} \quad p_r = m_r v$$

(m_r : reduzierte Masse, v : Projektilgeschwindigkeit, ϑ : Streuwinkel im Schwerpunktsystem) wobei $w(\mathbf{r})$ die kugelsymmetrische Wahrscheinlichkeitsdichte für die Nukleonen eines Kerns ist ($\int d^3\mathbf{r} w(\mathbf{r}) = 1$).

Berechnen Sie den Formfaktor $F(\vartheta)$ für folgende Protonenverteilung:

$$w(\mathbf{r}) = \rho_0 = \text{konstant} \quad \text{für} \quad r \leq R \quad \text{und}$$

$$w(\mathbf{r}) = 0 \quad \text{sonst.}$$

Bestimmen Sie den kleinsten Wert $\vartheta = \vartheta_1$, für den $F(\vartheta)$ eine Nullstelle hat.

11. Für die Streuung von 750 MeV Elektronen am Kern des ^{16}O wird $\vartheta_1 = 24^\circ$ gemessen. Bestimmen Sie den Kernradius R von ^{16}O unter der Annahme, dass die Protonenverteilung der in Aufgabe 10 entspricht (Anmerkung: der in Aufgabe 10 angegebene Ausdruck für den Formfaktor gilt auch für den relativistischen Fall, wenn für p_r der relativistische Ausdruck eingesetzt wird).

12. Für folgende grobe Abschätzung soll die Bethe-Weizsäcker-Formel mit der Näherung $Z = A/2$ und $a_p = 0$ verwendet werden.

a) Berechnen Sie den Kern mit der größten Bindungsenergie pro Nukleon (E_B/A).

b) Für welche Nukleonenzahlen A ist eine spontane Kernspaltung (nur energetisch betrachtet) möglich?

(nehmen Sie vereinfachend an, dass der Ausgangskern in zwei gleich große Kerne zerfällt)

13. Ein ^{257}Fm Kern ($Z=100$) spalte sich durch Einfang eines zusätzlichen Neutrons in zwei gleich große Kerne. Berechnen Sie unter Verwendung der Bethe-Weizsäcker-Formel (alle Terme berücksichtigen) die insgesamt frei werdende kinetische Energie.

Die Bethe-Weizsäcker-Formel lautet:

$$E_B(A,Z) = a_V A - a_S A^{2/3} - a_C Z^2 / A^{1/3} - a_A (Z-A/2)^2 / A + a_P \delta / A^{1/2}, \quad \text{mit}$$

$$a_V = 15.85 \text{ MeV}, \quad a_S = 18.34 \text{ MeV}, \quad a_C = 0.71 \text{ MeV}, \quad a_A = 92.86 \text{ MeV}, \quad a_P = 11.46 \text{ MeV},$$

$$\delta = 0 \text{ für gu- und ug-Kerne, } \delta = 1 \text{ für gg-Kerne und } \delta = -1 \text{ für uu-Kerne}$$