
Übung zur Kern- Teilchen- und Astrophysik I
Prof. Dr. S. Schönert, Prof. Dr. W. Hollik
Wintersemester 2012/13

Blatt Nr. 3

30. Oktober 2012

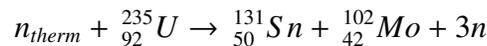
Aufgabe 1 Kernspaltung

Die Bindungsenergie von Kernen wird gut durch die auf dem Tröpfchenmodell beruhende Weizsäckerformel beschrieben

$$E_B = a_V \cdot A - a_O \cdot A^{2/3} - a_C \cdot \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_A \frac{(N - Z)^2}{4A} \pm \delta \quad \text{mit} \quad \delta = \frac{a_P}{\sqrt{A}}$$

mit $a_V = 15.9$ MeV, $a_O = 18.3$ MeV, $a_C = 0.71$ MeV, $a_A = 93$ MeV, $a_P = 11.5$ MeV, wobei hier gilt '+' für gg-Kerne, '0' für ug- und gu- Kerne, '-' für uu-Kerne.

- Bestimmen Sie mit Hilfe dieser Formel eine Beziehung zwischen A und Z , die beschreibt, wann die symmetrische Spaltung eines Kerns (A, Z) in zwei Tochterkerne ($A/2, Z/2$) möglich ist. Vernachlässigen Sie hierfür die Asymmetrie- und Paarungsenergie.
- Diskutieren Sie den Verlauf des Kernpotentials abhängig vom Abstand der beiden Tochterkerne unter der Annahme, dass der kugelförmige Mutterkern sich zunächst zu einem Ellipsoid deformiert und dann in zwei kugelförmige Tochterkerne zerfällt. Wie ändern sich Oberflächenenergie und Coulombenergie?
- Betrachten Sie den Spaltprozess



Berechnen Sie mit Hilfe der Weizsäcker-Formel den Q -Wert der Reaktion.

- Bestimmen Sie die beim Einfang eines thermischen Neutrons (kinetische Energie vernachlässigbar) an ${}^{235}\text{U}$ und ${}^{238}\text{U}$ freiwerdende Energie, und vergleichen Sie diese mit der Spaltbarriere von ~ 5.5 MeV. Wie lässt sich dieses unterschiedliche Verhalten erklären?

Aufgabe 2 : Z-Boson-Zerfall

Ein ruhendes Z -Boson der Masse $M_Z = 91.188$ GeV zerfällt in ein $\tau^+ \tau^-$ -Paar. Ein τ -Lepton hat die Masse $m_\tau = 1.777$ GeV.

- Berechnen Sie Energie und Impuls der Zerfallsprodukte (in GeV).
- Die mittlere Lebensdauer ruhender τ s beträgt 2.910×10^{-13} s. Wie weit kommen die τ s im Mittel?