
Übungen zur Vorlesung Physik IV

– Kern- und Teilchenphysik –

Frank Ellinghaus

Sommersemester 2019

Universität Wuppertal

BLATT III

ABGABE BIS DONNERSTAG, DEN 25. APRIL 2019 UM 18:00
(IN DAS POSTFACH VON F. ELLINGHAUS IN GEBÄUDE D, EBENE 9)

1. Weizsäcker'sche Massenformel

(12 Punkte)

In der Vorlesung wurde die Massenformel von Weizsäcker besprochen, die die Abhängigkeit der Masse $M(A, Z)$ von Atomkernen als Funktion der Massenzahl A und der Kernladungszahl Z im Rahmen des Tröpfchenmodells beschreibt.

Nehmen Sie folgendes für die Parameter an:

$$a_V = 15.6 \text{ MeV}/c^2, a_S = 17.2 \text{ MeV}/c^2, a_C = 0.7 \text{ MeV}/c^2, a_A = 90 \text{ MeV}/c^2.$$

Vernachlässigen Sie im folgenden, abgesehen von Teil a), die Paarungsenergie.

- (a) Wie ist der funktionale Zusammenhang zwischen $M(A, Z)$ und der Kernladungszahl Z für eine Isobarenreihe (Isobare sind Kerne mit gleicher Massenzahl A)? Gibt es einen Unterschied für den Fall, dass A gerade bzw. ungerade ist? Skizzieren Sie für beide Fälle den Zusammenhang zwischen $M(A, Z)$ und der Kernladungszahl Z .
- (b) Bestimmen Sie analytisch aus der Weizsäcker'schen Massenformel die Ladungszahl Z des jeweils stabilsten Kerns in Abhängigkeit von A . Nehmen Sie dabei A und Z als kontinuierlich an. Berechnen Sie die Ladungszahl des stabilsten Kerns für $A = 10, 100$ und 200 und skizzieren Sie die gefundene Relation in einem Diagramm, welches Z als Funktion der Neutronenzahl N zeigt.
- (c) Wird Energie frei bzw. benötigt bei der Fusion von zwei ^{12}C Kernen? Geben Sie die Energiedifferenz in der Einheit MeV an. Welche Terme tragen zur Energiedifferenz bei?
- (d) Bestimmen Sie die Energiedifferenz (in MeV) falls ein $^{238}_{92}\text{U}$ -Kern in zwei identische Bruchstücke (symmetrische Spaltung) gespalten wird. Welche Terme tragen zur Energiedifferenz bei? Wird die Energie frei oder wird Sie benötigt?
- (e) Zeigen Sie, dass für eine spontane Spaltung eines Kerns in zwei gleich schwere Spaltprodukte die Bedingung $Z^2/A > k$ erfüllt sein muss. Welchen Wert hat k ?