

Ausgabe ab:	Mittwoch, 23. Mai
Abgabe bis:	Dienstag, 29. Mai 14:30
Besprechung:	Donnerstag, 31. Mai

Übungsblatt 5

Aufgabe 1

3 Punkte

1. Bestimmen Sie analytisch aus der Weizsäcker-Massenformel die Ladungszahl Z des stabilsten Isobars in Abhängigkeit von A . Nehmen Sie dabei Z als kontinuierliche Variable an und vernachlässigen Sie die Paarungsenergie.
2. Welche kinetische Energie wird frei, wenn ein ^{238}U -Kern symmetrisch in zwei identische Bruchstücke gespalten wird?
3. Nehmen Sie an, dass jedes Bruchstück durch β -Zerfall weiter bis zum Massental hin zerfällt. Welches stabile Element wird erreicht und wieviel kinetische Energie wird insgesamt bei den β -Zerfällen frei?

Aufgabe 2

2 Punkte

Ein ^{27}Si -Kern zerfällt durch β^+ -Zerfall in seinen Spiegelkern ^{27}Al . Dabei beträgt die Summe der kinetischen Energien von Positron und Neutrino 3.80 MeV.

Welche Terme (der Weizsäcker-Massenformel) tragen zu dieser Energie bei? Berechnen Sie aus der Energie den Kernradius R und den Radiusparameter r_0 ($R = r_0 \cdot A^{1/3}$). Gehen Sie dabei davon aus, dass die Ladungsverteilung des Kerns der einer homogenen Kugel entspricht und somit folgende Energie hat:

$$E_c = \frac{3}{5} \cdot \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{R}$$

Aufgabe 3

3.5 Punkte

Durch die Höhenstrahlung wird in der Atmosphäre das Isotop ^{14}C mit einer konstanten Rate erzeugt. Da ^{14}C mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren zerfällt, bildet sich in der Atmosphäre ein konstantes Verhältnis von ^{14}C zum stabilen Isotop ^{12}C . Dieses Verhältnis beobachtet man auch in allen Lebewesen, die den Kohlenstoff durch ihren Stoffwechsel aufnehmen. Die durch den Zerfall von ^{14}C hervorgerufene spezifische Aktivität beträgt 0.255 Bq pro Gramm Kohlenstoff in natürlichem, lebendem Gewebe. Sobald ein Lebewesen stirbt, nimmt die ^{14}C -Konzentration durch den radioaktiven Zerfall ab. Diese Tatsache nutzt man z.B. in der Archäologie zur Altersbestimmung.

1. Aus welcher Zeit stammt eine Probe von 2 g Kohlenstoff mit einer Aktivität von 0.404 Bq?

2. Wieviele ^{14}C -Atome waren zu dieser Zeit in der Probe? Wieviele sind es jetzt?
3. Wie lange muss die Aktivität der Probe gemessen werden, um ihr Alter mit einem relativen statistischen Fehler von 1% zu bestimmen? Zur Erinnerung: Der statistische Fehler einer Messung von N Ereignissen ist \sqrt{N} .

Aufgabe 4

1.5 Punkte

1. Zeichnen Sie alle Feynman Diagramme in niedrigster Ordnung für den Prozess $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$.
2. Zeichnen Sie jeweils ein Feynman-Diagramm für β^+ -Zerfall, β^- -Zerfall und Elektroneneinfang. Beachten Sie dabei, dass das ausgetauschte W-Boson an Vertices mit Nukleonen und an Vertices mit Leptonen koppelt. Vertices mit Nukleonen und Leptonen gleichzeitig kommen nicht vor.