

Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2017/2018,
Prof. Dr. H. Lacker, Dr. J. Dietrich, Dr. S. Mergelmeyer

Hausaufgabenblatt 7

Abgabe: 04.12.2017 bis 13:15 vor Raum NEW 15 1'413/414

Aufgabe 1: Rb-Sr-Altersbestimmung

Der Kern ${}_{37}^{87}\text{Rb}$ zerfällt über β^- -Zerfall mit einer Halbwertszeit von $4,7 \cdot 10^{10}$ Jahren in den Grundzustand von ${}_{38}^{87}\text{Sr}$. ${}_{38}^{86}\text{Sr}$ ist kein Endprodukt irgendeiner radioaktiven Zerfallsreihe.

Meteoriten im Sonnensystem sollten etwa zur gleichen Zeit in der Frühphase des Sonnensystems entstanden sein. In drei Meteoriten wurden folgende Isotopenverhältnisse $\left(\frac{{}_{37}^{87}\text{Rb}}{{}_{38}^{86}\text{Sr}}, \frac{{}_{37}^{87}\text{Rb}}{{}_{38}^{86}\text{Sr}}\right)$ gemessen: Meteorit 1: (0.86, 0.757), Meteorit 2: (0.6, 0.739), Meteorit 3: (0.09, 0.706).

Zeigen Sie, dass die Datensätze mit der Annahme übereinstimmen, dass in allen drei Meteoriten das gleiche primordiale, d. h. zum Zeitpunkt der Entstehung vorliegende) Verhältnis $\frac{{}_{38}^{87}\text{Sr}}{{}_{38}^{86}\text{Sr}}$ vorlag und alle drei Meteoriten gleich alt sind. Bestimmen Sie das primordiale $\frac{{}_{38}^{87}\text{Sr}}{{}_{38}^{86}\text{Sr}}$ -Verhältnis und die Zeit seit Entstehung der Meteoriten! (3 Punkte)

Aufgabe 2: ${}^{14}\text{C}$ -Methode

Das radioaktive Isotop ${}^{14}\text{C}$ mit einer Halbwertszeit von $t_{\frac{1}{2}} = 5730$ a wird in der Atmosphäre durch den Prozess ${}^{14}\text{N} + n \rightarrow {}^{14}\text{C} + p$ erzeugt. Die Neutronen entstehen dabei in hadronischen Schauern, ausgelöst durch die auf die Atmosphäre treffende kosmische Strahlung. Das Verhältnis von gewöhnlichem ${}^{12}\text{C}$ und radioaktivem ${}^{14}\text{C}$ in der Atmosphäre betrug in der Vergangenheit $R = \frac{N({}^{12}\text{C})}{N({}^{14}\text{C})} = 10^{12}$. Der atmosphärische Kohlenstoff tritt in den Nahrungskreislauf ein und wird von lebenden Organismen aufgenommen. Nach deren Tode wird kein ${}^{14}\text{C}$ mehr nachgeliefert und das zum Todeszeitpunkt vorhandene ${}^{14}\text{C}$ zerfällt.

- Einer Mumie wird eine Kohlenstoffprobe entnommen. Die massenspektroskopische Untersuchung ergibt ein Verhältnis von $R = 1,5 \cdot 10^{12}$. Wie alt ist die Mumie? (1 Punkt)
- Wieviele ${}^{14}\text{C}$ -Zerfälle würde man innerhalb einer Stunde Messzeit erwarten, wenn man 1 mg Kohlenstoff dieser Probe zur Verfügung hat? (1 Punkt)

Aufgabe 3: Zerfallsketten

${}_{83}^{210}\text{Bi}$ zerfällt über β^- -Zerfall mit einer mittleren Lebensdauer von 7,2 Tagen in ${}_{84}^{210}\text{Po}$, das über α -Zerfall mit einer mittleren Lebensdauer von 200 Tagen in ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ zerfällt.

Wenn eine Quelle ursprünglich nur ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ enthielt, nach welcher Zeit erreicht die Aktivität der α -Strahlung ein Maximum? (2 Punkte)