



Abgabe: 25. April in der Vorlesung

Aufgabe 1: Fukushima

10 Punkte

Nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima wurde im Trinkwasser in Tokio eine Aktivität des Jod-Isotops ^{131}I von 210 Bq/l festgestellt. ^{131}I zerfällt bei einer Halbwertszeit von $t_{1/2} = 8,0207$ d über β -Strahlung mit einer mittleren Energie von $E_{\beta} = 0,971$ MeV in ^{131}Xe .

- Berechnen Sie die Äquivalenzdosisleistung eines Menschen ($m = 80$ kg), welcher einen Liter des Wassers trinkt. Nehmen Sie hierbei an, dass sich das Wasser gleichmäßig im Körper verteilt.
- Bestimmen Sie die Äquivalenzdosisleistung als Funktion der Zeit. Wie hoch ist die insgesamt aufgenommene Äquivalenzdosis ($t \rightarrow \infty$)? Effektiv zerfällt ca. 2 % der aufgenommenen Jodmenge im Körper. Vergleichen Sie dies mit der mittleren natürlichen Radioaktivität in Deutschland.
- Bestimmen Sie die Aktivität und die Äquivalenzdosisleistung als Funktion der Zeit bei einer kontinuierlichen Aufnahme von einem Liter täglich über einen Zeitraum von vierzehn Tagen.
- Wie groß ist die aufgenommene Äquivalenzdosis nach fünf bzw. vierzehn Tagen?
- Wie groß ist die gesamte Äquivalenzdosis für den Fall, dass die gesamte Jodmenge im Körper zerfällt bzw. nur 2 % davon?

Aufgabe 2: Kernradien

10 Punkte

- Zeigen Sie, dass der Formfaktor für eine kugelsymmetrische Ladungsverteilung durch

$$F(q) = 4\pi \int_0^{\infty} \frac{\sin(qr/\hbar)}{qr/\hbar} \rho(r)r^2 dr$$

gegeben ist. Dabei seien $r = |\vec{r}|$, $q = |\vec{q}|$ und die Ladungsdichte sei auf Eins normiert, d. h. $\int \rho(\vec{r})d^3r = 1$.

- Ein Kern kann in guter Näherung als homogen geladene Kugel mit Radius R betrachtet werden. Zeigen Sie, dass unter dieser Annahme der Formfaktor

$$F(q) = \frac{3}{x^3} (\sin x - x \cos x) \quad \text{mit } x = qR/\hbar$$

ist.

- c) Berechnen Sie $F(q=0)$.
- d) Ermitteln Sie (grafisch oder numerisch) die ersten drei positiven Nullstellen von $F(x)$.
- e) In der Abbildung ist der gemessene differentielle Wirkungsquerschnitt der Streuung von Elektronen mit einer Energie von $E = 750$ MeV an ^{40}Ca bzw. ^{48}Ca in Abhängigkeit vom Streuwinkel ϑ aufgetragen. Welchen Streuwinkeln entsprechen die im vorigen Aufgabenteil ermittelten Nullstellen? Bestimmen Sie daraus die Kernradien für die beiden Ca-Isotope.

