

**Übungen Serie 3**

**Aufgabe 1:**

Beim  $\alpha$ -Zerfall hängt die Halbwertszeit des Radionuklidss von der Energie des emittierten  $\alpha$ -Teilchens ab. Welche Halbwertszeiten erhält man mit einer oft benützten Näherungsformel für die Uranisotope  $^{233}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{236}\text{U}$  und  $^{238}\text{U}$ ? Wie gut ist die Übereinstimmung mit den tatsächlichen Halbwertszeiten?

**Näherungsformel:**  $^{10}\log(t_{1/2}) \approx -28.9 + 1.6 \cdot \left( \frac{Z}{\sqrt{E}} - Z^{2/3} \right)$ ;  $E$  [MeV];  $t_{1/2}$  [Jahre]

$Z$  ist die Kernladungszahl des  $\alpha$ -Emitters und  $E$  die Energie des  $\alpha$ -Teilchens. Die Nuklidkarte <http://atom.kaeri.re.kr/> ist hier ein nützliches Hilfsmittel.

**Aufgabe 2:**

Im Stahl des Kernmantels eines Kernkraftwerks wird u.a. das Radionuklid  $^{59}\text{Fe}$  durch thermischen Neutroneneinfang produziert:  $^{58}\text{Fe}(n_{\text{th}},\gamma)^{59}\text{Fe}$ . Der Fluss der thermischen Neutronen sei  $1 \times 10^{12}/\text{cm}^2 \text{ sec}$ . Den Wirkungsquerschnitt („radiative capture cross section“) für diese Reaktion und die Halbwertszeit von  $^{59}\text{Fe}$  kann man der Nuklidkarte entnehmen.

Wie hoch ist die Sättigungskonzentration ( $^{59}\text{Fe}/\text{Fe}$ )? Wann sind 90% dieser Konzentration erreicht? Wie hoch ist die spezifische Aktivität (Bq/g) zu diesem Zeitpunkt? Wenn man jetzt das Kernkraftwerk abschalten würde, wie hoch wäre dann die spezifische Aktivität 1 bzw 2 Jahre danach?

**Aufgabe 3:**

$^{32}\text{Si}$  ( $T_{1/2} \approx 140\text{a}$ ) wird durch die kosmische Strahlung in der Atmosphäre produziert (Spallation von Argon). Es gelangt durch Niederschlag u.a. auch in Gletschereis ( $^{32}\text{Si}$  Depositionsrate =  $30'000$   $^{32}\text{Si}$  Atome/kg Eis), wo es zur Datierung des Eises herangezogen werden kann. Die Datierung erfolgt aber nicht durch die direkte radiometrische Messung von  $^{32}\text{Si}$ , sondern über eine Aktivitätsmessung des Tochterprodukts  $^{32}\text{P}$  (man nennt dies auch Melken einer Substanz).

Warum macht man das wohl (siehe Nuklidkarte)?

Wieviel Eis muss man eine 300 Jahre alte Eisprobe verarbeiten?

Prozedere: Schmelzen der Eisprobe - Extraktion von Si - Entfernen von Phosphor - 3 Monate Wartezeit (warum?) - Herstellen der  $^{32}\text{P}$  Probe - Beginn der Messserie am selben Tag (Warum macht man eine Messserie?).

Der Messzeitpunkt dieser Aufgabe sei der 10. Tag nach Beginn der Messserie. Messzeit für diesen Messpunkt = 12 Stunden. Detektionseffizienz = 50%. Statistischer Fehler der Aktivitätsmessung = 5%.