

Arbeitsblatt Radioaktivität 1

- 1) 235 g U235 enthalten $6,022 \cdot 10^{23}$ Atome mit je 235 Nukleonen (92 Protonen und der Rest Neutronen). Pro Nukleon erhalten wir im Schnitt 0,9 MeV an Energie bei der Spaltung.
- Woher stammt die Energie?
 - Wie groß ist die Energieausbeute in MeV des gesamten Atoms bei der Spaltung?
 - Wie groß ist die Energieausbeute für 1 Kg U-235? Vergleiche mit Kohle, dessen Brennwert beträgt 30 MJ pro Kg. *Umrechnung eV in J: $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$*
 - Ein Brennelement im Reaktor enthält 530 Kg Uran, der Anteil an U235 beträgt 4 %, der Rest besteht aus U-238. Wie hoch ist der Brennwert? Wieviel Kg Kohle entspricht das?
- 2) Bei einem Reaktorunfall wird unter anderem radioaktives Jod I-131 freigesetzt.
- Welche Strahlungsart ist zu erwarten? Begründe die Antwort und stelle die Zerfallsgleichung auf.
 - Wie viele Atome enthält 1 g I-131?
 - I-131 hat eine Halbwertszeit von ca. 8 Tagen (genau 8,02 d). Stelle den Verlauf der Menge von zunächst $M_0 = 16 \text{ mg}$ über die Zeit t in Tagen grafisch dar.
(y – Achse: 1 mg = 1cm, x – Achse: 2 d = 1cm)
 - Zeige, dass die Gleichung $N(t) = N_0 \cdot e^{\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t} = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t}$ (mit $\ln \frac{1}{2} = -\ln 2$) die Menge der Atome beim Zerfall von I-131 beschreibt. N_0 ist die Anzahl der Atome zu Beginn, setze es als Beispiel auf 1600. Berechne die Halbwertszeit $T_{1/2} = 8,02 \text{ d}$ in sec. Setze dann für t den Wert von $T_{1/2}$ ein und vergleiche das Ergebnis $N(t)$ mit N_0 . Man setzt $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$, dann wird $N(t) = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$
 - Die Zerfallsrate in Bq (Bequerell, Zerfälle pro Sekunde) wird beschrieben durch die Gleichung $R(t) = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Berechne die Rate R_0 für 1 g J-131. Setze dafür $t = 0$. Warum ist dann $R_0 = \lambda \cdot N_0$? Damit wird die Formel für die Zerfallsrate $R(t) = R_0 \cdot e^{-\lambda t}$.
 - Wieviel g I-131 verseuchen 1 000 000 m³ Wasser mit 100 Bq/l?

Arbeitsblatt Radioaktivität 1

1) 235 g U235 enthalten $6,022 \cdot 10^{23}$ Atome mit je 235 Nucleonen (92 Protonen und der Rest Neutronen). Pro Nucleon erhalten wir im Schnitt 0,9 MeV an Energie bei der Spaltung.

- Woher stammt die Energie? *Massendefizit der Spaltprodukte*
- Wie groß ist die Energieausbeute in MeV des gesamten Atoms bei der Spaltung? $W = 235 \cdot 0,9 \text{ MeV} = 211,5 \text{ MeV}$
- Wie groß ist die Energieausbeute für 1 kg U-235? Vergleiche mit Kohle, dessen Brennwert beträgt 30 MJ pro kg.
 Umrechnung eV in J: $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $W = \frac{1000}{235} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 211,5 \text{ MeV} \cdot 10^6 \cdot 1,6$
 $= 5,4198 \cdot 10^{16} \text{ MeV} = 86,82$
- Ein Brennelement im Reaktor enthält 530 kg Uran, der Anteil an U235 beträgt 4%, der Rest besteht aus U-238. Wie hoch ist der Brennwert? Wieviel kg Kohle entspricht das?

c) $W = 5,4198 \cdot 10^{16} \text{ eV} = 8,68 \cdot 10^{13} \text{ J} = 86,8 \cdot 10^6 \text{ MJ}$ $1 : 3\,000\,000$

d) $W = 86,8 \cdot 10^6 \cdot 530 \cdot 0,04 = 1,875 \cdot 10^9 \text{ MJ}$ *Kohle*: $1,875 \cdot 10^9 : 30 = 62,5 \cdot 10^6 \text{ kg}$
 $= 62,5 \text{ t Kohle}$

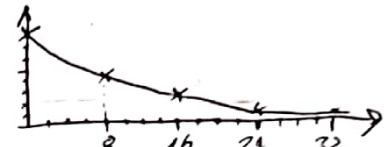
2) Bei einem Reaktorunfall wird unter anderem radioaktives J-131 freigesetzt.

a) Welche Strahlungsart ist zu erwarten? Begründe die Antwort und stelle die Zerfallsgleichung auf.

b) Wie viele Atome enthält 1 g J-131? $N = \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{131} = 4,597 \cdot 10^{21}$

c) J-131 hat eine Halbwertszeit von ca. 8 Tagen (genau 8,02 d). Stelle den Verlauf der Menge von zunächst $M_0 = 16 \text{ mg}$ über die Zeit t in Tagen grafisch dar.

(y-Achse: 1 mg = 1cm, x-Achse: 2 d = 1cm)



d) Zeige, dass die Gleichung $N(t) = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t}$ die *Anzahl* ~~Menge~~ der Atome beim Zerfall von J-131 beschreibt. N_0 ist die Anzahl der Atome zu Beginn, setze es als Beispiel auf 1600. Berechne die Halbwertszeit $T_{1/2} = 8,02 \text{ d}$ in sec. Setze dann für t den Wert von $T_{1/2}$ ein und vergleiche

das Ergebnis $N(t)$ mit N_0 . Man setzt $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$, dann wird $N(t) = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

e) Die Zerfallsrate in Bq (Bequerell, Zerfälle pro Sekunde) wird beschrieben durch die Gleichung $R(t) = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Berechne die Rate R_0 für 1 g J-131. Setze dafür $t = 0$. Warum ist dann $R_0 = \lambda \cdot N_0$?

f) Wieviel g J-131 verseuchen 1 000 000 m³ Wasser mit 100 Bq? *pro l*

2d) $T_{1/2} = 8,02 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 692\,928 \text{ s}$ $N(t) = 1600 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{692928} \cdot 692928} = 800$

e) $\lambda = \frac{\ln 2}{692928} \approx 1 \cdot 10^{-6}$ $1 \text{ g J-131: } N_0 = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 4,597 \cdot 10^{21} = 4,597 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$

f) $100 \text{ Bq} \hat{=} 2,175 \cdot 10^{-19} \text{ g}$ für 1 l $m = 2,175 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6 \cdot 10^3 \text{ g} = 2,17 \cdot 10^{-5} \text{ g}$
 $= 0,0217 \text{ mg}$

