

# RADIOAKTIVITÄT

## GRUNDAUFGABEN

1. Iod  $^{131}_{53}\text{I}$  zerfällt in das Isotop Xenon  $^{131}_{54}\text{Xe}$ . Um welche Zerfallsart handelt es sich dabei?
2. Uran  $^{235}_{92}\text{U}$  ist ein  $\alpha$ -Strahler. In welches Isotop zerfällt es?
3. Schlagen Sie in der Formelsammlung die Zerfallsart und die Halbwertszeit zu folgenden radioaktiven Isotopen nach: a) Na-22; b) Co-60; c) Pu-239. Geben Sie den jeweiligen Tochterkern an.
4. Der Anteil des Isotops C-14 am gesamten Kohlenstoff in einem archäologischen Fundstück kann zur Altersbestimmung verwendet werden. Wie alt ist ein Knochen, in welchem der Anteil von C-14 auf 9.7 % des ursprünglichen Wertes abgenommen hat?
5. In einer radioaktiven Probe befinden sich 27 ng des radioaktiven Isotops Strontium 90. Wie gross war die Masse des aktiven Materials vor 21 Jahren?
6. Wie gross ist die Aktivität von 2.5 mol Radon 220? Geben Sie das Resultat in der Einheit Curie an.
7. Ein Stein aus den Schweizer Alpen weist eine Aktivität von 4.3  $\mu\text{Ci}$  auf. Geben Sie seine Aktivität in der Einheit Becquerel an und bestimmen Sie, wie viel Thorium 230 der Stein enthält.
8. In einer radioaktiven Probe befinden sich  $10^{13}$  Kernen des radioaktiven Isotops Americium 241. Wie viele Zerfälle erwartet man innerhalb von 10 s?
9. Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, mit fünf Würfeln fünf Sechser zu würfeln? Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit für genau drei Sechser?
10. Bestimmen Sie mit Hilfe des Diagramms in der Formelsammlung die Schwächungskoeffizienten für die  $\gamma$ -Strahlung von Cäsium 137 in Blei und Luft. Berechnen Sie die jeweiligen Halbwertsdicken.
11. Die durchschnittliche Energie der  $\gamma$ -Quanten aus einer Röntgenröhre beträgt 25 keV. Welcher Bruchteil der Röntgenstrahlung durchdringt einen 1.3 cm dicken Knochen?

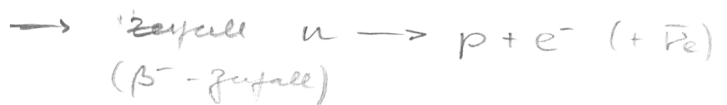
LÖSUNGEN: 1.  $\beta^-$ ; 2. Th-231; 3.  $\beta^-$ , 2.6019 a, Ne-22;  $\beta^-$ , 5.2713 a, Ni-60;  $\alpha$ , 24'110 a, U-235; 4. 19'200 a; 5. 45 ng; 6.  $1.9 \cdot 10^{16}$  Bq, 510 kCi; 7. 0.21  $\mu\text{g}$ ; 8. 7'300; 9.  $2.1 \cdot 10^{-5}$ , 5.4 %; 10. 1.2  $\text{cm}^{-1}$ ,  $5 \cdot 10^{-5} \text{cm}^{-1}$ ; 0.6 cm, 140 m; 11. 0.15 %

# Radioaktivität



$z = 53$

$z' = 54$



3. a)  $\beta^+, e$ , 2,6019 a, Nb-92

b)  $\beta^-$ , 5,2713 a, Ni-60

c)  $\alpha$ ,  $2,411 \cdot 10^4$  a, U-235

4.  $T_{1/2} = 5,70 \cdot 10^3$  a  $\frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t}$

$\longrightarrow \ln \frac{N(t)}{N_0} = -\lambda \cdot t = -\ln 2 \cdot \frac{t}{T_{1/2}}$

$t = T_{1/2} \cdot \frac{\ln(N_0/N(t))}{\ln 2} = 5,70 \cdot 10^3 \text{ a} \cdot \frac{\ln 100/9,7}{\ln 2} = \underline{19'200 \text{ a}}$

5.  $m(t) = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow m_0 = m(t) \cdot e^{\lambda t} = m(t) \cdot 2^{t/T_{1/2}}$   
 $= 27 \mu\text{g} \cdot 2^{21/28,79} = \underline{45 \mu\text{g}}$

6.  $A = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot n \cdot N_A = \frac{\ln 2}{55,6 \text{ s}} \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$   
 $= 1,9 \cdot 10^{16} \text{ Bq} = \underline{510 \text{ kCi}}$

7.  $A = \lambda \cdot N = \lambda \cdot n \cdot N_A = \frac{\ln 2}{T_{1/2} \cdot M} \cdot m \cdot N_A$   
 $\Rightarrow m = \frac{A \cdot M \cdot T_{1/2}}{\ln 2 \cdot N_A} = \frac{159 \cdot 10^3 \text{ Bq} \cdot 230 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \cdot 7,538 \cdot 10^4 \cdot 365 \cdot 86400 \text{ s}}{\ln 2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}$   
 $= \underline{0,21 \mu\text{g}}$

8.  $\Delta N = N \cdot \lambda \cdot \Delta t = N \cdot \ln 2 \cdot \frac{\Delta t}{T_{1/2}} = 10^{13} \cdot \ln 2 \cdot \frac{10 \text{ s}}{432,2 \cdot 365 \cdot 86400 \text{ s}}$   
 $= \underline{7300}$

9.  $P(6,6) = \binom{6}{6} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^6 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^{6-6} = 2,1 \cdot 10^{-5}$ ,  $P(6,3) = \underline{5,4\%}$

10.  $E_\gamma = 0,662 \text{ MeV}$ ,  $\mu_{\text{Pb}} = 1,2 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\mu_{\text{L}} \approx 5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$

$\longrightarrow d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu_{\text{Pb}}} = \begin{cases} 0,6 \text{ cm} & \text{für Blei} \\ 140 \text{ m} & \text{für Luft} \end{cases}$

11.  $\mu_{\text{L}} = 5 \text{ cm}^{-1} \Rightarrow \frac{I'}{I} = e^{-\mu \cdot x} = e^{-5 \text{ cm}^{-1} \cdot 1,3 \text{ cm}} = \underline{1,5 \cdot 10^{-3}}$