

Beobachtungen:

- Die Stromstärke nimmt mit der Zeit ab \Rightarrow Die Anzahl der pro Zeiteinheit zerfallenden Rn -Kerne nimmt ab.
- kein linearer Rückgang, vermutlich exponentiell?

N_0 : Zahl der zum Zeitpunkt $t=0$ vorhandenen Rn -Kerne

Wenn der radioaktive Zerfall ein stochastischer Prozess ist, dann ist die Zahl der zu einem Zeitpunkt $t > 0$ zerfallenden Kerne proportional zur Zahl der vorhandenen Kerne.

$N(t)$: Zahl der Kerne zum Zeitpunkt t

$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \dot{N}(t)$: Änderung der Zahl der Kerne

$$\dot{N}(t) \sim N(t)$$

oder $\dot{N}(t) = -\lambda \cdot N(t)$

$\uparrow \uparrow \lambda =$ Zerfallskonstante
wegen der Abnahme der Teilchenzahl

Ausatz: $N(t) = a \cdot e^{-\lambda t} + b$

$$\dot{N}(t) = a \cdot (-\lambda) \cdot e^{-\lambda t} + 0$$

$$b = 0$$

physikalische Bedingungen

$$\textcircled{1} \quad N(t) \rightarrow 0 \quad \text{wenn } t \rightarrow \infty \\ \Rightarrow b=0$$

$$\textcircled{2} \quad t=0: \quad N(0) = N_0$$

in den Ansatz einsetzen:

$$N(0) = a \cdot \underbrace{e^{-\lambda \cdot 0}}_{=1} \Rightarrow a = N_0$$

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad \text{Zerfallsgesetz}$$

Bedeutung von λ :

- je größer λ , desto schneller nimmt die Teilchenzahl ab. (\rightarrow Zerfallskonstante)

$$\bullet \quad [\lambda] = \frac{1}{s}$$

- Halbwertszeit $T_{1/2}$ ist die Zeit, nach der die Hälfte der ursprünglich vorhandenen Kerne zerfallen ist.

$$\left. \begin{aligned} N(T_{1/2}) &= \frac{1}{2} \cdot N_0 \\ N(T_{1/2}) &= N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot T_{1/2}} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{1}{2} N_0 = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T_{1/2}}$$

$$\ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\lambda \cdot T_{1/2}$$

$$\underbrace{\ln(1)}_{=0} - \ln(2) = -\lambda \cdot T_{1/2}$$

$$\ln 2 = \lambda \cdot T_{1/2}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad \text{bzw.} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

Die Halbwertszeiten verschiedener Nuklide reichen von 10^{-21} s bis 10^{24} a.

Aktivität eines radioaktiven Präparats

Angabe, wie viele Kerne in einem Zeitabschnitt zerfallen.

$$A(t) = -\dot{N}(t)$$

↑ damit $A(t) > 0$ ist.

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow A(t) = -N_0 \cdot (-\lambda) \cdot e^{-\lambda t}$$

$$A(t) = \lambda \cdot \underbrace{N_0 \cdot e^{-\lambda t}}$$

$$A(t) = \lambda \cdot N(t)$$

$$[A] = \frac{1}{s} = 1 \text{ Bq (Becquerel)}$$

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\text{mit } A_0 = \lambda \cdot N_0$$

S. 158 | 7

a) $T_{1/2} = 1600 \text{ a}; \quad \text{Ra-226}$

ges.: A_0

zurück: wie viele Atome sind in 1g
Ra-226? (= N_0)

1 mol enthält $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ Teilchen
(Avogadrokonstante)

1 mol Ra-226 hat die Masse 226g

$$\Rightarrow 1g \text{ Ra-226} \hat{=} \frac{1}{226} \text{ von } N_A$$

$$= \frac{1}{226} \cdot 6 \cdot 10^{23}$$

$$= 2,7 \cdot 10^{21} = N_0$$

$$A_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N_0$$

$$A_0 = \frac{\ln 2}{1600 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot 2,7 \cdot 10^{21}$$

$$= \underline{\underline{3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}}}$$

7 b, c bitte selbst durchrechnen.