

**Aktivität und Halbwertszeit**

Name:

Die *Halbwertszeit* ist die Zeit, in der sich die Menge eines radioaktiven Nuklids (Radionuklid) um die Hälfte verringert. Das Nuklid  $^3\text{H}$  hat eine Halbwertszeit von 12,3 a. Das bedeutet von anfangs 100 % sind nach 12,3 a nur noch 50 % übrig. Nach weiteren 12,3 a sind nur noch 25 % vorhanden.

Wenn  $N_0$  die Menge eines Radionuklids zur Zeit  $t = 0$  ist, so ist nach  $x$  Halbwertszeiten nur noch

$$N(x) = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^x$$

vorhanden.

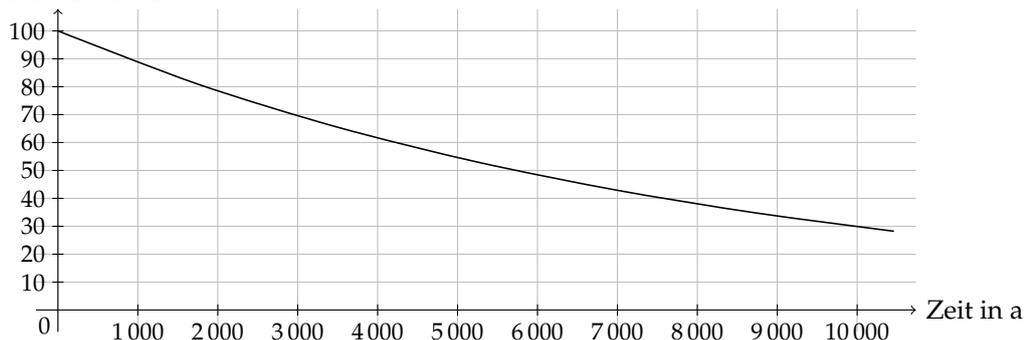
Die *Aktivität* gibt die Zahl der Kernumwandlungen pro Sekunde an. Ihre Einheit ist das Becquerel (Bq). Es gilt  $1 \text{ Bq} = 1 \frac{1}{\text{s}}$ . Verringert sich die Anzahl der Kerne, die zerfallen können, so verringert sich auch die Aktivität. Wenn  $A_0$  die Aktivität zur Zeit  $t = 0$  ist, so ist nach  $x$  Halbwertszeiten die Aktivität auf

$$A(x) = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^x$$

gesunken.

- Begründe die Faustregel, dass ein radioaktiver Stoff nach 10 Halbwertszeiten abgeklungen ist. Nenne Einschränkungen, die für diese Faustregel gelten.
- In einem Brennelement für ein Kernkraftwerk befinden sich etwa 20 kg  $^{235}\text{U}$ . Berechne die Menge  $^{235}\text{U}$ , die nach 100 a bzw. 1 000 000 a noch vorhanden ist.
- In der Nuklearmedizin wird häufig das Nuklid  $^{99m}\text{Tc}$  verwendet. Es hat eine Halbwertszeit von 6 h. Wie groß ist der Anteil, der in 24 h im menschlichen Körper übrig ist?
- Beurteile folgende Aussagen auf ihre Korrektheit:
  - Eine Verdopplung der Messzeit, verdoppelt die Aktivität einer radioaktiven Probe.
  - Bei einer radioaktiven Probe nimmt die Aktivität stetig ab.
  - Die Aktivität erhöht sich, wenn die Menge der radioaktiven Probe vergrößert wird.
  - Die Aktivität einer radioaktiven Probe verringert sich, wenn die Probe durch Stahl abgeschirmt wird.
  - Die Aktivität gibt an wieviele Zerfälle pro Halbwertszeit passieren.
- Eine Probe besteht zu Beginn eines Experiments zu 100 % aus einem bestimmten radioaktiven Nuklid. Bestimme aus dem Graphen die Halbwertszeit dieses Nuklids.

unzerfallene Kerne in %



**Aktivität und Halbwertszeit**

**Name:**

1. Nach 10 Halbwertszeiten ist nur noch  $\left(\frac{1}{2}\right)^{10} = \frac{1}{1024} \approx 0,1\%$  übrig. Bei großen Aktivitäten oder wenn Zerfallsprodukte ebenfalls radioaktiv sind, versagt die Faustregel und die Aktivität muss genauer bestimmt werden.
2.  $^{235}\text{U}$  hat eine Halbwertszeit von  $704 \cdot 10^6$  a. 100 a entspricht  $x = \frac{100}{704 \cdot 10^6} = 0,142 \cdot 10^{-6}$  Halbwertszeiten. Nach 100 a sind von den anfänglichen 20 kg noch  $N(0,142 \cdot 10^{-6}) = 20 \text{ kg} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{0,142 \cdot 10^{-6}} = 19,99 \text{ kg}$  vorhanden. Es ist noch nahezu das gesamte Uran-235 vorhanden.  
 Die Zeit von  $10^6$  a entspricht  $x = \frac{10^6}{704 \cdot 10^6} = 1,4 \cdot 10^{-3}$  Halbwertszeiten. Nach dieser Zeit ist noch  $20 \text{ kg} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{1,4 \cdot 10^{-3}} = 19,98 \text{ kg}$  vorhanden.
3. 24 Stunden entsprechen 4 Halbwertszeiten. Nach 4 Halbwertszeiten ist noch  $\frac{1}{16}$  vorhanden. Das entspricht 0,0625 %.
4.
  - Eine Verdopplung der Messzeit, verdoppelt die Aktivität einer radioaktiven Probe *nicht*. Die Aktivität hängt nicht von der Messzeit ab.
  - Bei einer radioaktiven Probe nimmt die Aktivität stetig ab. Stimmt, da die Zahl der Nuklide bei jedem Zerfall kleiner wird und somit weniger Nuklide überhaupt zerfallen können.
  - Die Aktivität erhöht sich, wenn die Menge der radioaktiven Probe vergrößert wird. Stimmt, da die Zahl der Nuklide, die zerfallen können zunimmt.
  - Die Aktivität einer radioaktiven Probe verringert sich, wenn die Probe durch Stahl abgeschirmt wird. Stimmt nicht. Die Aktivität darf nicht mit der *Zählrate* verwechselt werden.
  - Die Einheit Becquerel gibt an wieviele Zerfälle pro Halbwertszeit passieren. Stimmt nicht. Das Becquerel gibt an, wieviele Zerfälle pro Sekunde geschehen.
5. Die Halbwertszeit beträgt 5730 a.