

In diesem Kapitel geht es darum, wie die Kerne in einer radioaktiven Probe nach und nach zerfallen und dabei immer weniger werden. Eine wesentliche Rolle bei der Beschreibung dieser Abnahme spielt dabei der Begriff Halbwertszeit, der Dir auf der ersten Folie gleich erklärt wird. Wir verwenden den Begriff im Weiteren zur Berechnung und graphischen Darstellung des beschriebenen Vorganges.

Aufgabe:
Erläutere für eine bestimmte Sorte von Nukliden den Zusammenhang zwischen ihrer Halbwertszeit und der Wahrscheinlichkeit, dass bei diesen Nukliden in der nächsten Minute ein Zerfall auftritt.

5.6 Halbwertszeit
Zerfall als zufälliger Vorgang:

Bei der natürlichen Radioaktivität tritt der Zerfall eines Kerns vollkommen auf. Dabei gibt es auch keinerlei, d.h. die Wahrscheinlichkeit, in der nächsten Minute zu zerfallen, ist z.B. bei einem 10 Jahre alten Kern, wie bei einem Kern, der eben entstanden ist.

Die Zerfallswahrscheinlichkeit für ein radioaktives Isotop wird typischerweise mit der beschrieben.

Diese gibt an, nach welcher Zeit noch der ursprünglich vorhandenen Kerne

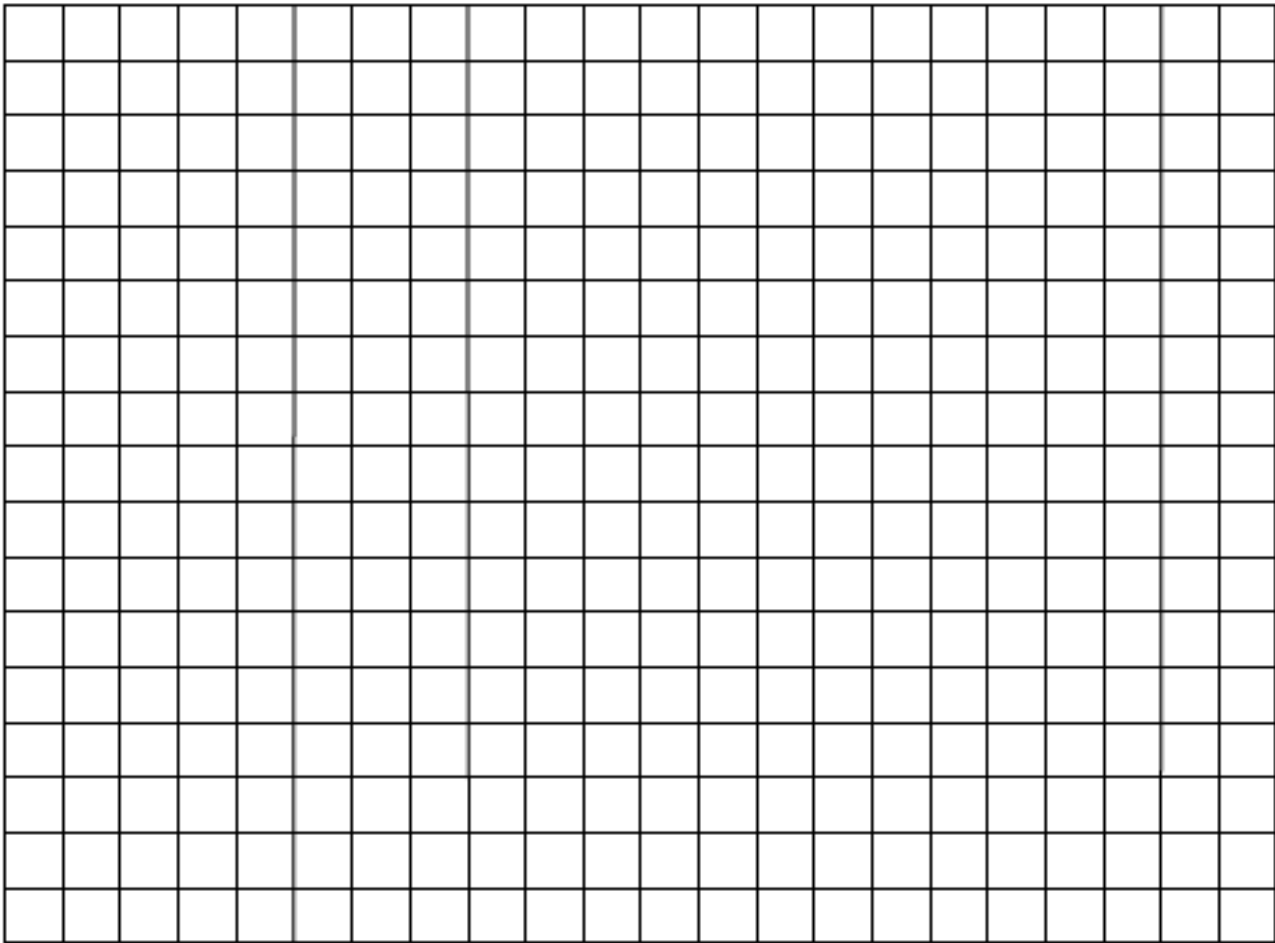
Aufgabe:

Im Bereich der natürlichen Radioaktivität sind wir vor allem der Belastung durch das gasförmige Radon ausgesetzt, das in der Erdkruste freigesetzt wird und sich in alten Kellern findet.

Aufgabe:
Beim Öffnen der Kellertüre tritt eine (kleinste) Menge von 8000 Atomen des radioaktiven Isotops Rn 220 in einen Wohnraum über. Dieses hat eine Halbwertszeit von ca. 1 min. Stelle die Anzahl in Abhängigkeit von der Zeit in den nächsten 8 min dar.

Die Formel (es handelt sich um eine Exponentialfunktion) ist nur der formale Ausdruck der fortgesetzten Halbierung, die wir im Diagramm durchgeführt haben. Umfasst z.B. der Zeitraum t genau 5 Halbwertszeiten, so wird der Faktor $1/2$ genau mit 5 potenziert, die Anzahl der Kerne wird also fünfmal halbiert. **Berechne für die Aufgabe oben die Anzahl der Kerne nach 10 min.**

Die Zerfallskurve einer Probe:



Das Zerfallsgesetz

Waren zu Beginn der Messung in einer Probe insgesamt $N(0)$ Kerne des radioaktiven Isotops, dann sind es nach der Zeit t nur noch:

Dabei ist t_H die Halbwertszeit des Isotops.

In der Tabelle findest Du die Halbwertszeiten von wichtigen Isotopen. Es gibt im Vergleich zu diesen aber auch sehr kurzlebige (siehe Vorderseite).

a) Bei der Reaktorkatastrophe im ukrainischen Tschernobyl im Jahr 1986 wurde vor allem das Cäsium-Isotop Cs 137 freigesetzt und gelangte durch Wind auch nach Westeuropa. Berechne, wie viel Prozent des Cäsiums, das insbesondere in Waldböden gespeichert wurde, noch heute vorhanden ist.

b) Typische Schulpräparate sind Americium, Thallium und Cäsium. Beurteile deren Tauglichkeit im Hinblick auf deren langfristige Nutzung.

c) In Kernkraftwerken kommt U 235 zum Einsatz. Berechne den Anteil, der davon in der Erdkruste noch vorhanden ist.

(Alter der Erde 4,6 Mrd. a)

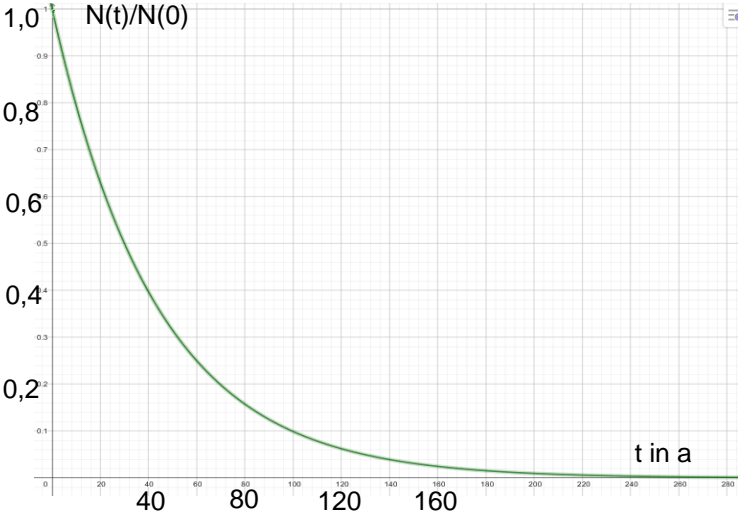
d) Identifiziere das Isotop, das zum abgebildeten Diagramm gehört und bestimme die Abklingzeit bis 10% Restmenge.

e) Zeichne eine Zerfallskurve für ein Isotop mit doppelter Halbwertszeit.

Halbwertszeiten von typischen radioaktiven Isotopen

Nuklid	Tl 204	Cs 137	Am 241	Ra 226	U 235	U 238
t _H in a	3,8	30	430	1600	7,0 · 10 ⁸	4,5 · 10 ⁹

Aufgaben:



Bei der Vermessung von radioaktiven Proben bestimmt man nicht die Menge an Kernen des Isotops, sondern misst mit dem Geigerzähler die Menge an Zerfällen. Die zugehörige Messgröße heißt Aktivität. Da diese proportional zur Menge der vorhandenen Kerne ist, gilt der gleiche Zusammenhang wie vorher.

Das wird deutlich bei der Animation auf leifiphysik.de unter Kern-/Teilchenphysik - Radioaktivität Einführung - Halbwertszeit - Grundwissen.

Das Grabtuch von Turin zeigt angeblich das Gesicht Jesu als Schweißabdruck. Bei Analyse mit der Radio-Carbon-Methode ergab sich pro g Kohlenstoff eine Aktivität von 10/min. Berechne und nimm Stellung.

Selbst-Check:

- zufälliger Zerfall
- Halbwertszeit
- Zerfallskurve
- Zerfallsgesetz
- Aktivität
- Radio-Carbon-Methode

Aktivität

Die **Anzahl der Zerfälle**, die pro Sekunde in einer Probe stattfinden, heißt Aktivität A. Sie steht für die Intensität der Radioaktivität, die von dieser Probe ausgeht. Einheit: $1/\text{s} = 1 \text{ Bq}$ (Bequerel)

Hatte die Probe zu Beginn eine Aktivität $A(0)$, dann beträgt diese nach der Zeit t nur noch:

Dabei ist t_H die Halbwertszeit des Isotops.

Die Radio-Carbon-Methode zur Altersbestimmung

Im CO_2 unserer Atmosphäre befindet sich radioaktiver Kohlenstoff C14 in einem Verhältnis von $N_{\text{C14}} : N_{\text{C12}} = 1 : 10^{12}$. Solange Pflanzen leben, bauen sie C14 im gleichen Verhältnis in ihre organische Struktur ein. Dies führt pro g Kohlenstoff zu einer festen Aktivität $A(0) = 11/\text{min}$. Nach dem Absterben nimmt diese gemäß dem Zerfallsgesetz ab. Die Halbwertszeit von C14 beträgt dabei $t_H = 5370 \text{ a}$.

Übungsmöglichkeiten:

Passende Aufgaben gibt's auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Kern-/Teilchenphysik - Radioaktivität Einführung - Halbwertszeit - Aufgaben** (die grünen reichen locker).