

1. Aufgabe:

Das radioaktive Isotop Kohlenstoff ^{14}C hat eine Halbwertszeit¹ T_H von etwa 5730 Jahren.

- Welche Funktionsgleichung gibt den Zerfall einer Grundmenge G in Abhängigkeit der Zeit t in Jahren an?
- Eine Tonne Kohlenstoff enthält etwa $1\mu\text{g}$ des Isotops ^{14}C .
 - Welche Menge ^{14}C ist nach 20.000 Jahren noch übrig?
 - Welche Menge ^{14}C ist nach 100 Jahren übrig?
 - Wie viel Prozent sind nach 2000 Jahren noch übrig?
- In einem Knochen befinden sich noch 12% der Anfangs enthaltenen Menge ^{14}C . Wie alt ist der Knochen?
- Der Mann vom Hauslabjoch, allgemein bekannt als „Ötzi“, ist eine Gletschermumie aus der ausgehenden Jungsteinzeit (Neolithikum) bzw. der Kupferzeit (Eneolithikum, Chalkolithikum).



Bildquelle: Südtiroler Archäologiemuseum, <http://www.iceman.it/en/discovery>

Ötzi fand man Kleidungsstücke, deren Pflanzenfasern noch 53% des natürlichen ^{14}C -Gehalts aufwiesen. Berechne sein Alter.

2. Aufgabe:

- Seien $a, b > 0$. Beweise das für den Logarithmus zur Basis a gilt $\log_a b = \frac{\ln b}{\ln a}$. (Löse dazu $a^x = b$)
- Seien N_0 und T_H konstant und

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_H}}$$

Beweise, dass sich die Funktion als $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ mit $\lambda = \frac{\ln 2}{T_H}$ darstellen lässt. Die Zerfallskonstante λ gibt die Zerfallswahrscheinlichkeit eines Kerns pro Zeiteinheit an.

- Die Zerfallsrate bzw. Aktivität A gibt die Anzahl der Kernzerfälle pro Zeiteinheit an. Die physikalische Einheit ist Bq (Becquerel²). Begründe mit der Definition von λ , dass gilt

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

und damit $A(t) = -\frac{dN}{dt}$.

- Ein Ci (Curie) ist definiert als die Aktivität von einem Gramm Radium 226. Die Halbwertszeit von ^{226}Ra beträgt 1602 Jahre. Rechne die Aktivität 1Ci in die Einheit Bq um. Hinweis: Für Proton und Neutron kann ungefähr mit der Masse $1u \approx 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ gerechnet werden.

3. Aufgabe:

Die beiden Uran-Isotope ^{235}U und ^{238}U zerfallen mit den Halbwertszeiten $T_{235} \approx 703,8$ Millionen Jahre und $T_{238} \approx 4,468$ Milliarden Jahre. Heute findet man die beiden Isotope im Verhältnis 0,72% zu 99,28% vor. Berechne das Alter der Erde unter der vereinfachten Annahme, dass die Isotopenverhältnisse am Anfang gleich waren. (Hinweis: Eigentlich ist die Altersdatierung komplizierter und so **nicht** richtig!)

¹Von einer Anfangsmenge ^{14}C ist nach 5730 Jahren noch die Hälfte übrig.

²1 Bq = ein Kernzerfall pro Sekunde