

ExPhys I

Übungsblatt 1

Michael Kopp

23. Oktober 2008

Um nicht noch öfter durchstreichen zu müssen hier die digitale Version
ausgewählter Aufgaben.

Aufgabe 2 – C-14 Methode

a) Zerfälle pro Minute

Für die Halbwertszeit gilt: $t_{\frac{1}{2}} = 5730a = 5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60min = 3011688000min$ Der
Zerfall folgt allgemein einer Vorschrift

$$c(t) = c_0 \cdot e^{-\ln(2) \cdot t \cdot t_{\frac{1}{2}}^{-1}}$$

In einem Gramm Kohlenstoff befinden sich $\frac{6,022E23}{12}$ C-Atome, von diesen sind¹ $\frac{6,022E23}{12} \cdot 1,2E-12$ Diesen Wert kann man nun als c_0 verwenden.

Als Funktion für den Zerfallsprozess ergibt sich so:

$$c(t) = \frac{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1,2 \cdot 10^{-12}}{12} \cdot e^{-\ln(2) \cdot t \cdot (3011688000)^{-1}} \quad (1)$$

wobei c in Gramm und t in Minuten ist.

Die Zerfälle Pro Minute werden von der Ableitung $\frac{d}{dt}c(t)$ bestimmt:

$$\dot{c}(t) = \frac{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1,2 \cdot 10^{-12} \cdot (-\ln(2))}{12 \cdot 3011688000} \cdot e^{-\ln(2) \cdot t \cdot (3011688000)^{-1}} \quad (2)$$

$\dot{c}(0)$ ist die Anzahl der Zerfälle zu Beginn der Messung: $\dot{c}(0) = -13,86$.

Antwort 1 Anfangs zerfallen 13,86 ^{14}C -Teilchen pro Gramm Kohlenstoff.

D.h. Es zerfallen pro Minute durchschnittlich 13,86 Teilchen – wenn mehrere Minuten lang misst oder mehrere Gramm beobachtet, kann man dieses Mittel bilden.

¹der Anteil an ^{13}C wird hier nicht berücksichtigt, weil zu diesem Verhältnis keine präzisen Angaben gemacht wurden

²hier wird ein geringfügiger Fehler in Kauf genommen – schließlich ist die Avogadro-Zahl sowieso nicht bis auf die 10. Stelle nach dem Komma genau

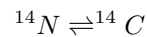
c) Pharao Sneferu

Wenn man davon ausgeht, dass zur Zeit des Fällens des Holzes für des Pharaos Sarg das Verhältnis von ^{14}C zu ^{12}C ebenfalls $1,2 \cdot 10^{-12}$ betrug, so kann man Formel 2 verwenden: Nach einer gegebenen Zahl von Minuten t zerfallen noch $\dot{c}(t)$ Teilchen pro Minute. Für $\dot{c}(t_p) = -8,5 \pm 0,2$ ergibt sich: $t_p \in [3849,5; 4238,6]$

Antwort 2 *Das Holz für den Sarg des Pharao wurde vor zwischen 3849,5 und 4238,6 Jahren geschnitten. (Laut WIKIPEDIA regierte Sneferu vor 4621 bis 4597 Jahren)*

d) Auswirkung es Isotopenverhältnisses

Die Isotope stehen in einem Gleichgewicht



Es Zerfällt gleichviel ^{14}C wie auch neues nachgebildet wird. Möglicherweise verschiebt sich dieses Gleichgewicht jedoch, wenn

- in der Erdatmosphäre mehr / weniger ^{14}N vorliegt
- die Intensität der kosmischen Strahlung sich verändert

Auch wenn sich die absolute Menge an gebildetem ^{14}C nicht verändert, so kann sich doch auf jeden Fall das *Verhältnis* zwischen den Beiden Kohlenstoffisotopen, ändern. Wird bspw. mehr ^{12}C durch verschiedene Prozesse in die Atmosphäre geblasen, sinkt der relative Anteil an ^{14}C . Dies kann durch antropogene Prozesse, aber auch natürlich bedingt geschehen.

Ist das Verhältnis der beiden Isotopsorten veränderlich, kann man nicht mehr davon ausgehen, dass zum Todeszeitpunkt des untersuchten Objekts das Isotopenverhältnis gleich war. Um das Alter dann genau zu bestimmen, muss man das genaue Isotopenverhältnis zum Todeszeitpunkt wissen.

Dies könnte sich bspw. bewerkstelligen lassen, wenn man Kohlenstoffproben aus verschiedenen Zeiten sicherstellen kann, von denen man weiß, wann die Objekt gestorben sind. Eine Möglichkeit dazu ist bspw. die *Dendrochronologie*.