



Übungsblatt 12 (zu bearbeiten bis 21.01.2008)

Aufgabe 1: Radioaktiver Zerfall

In welcher Zeit zerfallen 10 % einer Thoriumprobe, wenn die Halbwertszeit $1.4 \cdot 10^{10}$ Jahre beträgt?

Aufgabe 2: Altersbestimmung mit der Radiokarbonmethode (^{14}C -Methode)

Das radioaktive Kohlenstoffisotop ^{14}C wandelt sich mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren durch β -Zerfall in ^{14}N um, wodurch die Menge an ^{14}C in kohlenstoffhaltigen Fossilien mit der Zeit abnimmt. Dieser Effekt wird zur Altersbestimmung mit der so genannten Radiokarbonmethode verwendet.

Das Alter der 1991 in den Ötztaler Alpen gefundenen Gletschermumie Ötzi wurde mit dieser Methode bestimmt. Den Messungen^[1] zufolge war das $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis in den Knochen der Mumie auf 57.59% des ursprünglichen Wertes (d.h., dem $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis in der Luft) abgesunken. Wie alt ist Ötzi?

[1] G. Bonani et al., *AMS C-14 age determination of tissue, bone and grass samples from the Ötztal ice man*, Radiocarbon 36 (1994) 247.

Aufgabe 3: Reaktionen zweiter Ordnung, Partialbruchzerlegung

Eine bimolekulare Reaktion verlaufe nach der Bruttogleichung $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$. Konzentrationen der Reaktionsteilnehmer seien mit den kleinen Buchstaben a , b , c und d gekennzeichnet. Da die Rückreaktion vernachlässigbar langsam ablaufen soll, gilt folgende Geschwindigkeitsgleichung:

$$-\frac{da}{dt} = k \cdot a \cdot b$$

wobei k Geschwindigkeitskonstante der Reaktion ist.

- Die Anfangskonzentrationen seien a_0 , b_0 , c_0 und d_0 mit den Randbedingungen $a_0 \neq b_0$ und $c_0 = d_0 = 0$. Berechnen Sie mit Hilfe der Methode der Partialbruchzerlegung das integrierte Konzentrations-Zeitgesetz.
- Die in Aufgabe a) angegebene Geschwindigkeitsgleichung soll für den Fall gleicher Anfangskonzentrationen ($a_0 = b_0$) integriert werden (die Integration ist für diesen Fall leichter auszuführen). Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem von Aufgabe a) und zeigen Sie, dass für $b_0 \rightarrow a_0$ beide Resultate identisch werden! Hinweis: Benutzen Sie für die letzte Aufgabe die Regel von de l'Hospital!

Aufgabe 4: Auswertung von kinetischen Messungen

Die Abbildung zeigt die Abnahme der Konzentration als Funktion der Zeit für zwei unterschiedliche hypothetische Reaktionen. Bestimmen Sie für beide Reaktionen jeweils die Reaktionsordnung (0., 1. oder 2. Ordnung), die Geschwindigkeitskonstante sowie durch Extrapolation die Anfangskonzentration bei $t = 0$. Die Rückreaktion sei in beiden Fällen vernachlässigbar langsam.

