

### 5. Zerfallsgesetz: $^{14}\text{C}$ -Methode (3 Punkte)

Die  $^{14}\text{C}$ -Methode: Kosmische Strahlung erzeugt in der Erdatmosphäre Neutronen. Diese können mit Stickstoff  $^{14}\text{N}$  zum Kohlenstoffisotop  $^{14}\text{C}$  reagieren. In „toter“ organischer Materie zerfällt die Zahl  $N(t)$  der  $^{14}\text{C}$ -Atome exponentiell:  $N(t) = N(t = 0) \cdot \exp(-t/\tau)$ . Damit kann aus der Aktivität  $dN/dt$  auf das Alter von Fossilien geschlossen werden, wenn man davon ausgeht, dass sich die  $^{14}\text{C}$ -Konzentration der Erdatmosphäre nicht ändert. Ein Baum enthält zu seinen Lebzeiten etwa ein  $^{14}\text{C}$ -Atom je  $7.8 \cdot 10^{11}$   $^{12}\text{C}$ -Atome. Die mittlere Lebensdauer von  $^{14}\text{C}$  beträgt etwa  $\tau = 2.54 \cdot 10^{11}$  s.

- Berechnen Sie die Halbwertszeit  $T_{1/2}$  (die Hälfte der vorhandenen zerfallsfähigen Kerne zerfällt in der Halbwertszeit; Angabe in Jahren) aus der mittleren Lebensdauer.
- Zeigen Sie, dass bei der oben genannten  $^{14}\text{C}$ -Konzentration bei dem Holz lebender Bäume im Mittel etwa 15.2 Zerfälle je Minute je Gramm Kohlenstoff vorkamen.
- Wie alt ist ein Stück Holzkohle, wenn bei ihm statt 15.2 Zerfälle je Minute nur noch 11.8 Zerfälle je Minute und je Gramm Kohlenstoff gemessen werden?

### 6. Altersbestimmung durch radioaktiven Zerfall (2 Punkte)

Bei Fragestellungen zur Entstehung der Erde kann der radioaktive Zerfall von  $^{238}\text{U}$  herangezogen werden.  $^{238}\text{U}$  zerfällt mit einer Halbwertszeit von  $T_{1/2} = 4.5 \cdot 10^9$  Jahren über mehrere Schritte in Pb. Dabei werden nacheinander acht  $\alpha$ -Teilchen emittiert.

- Welche Massenzahl hat das entstehende Pb-Isotop?
- Wieviele Elektronen werden insgesamt emittiert?

### 7. Fehlerrechnung (2 Punkte)

In einem Praktikumsversuch wurde die Schwingungsdauer eines Pendels in zehn aufeinander folgenden Versuchen gemessen. Die Ergebnisse,  $T_i$ , waren: 9.01 s; 9.01 s; 8.98 s; 9.00 s; 9.00 s; 9.01 s; 9.01 s; 9.00 s; 8.98 s; und 9.02 s.

Berechnen Sie (mit  $n = \text{Anzahl der Versuche}$ )

- den Mittelwert

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$$

und die Standardabweichung

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}$$

- den Mittelwert der Standardabweichung  $\sigma_m = \sigma/\sqrt{n}$  und geben Sie den Messwert an.

**8. Vektoraddition (3 Punkte)**

Ein Flugzeug soll in 60 Minuten einen Punkt erreichen, der 300 km nordöstlich von der augenblicklichen Position entfernt ist. Ein aus Norden kommender Wind bläst mit der Geschwindigkeit 55 km/h.

- a) Wie groß ist die Durchschnittsgeschwindigkeit relativ zur Luft, die der Pilot wählen muss (Skizze)?
- b) Wie groß wäre sie bei Windstille?
- c) Unter welchem Winkel zur Nordrichtung ist die Flugrichtung zu wählen?

**9. (2 Punkte)**

Stellen Sie den funktionalen Zusammenhang her und geben Sie jeweils zwei Zahlenbeispiele:

- a) Freier Fall mit  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ; wie hängt die Aufprallgeschwindigkeit von der Starthöhe ab?
- b) Abbremsen eines PKWs mit der konstanten „Beschleunigung“  $a = -8 \text{ m/s}^2$ ; wie hängt der Bremsweg von der Anfangsgeschwindigkeit ab?