

Aufgabenblatt 10, Physik B, 23./25. Juli 2003

1. Wir betrachten den α -Zerfall von ${}_{90}^{232}\text{Th}$.

a) Geben Sie Massenzahl A und Kernladungszahl Z des Tochterkerns an.
Besonders für Chemiker: Welches Element ?

Lösung: ${}_{88}^{228}\text{Ra}$, Radium

b) Das emittierte α -Teilchen hat eine kinetische Energie $E_\alpha = 4.08 \text{ MeV}$.
Wenn ein α -Teilchen dieser Energie zentral auf einen Thorium-Kern zuläuft,
wie nahe kommt es ihm ?

Betrachten Sie α -Teilchen und Th-Kern als Punktladungen.

Denken Sie an Blatt 8, Aufgabe 1: $e^2/(4\pi\epsilon_0) = 1.44 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$.

Lösung: potentielle Energie im Coulombfeld und kinetische Energie des α -
Teilchens gleichsetzen: $e^2/(4\pi\epsilon_0) \cdot 2 \cdot 90/d = E_{KIN} \implies d = 64 \text{ fm}$.

c) Warum schafft es das α -Teilchen, den Atomkern zu verlassen, aber nicht,
von außen in den Kern einzudringen?

Der Kernradius ist $r = r_0 \cdot A^{1/3}$, mit $r_0 = 1.2 \text{ fm}$ ergibt das $r = 7.4 \text{ fm}$.

Lösung: Tunneleffekt nachlesen !

2. In einer Holzkohlenprobe aus einer steinzeitlichen Höhle beobachten Sie eine
 β -Zerfallsrate $N = 3.0$ Zerfälle/min je Gramm Kohlenstoff. Schätzen Sie das
Alter der Probe ab.

Dazu müssen Sie wissen:

In lebenden Organismen kommt ein C^{14} -Atom auf $8 \cdot 10^{11}$ C^{12} -Atome. Die
mittlere Lebensdauer von C^{14} ist $\tau = 8270a$, das entspricht einer Halbwertszeit
von $T_{1/2} = 5730a$.

Die Zerfallsrate ist N_0/τ , wenn N_0 die Zahl der vorhandenen C^{14} -Kerne ist.

Lösung: 1 Gramm Kohlenstoff **in lebendem Material** enthält $6 \cdot 10^{23}/12/8 \cdot$
 $10^{11} = 6 \cdot 10^{10}$ C^{14} -Atome, das entspricht einer Zerfallsrate

$N_0 = 6 \cdot 10^{10}/8270a/5.3 \cdot 10^5 (\text{min}/a) = 14/\text{min}$.

Das Alter der Holzkohle ist dann $t \approx \tau \cdot \ln(N_0/N) \approx 12700a$.