

Ein paar Aufgaben, wie sie an der Prüfung gestellt werden könnten, mit Lösungen.

(Theoriefragen sind keine dabei; davon gibt es zu wenige).

1. Die α -Teilchen, die bei einem ^{226}Ra -Zerfall entstehen, werden in ein magnetisches Feld der Stärke 0.8 T gelenkt, das senkrecht zur Bewegungsrichtung der Teilchen steht. Berechnen Sie den Radius der Kreisbahn, die die Teilchen im B-Feld einnehmen. Die Masse eines α -Teilchens ist $6.6 \cdot 10^{-27}$ kg.

Lösung: Wie der Nuklidkarte zu entnehmen ist, haben diese α -Teilchen eine Energie von 4.7843 MeV. Das entspricht $7.66 \cdot 10^{-13}$ J. ($1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19}$ J, $1 \text{ MeV} = 10^6$ eV). Die Geschwindigkeit der Teilchen lässt sich dann aus der Gleichung

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$$

bestimmen. Man erhält $v = \sqrt{\frac{2E_{\text{kin}}}{m}} = 1.52 \cdot 10^7$ m/s. (Die Geschwindigkeit liegt deutlich unter 10% der Lichtgeschwindigkeit, was die Berechnung mit der klassischen Formel im Nachhinein rechtfertigt). Der Bahnradius lässt sich aus dem Gleichsetzen von Zentripetalkraft und Lorentzkraft berechnen:

$$m \frac{v^2}{r} = qvB$$

$$r = \frac{mv}{qB} = 0.39 \text{ m}$$

Die in dieser Formel benötigte Ladung ist $2e$ ($e = \text{Elementarladung} = 1.602 \cdot 10^{-19}\text{C}$), weil die α -Teilchen ja aus zwei Protonen (je Ladung e) und zwei Neutronen (keine Ladung) bestehen.

2. Welches Endprodukt entsteht (bzw. welche Endprodukte entstehen) beim Zerfall von ^{229}U ?

Lösung: ^{209}Bi . Die Zerfallsreihe ist auf der Rückseite angegeben (Sie ist Teil der Lösung!)

3. Schirmt man γ -Strahlung einer bestimmten Frequenz mit 30 cm Blei ab, werden 90% der Strahlung absorbiert. Wie dick müsste das Blei sein, um 95% der Strahlung zu absorbieren?

Lösung: Gemäss den Vorgaben gilt $I(0.3\text{m}) = 0.1I_0$, d.h. $I_0 \cdot e^{-\mu \cdot 0.3\text{m}} = 0.1I_0$. Wir lösen die Gleichung zunächst nach μ auf:

$$e^{-\mu \cdot 0.3\text{m}} = 0.1$$

$$-\mu \cdot 0.3 \text{ m} = \ln(0.1)$$

$$\mu = -\frac{\ln(0.1)}{0.3 \text{ m}} = 7.675 \text{ m}^{-1}$$

Um 99% der Strahlung abzuschirmen, müsste $I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d} = 0.01I_0$ gelten. Die Auflösung nach d geht gleich wie vorher die Auflösung nach μ und liefert

$$d = -\frac{\ln(0.01)}{\mu} = 0.39 \text{ m}. \text{ Es bräuchte also } 39 \text{ cm Blei.}$$