

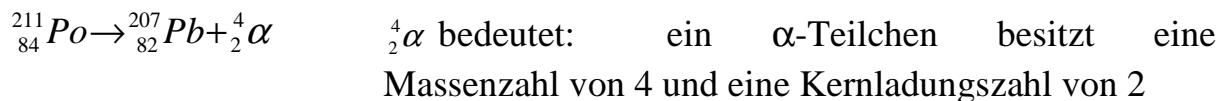
KP4

Marc Hilgenstock

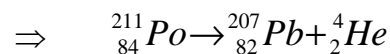
Wie groß ist die Gesamtenergie beim α -Zerfall eines ${}^{211}_{84}\text{Po}$ -Kernes, wenn das α -Teilchen eine kinetische Energie von 7,42 MeV hat?

Anmerkung: Polonium ist ein Tochternuklid des Radium

Reaktionsgleichung beim α -Zerfall: (siehe Skript S.26)



Anmerkung: Kernladungszahl = Ordnungszahl = Protonenzahl



Es gilt: Masse – Protonen = Neutronen $\Rightarrow 207 - 82 = 125$ Neutronen

mit $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ und $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (siehe „Höfling“ S. 994ff)

$m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ daher $m_p = 1836 \cdot m_e \Rightarrow m_e$ vernachlässigbar!!

\Rightarrow Masse Blei: $m_{pb} = 82 \cdot m_p + 125 \cdot m_n$

$$m_{pb} = 82 \cdot 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} + 125 \cdot 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3,465 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

\Rightarrow Masse α -Teilchen: $m_\alpha = 2 \cdot m_p + 2 \cdot m_n$

$$m_\alpha = 2 \cdot 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} + 2 \cdot 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 6,695 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Annahme: Po-Kern in Ruhe $\Rightarrow p_{Po} = 0$ (durch beliebiges Bezugssystem)

Nach **Impulserhaltungssatz** gilt: $p_{pb} = -p_\alpha$

es gilt der **Energieerhaltungssatz**: $E_{Po} = E_{pb} + E_{kin,Pb} + E_\alpha + E_{kin,\alpha}$

umgestellt: $E_{Po} - E_{Pb} - E_{\alpha} = E_{kin,Pb} + E_{kin,\alpha} = \Delta E_{kin,ges}$

allgemein gilt: $E_{kin} = \frac{p^2}{2m}$

Herleitung: $m \cdot v \cdot m \cdot v = m^2 \cdot v^2 \quad / : 2m$

$$\Rightarrow \frac{m^2 \cdot v^2}{2m} = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad / \text{ mit } p = m \cdot v$$

$$\Rightarrow \frac{p^2}{2m} = E_{kin}$$

umgestellt: $\Rightarrow p_{\alpha} = \sqrt{2m \cdot E_{kin,\alpha}}$

geg.: $E_{kin,\alpha} = 7,42 \text{ MeV}$ mit $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (siehe Skript S. 23)

und $W_s = J$; $[J] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow 7,42 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 1,188684 \cdot 10^{-12} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$

eingesetzt: $\Rightarrow p_{\alpha} = \sqrt{2 \cdot 6,695 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 1,188684 \cdot 10^{-12} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}} = 1,262 \cdot 10^{-19} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

wie bereits oben gezeigt gilt nach Impulserhaltung: $p_{Pb} = -p_{\alpha}$

$$\Rightarrow E_{kin,Pb} = \frac{p_{Pb}^2}{2 \cdot m_{Pb}} = \frac{(-p_{\alpha})^2}{2 \cdot m_{Pb}} = \frac{p_{\alpha}^2}{2 \cdot m_{Pb}}$$

eingesetzt: $E_{kin,Pb} = \frac{\left(1,262 \cdot 10^{-19} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 3,465 \cdot 10^{-25} \text{ kg}} = 2,298 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$

Umrechnung auf eV: $2,298 \cdot 10^{-14} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \frac{2,298 \cdot 10^{-14}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 0,1435 \text{ MeV}$

Wie bereits am Ende von Seite 1 gezeigt wurde gilt:

$$\underline{\underline{\Delta E_{kin,ges} = E_{kin,Pb} + E_{kin,\alpha} = 0,1435 \text{ MeV} + 7,42 \text{ MeV} = 7,5635 \text{ MeV}}}$$