

Übung Nr. 10

Diskussionsthema: Fassen Sie für jede der drei häufigsten Zerfallsarten (α -, β - und γ -Emission) zusammen, welche Erhaltungssätze jeweils gelten und welche deren Folgen sind.

Aufgabe 29. α -Zerfall

Ein gg-Kern zerfällt durch α -Emission. Welche $J_{\text{Kern}}^{\text{P}}$ Zustände kann der Tochterkern annehmen?

Aufgabe 30. β -Zerfall

i. Der Kern ${}_{30}^{62}\text{Zn}$ kann sowohl durch e^+ -Emission als auch durch Elektroneneinfang zerfallen. Die maximale kinetische Energie des Positrons sei 0,66 MeV. Wie groß ist die maximale Energie des Neutrinos im β^+ -Zerfall? Wie groß ist die maximale Energie des Neutrinos im Elektroneneinfang? (Rückstoß- und Elektronen-Bindungsenergie dürfen vernachlässigt werden.)

ii. Berechnen Sie die Q -Werte der folgenden β^- -Zerfälle: (a) ${}^{11}\text{Be} \rightarrow {}^{11}\text{B}$, (b) ${}^{65}\text{Ni} \rightarrow {}^{65}\text{Cu}$, und der β^+ -Zerfälle: (c) ${}^{10}\text{C} \rightarrow {}^{10}\text{B}$, (d) ${}^{89}\text{Zr} \rightarrow {}^{89}\text{Y}$.

(Die nötigen Massen bzw. Bindungsenergien der unterschiedlichen Atomkerne können online auf <http://amdc.impcas.ac.cn/evaluation/data2012/ame.html> gefunden werden.)

Aufgabe 31. γ -Zerfall

Der Kern ${}^{43}\text{Ca}$ sei im Zustand mit $J_{\text{Kern}}^{\text{P}} = \frac{3}{2}^-$ angeregt und gehe durch γ -Zerfall in den Grundzustand mit $J_{\text{Kern}}^{\text{P}} = \frac{7}{2}^-$ über, wobei die Anregungsenergie $E^* = 593$ keV beträgt.

i. Welche Multipolaritäten kann die γ -Strahlung haben?

Zur Erinnerung: definitionsgemäß hat „elektrische“ 2^{ℓ_γ} -Multipolarität die Parität $P_\gamma = (-1)^{j_\gamma}$, „magnetische“ 2^{ℓ_γ} -Multipolarität die Parität $P_\gamma = -(-1)^{j_\gamma}$, wobei $\vec{J}_\gamma = \vec{L}_\gamma + \vec{S}_\gamma$ der Gesamtdrehimpuls des Photons ist, während für die Parität des Photons $P_\gamma = -(-1)^{\ell_\gamma}$ gilt.

ii. Welche Wellenlänge hat die emittierte γ -Strahlung?

Aufgabe 32. Langlebiger Isomerzustand

Der Kern ${}_{47}^{108}\text{Ag}$ (Spin und Parität $J_{\text{Kern}}^{\text{P}} = 1^+$) ist β -instabil mit einer Halbwertszeit 2,38 min. Er besitzt einen Isomerzustand (Anregungsenergie $E^* = 109$ keV) mit Spin und Parität 6^+ und einer Halbwertszeit 438 Jahre. Erklären Sie, wieso ein angeregter Zustand eines Kerns mehr stabil als der Grundzustand sein kann.