

Die sog. Berylliumstrahlung

Im Jahr 1932 konnte der britische Physiker James Chadwick erstmals nachweisen, dass die bis dahin unbekannte Strahlung, die beim Beschuss von Beryllium mit α -Teilchen entsteht, aus Neutronen besteht.

- a) Schreiben Sie die vollständige Reaktionsgleichung des oben genannten Prozesses einschließlich aller Ordnungs- und Nukleonenzahlen auf. (1 Punkt)
- b) Die α -Teilchen wurden durch den Zerfall von Polonium ^{210}Po freigesetzt. Schreiben Sie die vollständige Zerfallsgleichung auf und berechnen Sie die maximale kinetische Energie der α -Teilchen (das Po-Atom ruhe vor dem Zerfall).
In 0,0012% aller Zerfälle haben die α -Teilchen eine geringere kinetische Energie. Worin unterscheiden sich in diesem Fall der α -Zerfall vom α -Zerfall mit maximaler kinetischer Energie der α -Teilchen? In welcher zusätzlichen Form wird in diesem Fall Energie frei? Skizzieren Sie das vollständige Termschema des oben beschriebenen Poloniumzerfalls. (7 Punkte)
- c) Nennen Sie den quantenmechanischen Effekt, auf dem der α -Zerfall beruht. Erläutern Sie Ihre Antwort mit einem aussagekräftigen Diagramm des Kernpotentials. Schätzen Sie für das Diagramm sowohl die Breite als auch die Tiefe des Kernpotentials des Poloniums ab, indem Sie annehmen, dass die Nukleonen sich wie ein Fermigas verhalten, wobei für den Fermiwellenvektor gilt:
 $k_F = (3/2 \pi^2 n_K)^{1/3}$, wobei n_K die Kernteilchendichte ist. Beachten Sie bei Ihrer Abschätzung auch die mittlere Bindungsenergie eines Nukleons und nehmen Sie an, dass der Kernradius R mit $R = A^{1/3} R_0$ abgeschätzt werden kann (A Nukleonenzahl, $R_0 = 1,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$). (6 Punkte)
- d) Freie Nukleonen sind instabil. Schreiben Sie die vollständige Zerfallsgleichung auf.
Welche Wechselwirkung ist für den Neutronenzerfall verantwortlich?
Wie heißt das beteiligte Austauschteilchen?
Nennen Sie sechs Erhaltungsgrößen beim Neutronenzerfall. (5 Punkte)
- e) Erläutern Sie, wieso Neutronen ein magnetisches Moment aufweisen, obwohl sie elektrisch neutral sind. (1 Punkt)

Hinweis: Atommassen: ^{210}Po : 209,98288 u, ^{206}Pb : 205,97447 u