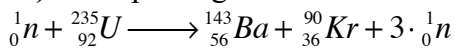


Institut f. Angewandte Physik
UE Grundlagen der Physik III WS 2019/20

12. Übung am 23. 1. 2020

66) Kernspaltung im Reaktor mit langsamen Neutronen:



Die erzeugten Spaltprodukte Barium-143 und Krypton-90 gehen durch nacheinander ablaufende β^- -Zerfälle in die stabilen Isobare ${}_{60}^{143}\text{Nd}$ bzw. ${}_{40}^{90}\text{Zr}$ über.

a) Geben sie die Zerfallsreihen für ${}_{56}^{143}\text{Ba}$ und ${}_{36}^{90}\text{Kr}$ an.

b) Berechnen sie die insgesamt freiwerdende Reaktionsenergie.

c) Wie groß ist die nach dieser Reaktion ablaufenden Spaltung von 1 kg Uran-235 freiwerdende Energie.

Hinweis: Atom-Massen und Kern-Massen der Isotope siehe:

<http://www.periodensystem-online.de/index.php>

Auch Atom-Massen

<https://www.nist.gov/pml/atomic-weights-and-isotopic-compositions-relative-atomic-masses>

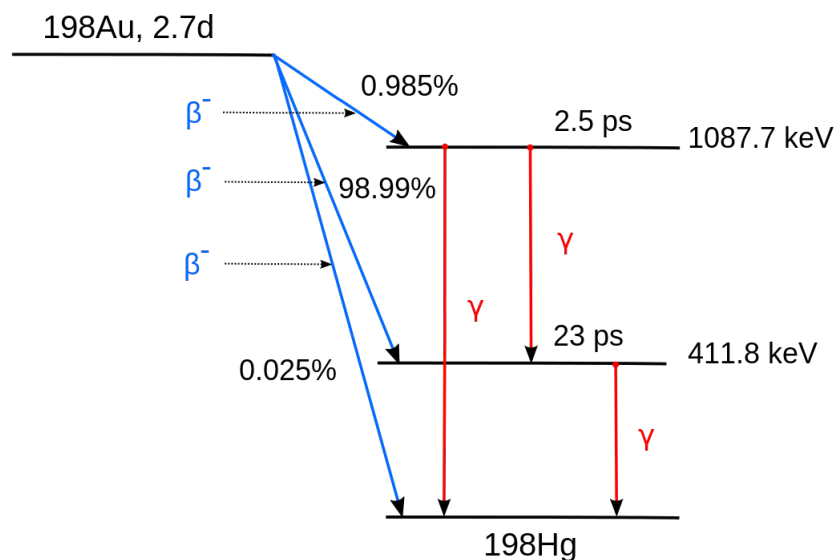
(1 Pkt)

67) Das durch β^- -Zerfall aus ${}^{198}\text{Au}$ entstandene Quecksilberisotop ${}^{198}\text{Hg}$ emittieren beim Übergang von einem angeregten Kernniveau in den Grundzustand γ -Strahlung der Energie $E_\gamma = 411,8$ keV.

a) Wie groß ist die Rückstoßverschiebung der Frequenz des γ -Quants?

b) Vergleichen sie das Resultat mit der natürlichen Linienbreite der γ -Strahlung infolge der Halbwertszeit des angeregten Kernniveaus von $t_{1/2} = 23$ ps.

(1 Pkt)



(genauer für Gold-198: Halbwertszeit = 2,685 Tage)

68) Die vorliegende Probe eines Uranerzes enthält sowohl $^{235}_{92}\text{U}$ als auch $^{238}_{92}\text{U}$. Eine Analyse zeigt, dass pro Gramm des relevanten Uranisotops 0,80 g von $^{206}_{82}\text{Pb}$ enthalten sind. Sie können annehmen, dass alle in der Zerfallskette dazwischenliegenden Halbwertszeiten vernachlässigt werden können. Zerfallskonstanten: $\lambda(^{235}\text{U}) = 3,08 \cdot 10^{-17} \text{ s}^{-1}$; $\lambda(^{238}\text{U}) = 4,87 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$

- Aus welcher Zerfallsreihe entstammt $^{206}_{82}\text{Pb}$? Wie viele α - und β^- -Zerfallsschritte fanden zwischen Ausgangs- und Endisotop statt?
- Bestimmen sie das Alter des Uranerzes in Jahren.
- Welche Masse an ^{235}U enthält die Probe, wenn sie ursprünglich 3,00 mg enthielt.
- Berechnen sie die Aktivität der Probe bedingt durch den Zerfall von ^{235}U zum Zeitpunkt der Analyse.

(3 Pkte)

69) ^{32}P Radionuklide werden in einem Reaktor mit einer konstanten Rate von $q = 2,7 \cdot 10^9$ Teilchen pro Sekunde durch die Reaktion $^{35}\text{Cl}(n,\alpha)^{32}\text{P}$ erzeugt. Die ^{32}P Radionuklide werden dann wieder durch β^- -Zerfall mit einer Halbwertszeit von $T_{1/2} = 14,26 \text{ d}$ ($\text{d} = \text{Tag}$) vernichtet. Nach welcher Zeitdauer t nach dem Beginn der Erzeugung erreicht die Aktivität dieser Radionuklide die Aktivität $A = 1,0 \cdot 10^9 \text{ Bq}$ (=Becquerel).

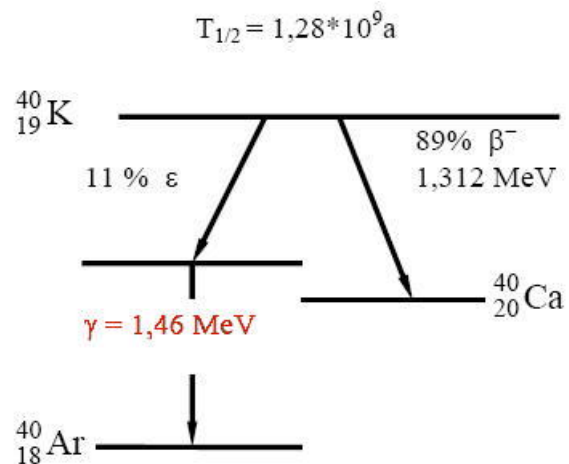
(2 Pkte)

70) Kalium-Argon-Datierung

Zur radiometrischen Altersbestimmung von Gesteinen wird der Zerfall von ^{40}K zu ^{40}Ar verwendet. Erschwerend ist das ^{40}K mit einer Halbwertszeit $T_{1/2} = 1,28 \cdot 10^9$ Jahren zwei Zerfallskanäle hat. In 11% der Fälle zerfällt es durch Elektroneneinfang zu ^{40}Ar und in 89% der Fälle durch β^- -Zerfall zu ^{40}Ca .

Berechnen das Alter des Gesteins t als Funktion von $N_{\text{Ar}}/N_{\text{K}}$ unter der Annahme, dass bei der Entstehung des Gesteins kein Argon vorhanden war.

(1 Pkt)



71) Radiocarbonatierung: ^{14}C ist ein β^- -Strahler mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahre. Die spezifische ^{14}C -Aktivität von Kohlenstoff natürlicher lebender Gewebe beträgt $0,255 \text{ Bq/g}$. Die 1947 entdeckten Tonkrugfunde mit Schriftrollen in Höhlen bei Qumran wollten einige Archäologen ins 9. Jh. n. Chr. datieren. Für das Buch des Propheten Jesaja (700 v. Chr.) ergab die Messung einer Probe von 2 g Kohlenstoff Ende Juni 1952 eine Aktivität von $0,404 \text{ Bq}$.

- Berechnen Sie den Zeitpunkt des Absterbens des organischen Materials.
- Berechnen Sie die Anzahl der ^{14}C -Atome in der 2 g schweren Probe zum Zeitpunkt der Messung und zum Zeitpunkt des Absterbens des organischen Materials.
- Berechnen Sie das Isotopenverhältnis $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ in lebendem Gewebe.

(2 Pkte)