Angelo Brade, Dominik Wawrzinek Σ 24

Nr. 1 Σ 3

1.)

$x := {}^{235}U \qquad y := {}^{238}U$

Gegeben: $\frac{x}{y} = \frac{1}{138} \qquad N_{0,x} = N_{0,y} = N_0 \qquad T_{1/2}(x) = 7{,}5 \cdot 10^8 a \qquad T_{1/2}(y) = 4{,}5 \cdot 10^9 a$

$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \qquad \lambda = \frac{Ln(2)}{T_{1/2}}$

$N(t)_x = \frac{1}{138} N(t)_y$

$\Leftrightarrow N_0 \cdot e^{-\lambda_x t} = \frac{1}{138} N_0 \cdot e^{-\lambda_y t} \qquad | : N_0 \qquad | Ln()$

$\Leftrightarrow -\lambda_x t = Ln(\frac{1}{138}) - \lambda_y t \qquad | + \lambda_y t$

$\Leftrightarrow (-\lambda_x + \lambda_y) t = Ln(\frac{1}{138}) \qquad | : (-\lambda_x + \lambda_y)$

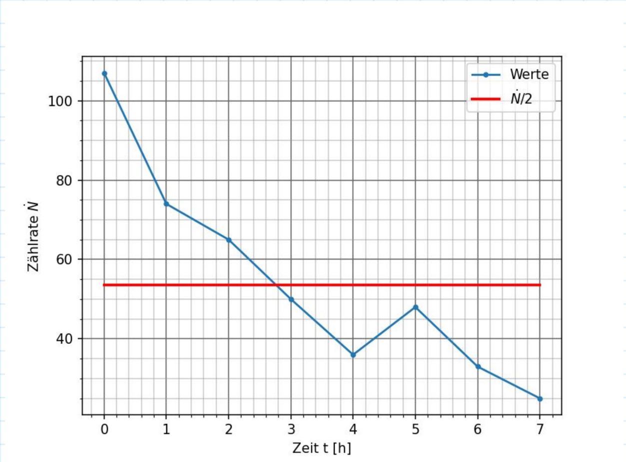
$\Leftrightarrow t = Ln(\frac{1}{138}) / (-\frac{Ln(2)}{T_{1/2,x}} + \frac{Ln(2)}{T_{1/2,y}})$ ✓ 2/2

$t \approx 6{,}4 \cdot 10^9 a$

2.)

Gegeben: $\dot{N} = \frac{dN}{dt} = [107, 74, 65, 50, 36, 48, 33, 25] \qquad t[h] = [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]$

Da die Zählrate sich proportional zur Teilchenzahl verhält, sollte die Zeit in welcher sich die Zählrate um ein drittel verringert hat der Halbwertszeit entsprechen. Somit lässt sich aus der graphischen Auftragung von $\dot{N}$ gegen t ablesen:



grob o.k. aber zu ungenau!

$N(t) \sim C e^{-\lambda t}$

$\Delta N = \sqrt{N}$ Zählraten Poissonvert.

$\Rightarrow T_{1/2} \approx 2{,}75 h$ $\approx 3.6h \pm 0.4h$

Da keine Fehler angegeben sind lässt sich nichts zur Verträglichkeit der Datenpunkte bezüglich dieser sagen, allerdings lässt sich wie erwartet ein abnehmender Verlauf der Zerfallsrate erkennen, wobei der Messpunkt bei 5h höher liegt als derjenige zuvor, was nicht der Erwartung entspricht.

1/5

Nr. 2 Σ 3

1.)

Für beide Isotope erwartet man einen β-Zerfall, da α-Zerfälle erst bei größeren Nukleonenzahlen auftreten.

Für ^{22}Na erwartet man einen β^+-Zerfall zu ^{22}Ne, da dieses eine etwas kleinere Masse von $M(^{22}Ne) \approx 21{,}991\,u$ besitzt. ($M(^{22}Na) \approx 21{,}994\,u$) +2me!?

Für ^{24}Na hingegen erwartet man einen β^--Zerfall zu ^{24}Mg, allerdings aus demselben Grund. ($M(^{24}Mg) \approx 23{,}985\,u$, $M(^{24}Na) \approx 23{,}991\,u$)

beides uu. Kerne => N-Mangel, Überschuss

3/4

2.)

Die Masse von ^7Li ist mit $M(^7Li) \approx 7{,}0160\,u$ nur $9 \cdot 10^{-4}\,u$ kleiner als die von ^7Be mit $M(^7Be) \approx 7{,}0169\,u$. Durch das Entfernen der 4 Elektronen von ^7Be würde seine Masse kleiner als die von ^7Li werden und es hätte keinen Grund mehr zu diesem zu zerfallen.

Nach diesem Argument geht das auch vorher schon nicht richtig

[Quelle für Massen: Meng Wang et al 2021 Chinese Phys. C45 030003]

= EC
=> EC geht nicht ohne ē

0/2

Nr. 3 (S. 113 Folien) Σ 8

1.) Fermi-erlaubt

2.) Zweifach verboten

3.) Gamow-Teller-erlaubt

4.) Gamow-Teller-erlaubt

Nr. 4 Σ 3

Gegeben: $T_{max} = 0{,}9\,MeV$

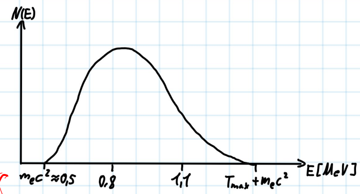
1.)

Ohne Neutrino würde man eine monoenergetische $E(e^-)$-Linie erwarten, anstatt dem tatsächlichen kontinuierlichen Energiespektrum. und wo?

0.5/1

2.)

Gesamtenergie des Elektrons:



2/2

3.)

Die maximale Neutrinoenergie ist so groß wie der Massendefekt der am Zerfall beteiligten Teilchen.

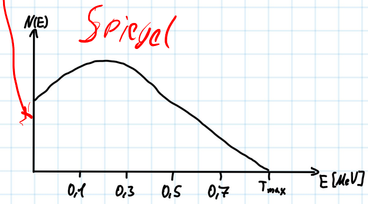
und wie groß ist der hier?

0.5/1

4.)

Kinetische Energie des Neutrinos:

Spiegel

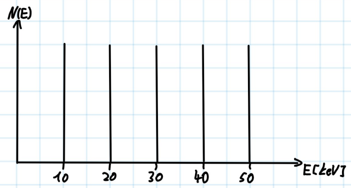


f

0/1

5.)

Kinetische Energie des Neutrinos:



E_B^{Atom} soll vernachlässigt werden, 0

Es handelt sich nurnoch um einen 2 Teilchen Zerfall und die Energie des Neutrinos ist diskret, da sie abhängig von der Schale ist aus welcher das Elektron eingefangen wurde und von dem Energieniveau des möglicherweise angeregten Kerns, weshalb man ein Linienspektrum erhält.

0/2

6.)

Das gesamte Energiespektrum verringert sich um die Ruhemasse des Neutrinos, da nun das Elektron nicht mehr wie zuvor angenommen die gesamte frei werdende Energie aufnehmen kann.

$m_\nu \approx < 1eV$ => nur rechts ändert sich etwas

0/1

Nr. 5

$\Sigma\ 7$

Die 3 Pionen unterscheiden sich nur in der z-Komponente ihres Isospins:

$\pi^0: I=1 \quad , I_3 = 0$

$\pi^+: I=1 \quad , I_3 = 1$

$\pi^-: I=1 \quad , I_3 = -1$

$3 = I(I+1) \Rightarrow I = 1$

1/2

2.)

$$\text{z}: \frac{\sigma(p+p \to d+\pi^+)}{\sigma(p+n \to d+\pi^0)} = \frac{2}{1}$$

Deuteron

Isospinerhaltung bei starker WW:

$$\begin{array}{c|cccc} & p & + p & \to d & + \pi^+ \\ I & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 1 \\ I_3 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 1 \end{array} \qquad \begin{array}{c|cccc} & p & + n & \to d & + \pi^0 \\ I & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 1 \\ I_3 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 & 0 \end{array}$$

$\underbrace{\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}}_{|1,1\rangle}$ ($I\ I_3$), $\underbrace{0\ 1}_{|1,1\rangle}$ $\qquad$ $\underbrace{\frac{1}{2}\ -\frac{1}{2}}_{|1,0\rangle}$, $\underbrace{0\ 0}_{|1,0\rangle}$

$$\sigma(p+p \to d+\pi^+) \sim |M_{fi}(pp \to d+\pi^+)|^2 \sim |\langle 1,1 || \tfrac{1}{2},\tfrac{1}{2}\rangle |\tfrac{1}{2},\tfrac{1}{2}\rangle|^2 \qquad ||\tfrac{1}{2},\tfrac{1}{2}\rangle|\tfrac{1}{2},\tfrac{1}{2}\rangle = \overbrace{|1,1\rangle}^{CG}$$

$$= |\langle 1,1|1,1\rangle|^2$$

$$= 1$$

$$\sigma(p+n \to d+\pi^0) \sim |M_{fi}(pn \to d+\pi^0)|^2 \sim |\langle 1,0 || \tfrac{1}{2},\tfrac{1}{2}\rangle |\tfrac{1}{2},-\tfrac{1}{2}\rangle|^2 \qquad ||\tfrac{1}{2},\tfrac{1}{2}\rangle|\tfrac{1}{2},-\tfrac{1}{2}\rangle = \sqrt{\tfrac{1}{2}}|1,0\rangle + \sqrt{\tfrac{1}{2}}|0,0\rangle$$

$$= |\langle 1,1|[\sqrt{\tfrac{1}{2}}|1,0\rangle + \sqrt{\tfrac{1}{2}}|0,0\rangle]|^2$$

$$= (\sqrt{\tfrac{1}{2}})^2 = \tfrac{1}{2}$$

6/6

$$\Rightarrow \frac{\sigma(p+p \to d+\pi^+)}{\sigma(p+n \to d+\pi^0)} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{2}{1} \quad \square$$

3.)

Parität von π^+, π^-: -

0/3