

Volumen

$$V_{\text{Kern}} = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

Radius eines Nukleons: $12 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
 \downarrow
 $\sqrt[3]{\frac{4}{3} \pi V}$ → Massenzahl: $p + n$

Dichte

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rightarrow 1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Einheit: } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Element

Massenzahl → 238

U oder U-238

Ordnungszahl 92

Massenzahl

Energieerhaltung

- kein Energieverbrauch
- Bewegungsenergie
- Lageenergie
- Wärmeenergie
- $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Radioaktiver Zerfall

Kern sendet geladene Teilchen ab → Ordnungszahl ändert sich = Atom zerfällt

Begriffe

Atom

positives Kern, negative Hülle
Masse im Kern, Kern 100'000 mal kleiner als Atom

Atomkern

Aus Protonen und Neutronen

Nukleon

Überbegriff für Proton und Neutron

Proton

positiv geladen, 2 up Quarks

und 1 down Quark, Masse 1u

Neutron

ungeladen, 1 up Quark und

2 down Quarks

Quark

6 verschiedene, Nukleonen

immer 3 Quarks

Nuklid

bestimmten Atomkern / Atom, je

nach Kontext

Isotop

verschiedene Atome, aber gleiches

Element (unterschiedlich viele

Neutronen)

Ordnungszahl Z

Anzahl Protonen

Massenzahl A

Anzahl Nukleonen ($p + n$)

Aktivität (mit Halbwertszeit)

$$A = \frac{\ln 2 \cdot N}{T_{1/2}} \quad N = \frac{m}{\text{unt}} \quad \text{in kg angegeben}$$

C-14 Methode

1. Schritt:

$$x = \frac{\ln b}{\ln 2} \quad b = \frac{n_0}{n} \quad 1.2 \cdot 10^{-12} \quad \text{relative Häufigkeit von C-14}$$

2. Schritt:

$$x = \frac{t}{T_{1/2}}$$

$$t = x \cdot T_{1/2}$$

das Alter in Jahren

Zählrate

$$Z = \frac{\Delta Z}{\Delta t} \quad \text{Teilechen / Zeitspanne}$$

Halbwertszeit

- Zeitspanne nach der 50% der Nuklide zerfallen sind
- Einzelnes Nuklid: Mass für Zerfallswahrscheinlichkeit
- $\hookrightarrow T_{1/2} = 50\%$

Anzahl noch nicht zerfallener Kerne

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad \begin{matrix} N_0 & \text{Startanzahl Kerne} \\ n & \text{Anzahl Halbwertszeiten} \end{matrix}$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}}$$

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}}$$

Aktivität

$$A = \frac{\Delta N}{\Delta t} \quad \begin{matrix} \Delta N & \text{Anzahl zerfallene} \\ \Delta t & \text{Zeitspanne} \end{matrix}$$

oder

$$A = \frac{A_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}}$$

} gleich wie N, aber mit A weil proportional

Zusammenfassung

Montag, 16. Mai 2022 12:35

Volumen

$$V_{\text{Kern}} = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

Radius eines Nukleons: $12 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

Massenzahl: $p^+ + n$

Dichte

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rightarrow 1 \text{ u} = 1.6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Einheit: } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Element

Massenzahl $\rightarrow 238$

Ordnungszahl 92 U oder $\text{U}-238$

Massenzahl

Energieerhaltung

- kein Energieverbrauch
- Bewegungsenergie
- Lageenergie
- Wärmeenergie
- $1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Radioaktiver Zerfall

Kern sendet geladene Teilchen ab \rightarrow Ordnungszahl ändert sich = Atom zerfällt

2

Begriffe

Atom	positiver Kern, negative Hülle Masse im Kern, Kern 100'000 mal kleiner als Atom
Atomkern	Aus Protonen und Neutronen
Nukleon	Überbegriff für Proton und Neutron
Proton	positiv geladen, 2-up Quarks und 1-down Quark, Masse 1u
Neutron	un geladen, 1-up Quark und 2-down Quarks
Quark	6 verschiedene, Nukleonen immer 3 Quarks
Nuklid	bestimmten Atomkern/Atom, je nach Kontext
Isotop	verschiedene Atome, aber gleiches Element (unterschiedlich viele Neutronen)
Ordnungszahl Z	Anzahl Protonen
Massenzahl A	Anzahl Nukleonen ($p^+ + n$)

1

Aktivität (mit Halbwertszeit)

$$A = \frac{\ln 2 \cdot N}{T_{1/2}} \quad \text{Anzahl Nuklide} \quad N = \frac{m}{\text{unt}} \quad \begin{matrix} \text{in kg angegeben} \\ \text{in kg angegeben} \end{matrix}$$

C-14 Methode

1. Schritt:

$$x = \frac{\ln b}{\ln 2} \quad b = \frac{n_0}{h} \quad \begin{matrix} 1.2 \cdot 10^{-12} \\ \text{relative Häufigkeit von C-14} \end{matrix}$$

2. Schritt:

$$x = \frac{t}{T_{1/2}}$$

$$t = x \cdot T_{1/2}$$

das Alter in Jahren

Zählrate

$$Z = \frac{\Delta Z}{\Delta t} \quad \begin{matrix} \text{Teilchen} \\ \text{Zeitspanne} \end{matrix}$$

Halbwertszeit

- Zeitspanne nach der 50% der Nuklide zerfallen sind

- Einzelnes Nuklid: Mass für Zerfallswahrscheinlichkeit
 $\rightarrow T_{1/2} = 50\%$

Anzahl noch nicht zerfallener Kerne

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad \begin{matrix} \text{Startanzahl Kerne} \\ \text{Anzahl Halbwertszeiten} \end{matrix}$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \quad \text{Zeit}$$

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}}$$

Aktivität

$$A = \frac{\Delta N}{\Delta t} \quad \begin{matrix} \text{Anzahl zerfällt} \\ \text{Zeitspanne} \end{matrix}$$

oder

$$A = \frac{A_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}} \quad \left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} \text{gleich wie N, aber mit A weil proportional}$$

Uran-Blei-Methode

Uran zerfällt zu Blei

Alter bestimmen: Verhältnis Uran-Blei (nicht Pb-204)

Stabilität Kern

kleine Kerne: Neutronen = Protonen

große Kerne: Neutronen > Protonen

\rightarrow Begründung: Haben mehr Neutronen, weil die vielen Protonen sich gegenseitig abstoßen und so hebt sich das Energieniveau \rightarrow Es braucht mehr Neutronen

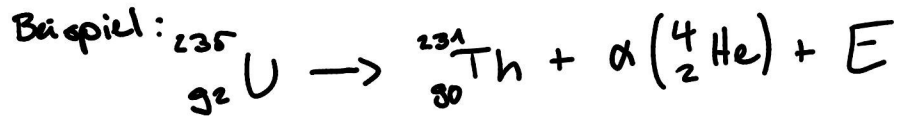
Zerfälle

α -Zerfall

Stößt immer ein α -Teilchen (${}^4_2\text{He}$) aus.

Massenzahl verringert sich um 4

Ordnungszahl um 2
nur in schweren Kernen



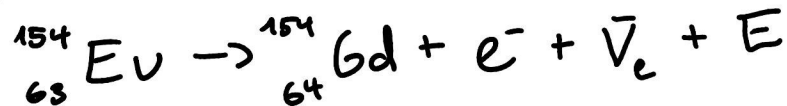
β^- -Zerfall

Kern stößt Elektron ab

OZ erhöht um 1

Neutron verwandelt sich in Proton und Elektron (und Antineutrino)

Beispiel:



β^+ -Zerfall

Proton wird zu Neutron, Positron und Antineutrino

Massenzahl bleibt

OZ sinkt um 1

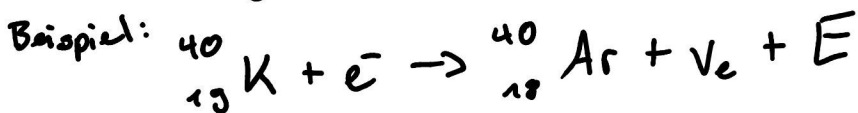
Elektroneneinfang

e^- stößt in den Kern \rightarrow Proton wird zu Neutron und ν_e

OZ sinkt um 1

ME bleibt

nur sehr wenig



Gammazerfall

Tochterkern kann sich in einem angeregten Zustand befinden

Vom angeregten Zustand zum Grundzustand senden sie Photonen (schnelle Lichtteilchen) aus.

Photonen haben sehr viel Energie (bis zu einigen MeV)
Photonen haben keine Masse

Nuklidkarte

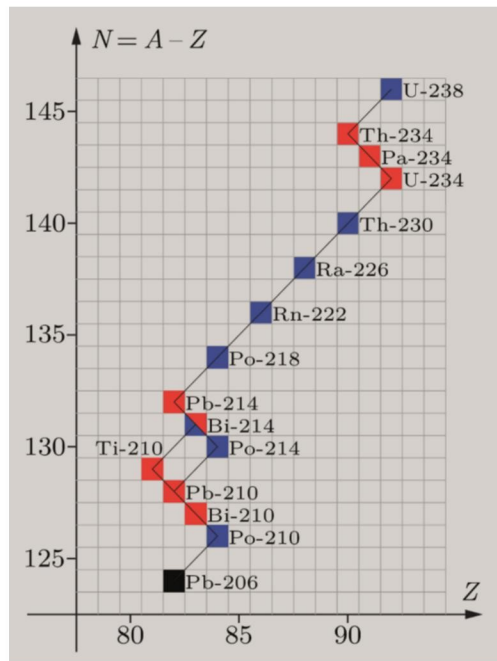
\uparrow - OZ
Neutronenzahl - $N = MZ - OZ$

Zerfallsreihen

radioaktiver Kern \rightarrow radioaktiver Tochterkern

α -Strahler blau

β -Strahler rot



Energiebetrachtung

Kern hat eine geringere Masse, als wenn die Nukleonen einzeln sind \rightarrow Massendefekt Δm

Masse-Energie-Äquivalenz

$$E = mc^2$$

Energie Masse Lichtgeschwindigkeit

$$\Rightarrow E = 931.49 \frac{\text{MeV}}{u} \cdot m$$

Energie, die in 1u steckt Masse

Bindungsenergie

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

Bindungsenergie Massendifferenz / Massendefekt Lichtgeschwindigkeit