

PC 0 Zusatzstunde

Teil Zerfallsarten

Elemente und Isotope

Die Anzahl der Protonen in einem Atom bestimmt das Element und wird Ordnungszahl Z genannt

Die Massenzahl A entspricht der Anzahl an Kernteilchen, also Protonen und Neutronen zusammen

Massenzahl $\#p + \#n \rightarrow A$
Ordnungszahl $\#p \rightarrow Z$

Symbol des Elements $\rightarrow X$
gemittelte Massenzahl $\rightarrow \bar{A}$
Ordnungszahl $\rightarrow Z$

Wasserstoff	2.00
H	1.000000
Lithium	6.94
Uran	141.000000
Beryllium	13.97
Be	4.000000

Nuklide

Massenzahl und Ordnungszahl charakterisieren Nuklide (^{12}C , ^{208}Pb , ^1H , ^2H , ^{238}U)

Isotope

Nuklide mit gleicher Ordnungszahl (gleiches Element), aber unterschiedliche Massenzahl (unterschiedlicher Neutronenzahl).
(Wasserstoffisotope: ^1H , $^2\text{H} = \text{D}$ \Rightarrow Deuterium, $^3\text{H} = \text{T}$ \Rightarrow Tritium)

Sauerstoffisotope: ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O Uranisotope: ^{238}U , ^{235}U)

Ionen

geladene Atome haben eine ungleiche Anzahl an Protonen und Elektronen (Li^+ , N^{3-} , Cl^-)

Vorgehen: bestimmen von Anzahl an Protonen, Elektronen und Neutronen

Anzahl der Protonen entspricht der Ordnungszahl: $\#p^+ = Z$

Anzahl der Neutronen entspricht der Massenzahl minus der Ordnungszahl $\#n = A - Z$

Anzahl der Elektronen entspricht für ungeladene Atome der Anzahl an Protonen $\#e^- = \#p^+$

für geladene Atome der Anzahl an Protonen minus der Ladung $\#e^- = \#p^+ - \text{Ladung}$

Beispiele

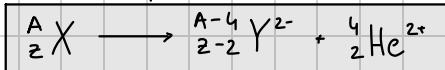
	^1H	^{10}B	^{59}Co	^{89}Y	^2H	$^{13}\text{C}^+$	$^{14}\text{N}^{3-}$
$\#p^+$	1	5	27	39	1	6	7
$\#n$	0	5	32	50	1	7	7
$\#e^-$	1	5	27	39	1	5	10

Radioaktiver Zerfall

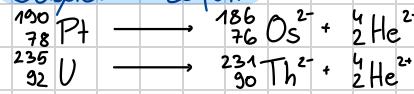
Nicht alle Atome sind stabil, sondern neigen dazu in bestimmten Zerfallsreaktionen in andere Atome/Elemente zu zerfallen (Radioaktivität). Zerfälle können grundsätzlich energetisch stattfinden, wenn die Masse der Mutternuklide (Edukte) grösser als diejenige der Tochternuklide (Produkte) ist (Massendefekt). Die häufigsten Zerfallsarten sind der α , β^- , β^+ , ϵ (Elektroneneinfangen)-Zerfall und die γ -Strahlung.

 α -Zerfall

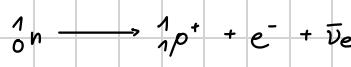
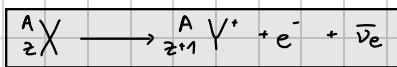
Beim α -Zerfall emittiert ein schweres Mutternuklid spontan einen Heliumatomkern $^4\text{He}^{2+}$ (auch α -Teilchen genannt).



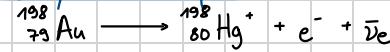
α -Zerfall wird vorrangig bei schweren Isotopen ($A > 145$) beobachtet

Beispiel α -Zerfall β^- -Zerfall

Beim β^- -Zerfall zerfällt ein Neutron n im Atomkern des Mutternuklids in ein Proton p^+ , ein Elektron e^- und ein Anti-Elektron-Neutrino $\bar{\nu}_e$, wobei das Elektron und das Anti-Elektron-Neutrino emittiert werden

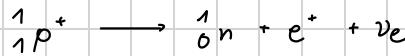
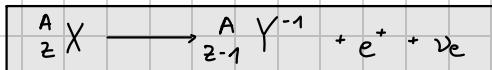


β^- -Zerfall wird vorrangig bei Isotopen mit Neutronenüberschuss beobachtet

Beispiel β^- -Zerfall

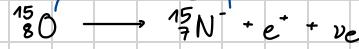
β^+ -Zerfall

Beim β^+ -Zerfall zerfällt ein Proton p^+ im Atomkern des Mutterkerns in ein Neutron n , ein Positron e^+ und ein Elektron-Neutrino ν_e , wobei das Positron und das Elektron-Neutrino emittiert werden



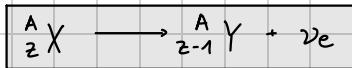
β^+ -Zerfall wird vorrangig bei leichten Isotopen mit Protonenüberschuss beobachtet

Beispiel β^+ -Zerfall



ϵ -Zerfall (Elektroneneinfangen)

Beim ϵ -Zerfall bildet ein Proton p^+ des Kerns zusammen mit einem Elektron e^- aus einer der unteren Schalen des Atoms ein Neutron n mit einem Elektron-Neutrino ν_e .



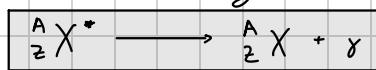
ϵ -Zerfall findet in Konkurrenz zu β^+ -Zerfällen statt

Beispiel ϵ -Zerfall



γ -Strahlung

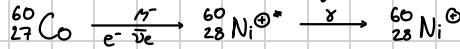
Nach fast allen radioaktiven Zerfällen liegen die Tochterkernide zumeist in einem angeregten Zustand vor, den sie unter Emission von γ -Strahlung wieder verlassen



... Photon

Die angeregten Zustände sind äußerst kurzlebig

Beispiel γ -Strahlung

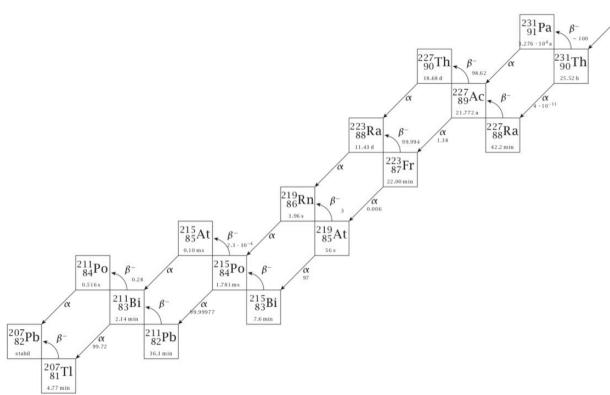


Natürliche Zerfallsreihen

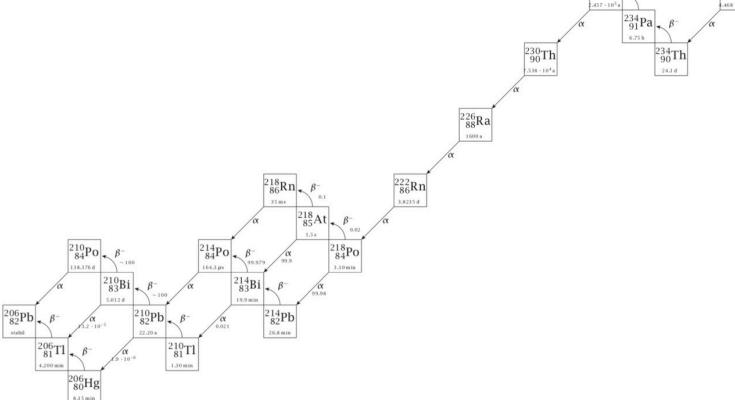
Für Elemente, welche keine stabilen Isotope haben und deswegen stets zerfallen gibt es natürliche Zerfallsreihen

Beispiele (mehr im Anhang des Skripts)

Uran-Actinium-Zerfallsreihe



Uran-Radium-Zerfallsreihe



Nuklidkarten

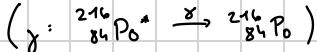
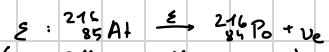
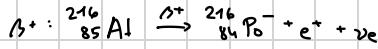
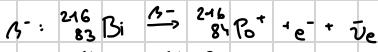
Geben an mit welchem Zerfall ein gegebenes Atom am wahrscheinlichsten zerfällt

Im Skript auf Seite 50 & 51 zu finden

Beispiel (Zerfälle aus der Thorium-Zerfallsreihe)

Im Zuge der Thorium-Zerfallsreihe entsteht unter anderem Polonium $^{216}_{84}\text{Po}$. Dieses zerfällt zügig weiter in Blei $^{212}_{82}\text{Pb}$, dies weiter in Bismuth $^{212}_{83}\text{Bi}$, was sowohl in Thallium $^{208}_{81}\text{Tl}$, als auch in Polonium $^{212}_{84}\text{Po}$ zerfallen, welche anschliessend beide in das stabile Bleisotop $^{208}_{82}\text{Pb}$ zerfallen.

a) Was sind mögliche Vorgängernuklide von $^{216}_{84}\text{Po}$?



b) Welche Zerfallsmöglichkeit ist am wahrscheinlichsten?

sehr große Massenzahl A $\Rightarrow \alpha$ -Zerfall

c) Gib alle beschriebenen Zerfallsgleichungen mit entsprechender Zerfallsart an

