

5ème Partie : Radioaktivität

1) Atomkern= Nukleid

Ein Nukleid besteht aus Nukleonen: Z Protonen (Ladung +e) und N Neutronen (Ladung null).

Symbol: A_ZX

Z = Protonenzahl = Ordnungszahl bestimmt auch das Symbol für das Element X

A = Masse Zahl = Z + N

Baukasten: http://chimie.ostralo.net/entites_chimiques/

Beispiele:

${}^4_2\text{He}$ mit 4 Nukleonen: 2 Protone und $4 - 2 = 2$ Neutrone

${}^{238}_{92}\text{U}$ mit 238 Nukleonen: 92 Protonen und $238 - 92 = 146$ Neutrone

Jeder Atomkern hat eine bestimmte Nuklearmasse: <http://www.periodensystem-online.de>

Diese Masse ist etwas kleiner als die Summe der „Bauteile“ ergibt. Diese „fehlende“ Masse ergibt die Bindungsenergie.

Beispiel berechnen wir die Masse eines Heliumkerns auf 2 Methoden:

Masse der Bauteile	Masse des Atoms - Elektronen
$2m_p = 2.0146 \text{ u}$	Atommasse = 4.0026 u
$2m_n = 2.0174 \text{ u}$	$-2m_e = -0.0011 \text{ u}$
total: 4.0320 u	total: 4.0015 u

Also ist die Masse des gebildeten Kerns niedriger als die Masse der enthaltenen Nukleonen. Für

${}^4_2\text{He}$, beträgt der Massendefekt $\Delta m = 4.0320 - 4.0015 = 0.0305 \text{ u}$

Nach Einstein, muss die fehlende Masse in Form von Energie freigesetzt werden.

$$E = \Delta mc^2$$

Berechne in J und in MegaElektronVolt=MeV. $1\text{MeV} = 1,602 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

Tabelle: Mit Massen und Energieäquivalenzen.

	1 u atomare Masseneinheit	Neutron	Proton	Elektron
Ladung(C)		0	$e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$	-e
Masse (kg)	$1,6605 \cdot 10^{-27}$	$1,674 \cdot 10^{-27}$	$1,672 \cdot 10^{-27}$	$9,109 \cdot 10^{-31}$
Masse (in u)	1	1,008 665	1,007 276	0,000 548 6
$E=mc^2$ (MeV)	931,5	939,6	938,3	0,511

2) Ursprung der Radioaktivität

Radioaktivität ist die Erscheinung bei einer Reihe von Nukliden (=Atomkernen), sich von selbst, ohne äußere Einwirkung, umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung abzugeben. Diese Strahlung wird als radioaktive Strahlung bezeichnet und kann Alphastrahlung, Betastrahlung oder Gammastrahlung sein.

Natürliche Radioaktivität

Die natürliche Radioaktivität wurde 1896 von dem französischen Physiker HENRI BECQUEREL (1852-1908) am Uran entdeckt. Sie wurde zunächst als Becquerel-Strahlung bezeichnet. 1898 fanden MARIE CURIE (1867-1934) und ihr Ehemann PIERRE CURIE (1859-1906) 2 weitere radioaktiven Elemente Polonium und Radium. Sie führten auch den Begriff Radioaktivität und radioaktive Strahlung in die Wissenschaft ein.

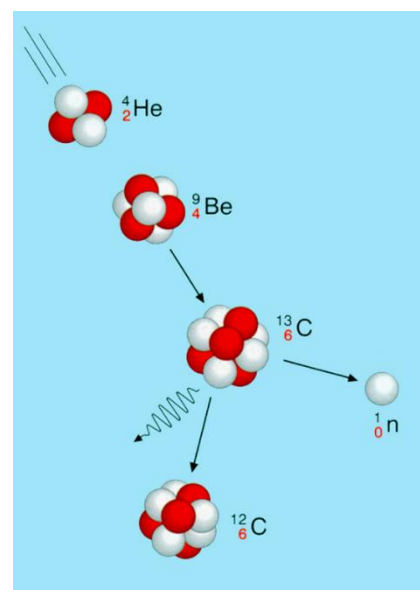
Heute sind ca. 50 verschiedene natürliche Radionuklide, sprich Atomkerne, die natürlich instabil sind, bekannt. Mit wenigen Ausnahmen, z. B. Kohlenstoff-14, sind es Atomkerne von schweren Elementen, also von Elementen mit Ordnungszahlen zwischen 81 (Thallium) und 92 (Uran). Oberhalb der Ordnungszahl 83 (Bismut) zeigen alle in der Natur vorkommenden Atomkerne Radioaktivität und lassen sich in vier Zerfallsreihen einordnen. Die Isotope, die am Anfang dieser [natürlichen Zerfallsreihen](#) stehen, sind in Sternener Explosionen vor Milliarden Jahren entstanden. Sie sind seit der Geburt der Erde vor 4,5 Milliarden Jahren auf unserem Planeten.

Künstliche Radioaktivität

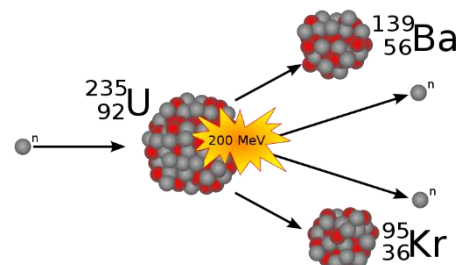
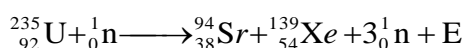
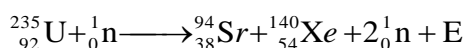
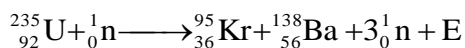
Es ist auch möglich, Radionuklide durch Bestrahlung von Atomkernen mit Teilchen (z. B. Neutronen, Protonen, Alphateilchen) zu erzeugen.

Beispiel: Bei Bestrahlung von Beryllium mit doppelt positiv geladenen Heliumkernen (Alphastrahlung) entsteht ein Kohlenstoff-13 Isotop. Es zerfällt unter Abgabe eines Neutrons und von Gammastrahlung.

Erstelle die Reaktionsgleichungen:



Die meiste künstliche Radioaktivität entsteht bei der [Kernspaltung](#). Das U235 wird durch ein Neutron in 2 kleinere Atomkerne gespalten. Neben der erwünschten Energie entstehen so radioaktive Spaltprodukte.



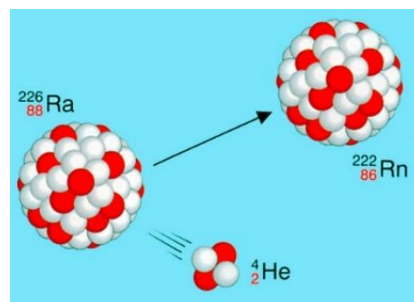
Erstelle die Reaktionsgleichung für die abgebildete Spaltung und suche die Eigenschaften (Radioaktivität, Masse) der entstandenen Nuklide mit dem online Periodensystem.

3) Arten von Strahlung

Alphastrahlung

Alphastrahlung ist eine Teilchenstrahlung. Es handelt sich bei Alphateilchen um doppelt positiv geladene Heliumkerne.

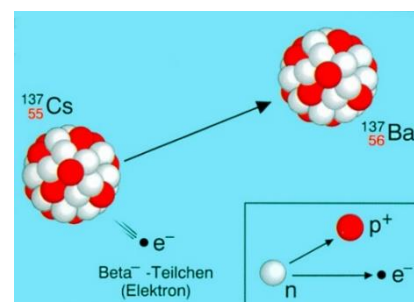
Schreibe die Reaktionsgleichung für den im Bild angegebenen α Zerfall.



Betastrahlung

Betastrahlung ist ebenfalls eine Teilchenstrahlung. Es handelt sich dabei meist um Elektronen (β^- Strahlung) oder Positronen (β^+ Strahlung).

Schreibe die Reaktionsgleichung für den im Bild angegebenen β^- Zerfall.

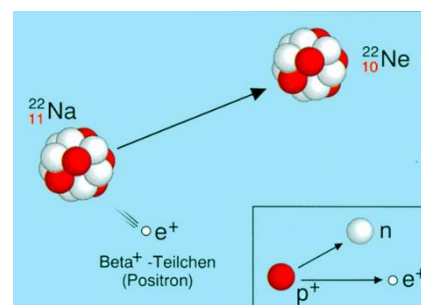


Bem: Das freiwerdende Elektron stammt nicht aus der Atomhülle, sondern ein Neutron im Atomkern wandelt sich in ein Proton und ein Elektron um.

Positronen haben die gleiche winzige Masse wie Elektronen aber mit positiver Ladung.

Positron = Antiteilchen von Elektron.

Schreibe die Reaktionsgleichung für den im Bild angegebenen β^+ Zerfall.

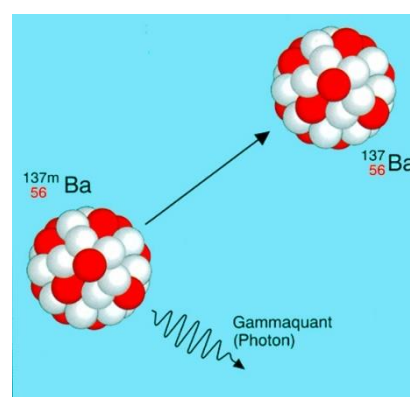


Bem: Das Positron entsteht, wenn sich im Kern ein Proton in ein Neutron und ein Positron umwandelt.

Gammastrahlung

Gammastrahlung ist eine elektromagnetische Strahlung kurzer Wellenlänge. Die Wellenlänge ist kleiner als 10^{-10}m , die Frequenz größer als $3 \cdot 10^{18}\text{Hz}$. Damit liegt diese Strahlung am kurzwelligsten energiereichsten Ende des Spektrums elektromagnetischer Wellen.

Schreibe die Reaktionsgleichung für den im Bild angegebenen γ Zerfall.

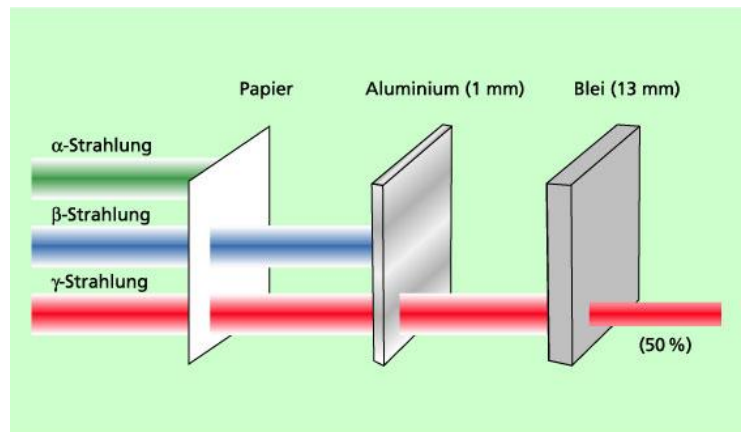


Der Kern verändert seine Zusammensetzung nicht sondern gelangt nur von einem energiereicheren (m =metastabilen) Übergangszustand in einen energetisch niedrigeren stabileren Zustand. Die Gammastrahlung erfolgt fast immer zusätzlich nach der Absendung eines α oder β Teilchens, wenn der umgewandelte Atomkern überschüssige Energie als γ -Photon abgibt. Das ist vergleichbar mit der Aussendung von Licht, wo sich der energetische Zustand von Elektronen in der Hülle (in dem Fall nicht im Kern) ändert.

Alle radioaktiven Zerfälle passieren zufällig mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit. Als Halbwertszeit bezeichnet man die Zeit nach der 50% der anfangs vorhandenen radioaktiven Kerne zerfallen sind und ihre Strahlung abgegeben haben. Allerdings können die entstandenen Folgeatome auch wiederum radioaktiv sein (Zerfallsreihen).

4) Wirkung und Ausbreitung

Radioaktive Strahlung hat die Eigenschaft, dass sie Materie ionisieren kann. Sprich sie reißt Elektronen aus der Atomhülle. Dabei ist zwischen Alphastrahlung, Betastrahlung und Gammastrahlung zu differenzieren. Alphateilchen interagieren am meisten, dann Beta und zuletzt Gamma. Umgekehrt ist die Reichweite desto grösser je weniger die Strahlung auf die Materie wirkt.



Radioaktives Material muss immer ausreichend abgeschirmt werden. Die Gefahr besteht, dass durch die Strahlung Elektronen aus wichtigen chemische Bindungen herausgestoßen werden. Wenn Moleküle von biologisch wichtigem Zellstrukturen (ADN usw) betroffen sind, kann Krebs entstehen, Erbgut mutieren oder die Zelle ganz absterben. Bis zu einem gewissen Grad schützen die Reparaturmechanismen der Zellen unseren Körper vor der natürlichen Strahlung. Wichtig ist auch, dass die Atmosphäre und das Erdmagnetfeld den größten Teil der kosmischen Strahlung abschirmen.

Im Geiger Müller Zähler nutzt man die ionisierende Wirkung um die Entladungen zu zählen. Es wird immer nur ein Teil der Strahlung tatsächlich erfasst. Die Aktivität eines radioaktiven Präparats wird in Bequerel (Bq) = Zerfälle pro Sekunde angegeben. Der Zähler gibt proportional dazu die Impulse pro Sekunde (Ips) oder pro Minute (Ipm) an.

