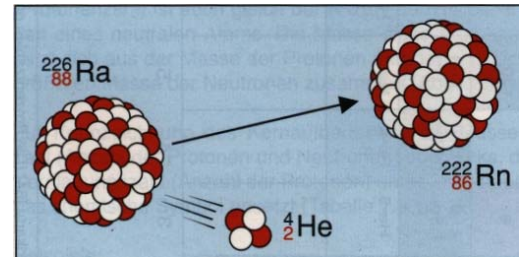


RADIOAKTIVE ZERFÄLLE / ZERFALLSREIHEN

Alpha-Zerfall

Die beim radioaktiven Zerfall von Atomkernen ausgesandten Heliumkerne (2 Protonen, 2 Neutronen) werden Alphastrahlen genannt. Die Geschwindigkeit der austretenden Alphateilchen beträgt etwa 15 000 km/s.

Der Kern des Radium-226 hat 88 Protonen und 138 Neutronen. Seine Kernladungszahl beträgt demnach 88, seine Massenzahl 226. Der Kern ist nicht stabil, da die Kernkräfte die abstoßenden Kräfte der Protonen untereinander nicht vollständig aufheben können. Der Kern hat deshalb das Bestreben, in einen stabileren Zustand überzugehen.



Das geschieht in mehreren Stufen, von denen hier nur eine dargestellt ist. Der Kern schleudert einen Heliumkern heraus, wodurch die Kernladungszahl um 2, die Massezahl um 4 sinkt. Es entsteht das neue Element Radon (Rn). Dieser Vorgang wird durch folgende **Kernreaktionsgleichung** beschrieben:



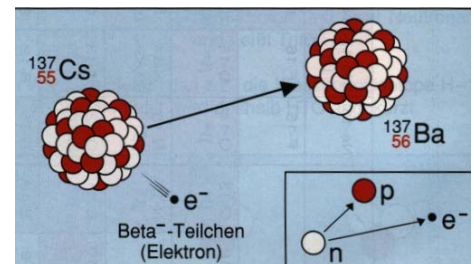
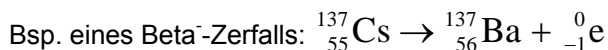
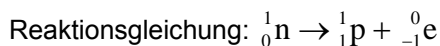
In der Gleichung wird links vom Reaktionspfeil der Kernaufbau des Ausgangsatoms, rechts davon das Ergebnis des Zerfalls geschrieben. Dabei müssen auf beiden Seiten die Summe der Kernladungszahlen ($86 + 2 = 88$) und die Summe der Massenzahl ($222 + 4 = 226$) übereinstimmen. Das beim Zerfall entstandene Radon-222 ist ebenfalls radioaktiv und zerfällt weiter.

Das entstandene Radon gibt zwei Hüllelektronen an die Umgebung ab. Die ausgesandten Alphateilchen nehmen aus der Umgebung zwei Elektronen auf, wodurch Heliumatome entstehen.

Beta-Zerfall

Beim Betazerfall wird aus dem Kern eines Radionuklids ein Elektron abgegeben. Seine Geschwindigkeit kann zwischen Null und nahezu Lichtgeschwindigkeit liegen. Diese Elektronen bilden dann Betastrahlen.

Das Elektron entsteht, wenn sich im Kern ein Neutron in ein Proton und ein Elektron umwandelt.

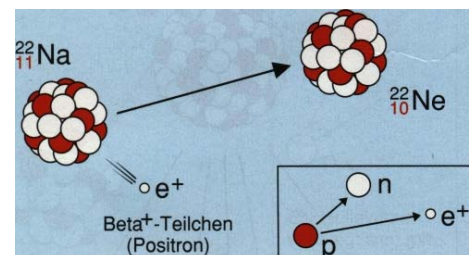
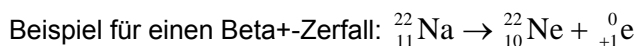
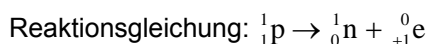


Cäsium-137 wandelt sich unter Aussenden eines Elektrons in Barium-137 um.

Da die Elektronen je eine negative Elementarladung tragen, werden die Strahlen auch als Beta⁻-Strahlen bezeichnet.

Da nach dem Aussenden eines Betateilchens der Kern ein Proton mehr besitzt, muß auch die Kernladungszahl des neu entstandenen Elements um eins höher liegen. Die Zahl der Kernteilchen hat sich jedoch insgesamt nicht verändert, wodurch die ursprüngliche Massenzahl erhalten bleibt.

Bei natürlichen und künstlich hergestellten Radionukliden tritt eine Strahlung auf, bei der Teilchen von der Masse eines Elektrons aber mit einer positiven Ladung ausgeschleudert werden. Es sind Positronen. Die Strahlung wird deshalb **Positronenstrahlung** genannt. Das Positron entsteht im Kern, wenn sich ein Neutron in ein Proton und ein Positron umwandelt.



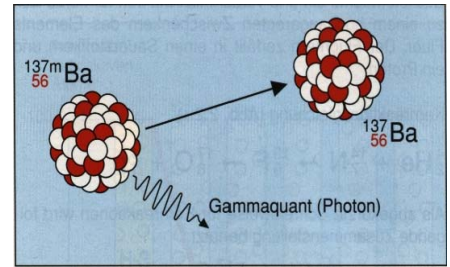
Natrium-22 wandelt sich unter Aussenden eines Positrons in Neon-22 um.

Beim Beta⁺-Zerfall nimmt die Kernladungszahl um eine Einheit ab, während sich die Massenzahl nicht verändert.

Gammastrahlen

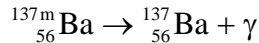
Bei den Kernumwandlungen kann eine energiereiche Wellenstrahlung vorkommen. Sie hat die gleiche Natur wie das sichtbare Licht, sie ist nur energiereicher als dieses (kürzere Wellenlänge) und heißt Gammastrahlung. Abgesehen von der Art des Entstehens ist sie praktisch identisch mit der Röntgenstrahlung. Die Gammastrahlung wird - wie auch das sichtbare Licht - in einzelne „Portionen“ (Quanten, Photonen) abgegeben.

Die Gammaquanten bewegen sich mit einer konstanten Geschwindigkeit $c_0 = 299\,792,5\text{ km/s}$ (Vakuumllichtgeschwindigkeit).



Gammastrahlen treten häufig bei einem Alpha- oder Betazerfall auf. Der Atomkern gibt noch vorhandene überschüssige Energie in Form eines oder mehrerer Gammaquanten ab und geht dabei von einem höheren (angeregten) zu einem niedrigeren Energieniveau über. Eine Kernumwandlung findet nicht statt.

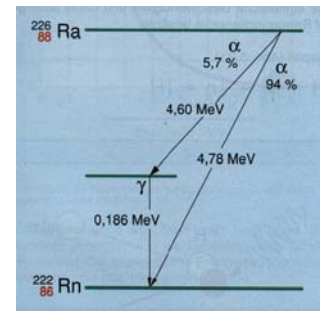
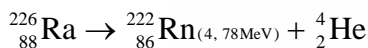
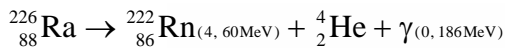
Zum Beispiel geht ein beim Beta-Zerfall von Cs-137 entstandener angeregter (metastabiler) Bariumkern durch Abgabe eines Gammaquants in einen niedrigeren und gleichzeitig stabilen Energiezustand über.



Gammaquanten treten außer bei Kernumwandlungen auch noch bei anderen Reaktionen zwischen Elementarteilchen (Bausteinen des Atoms) auf.

Beim Alphazerfall von Radium zu Radon liegen nicht alle Radon-Atomkerne im energetisch günstigsten Zustand vor. 5,7% der entstandenen Radonkerne befinden sich in einem energetisch angeregten Zustand und gehen dann erst unter Aussendung eines γ -Quants in den energetisch günstigsten Grundzustand über.

Genau besehen finden also folgende Zerfallsprozesse statt:



Zerfallsreihen

Das bei einem radioaktiven Zerfall entstehende Element ist meist selbst wieder radioaktiv. Der Atomzerfall geht dann solange weiter, bis am Ende der sog. Zerfallsreihe ein stabiler Kern entsteht. Es sind drei natürliche Zerfallsreihen bekannt, an deren Ende jeweils ein inaktives Bleisotop(Pb) steht:

Zerfallsreihe	Beginn	Ende
Uran-Radium-Reihe	$^{238}_{92}\text{U}$	$^{206}_{82}\text{Pb}$
Uran-Aktinium-Reihe	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{207}_{82}\text{Pb}$
Thorium-Reihe	$^{232}_{90}\text{Th}$	$^{206}_{82}\text{Pb}$

Nebenstehend ist die Uran-Radium-Reihe abgebildet.

Aber auch außerhalb der Zerfallsreihen gibt es viele natürliche radioaktive Isotope.

