

Radioaktivität und seine Strahlung

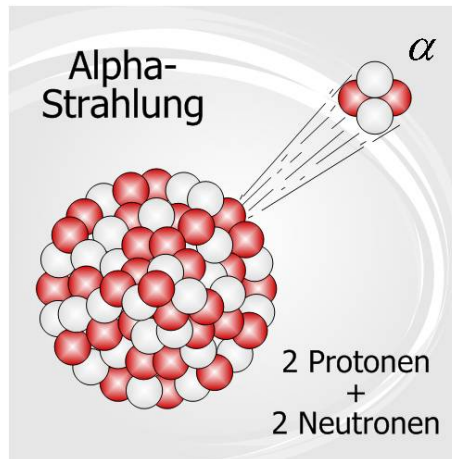
Radioaktivität (*radioactivité* wurde 1898 von Marie Curie eingeführt) ist ein Phänomen der Kerne von Atomen. Darum ist die Radioaktivität heute in die Kernphysik eingeordnet.

Denkt an den großen Unterschied zur Chemie, wo fast immer die Hüllenelektronen und nicht die Kerne entscheidend sind. In der Chemie geht es oft nur um Bindungen zwischen Atomen, was sich in Größenordnungen von 10^{-10} Metern abspielt, Kerne hingegen sind von der Größenordnung 10^{-14} Meter, also 10000 mal kleiner! (dazwischen ist übrigens praktisch leerer Raum, eine seltsame Vorstellung!?)

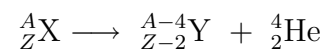
Die Kernphysik wird heute wiederum mit der Quantenmechanik (und Quantenelektrodynamik) beschrieben. Diese Theorie ist unglaublich seltsam, weil Dinge passieren, die wir im normalen Alltag nicht beobachten. Daher werden wir, wenn überhaupt, in der Oberstufe mehr davon hören.

Trotzdem haben wir Glück damit, dass die Radioaktivität, die uns im alltäglichen Leben so begegnet (natürliche Radioaktivität, Kernkraftwerke, Höhenstrahlung, Strahlentherapie in der Medizin), meist nur aus α -, β - und γ -Strahlung besteht und nur diese werden wir genauer untersuchen.

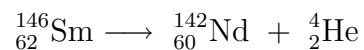
α -Zerfall



Beim α -Zerfall verlässt ein Klumpen aus 2 Neutronen und 2 Protonen (das sogenannte α -Teilchen, was einem Heliumkern entspricht) den instabilen (siehe dazu den Text zum Kernaufbau) Kern und das Element wandelt sich so um:



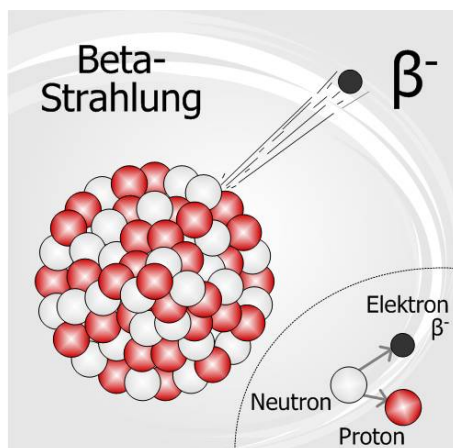
Ein Beispiel wäre der Zerfall von Samarium in Neodym unter Aussendung eines α -Teilchens:



Hier wird übrigens noch zusätzliche Energie frei. Diese kann technisch genutzt und zwar in Kernkraftwerken (dann aber mit Uran, später dazu mehr).

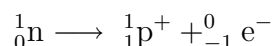
β -Zerfall

Beim β -Zerfall wandelt sich im Kern ein Neutron in ein Proton plus ein Elektron um (es entsteht noch ein kleines Teilchen, das ist aber für unsere Zwecke nicht von Bedeutung).

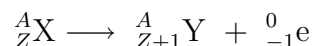


Darin sieht man zwei Dinge: Erstens, dass ein Neutron wohl größer als ein Proton bzw. als ein Elektron sein muss und zweitens, dass in der Kernphysik komische Dinge passieren, denn es gibt sogar den umgekehrten Fall: da wird aus einem Proton ein Neutron plus ein Positron, das ist das Antiteilchen des Elektrons.

Wir betrachten nur den Fall, dass sich im Kern ein Neutron umwandelt:

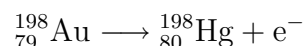


Dann haben wir im Kern plötzlich ein Elektron und dieses fliegt im Normalfall hinaus (es kann auch wieder „eingefangen“ werden von einem Proton und beide werden zu einem Neutron. Dann ist in der Summe gar nichts passiert. Das passiert übrigens sehr häufig). Das aus dem Kern fliegende Elektron bezeichnen wir dann als das β -Teilchen des gerade vollzogenen β -Zerfalls:



Da ein Neutron zu einem Proton wird, bleibt die Massenzahl erhalten. Andererseits erhöht sich aber die Kernladungszahl (alternativ *Ordnungszahl*) um 1.

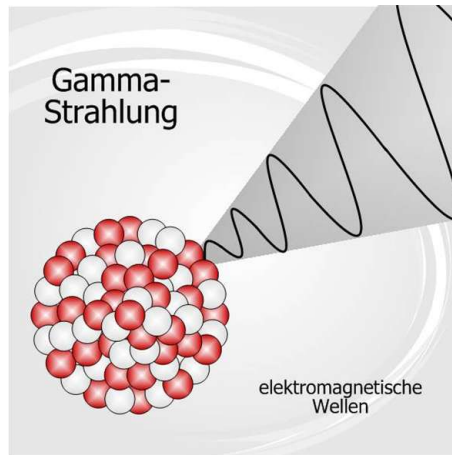
Ein Beispiel ist die Umwandlung eines Goldatom-Kerns in einen Quecksilberkern:



In der Medizin werden β -Strahler als Marker verwendet: für die Diagnostik in der Schilddrüse nutzt man das radioaktive Isotop Iod-131. Auch hierzu später mehr.

γ -Strahler

Anders als bei den beiden vorherigen Zerfällen ändert sich beim Gamma-Strahler nicht das Ausgangselement X! Daher steht in der Überschrift auch *Strahler* und nicht *Zerfall*.



Der Kern befindet sich in einem „angeregten Zustand“ und regt sich unter Aussendung von Licht (ganz genau: elektromagnetische Wellen) wieder ab. Dieses Licht ist sehr energiereich und weit außerhalb des für uns sichtbaren Bereiches.

Diesen angeregten Zustand könnt ihr vergleichen mit der euch aus dem Alltag bekannten (*oder?*) Fluoreszenz. Diese kann bei einigen Stoffen mit passendem Licht (in Abb. 1: UV-Licht) erzeugt werden. Anders als bei einer Kernanregung wird dabei aber „nur“ die Elektronenhülle des Atoms angeregt, die sich dann unter Abstrahlung von meist sichtbarem (in Abb. 1: blauem) Licht wieder abregt.

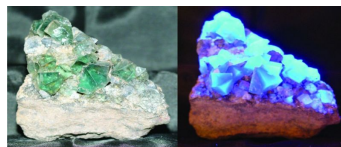
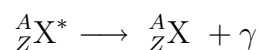
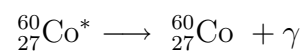


Abbildung 1: Stein in normalem Licht und abgedunkelt unter UV-Licht-Einfall

Für den Zustand einer Kernanregung des Atoms X notiert man X^* und so schreiben wir allgemein für Gammastrahler:



Gammastrahler werden in der Materialprüfung verwendet, Cobalt-60 ist ein Beispiel:



Hinweise

Vielleicht habt ihr etwas an den Gleichungen bemerkt:

- 1) Die Gesamtsumme aller Ladungen wie auch der Nukleonen auf beiden Seiten ist stets dieselbe; sie bleiben bei Zerfällen erhalten, obwohl sich das alte Element X in ein anderes Element umwandeln kann.
- 2) Ändert sich die Kernladungszahl (beim α - und β -Zerfall), dann ist nach dem Zerfall das Atom insgesamt im Ungleichgewicht; es hat entweder zu viele oder zu wenige Elektronen in der Hülle. Deshalb spricht man auch oft von

ionisierender Strahlung.