

Radioaktivität

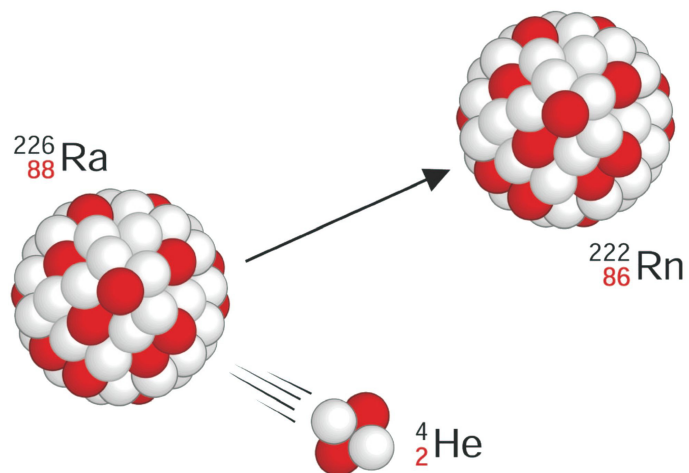
1896 entdeckte der französische Physiker Antoine Henri Becquerel, dass Uransalze eine unsichtbare Strahlung aussenden, die lichtdicht verpackte Fotoplatten schwärzte und ein geladenes Elektroskop entladen konnte. Die Eheleute Marie und Pierre Curie untersuchten solche Strahlen aussendenden Mineralien genauer. Dabei fanden sie 1898 die Elemente Polonium und das sehr viel stärker strahlende Radium. Die neu entdeckten Strahlen ließen sich durch physikalische Einwirkungen auf den strahlenden Stoff oder durch chemische Prozesse nicht beeinflussen. Daraus schloss man, dass die Strahlenausendung nicht durch chemische Vorgänge verursacht wird. Heute weiß man, dass die Strahlen aus den Kernen instabiler Atome ausgesandt werden. Diese Gesamterscheinung wird Radioaktivität genannt. Die Kerne radioaktiver Atome heißen Radionuklide.

Bei den in der Natur vorkommenden Radionukliden spricht man von natürlicher Radioaktivität; bei den durch künstliche Kernumwandlung erzeugten Radionukliden von künstlicher Radioaktivität. Von den bisher bekannten über 2950 verschiedenen Nukliden, die Isotope der 117 chemischen Elemente sind, sind nur 257 stabil, alle anderen zerfallen spontan. Beim Zerfall wird eine „Strahlung“ ausgesandt. Nach der Haupteigenschaft der Strahlung, Stoffe zu ionisieren, bezeichnet man sie als ionisierende Strahlung. Die Strahlung entsteht dadurch, dass die Kerne radioaktiver Atome Masse und Energieportionen mit hoher Geschwindigkeit ausschleudern. Diesen Vorgang nennt man radioaktiven Zerfall. Durch radioaktive Strahlung können Gase ionisiert, Filme geschwärzt und biologische Zellen verändert werden.

Alphastrahlen

Die beim radioaktiven Zerfall von Atomkernen ausgesandten Heliumkerne werden Alphateilchen genannt. Als Teilchenstrom bilden sie die Alphastrahlen. Die Anfangsgeschwindigkeit der austretenden Alphateilchen beträgt etwa 15000 km/s.

Der Kern des Radium-226 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 Massenzahl um 4 sinkt. Es entsteht das neue Element Radon (Rn). Dieser Vorgang wird auch Alphazerfall genannt.

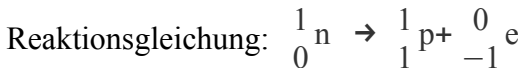


Der Alphazerfall kann durch folgende Kerngleichung beschrieben werden.

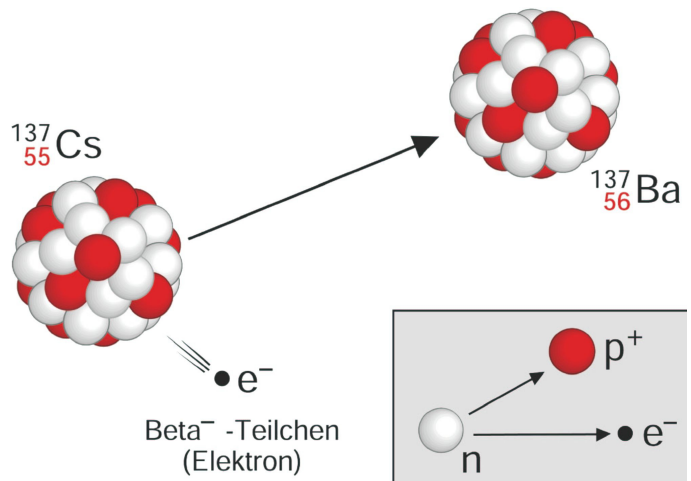
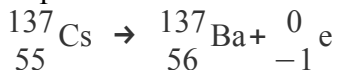


Betastrahlen

Beim Betazerfall wird aus dem Kern eines Radionuklids ein Elektron abgegeben. Seine Geschwindigkeit kann zwischen Null und nahezu Lichtgeschwindigkeit liegen. Diese Elektronen bilden dann die Betastrahlen. Das ausgeschleuderte Elektron stammt nicht aus der Atomhülle! Es entsteht, wenn sich im Kern ein Neutron in ein Proton und ein Elektron umwandelt.

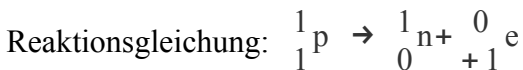


Beispiel eines Beta⁻-Zerfalls:

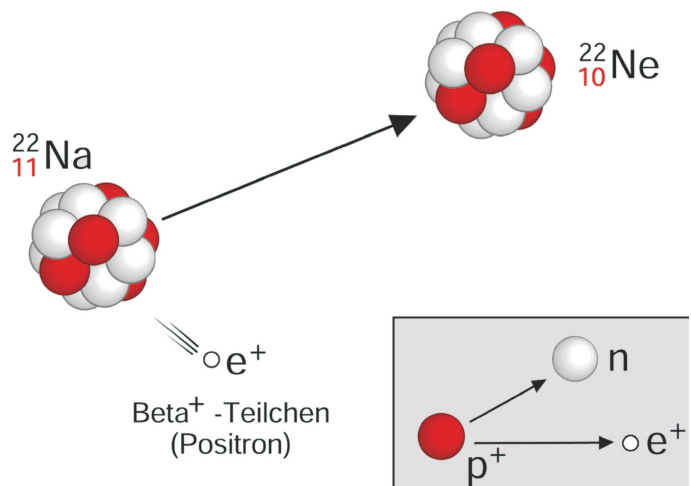
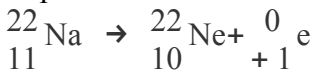


Cäsium-137 wandelt sich unter Aussenden eines Elektrons in Barium-137 um. Da die Elektronen je eine negative Elementarladung tragen, werden die Strahlen auch als Beta⁻-Strahlen bezeichnet.

Bei manchen 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 oder Beta⁺-Strahlung genannt. Das Positron entsteht im Kern, wenn sich ein Proton in ein Neutron und ein Positron umwandelt.



Beispiel eines Beta⁺-Zerfalls:



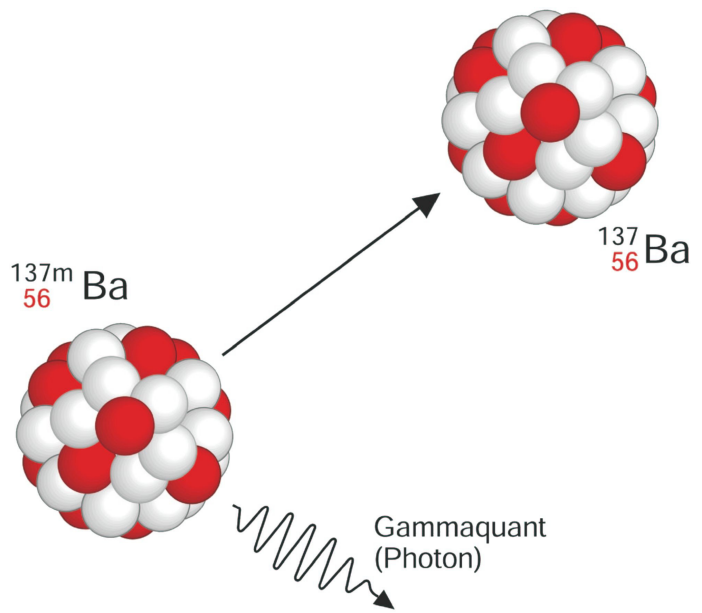
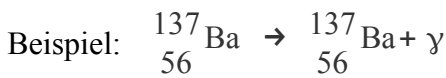
Natrium-22 wandelt sich unter Aussenden eines Positrons in Neon-22 um.

Beim Betazerfall wird außerdem ein weiteres Teilchen ausgesandt, das eine sehr, sehr kleine Ruhemasse und keine elektrische Ladung besitzt. Bei der Umwandlung des Neutrons in ein Proton und ein Elektron entsteht zusätzlich ein Antineutrino, bei der Umwandlung des Protons in ein Neutron und ein Positron entsteht ein Neutrino. Neutrinos und Antineutrinos besitzen ein großes Durchdringungsvermögen, weil sie mit Materie kaum in Wechselwirkung treten. Sie sind deshalb schwer nachzuweisen.

Gammastrahlen

Bei den Kernumwandlungen kann eine energiereiche Strahlung auftreten, die die gleiche Natur wie das sichtbare Licht hat, nur energiereicher als dieses ist. Sie trägt den Namen Gammastrahlung. Abgesehen von der Art des Entstehens ist sie praktisch identisch mit der Röntgenstrahlung. Die Gammastrahlung wird – wie auch das sichtbare Licht – in einzelnen „Portionen“ abgegeben.

Die Gammaquanten bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit. Gammastrahlen treten häufig bei Alpha- oder Betazerfall auf. Nach dem Ausschleudern eines Alpha- oder Betateilchens gibt der Atomkern noch vorhandene überschüssige Energie in Form eines oder mehrerer Gammaquanten ab. Durch den Gammazerfall ändert sich der Energieinhalt des Kerns, nicht jedoch dessen Kernladungs- und Massenzahl.



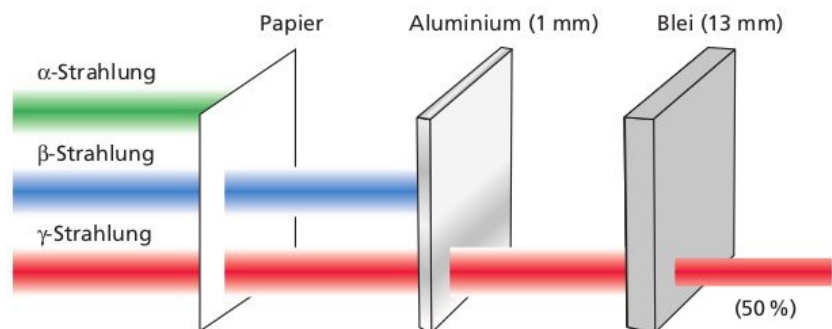
Ein energiereicher, angeregter (metastabiler) Bariumkern gibt ein Gammaquant ab und geht dadurch in einen niedrigeren und gleichzeitig stabileren Energiezustand über.

Eigenschaften

Radioaktive Strahlung, die sich von der Strahlungsquelle geradlinig ausbreitet, wird durch Stoffe teilweise absorbiert. Das Absorptionsvermögen eines Stoffes für radioaktive Strahlung hängt von den gleichen Faktoren wie das Durchdringungsvermögen ab.

Das Durchdringungsvermögen radioaktiver Strahlung ist abhängig

- von der Art der Strahlung,
- von der Energie der Strahlung,
- von der Art des durchstrahlten Stoffes,
- von der Dicke des durchstrahlten Stoffes.



Das Durchdringungsvermögen von α -Strahlung ist am kleinsten, das von γ -Strahlung am größten.

α - und β -Strahlung werden aber durch elektrische und magnetische Felder abgelenkt, γ -Strahlung dagegen nicht. Die Richtung der Ablenkung ergibt sich aus der Linke-Hand-Regel (vergl. Physikunterricht 9. Klasse).

