

## Strahlungsarten

### $\alpha$ -Strahlung

Mit  $\alpha$ -Strahlung bezeichnet man einen Teilchenstrom aus Heliumatomkernen,  ${}^4_2\text{He}$ , also bestehend aus 2 Protonen und 2 Neutronen.

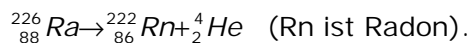
Sie tritt vorwiegend auf, wenn ein Atomkern relativ wenige Neutronen und viele Protonen besitzt, oder eine hohe Massenzahl hat: die abstoßenden elektrischen Kräfte überwiegen dann die bindenden Kernkräfte. Ein  $\alpha$ -Teilchen bildet eine fester verbundene Einheit als ein Proton allein, darum trennt sich vorzugsweise ein ganzes Heliumnuklid, statt nur ein Proton vom Kern. Man spricht von einem  $\alpha$ -Zerfall des Kerns.

$\alpha$ -Teilchen lösen sich mit Geschwindigkeiten von 10.000 bis 30.000 km/s vom Atomkern. Diese hohen Geschwindigkeiten und ihre relativ hohe Masse schlagen sich in der kinetischen Energie dieser Teilchen nieder: sie liegt zwischen 2 bis 5 MeV („Mega-Elektronenvolt“, Mega=10<sup>6</sup>, 1eV=1,6022 · 10<sup>-19</sup> J).

Diese Energien sind hoch – darum ist die  $\alpha$ -Strahlung eigentlich gefährlich. Aber bereits im Abstand von wenigen Zentimetern werden die Heliumkerne vollständig von der Luft absorbiert. Sie verlieren durch Zusammenstöße mit den Luftmolekülen an Geschwindigkeit, fangen zwei Elektronen ein und werden zu Heliumatomen. Bereits ein Blatt Papier kann  $\alpha$ -Strahlung effizient abschirmen.

Wegen ihrer elektrischen Ladung werden  $\alpha$ -Teilchen sowohl von elektrischen, als auch von magnetischen Feldern abgelenkt.

Ein Atom ändert durch einen  $\alpha$ -Zerfall seine Beschaffenheit derart, dass es in der Nuklidkarte um zwei Positionen nach unten (zwei Protonen weniger) und zwei Positionen nach links (zwei Neutronen weniger) springt. Als Beispiel sei die Reaktionsgleichung von Ra-226 (Radium gegeben):

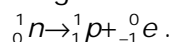


Dabei ist zu beachten, dass in Reaktionsgleichungen die Gesamtladung und die Massenzahl erhalten bleiben muss.

### $\beta^-$ -Strahlung

Mit  $\beta^-$ -Strahlung bezeichnet man einen Teilchenstrom aus sehr energiereichen (d.h. schnellen) Elektronen. Es bestehen Gemeinsamkeiten und wesentliche Unterschiede zu fließenden Elektronen in einem stromdurchflossenen Leiter.

$\beta^-$ -Strahlung tritt vorwiegend auf, wenn ein Atomkern relativ viele Neutronen und wenige Protonen besitzt. Ein Neutron verwandelt sich dann in ein Proton und ein Elektron, das nicht aus der Hülle stammt! Die Reaktionsgleichung dazu lautet:



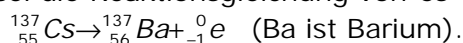
Dabei ist zu beachten, dass in Reaktionsgleichungen die Gesamtladung und die Massenzahl erhalten bleiben muss.

Das Proton verbleibt im Kern, das Elektron verlässt den Kern mit Geschwindigkeiten zwischen Null und nahezu Lichtgeschwindigkeit. Seine kinetische Energie kann darum, trotz seiner geringen Masse, von 0,02 bis zu 4 MeV betragen.

Die maximalen Energien sind sehr hoch. Um sich vor dieser Strahlung zu schützen, versucht man, die Strahlung mit absorbierenden Materialien abzuschirmen, die dazu möglichst leichte Atomkerne haben müssen. Die Teilchen werden durch Stöße mit den Molekülen abgebremst (es entsteht  $\gamma$ -Strahlung, siehe andere Gruppe) und dann in Atomhüllen aufgenommen und absorbiert. 3,9m Luft absorbiert  $\beta^-$ -Strahlung mittlerer Energie fast vollständig, ebenso 5mm Wasser. Für Versuchsaufbauten bedient man sich zur Abschirmung meist dünner Alubleche – hier reichen ebenfalls einige Millimeter Dicke.

Wegen ihrer elektrischen Ladung werden  $\beta^-$ -Teilchen sowohl von elektrischen, als auch von magnetischen Feldern abgelenkt.

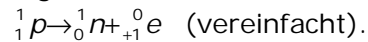
Ein Atom ändert durch einen  $\beta^-$ -Zerfall seine Beschaffenheit derart, dass es in der Nuklidkarte um eine Position nach oben (ein Proton mehr) und eine Position nach links (ein Neutron weniger) springt. Als Beispiel sei die Reaktionsgleichung von Cs-137 (Cäsium) gegeben:



### $\beta^+$ -Strahlung

Mit  $\beta^+$ -Strahlung bezeichnet man einen Teilchenstrom aus sehr energiereichen (d.h. schnellen) Positronen. Positronen  $e^+$  sind, bis auf ihre *positive* elektrische Ladung  $+e$ , in allen Eigenschaften identisch zu Elektronen. Elektronen und Positronen sind zueinander Antiteilchen, die beim Zusammentreffen als  $\gamma$ -Strahlung (siehe andere Gruppe) „zerstrahlen“.

$\beta^+$ -Strahlung tritt vorwiegend auf, wenn ein Atomkern relativ wenige Neutronen und viele Protonen besitzt. Ein Proton verwandelt sich dann in ein Neutron und ein Positron (vereinfacht). Die Reaktionsgleichung dazu lautet:



Dabei ist zu beachten, dass in Reaktionsgleichungen die Gesamtladung und die Massenzahl erhalten bleiben muss.

Das Neutron verbleibt im Kern, das Positron verlässt den Kern mit Geschwindigkeiten zwischen Null und nahezu Lichtgeschwindigkeit. Seine kinetische Energie kann darum, trotz seiner geringen Masse, von 0,02 bis zu 4 MeV betragen.

Die maximalen Energien sind sehr hoch. Um sich vor dieser Strahlung zu schützen, versucht man, die Strahlung mit absorbierenden Materialien abzuschirmen, die dazu möglichst leichte Atomkerne haben müssen. Die Teilchen werden durch Stöße mit den Molekülen abgebremst und/oder zerstrahlen durch Annihilation mit ihren Antiteilchen, den Elektronen (es entsteht  $\gamma$ -Strahlung, siehe andere Gruppe). 3,9m Luft absorbieren  $\beta^+$ -Strahlung mittlerer Energie fast vollständig, ebenso 5mm Wasser. Für Versuchsaufbauten bedient man sich zur Abschirmung meist dünner Alubleche – hier reichen ebenfalls einige Millimeter Dicke.

Wegen ihrer elektrischen Ladung werden  $\beta^+$ -Teilchen sowohl von elektrischen, als auch von magnetischen Feldern abgelenkt.

Ein Atom ändert durch einen  $\beta^+$ -Zerfall seine Beschaffenheit derart, dass es in der Nuklidkarte um eine Position nach unten (ein Proton weniger) und eine Position nach rechts (ein Neutron mehr) springt. Als Beispiel sei die Reaktionsgleichung von Na-22 (Natrium) gegeben:

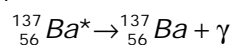


### $\gamma$ -Strahlung

$\gamma$ -Strahlung ist von gleicher Natur wie das sichtbare Licht, nur viel energiereicher. Die von der Strahlung transportierte Energie besteht aus einzelnen „Portionen“, den so genannten  $\gamma$ -Quanten oder auch Photonen. Photonen bewegen sich *immer* mit Lichtgeschwindigkeit ( $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ ) und haben keine Ruhemasse, sind also keine Teilchen (wie Elektronen,

Nukleonen) im klassischen Sinn. Außerdem besitzen sie keine elektrische Ladung, sind also neutral. Darum werden sie von elektrischen und magnetischen Feldern nicht beeinflusst.

$\gamma$ -Strahlung tritt häufig dann auf, wenn Atomkerne zerfallen (siehe andere Gruppen). Die Atomkerne besitzen dann *überschüssige Energie* – man nennt diesen Zustand „angeregt“, er wird mit einem \* am Isotop angedeutet. Der angeregte Kern gibt diese Energie in Form von  $\gamma$ -Quanten ab, sie beträgt zwischen 0,1 und 20 MeV. Als Beispiel sei die Reaktionsgleichung von angeregtem Ba-137 (Barium) gegeben:



Dabei ist zu beachten, dass in Reaktionsgleichungen die Gesamtladung und die Massenzahl erhalten bleiben muss. Da das  $\gamma$ -Quant keine Ruhemasse und keine Ladung besitzt, bleiben die Kernladungs- und Massenzahl erhalten. Dementsprechend bleibt ein Isotop, das ein  $\gamma$ -Quant ausgesendet hat, in der Nuklidtafel auf seinem angestammten Platz stehen.

Wenn elektrisch geladene Teilchen (meist Elektronen) abgebremst werden (z.B. durch Stöße), geben sie ihre kinetische Energie ebenfalls in Form von  $\gamma$ -Quanten ab – so entstehen Röntgenstrahlen, die nichts anderes als  $\gamma$ -Strahlung mit geringer Energie (0,1-0,25 MeV) sind. Dieser Effekt muss bei der Abschirmung von  $\beta$ -Strahlung (siehe andere Gruppen) beachtet werden.

$\gamma$ -Strahlung ist die Strahlung mit dem größten Durchdringungsvermögen von Materie. Dies macht den Umgang mit ihr so gefährlich, denn dadurch ist sie schwer abzuschirmen. Man benutzt dicke Bleiplatten, die die  $\gamma$ -Quanten absorbieren und als Wärmeenergie abführen.