

U3 Dosimetrie und Strahlenschutz

Datum: 18.01.2018

Mitarbeiter: Sebastian Aibel

Bestimmer: Sebastian Höfler

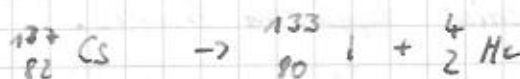
Grundlagen:

Jedes uns bekannte Element besteht aus Protonen, Elektronen und Neutronen.
Mithilfe ^{der} Protonen und Elektronen lassen sich die einzelnen Elemente unterscheiden.

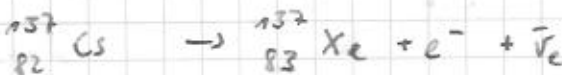
Die aus Protonen und ~~Elektronen~~ Neutronen errechnete Massenzahl dient der Bestimmung unterschiedlicher Isotope eines Elements. Allerdings sind nicht alle Isotope eines Elements gleich stabil. Einige neigen über einen gewissen Zeitraum dazu Protonen oder Neutronen aus dem Kern abzugeben. Dieser Vorgang wird radioaktiver Zerfall genannt, da dabei Strahlung entsteht. Diese Strahlung wird in ~~3 bzw. 4 Arten unterteilt~~ ~~zwei~~ Arten unterteilt (zwei Teilchen-, eine Energiestrahlung). Zerfällt ein Kern unter Entdeckung von α -Strahlung, so gibt er ~~einen Proton~~ zwei Protonen und zwei Neutronen ab. Beim β^- -Zerfall wird in zwei Arten unterschieden. Beim β^- -Zerfall wird im Atomkern ein Neutron in ein Proton umgewandelt und ein Elektron sowie Antineutrino aus dem Kern emittiert. Beim β^+ -Zerfall wird ein Neutron in ein Positron umgewandelt und ein Neutrino emittiert. Der Gamma-Zerfall hängt nicht mit einer Teilchen-Emission zusammen. Beim Gamma-Zerfall fällt ein Kern lediglich von einem angeregten Zustand in einen Grundzustand zurück. Dabei entsteht γ -Strahlung. Für ^{137}Cs bedeutet das

zum Beispiel:

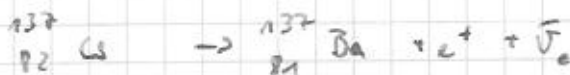
α -Zerfall:



β^- -Zerfall:



β^+ -Zerfall:





Bei der entstehenden γ -Strahlung handelt es sich um eine elektromagnetische Strahlung. Trifft diese Strahlung auf biologisches Gewebe, so führt dies zu Ionisations- und anderen Vorgängen, die zur Entstehung von weiterer Strahlung führt, die letztlich zur Auflösung chemischer Bindungen und damit zur Zerschneidung des Erbgutes. Während man sich gegen α - und β -Strahlung mit relativ geringem Aufwand schützen kann, ist dies bei γ -Strahlung nicht so einfach. Gegen γ -Strahlung helfen nur dichte Abschirmmaterialien von Stoffen mit hoher Ordnungszahl. Diese helfen wieder Abschirmung der gefährlichen Strahlung. Wie stark ein Material Strahlung schwächt gibt der Massenschwächungskoeffizient an:

$$I = I_0 e^{-\mu \cdot d}$$

μ ... Schwächungskoeffizient

d ... Eindringtiefe

Um sich vor dieser Strahlung zu schützen, gibt es in der BRD die Strahlenschutzverordnung. Diese enthält Vorschriften um die Bevölkerung vor schädlicher Strahlung zu schützen. Diese entsteht wie bereits besprochen beim Zerfall von Atomkernen. Die Aktivität eines Stoffes wird als durch diese Anzahl der Zerfälle pro Zeiteinheit beschrieben.

$$a = \frac{\text{Zerfälle}}{\text{Zeiteinheit}}$$

$$[a] = 1 \text{ Bq} = \frac{\text{Zerfälle}}{\text{Sekunde}}$$

(Nur für Aktivität)

Der Strahlenschaden den man durch eine Strahlenquelle erfährt, ist proportional zur im Gewebe (material) deponierten Energie.

$$D = \frac{\Delta W_{\text{abs}}}{\Delta m}$$

m ... Masse

W ... Energiemenge

Diese Angabe ist allerdings nicht repräsentativ für die Schädigung die durch Strahlung entsteht. ~~Für~~ Die Art der Strahlung ist ebenfalls entscheidend. Um die Schädigung anzuschätzen wird der Strahlungswichtungsfaktor berücksichtigt. Dieser definiert die Äquivalenzdosis:

$$H = W_R \cdot D \quad [H] = 1 \text{ Sv} \quad W_R - \text{Wichtungsfaktor}$$

$H - \text{Äquivalenzdosis}$

Hausaufgabe:

$$\frac{M_A}{S} = 0,03 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} = 0,03 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{g}} = 0,003 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}$$

$$E_\gamma = 0,661 \text{ MeV} = 1,055 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$I_\gamma = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{M_A}{S} \cdot E_\gamma$$

$$I_\gamma = 1,58 \cdot 10^{-3} \frac{\text{cm}^2 \cdot \text{MeV}}{\text{g}}$$

$$I_\gamma = 2,52 \cdot 10^{-17} \frac{\text{m}^2 \cdot \text{J}}{\text{kg}}$$

$$\Delta I_\gamma \left(\frac{\text{MeV}}{\text{g}} \right) = \sqrt{\left(\frac{1}{4\pi} \cdot E_\gamma \cdot \Delta \left(\frac{M_A}{S} \right) \right)^2}$$

$$\Delta \frac{M_A}{S} = \pm 0,005 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} = \pm 0,0005 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}$$

$$\Delta I_\gamma \left(\frac{\text{MeV}}{\text{g}} \right) = \pm 4,2 \cdot 10^{-18}$$

$$I_\gamma \left(\frac{\text{MeV}}{\text{g}} \right) = (2,52 \cdot 10^{-17} \pm 4,2 \cdot 10^{-18}) \frac{\text{m}^2 \cdot \text{J}}{\text{kg}}$$