

Ionisierende Strahlung

Als Ionisierende Strahlung bezeichnet man Teilchen- oder elektromagnetische Strahlung, welche so energiereich ist, dass sie aus Atomen oder Molekülen Elektronen entfernen kann. Durch diesen Vorgang werden die Atome zu reaktiven Ionen, welche in lebendem Gewebe großen Schaden anrichten können. Man sagt auch die Atome werden ionisiert.

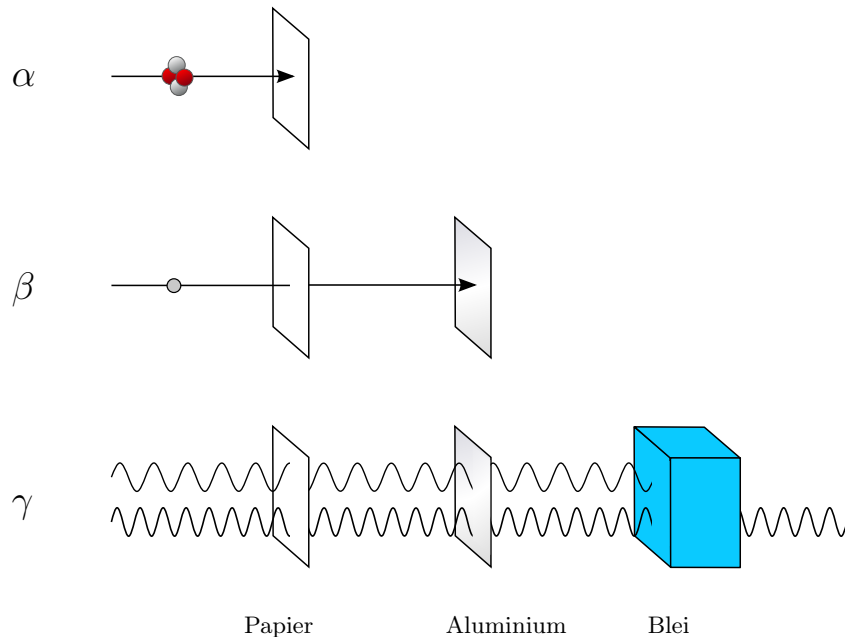
Folgende Strahlung wird als ionisierend eingestuft:

Teilchenstrahlung: Alphastrahlung (Heliumionen), Betastrahlung (Elektronen, Positronen)

Elektromagnetische Strahlung: Röntgenstrahlung (ca. 100 eV bis ca. 250 keV), Gammastrahlung (höhere Energien)

1 Abschirmung und Schutz

Die verschiedenen Strahlungsarten unterscheiden sich in ihrer Fähigkeit Materie zu durchdringen. Während Alphastrahlung schon durch ein Blatt Papier oder einige Zentimeter Luft abgeschirmt werden kann, benötigt man für die Abschirmung von Betastrahlung mindestens ein dünnes Aluminiumblech. Gammastrahlung durchdringt Materie sehr gut und kann sogar durch meterdicke Bleiwände gelangen.



2 Warnsymbole



In der Nähe von radioaktiven Stoffen und auf abschirmenden Behältern befindet sich üblicherweise das Internationale Warnzeichen vor radioaktiven Stoffen.



Seit 2007 gibt es ein ergänzendes Warnzeichen, welches direkt an gefährlichen Strahlern angebracht werden soll, um die Gefahr dieser Stoffe und das richtige Verhalten ihnen gegenüber auch Laien klar zu machen.

3 Einheiten und Formeln

In der Kernphysik allgemein und im Strahlungsschutz sind mehrere Einheiten gebräuchlich, um die Stärke und Gefährlichkeit von Strahlung anzugeben.

Ionendosis

Die Ionendosis ist ein Maß für die Stärke der Ionisierung, ausgedrückt durch die freigesetzte Ladung pro Kilogramm des bestrahlten Stoffes.

Formelzeichen: J

Einheit: $\frac{C}{kg}$ (Coulomb pro Kilogramm)

Berechnung: $J = \frac{Q}{m}$ (Ladung geteilt durch Masse)

Korrekturfaktor f

Der sogenannte Korrekturfaktor wird zur Bestimmung von Energiedosen in unterschiedlichen Absorptionsmaterialien verwendet.

Meist wird die Ionendosis einer Strahlung in der Luft mit einem Messgerät bestimmt. Zur Bildung eines Ionenpaares (=Erzeugung einer Elementarladung e) in Luft benötigt man die Energie von ca. 35 eV. Um 1 Coulomb an Ladung zu erzeugen benötigt man daher die folgende Energie:

$$E = 35 \text{ eV} \cdot \frac{1 \text{ C}}{e} = 35 \text{ eV} \cdot \frac{1 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 2,185 \cdot 10^{20} \text{ eV} = 35 \text{ J}$$

Damit beträgt der Korrekturfaktor:

$$f_{\text{Luft}} = 35 \frac{\text{J}}{\text{C}}$$

Energiedosis

Die Energiedosis gibt die von einem bestrahlten Objekt, z.B. Körpergewebe, über einen Belastungszeitraum absorbierte massenspezifische Energiemenge an. Sie ist v.a. von der Absorptionsfähigkeit des bestrahlten Stoffes abhängig.

Formelzeichen: D

Einheit: $1 \text{ Gy (Gray)} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ (Joule pro Kilogramm)

Berechnung: $D = J \cdot f$

Beispiel

Mit einem Messgerät wird eine Ionendosis von $10 \frac{\text{C}}{\text{kg}}$ einer Strahlung in der Luft gemessen. Mit der oben berechneten Korrekturfaktor f_{Luft} kann nun die Energiedosis berechnet werden:

$$D = J \cdot f_{\text{Luft}} = 10 \frac{\text{C}}{\text{kg}} \cdot 10 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 350 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Strahlungswichtungsfaktor ω_R

Die verschiedenen Strahlungsarten unterscheiden sich in ihrer biologischen Wirkung. So ist Alphastrahlung z.B. um einiges gefährlicher für lebende Organismen als Gammastrahlung mit der gleichen Energiedosis.

Daher wurde der sogenannte Strahlungswichtungsfaktor eingeführt welcher die Strahlungen nach ihrer biologischen Wirkung bewertet.

Strahlungsart	ω_R
Alphastrahlung	20
Betastrahlung	1
Gammastrahlung	1

Äquivalentdosis

Die Äquivalentdosis ergibt sich nun aus dem Produkt der Energiedosis und dem Strahlungswichtungsfaktor. Äquivalentdosen gleicher Stärke sind daher in ihrer biologischen Wirkung auf lebende Organismen vergleichbar, unabhängig von der Strahlungsart und -energie.

Formelzeichen: H

Einheit: $1 \text{ Sv (Sievert)} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ (Joule pro Kilogramm)

Berechnung: $H = D \cdot \omega_R$

Beispiel

Im vorherigen Beispiel wurde eine Energiedosis von $350 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ berechnet. Es wird nun davon ausgegangen, dass es sich bei der Strahlung um Alphastrahlung handelt. Man kann dann die Äquivalentdosis berechnen:

$$H = D \cdot \omega_R = 350 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 20 = 7000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$