

Radiações e seus efeitos biológicos

A radiação interage com a matéria por ionização e excitação dos átomos e moléculas do material.

⇒ as unidades dosimétricas baseiam-se pois na:

- ▶ quantidade de ionização produzida
- ▶ quantidade de energia depositada

Medida de exposição

Chama-se Roentgen (R) à quantidade de raios X e γ produzindo no ar uma ionização, por criação de pares electrão-íon, de 1 ues/cm^3 :

$$\begin{aligned} 1 \text{ R} &\equiv 1 \text{ ues/cm}^3 = 3.33 \cdot 10^{-10} \text{ C/cm}^3 \\ &= \frac{3.33 \times 10^{-10}}{1.60 \times 10^{-19}} \text{ pares/cm}^3 = 2.08 \times 10^9 \text{ pares/cm}^3 \end{aligned}$$

A taxa de deposição de uma fonte radiando isotropicamente é dada por:

$$K \frac{A}{d^2},$$

em que A é a sua actividade e d a distância à fonte.

Como a ionização produzida no ar resulta principalmente da perda de energia dos electrões produzidos por difusão de Compton, a constante K depende das particularidades de cada fonte

(esquema de decaimento, energia dos γ , ...) e é tabelada nas unidades $[K] = \text{Roentgen} \cdot \text{cm}^2 / \text{hora} \cdot \text{m}^2$.

Medida de dose absorvida

A dose absorvida é uma quantidade que mede a energia total absorvida por unidade de massa. É mais importante do ponto de vista dos efeitos da radiação.

Há 2 unidades:

- ▶ 1 rad = 100 erg/g
 - ▶ 1 Gray (Gy) = 1 joule/kg
- } de energia absorvida
- $= 10^7 \text{ erg} / 10^3 \text{ g} = 100 \text{ rad}$

Conversão entre medida de ionização e de dose absorvida

No ar, a energia média para os electrões criarem pares ião-electrão é de 32 eV.

$$\Rightarrow 32 \text{ eV/par} \times 2.08 \times 10^9 \text{ pares/cm}^3 = 66.6 \times 10^9 \text{ eV/cm}^3$$

Como $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ eV} \equiv 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.6 \times 10^{-12} \text{ erg}, \text{ vem} \\ \rho_{\text{ar}} = 1.2 \text{ mg/cm}^3 \end{array} \right.$

$$\begin{aligned} \text{dose absorvida} &= 66.6 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-12}}{1.2 \times 10^{-3}} = 88.8 \text{ erg/g} \\ &= 0.89 \text{ rad} \end{aligned}$$

• Exemplo

Sabendo que os tecidos biológicos (exceptuando ossos) absorvem 93 erg/g quando expostos a 1 R de radiação γ , calcular a taxa de dose absorvida por trabalharmos a uma distância média de 50 cm dum fonte de $1 \mu\text{Ci}$ de ^{22}Na .

$$\begin{aligned} \text{taxa de exposição} &= K \frac{A}{d^2} & [A] &= \mu\text{Ci} \\ & & [d] &= \text{cm} \\ &= 12 \times \frac{10^{-3}}{50^2} = 4.8 \mu\text{R/hora} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{taxa de absorção} &= \text{dose absorvida/R} \times \text{taxa exposição} \\ &= 93 \text{ erg/g/R} \times 4.8 \cdot 10^{-6} \text{ R/hora} \\ &= 446.4 \times 10^{-6} \text{ erg/g.hora} = 4.5 \mu\text{rad/hora} \end{aligned}$$

• Dose equivalente (para tecidos biológicos)

As unidades dosimétricas já definidas não têm em conta a natureza da radiação incidente. Ora, os diferentes tipos de radiação produzem lesões biológicas de diferente gravidade.

A razão está na concentração da energia absorvida pelos tecidos. Grandes concentrações ao longo da trajetória da radiação causam graves lesões. Se a energia absorvida for mais disseminada pelos tecidos colaterais, as lesões serão mais benignas.

As unidades dosimétricas relevantes são então:

- $1 \text{ rem} = 1 \text{ rad} \times w_R$
- $1 \text{ Sievert (Sv)} = 1 \text{ Gray} \times w_R = 100 \text{ rem}$

em que o factor de ponderação das radiações w_R vale tipicamente:

Raios X e γ	1
electrões e muões	1
protões	5
neutrões lentos / rápidos	5-20
α e núcleos pesados	20

Doses típicas ambientais

A radioactividade ambiente devido a causas naturais e artificiais não é desprezável. Dão-se alguns exemplos:

Fontes naturais (85%) ~ 200 mrem/ano
(raios cósmicos, minerais da crosta terrestre - U, Th, Ra, elementos ingeridos - ^{40}K , ^{14}C)
30
130
30

Fontes artificiais (15%) ~ 100 mrem/ano
1 radiografia
tratamentos médicos
testes nucleares
40/ano
14 \rightarrow .5/ano

\Rightarrow Com a fonte de 1 μCi de ^{22}Na ($\sim 4.5 \mu\text{rad/hora}$) apanhámos a dose ($w_R = 1$) de $\sim 4.5 \mu\text{rem/hora} \Leftrightarrow 40 \text{ mrem/ano}$ ou seja ~ 0.5 radiografias!