

**Esercizio n. 1** L'intensità di un fascio di raggi X si dimezza dopo aver attraversato uno strato di piombo di spessore 0.1 mm. Di quanto si ridurrà l'intensità dello stesso fascio dopo aver attraversato uno spessore di 0.5 mm di piombo?

a) 93.7%

b) 87.5%

c) 50%

d) 75%

e) 97%

Legge dell'assorbimento dei raggi X:  $I = I_0 e^{-\mu x}$

Sappiamo che il fascio si dimezza dopo aver attraversato uno spessore di  $x = 0.1$  mm:

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{2} = e^{-\mu \times 0.1 \text{ mm}} \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{\ln 2}{0.1 \text{ mm}} = 6.93 \text{ mm}^{-1}$$

Se consideriamo uno spessore di 0.5 mm avremo:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu x} = e^{-(6.93 \text{ mm}^{-1}) \times 0.5 \text{ mm}} = 0.03$$

Possiamo quindi dire che l'intensità del fascio si è attenuata del 97%

**Esercizio n. 2** L'intensità della radiazione emessa da un tubo a raggi X è pari a  $I_1$  a 2 m di distanza dal tubo. Di quanto varia l'intensità del fascio a 5 m?

a) 9%

b) 16 %

c) 50%

d) 25%

e) 75%

Indichiamo con  $I_1$  l'intensità della radiazione emessa dal tubo a raggi X alla distanza di 2 m

Indichiamo con  $I_2$  l'intensità della radiazione emessa dal tubo a raggi X alla distanza di 5 m

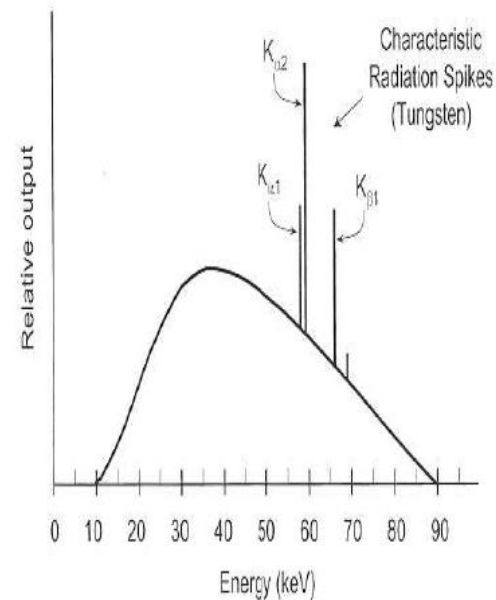
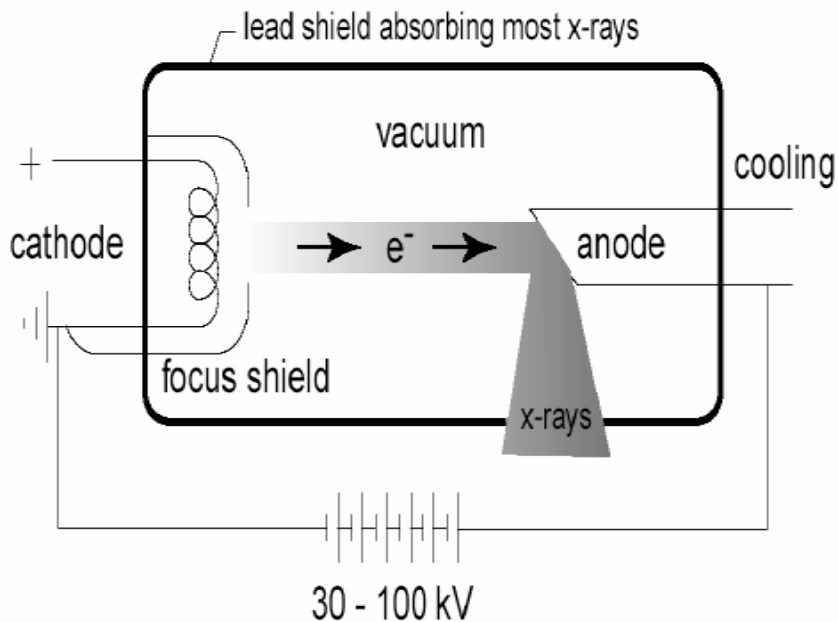
Sappiamo che:

$$I \propto \frac{1}{r^2} \quad \longrightarrow$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \left(\frac{2}{5}\right)^2 = 0.16 = 16\%$$

**Esercizio n. 3** Un tubo per raggi X produce un fascio di fotoni bombardando un bersaglio di metallo di grande massa volumica con elettroni ad alta energia. Il fascio prodotto possiede un ampio intervallo di frequenze e termina ad un'energia massima che:

- a) dipende soltanto dal materiale bersaglio e dalla temperatura;
- b) dipende dalla tensione ai capi del tubo ed è costante purché la tensione sia costante;
- c) non è costante e varia anche quando la tensione è mantenuta costante;
- d) dipende dalla lunghezza del tubo e dallo schermaggio



**Esercizio n. 4** Determinare la lunghezza d'onda di una radiazione che ha una frequenza pari a  $384 \times 10^{12}$  Hz.

- a) 0.78 nm   b) 659 n   **c) 780 nm**   d) 128 nm   e) 1152 nm

La lunghezza d'onda di una radiazione è legata alla frequenza dalla relazione:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad c = \text{velocità della luce} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{384 \times 10^{12} \text{ s}^{-1}} = 7.8 \times 10^{-7} \text{ m} = 780 \text{ nm}$$

**Esercizio n. 5** Calcolare l'energia di un fotone X di lunghezza d'onda pari a 0.3 nm.

a)  $6.63 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

b)  $100 \cdot 10^{-18} \text{ J}$

c)  $78.6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$

d)  $99.1 \cdot 10^{-17} \text{ J}$

e)  $11.4 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

L'energia di un fotone X è data da:

$$E = h \nu$$

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

La frequenza è legata alla lunghezza d'onda dalla relazione

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

L'energia è quindi:

$$E = h \frac{c}{\lambda} = (6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}) \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.3 \times 10^{-9} \text{ m}} = 6.63 \times 10^{-16} \text{ J}$$

**Esercizio n. 6** L'emivita del radon è di 3.80 giorni. Dopo quanti giorni il campione di radon ha ridotto ad un ventesimo la sua attività iniziale?

a) ~ 0.19

b) ~ 2 c) ~ 1.6

d) ~16.6

e) ~ 165

Legge del decadimento radioattivo:  $N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-t/\tau}$

Attività:  $A = N\lambda = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-t/\tau}$

Il tempo di dimezzamento è legato alla vita media:  $\tau = \frac{\tau_{1/2}}{0.693}$

Possiamo quindi riscrivere l'attività:  $A = A_0 e^{-t \times (0.693/\tau_{1/2})}$

Per sapere dopo quanti giorni il campione di radon ha ridotto ad un ventesimo la sua attività iniziale:

$$\frac{1}{20} = e^{-0.18t} \quad \Rightarrow \quad \ln 20 = 0.18t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{\ln 20}{0.18} = 16.6 \text{d}$$

**Esercizio n. 7** Un fascio di raggi X è composto da 200 fotoni. Supponendo che il fascio incida su una tavoletta di legno di spessore di 10 cm, quanti fotoni rimangono dopo averla attraversata ? (coefficiente d'assorbimento  $\mu = 0.1609 \text{ cm}^{-1}$ ).

a) 100

b) 80

c) 60

d) 40

e) 20

Legge dell'attenuazione dei raggi X è:

$$N = N_0 e^{-\mu x}$$

$N_0$  numero di fotoni iniziali

Dopo aver attraversato uno spessore di 10 cm di legno avremo un numero  $N$  di fotoni:

$$N = 200 \times e^{-(0.1609 \text{ cm}^{-1} \times 10 \text{ cm})} = 40$$

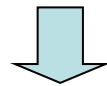
**Esercizio n. 8** Due ore dopo essere stato preparato, un campione di  $^{214}\text{Pb}$  radioattivo contiene  $10^8$  di nuclei. Il tempo di dimezzamento è 27 minuti. Quanti nuclei di  $^{214}\text{Pb}$  c'erano al momento della preparazione?

- a)  $10.2 \cdot 10^8$       b)  $4.2 \cdot 10^6$       c)  $14.6 \cdot 10^8$       d)  $10^{10}$       e)  $21.8 \cdot 10^8$

Legge del decadimento radioattivo:  $N = N_0 e^{-t/\tau} = N_0 e^{-t/(t_{1/2}/0.693)}$

Dopo 2 ore abbiamo  $10^8$  nuclei per cui possiamo scrivere:

$$10^8 = N_0 e^{-(0.693/27)120}$$



$$N_0 = \frac{10^8}{0.0459} = 21.8 \times 10^8 \text{ nuclei}$$

**Esercizio n. 9** Un fascio monocromatico di fotoni incide su di un materiale assorbente. Se l'intensità del fascio è stata ridotta di un fattore 2 da 8 mm di materiale, quale è il coefficiente di assorbimento?

- a)  $0.09\text{mm}^{-1}$       b)  $4\text{ cm}^{-1}$       c)  $2\text{ mm}^{-1}$       d)  $8\text{ mm}^{-1}$       e)  $10\text{ cm}^{-1}$

Legge dell'assorbimento dei fotoni:  $I = I_0 e^{-\mu x}$

Sapendo che uno spessore di un materiale riduce di un fattore 2 l'intensità del fascio è possibile determinare il coefficiente di assorbimento:

$$\mu = \frac{\ln 2}{x} = \frac{0.693}{8\text{mm}} = 0.09\text{mm}^{-1}$$

**Esercizio n. 10** Determinare la vita media di un radionuclide sapendo che dopo 155 ore la sua attività si è ridotta al 20% di quella iniziale.

a)  $\approx 10$  d

b)  $\approx 4$  d

c)  $\approx 9$  d

d)  $\approx 100$  d

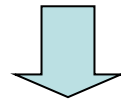
e)  $\approx 120$  d

Attività del radionuclide:

$$A = A_0 e^{-t/\tau}$$

Sappiamo che dopo 155 ore l'attività del campione si è ridotta al 20%:

$$\frac{A}{A_0} = 0.2 = e^{-t/\tau}$$



$$-\ln 0.2 = \frac{t}{\tau}$$



$$\tau = \frac{t}{-\ln 0.2} = \frac{155 \text{ ore}}{1.609} = 96 \text{ ore} \approx 4 \text{ d}$$