

Esercizio

Un fascio di particelle incide con una *rate* di $1.00 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$ su un foglio di oro il cui spessore è $d = 1.00 \times 10^{-2} \text{ cm}$. La sezione d'urto per assorbimento per ogni nucleo di oro, all'energia del fascio, è $\sigma = 1.00 \times 10^{-3} \text{ b}$. Calcolare

1. il libero cammino medio delle particelle nell'oro;
2. la *rate* di interazione;
3. quale dovrebbe essere lo spessore dell'oro per ridurre alla metà l'intensità del fascio.

($M_{\text{Au}} = 196,97 \text{ g mol}^{-1}$, $\rho_{\text{Au}} = 19.320 \text{ g cm}^{-3}$, $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

Soluzione

La densità numerica dei centri scatteratori (i nuclei di oro) è

$$n_{\text{Au}} = \frac{\rho_{\text{Au}} N_A}{M_{\text{Au}}} = \frac{19.320 \text{ g cm}^{-3} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{196.97 \text{ g mol}^{-1}} = 5.907 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}.$$

Il libero cammino medio delle particelle nell'oro è

$$\lambda = \frac{1}{\sigma n_{\text{Au}}} = \frac{1}{1.00 \times 10^{-3} \times 10^{-24} \text{ cm}^2 \times 5.907 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}} = 1.69 \times 10^4 \text{ cm} = \boxed{169 \text{ m}}.$$

La *rate* di interazione è

$$\frac{dN}{dt} = \frac{dN_a}{dt} \frac{1}{\lambda} d = 1.00 \times 10^6 \text{ s}^{-1} \times \frac{1}{1.69 \times 10^4 \text{ cm}} \times 1.00 \times 10^{-2} \text{ cm} = \boxed{0.591 \text{ s}^{-1}}.$$

Per ridurre alla metà l'intensità del fascio, lo spessore dell'oro dovrebbe essere d' :

$$\frac{1}{2} = \frac{I(d')}{I_0} = e^{-\frac{d'}{\lambda}}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\frac{d'}{\lambda}$$

$$\ln 2 = \frac{d'}{\lambda}$$

$$d' = \ln 2 \times \lambda = \ln 2 \times 169 \text{ m} = \boxed{117 \text{ m}}.$$