

Interações de Fótons na Matéria (1)

Efeito Fotoeléctrico

Interação do fóton com um electrão atómico. O fóton é absorvido e transmite a sua energia ao electrão. O electrão é ejectado com uma energia cinética:

$$T_e = h\nu - \phi$$

ϕ - energia de ligação do electrão no átomo

Em geral, os electrões emitidos são da camada interna K

O lugar criado é preenchido segundo dois processos alternativos:

1. Um electrão da camada seguinte (L) transita para a camada K emitindo um raio-X de energia:

$$h\nu_X = j_K - j_L$$

2. Emissão de electrão Auger

A energia disponível na transição L→K é utilizada para libertar um electrão L. A energia cinética deste electrão é:

$$T_e = (j_K - j_L) - j_L = j_K - 2j_L$$

Interações de Fótons na Matéria (2)

Difusão de Compton

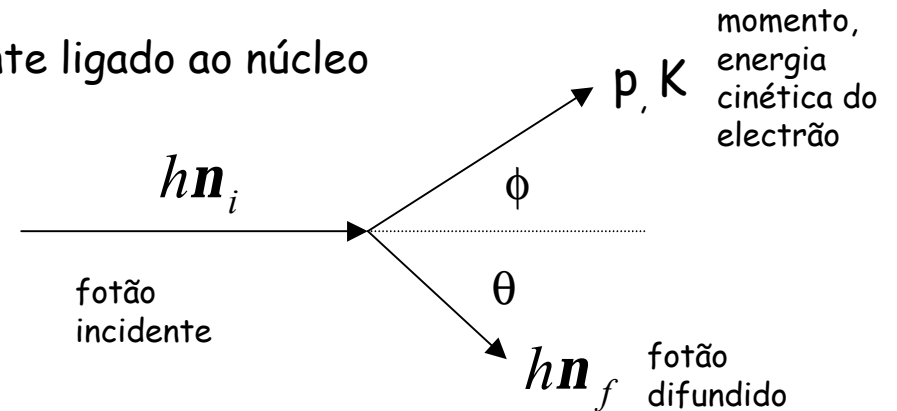
Fotão difundido por um electrão atómico fracamente ligado ao núcleo

Conservação de energia: $h\mathbf{n}_i = h\mathbf{n}_f + K$

Conservação de momento:

$$\frac{h\mathbf{n}_i}{c} = \frac{h\mathbf{n}_f}{c} \cos \mathbf{q} + p \cos \mathbf{f}$$

$$0 = \frac{h\mathbf{n}_i}{c} \text{sen} \mathbf{q} - p \cdot \text{sen} \mathbf{f}$$



Energia do electrão

$$E = K + m_e c^2 = \sqrt{c^2 p^2 + m_e^2 c^4}$$

Variação do comprimento de onda do fotão:

$$\lambda_i - \lambda_f = \frac{c}{\mathbf{n}_i} - \frac{c}{\mathbf{n}_f} = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \mathbf{q}) \quad (\text{cm}^{-1})$$

$h/m_e c = 2.426 \times 10^{-10} \text{cm}$, comprimento de onda de Compton

Energia do fotão difundido:

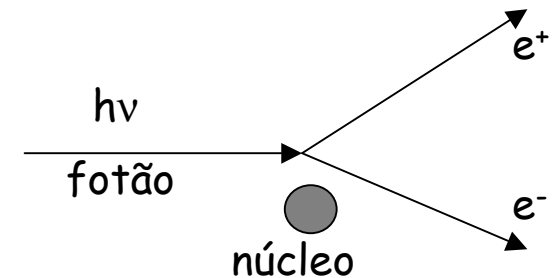
$$h\mathbf{n}_f = \frac{m_e c^2}{1 - \cos \mathbf{q} + m_e c^2 / h\mathbf{n}_i} \quad (\text{MeV})$$

Interações de Fótons na Matéria (3)

Produção de pares

Se $h\nu > 2m_e c^2$ (1.022 MeV) o fóton pode materializar-se num par electrão-positrão

A produção de pares só ocorre no campo de partículas carregadas, principalmente no campo dos núcleos



Conservação de energia

$$h\nu = K_- + K_+ + 2m_e c^2$$

A interacção com o campo do núcleo é necessária à conservação do momento

Secções Eficazes das Interações de Fotões

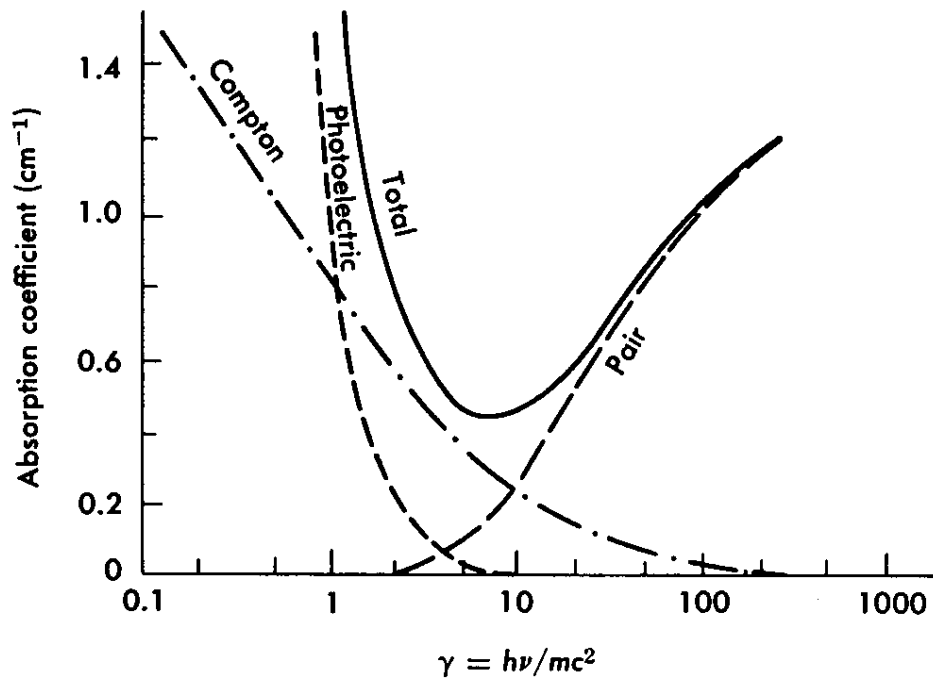
Coefficiente de absorção linear

$$\mu = (\sigma n_b) \quad (\text{cm}^{-1})$$

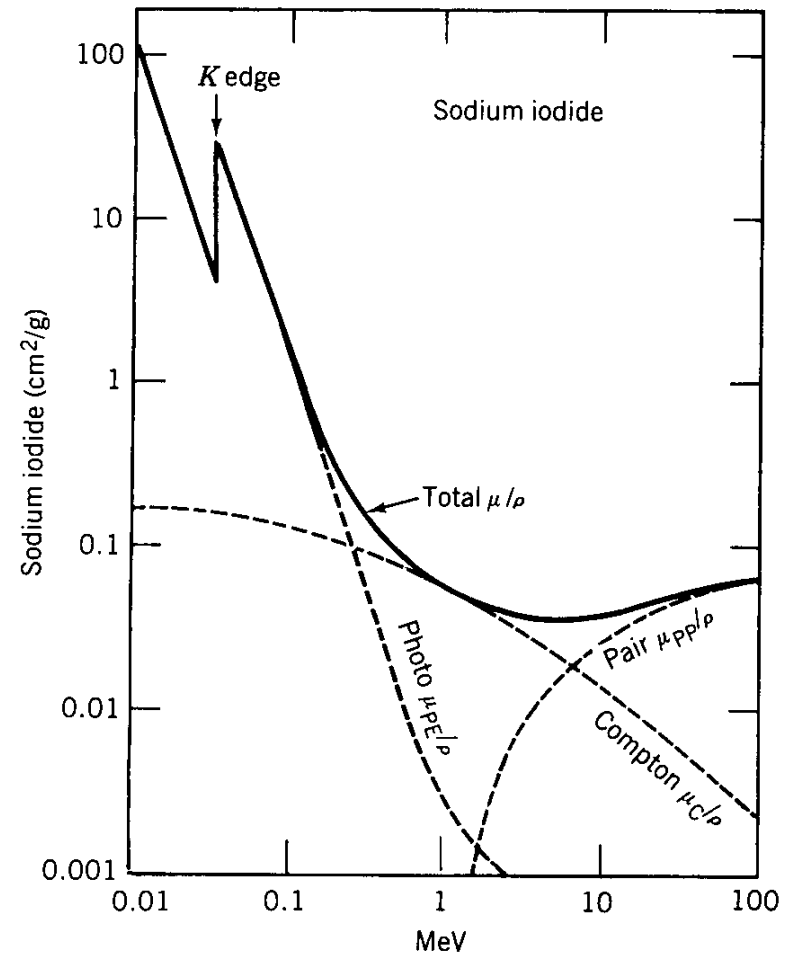
Coefficiente de absorção de massa:

$$\mu_m = \mu / \rho \quad (\text{cm}^2 \text{g}^{-1})$$

Coefficiente de absorção no chumbo



Coefficiente de absorção no iodeto de sódio



Coeficientes de Absorção de Massa

Table 11.4. Mass absorption coefficients in various materials

Energy (MeV)	Mass absorption coefficient in				
	Air	H ₂ O	Al	Fe	Pb
0.01	4.55	4.72	24.3	169	—
0.02	0.71	0.74	3.26	25	95
0.05	0.203	0.221	0.353	1.9	8.5
0.1	0.155	0.171	0.169	0.37	5.5
0.2	0.12	0.14	0.122	0.15	0.95
0.5	0.09	0.097	0.08	0.084	0.152
1.0	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07
10.0	0.02	0.022	0.023	0.03	0.05
20.0	0.017	0.018	0.022	0.032	0.062

cm^2g^{-1}

Comprimimentos de Absorção de Fótons

Table 11.5. $1/e$ lengths for γ -rays in some materials as a function of energy^a

Energy (MeV)	$1/e$ length in				
	Air ($\rho = 0.0012^b$)	H ₂ O ($\rho = 1$)	Al ($\rho = 2.7$)	Fe ($\rho = 7.9$)	Pb ($\rho = 11.3$)
0.01	180	0.21	0.015	7×10^{-4}	—
0.05	4100	4.5	1.05	0.067	0.010
0.1	5400	5.8	2.2	0.34	0.016
0.5	9600	10.3	4.4	1.51	0.58
1.0	13.0 m	14.3	6.0	2.1	1.26
5	30.9 m	33.3	13.0	4.1	2.06
10	41.7 m	45.5	15.9	4.2	1.77
20	49.0 m	55.6	17.1	3.9	1.43

^a From Table 11.4 and Equation (11.59), in centimeters.

^b Units of ρ are g cm^{-3} .