

SEL 397 - PRINCÍPIOS FÍSICOS DE FORMAÇÃO DE IMAGENS MÉDICAS

Prof. Homero Schiabel



5. INTERAÇÃO DOS RAIOS X COM A MATÉRIA

5.1. Atenuação e Absorção

■ **ATENUAÇÃO:**

quando a intensidade do feixe é reduzida como resultado de um processo de interação R-X - matéria

■ **ABSORÇÃO:**

quando, numa interação, o fóton de raios X transfere toda sua energia ao material (absorvedor), desaparecendo

■ 4 possibilidades básicas:

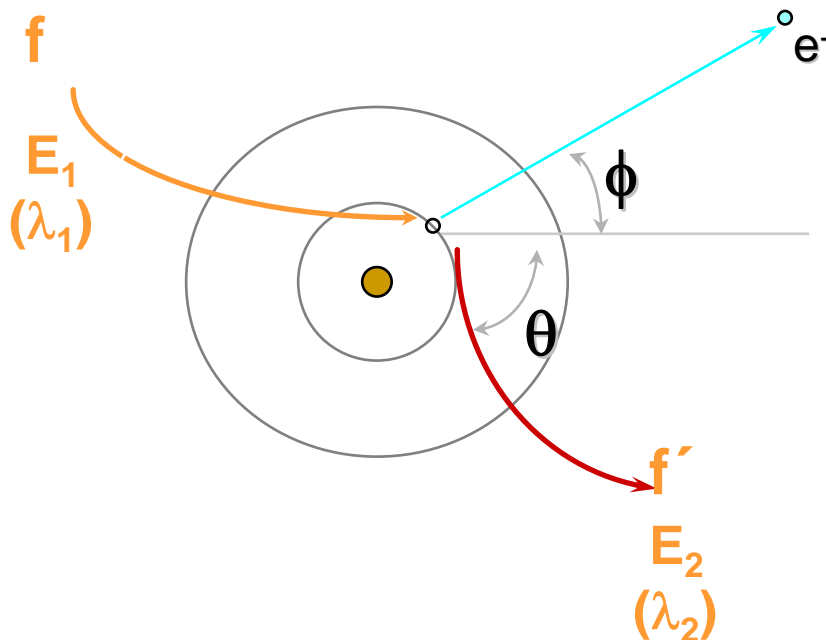
- fóton desviado de sua trajetória, sem perda de energia (espalhamento coerente ou elástico);
- fóton desviado de sua trajetória com alguma perda de energia (espalhamento incoerente ou inelástico);
- fóton transferindo toda sua energia ao átomo, e desaparecendo (absorção);
- fóton prosseguindo normalmente em sua trajetória original

Espalhamento coerente

- fóton desviado de sua trajetória, sem perder energia
- radiação eletromagnética tem um campo elétrico que produz oscilação do elétron orbital do átomo na mesma frequência elétron absorve e emite radiação na mesma frequência e em fase

Espalhamento (Efeito) Compton

- parcial absorção de energia pela matéria
- número de elétrons por unidade de massa do absorvedor é importante para determinar a probabilidade do espalhamento Compton



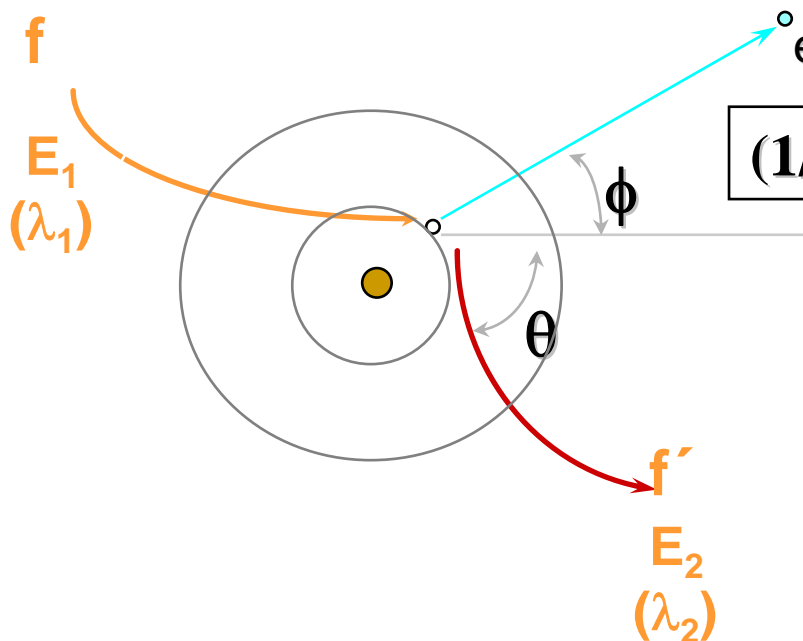
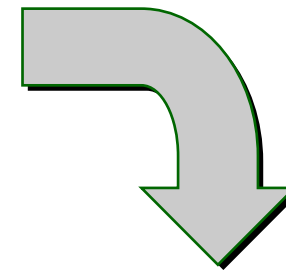
$$E_1 = h \nu_1 = hc / \lambda_1$$
$$E_2 = h \nu_2 = hc / \lambda_2$$

f = fóton incidente
 f' = fóton espalhado

Espalhamento (Efeito) Compton

- $E_1 = E_2 + E$ → colisão inelástica
- Equação deduzida por Compton:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = (h / mc) (1 - \cos \theta)$$

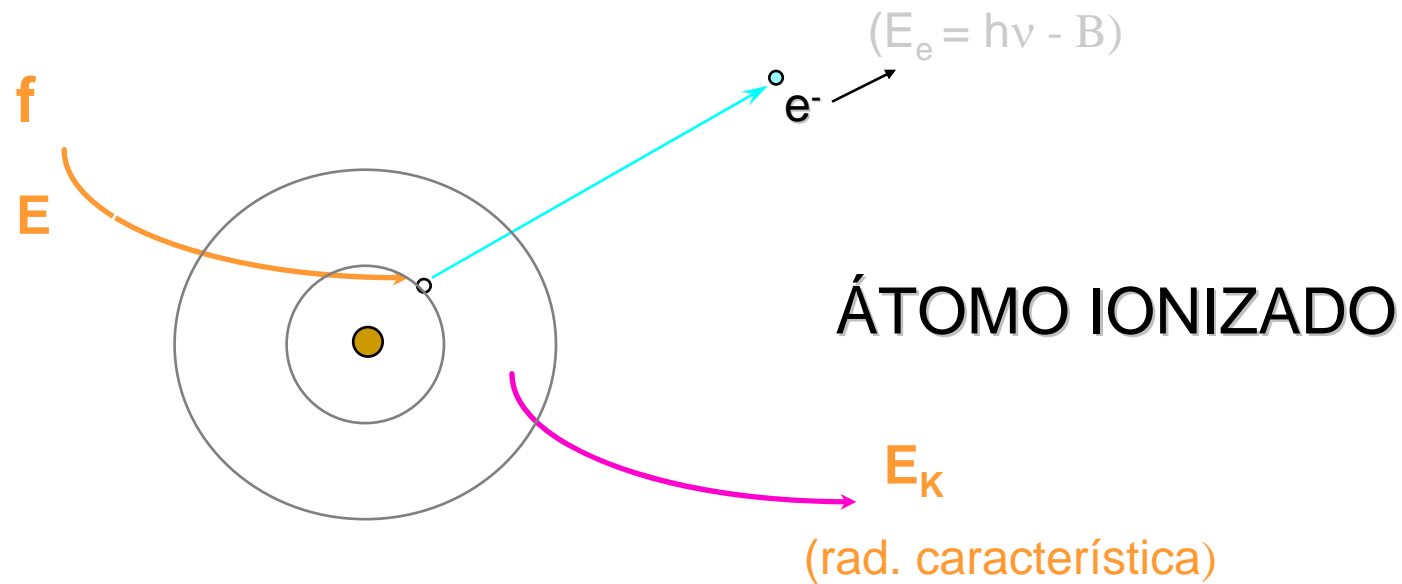


$$(1/E_2) - (1/E_1) = (1/mc^2) (1 - \cos \theta)$$

$\lambda_2 - \lambda_1 =$ desvio Compton
 $h =$ cte. Planck
 $m =$ massa do elétron

Efeito fotoelétrico

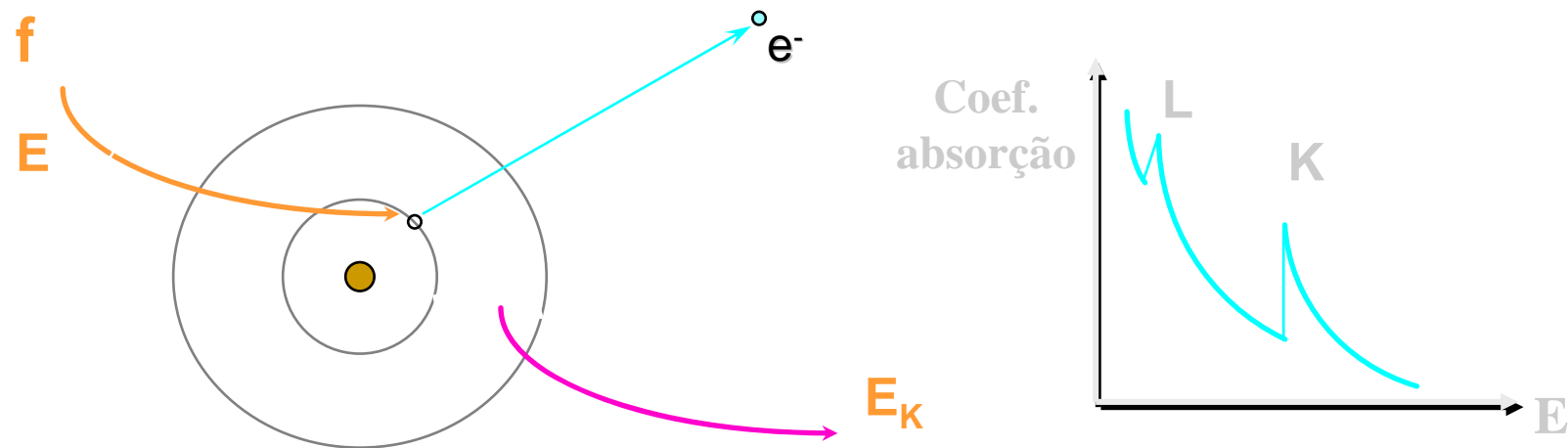
- Fóton interage com o átomo e desaparece → fornece a um e⁻ orbital toda sua energia → expulsão do e⁻ de sua órbita (geralmente da camada K)



Efeito fotoelétrico

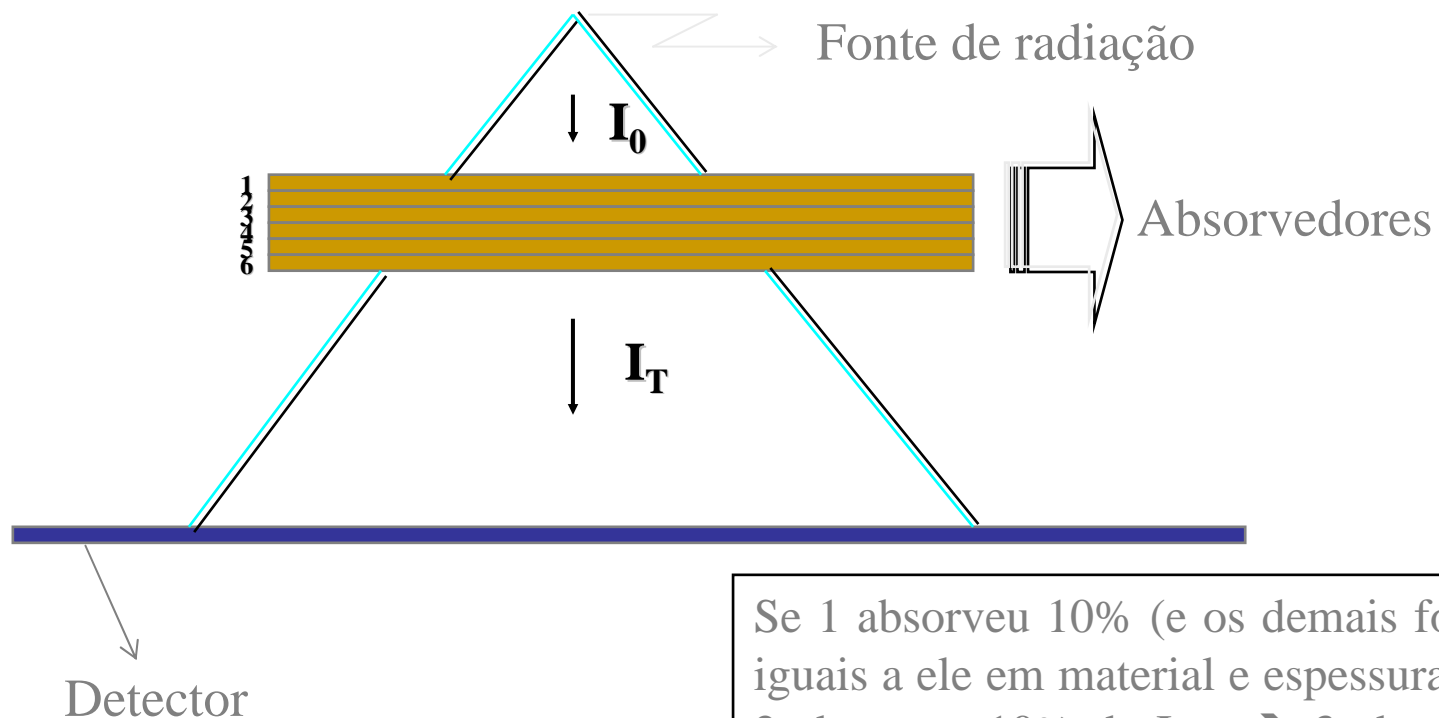
(*) Probabilidade de uma interação fotoelétrica ocorrer numa particular camada eletrônica é:

- 0 se a E do fóton R-X é $<$ que B ;
- grande se a E do fóton R-X é $=$ a B ;
- pequena se a E do fóton R-X é $>$ que B ;



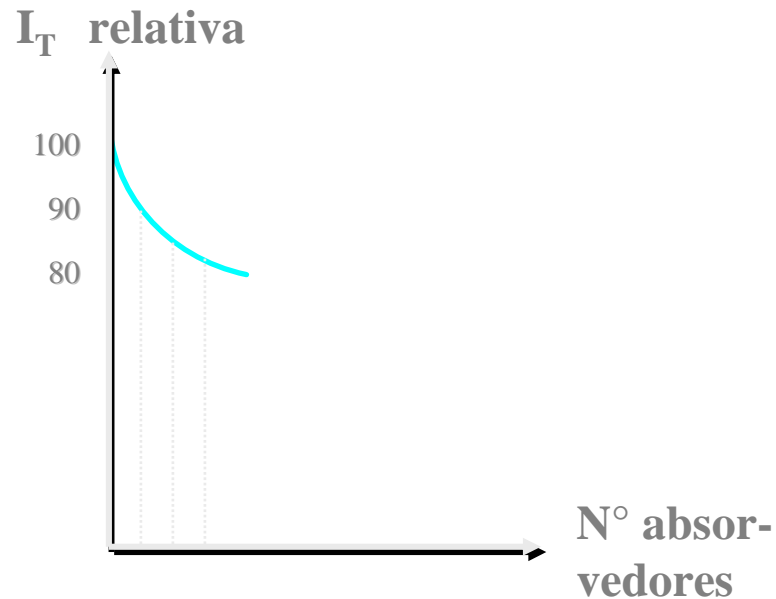
5.2. Coeficiente de Atenuação Linear (μ)

- Corresponde a uma redução fracional da intensidade do feixe por unidade de espessura de um absorvedor



Se 1 absorveu 10% (e os demais forem iguais a ele em material e espessura) \rightarrow 2 absorveu 10% de I_{T1} \rightarrow 3 absorveu 10% de I_{T2} \rightarrow ...

5.2. Coeficiente de Atenuação Linear (μ)



Então, se $I_0 = 100\%$:
 $I_{T1} = 90\% \rightarrow I_{T2} = 81\%$
 $\rightarrow I_{T3} = 72,9\% \dots$

- Sejam: dx = espessura do absorvedor;
 dI = quantidade de rad. atenuada

- dI proporcional a:
 dx - E (feixe) - I
 Z (material)



$$dI = -I dx \mu (E, Z)$$

μ

5.2. Coeficiente de Atenuação Linear (μ)

μ \rightarrow probabilidade de um fóton ser removido do feixe; função do tipo de material e da E do fóton

$dI = -\mu I dx \rightarrow dI / dx = -\mu I \rightarrow$ integrando:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

Ex.: calcular a % de radiação transmitida através de um material de 8 cm de espessura cujo $\mu = 0,31 \text{ cm}^{-1}$