

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:

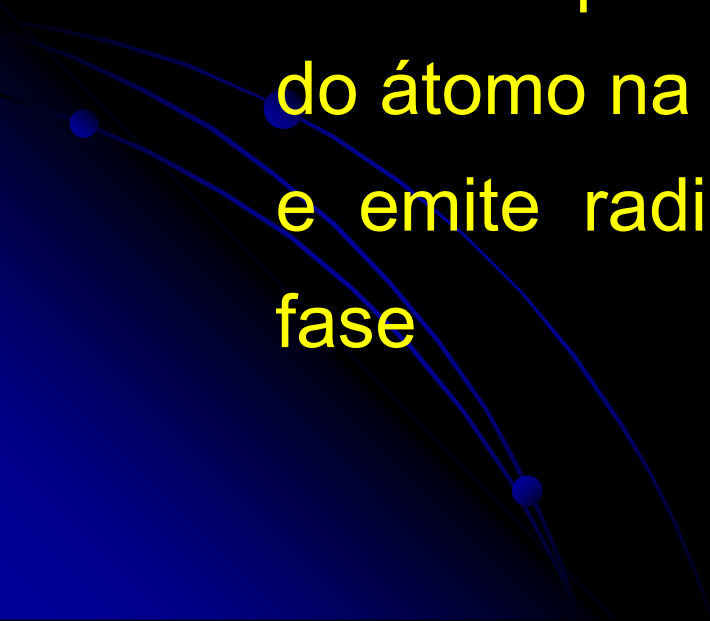
quando, numa interação, o fóton de raios X transfere toda sua energia ao material (absorvedor), desaparecendo

□ 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

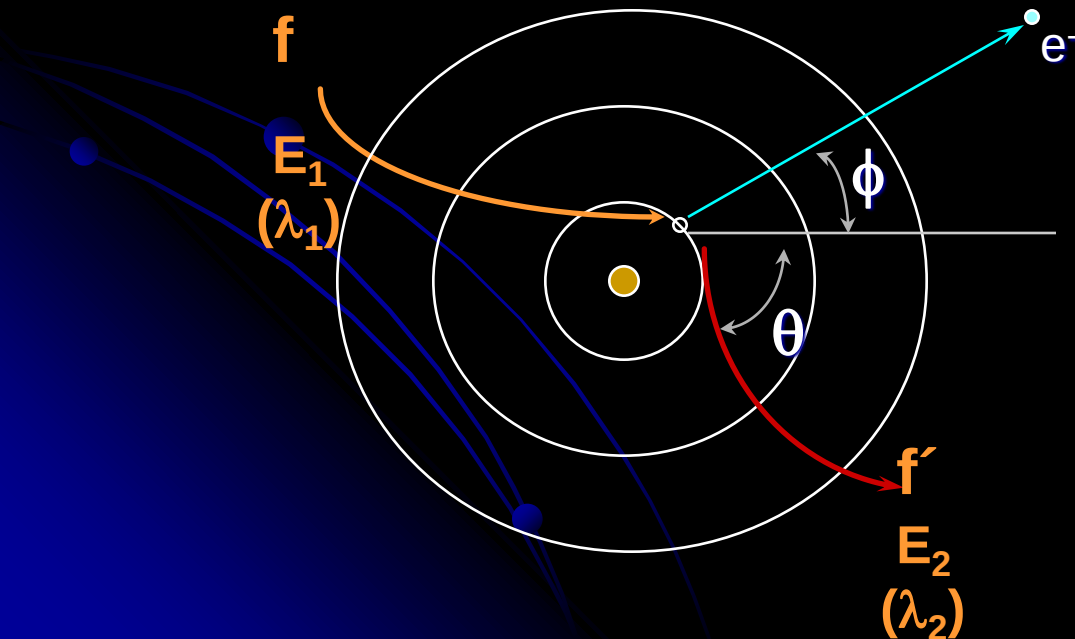
Espalhamento coerente

- 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



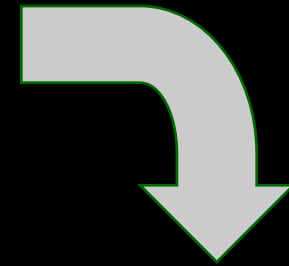
$$E_1 = h \nu_1 = hc / \lambda_1$$
$$E_2 = h \nu_2 = hc / \lambda_2$$

f = fóton incidente
f' = fóton espalhado

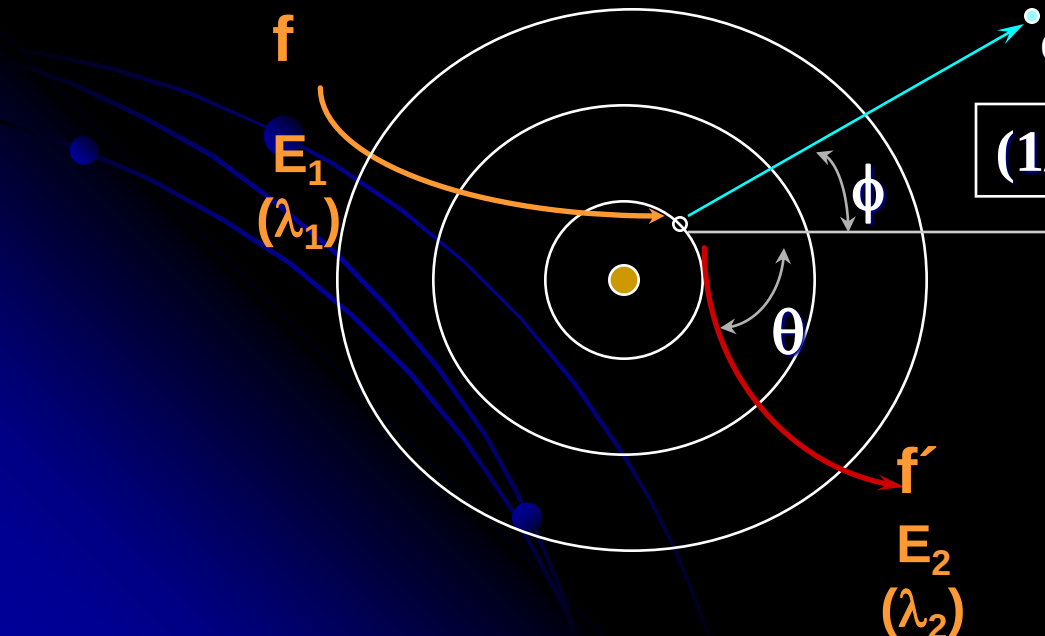
Espalhamento (Efeito) Compton

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

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



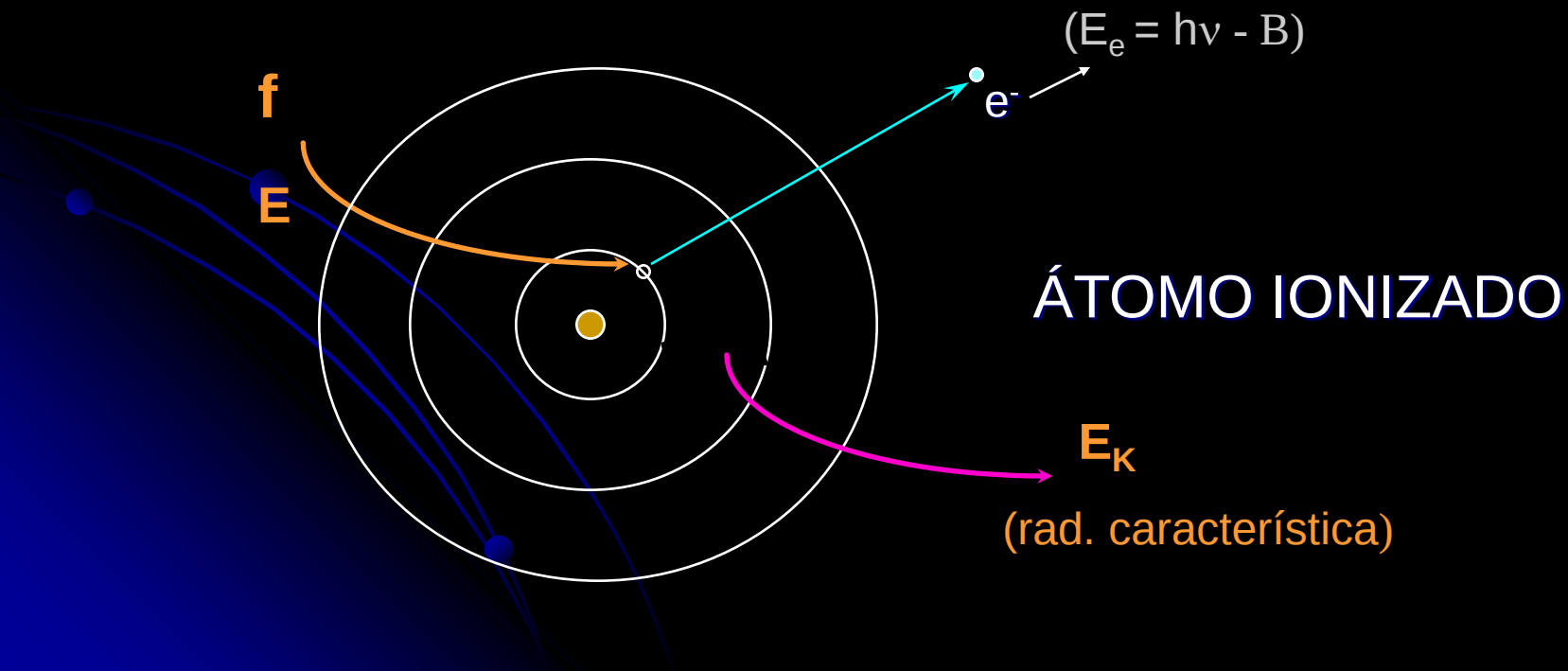
$$(1/E_2) - (1/E_1) = (1/mc^2) (1 - \cos \theta)$$



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

Efeito fotoelétrico

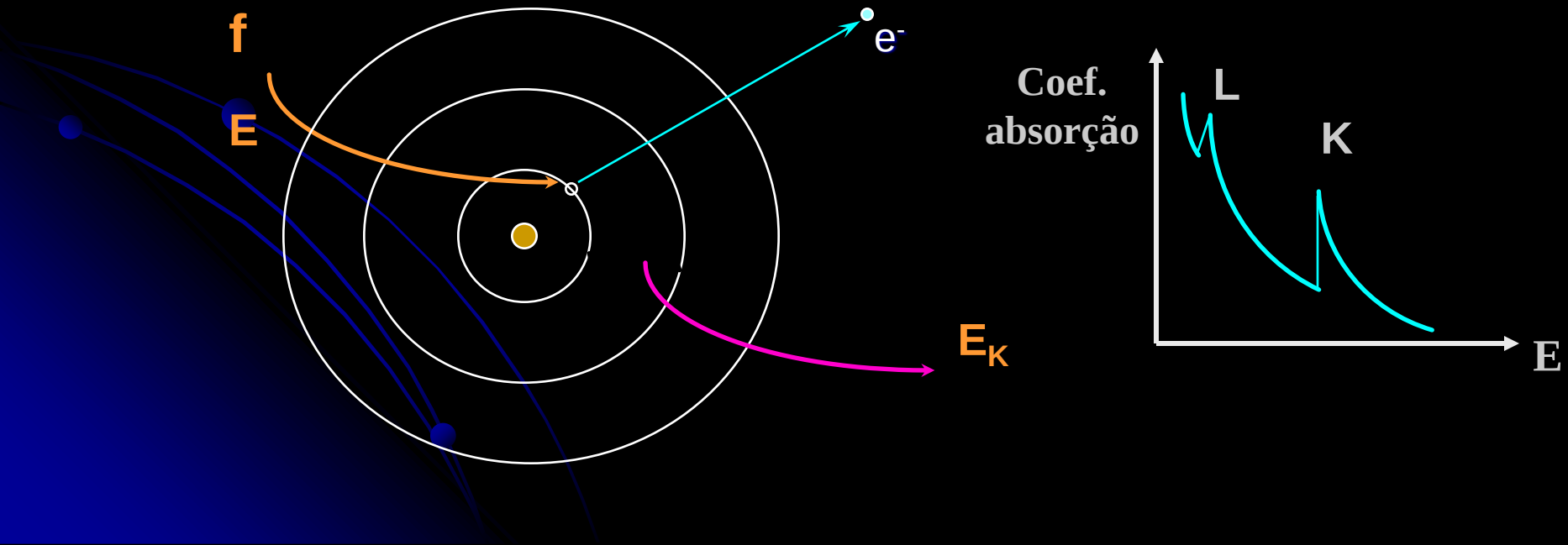
- Fóton interage com o átomo e desaparece □
- fornece a um e^- orbital toda sua energia □
- expulsão do e^- de sua órbita (geralmente da camada K)



Efeito fotoelétrico

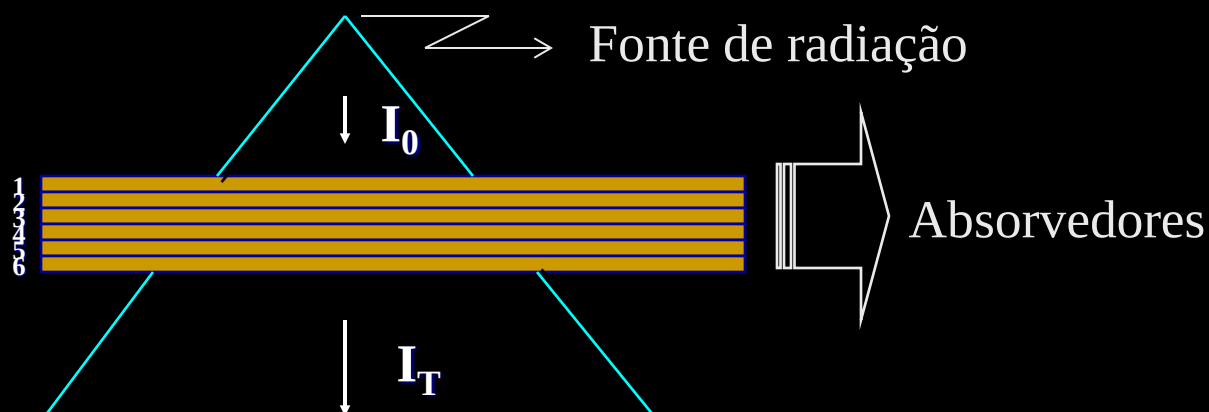
(*) Probabilidade de uma interação fotoelétrica ocorrer numa particular camada eletrônica é:

- 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 ;



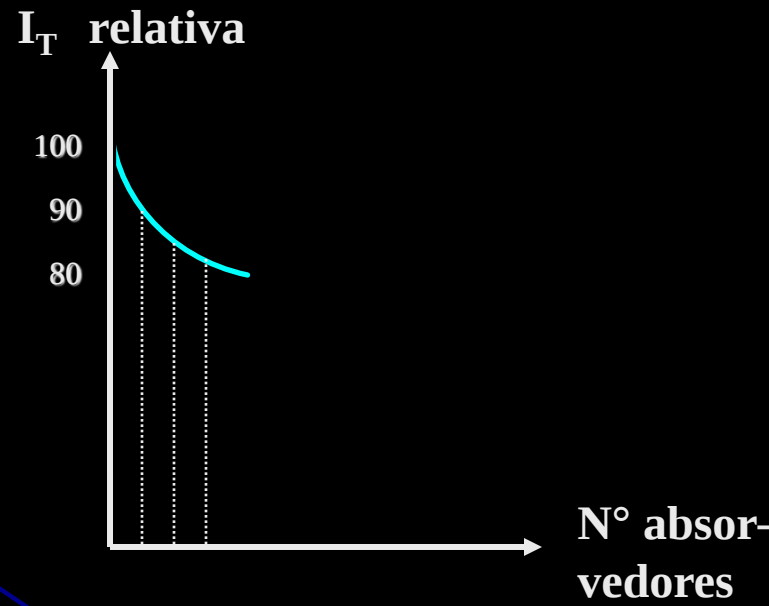
5.2. Coeficiente de Atenuação Linear (μ)

□ 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) □
2 absorveu 10% de I_{T1} □ 3 absorveu 10% de I_{T2} □ ...

5.2. Coeficiente de Atenuação Linear (μ)



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

- Sejam: dx = espessura do absorvedor;
 dl = quantidade de rad. atenuada
- dl proporcional a:
 dx - E (feixe) - I
 Z (material)

$\Rightarrow$ $dl = - I dx \cdot k(E, Z)$ μ

5.2. Coeficiente de Atenuação Linear (μ)

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

$$dI = -\mu I dx \quad \square \quad dI / dx = -\mu I \quad \square \quad \text{integrando:}$$

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

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