



RAIOS-X

aspectos gerais

J.R. Kaschny
(2013)

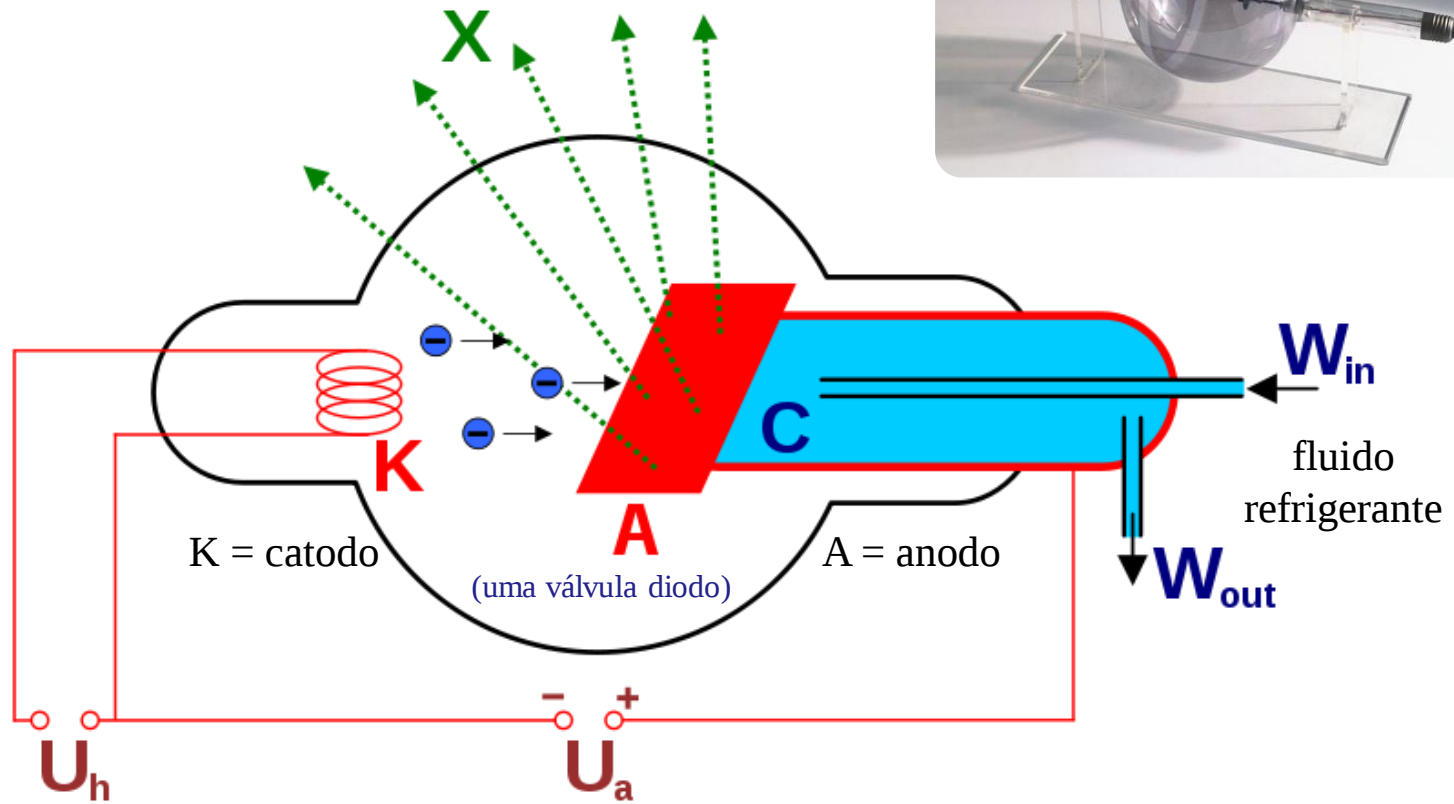
Introdução

→ Os raios X são emissões eletromagnéticas de natureza semelhante à luz visível. Seu comprimento de onda vai de $0,05 \text{ \AA}$ até dezenas de angstroms, descobertos em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen. A energia destas emissões é da ordem de alguns kilo-eletron-volts a algumas centenas de keVs. A geração, e portanto a origem desta energia eletromagnética, se deve à transição de elétrons nos átomos, ou a desaceleração de partículas carregadas.

→ A descoberta ocorreu quando Röntgen estudava o fenômeno da luminescência produzida por raios catódicos num tubo de Crookes. Todo o aparato foi envolvido por uma caixa com um filme opaco e guardado numa câmara escura. Próximo à caixa, havia um pedaço de papel recoberto de platinocianeto de bário. Percebeu então que quando fornecia energia cinética aos elétrons do tubo, estes emitiam uma radiação que marcava a chapa fotográfica. Intrigado, resolveu colocar entre o tubo de raios catódicos e o papel fotográfico alguns corpos opacos à luz visível. Desta forma, observou que vários materiais opacos à luz diminuía, mas não evitava a chegada desta estranha radiação desconhecida (um X) até a placa. Em outro dia, Röntgen pediu à sua esposa que posicionasse sua mão entre o dispositivo e o papel fotográfico, resultando na primeira radiografia.



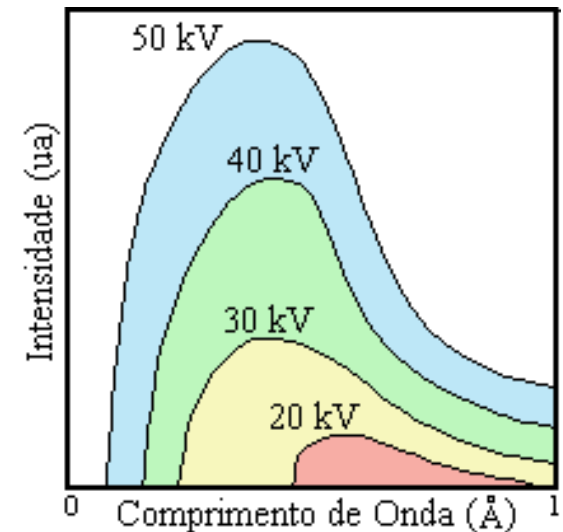
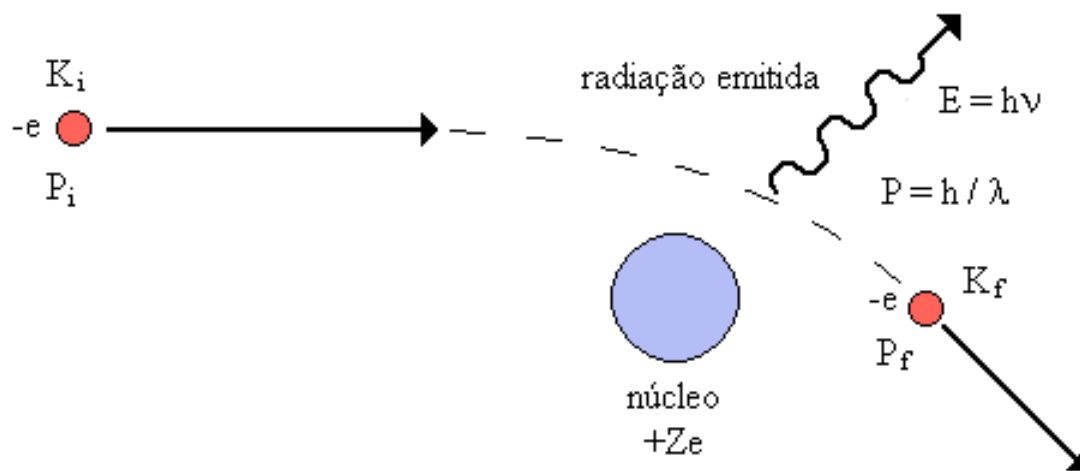
Geração de Raios-X



→ Extraídos pela ação de um campo elétrico criado pela alta tensão U_a , os elétrons obtidos a partir de um filamento aquecido (pela tensão U_h) que forma o catodo (efeito termiônico) colidem com o material (metal: Cu, Fe, etc) do anodo. O freamento de tais elétrons e a excitação eletrônica dos átomos que formam o anodo produzem os chamados raios-x. Frequentemente U_h e U_a são fontes alternadas, e o feixe pulsante.

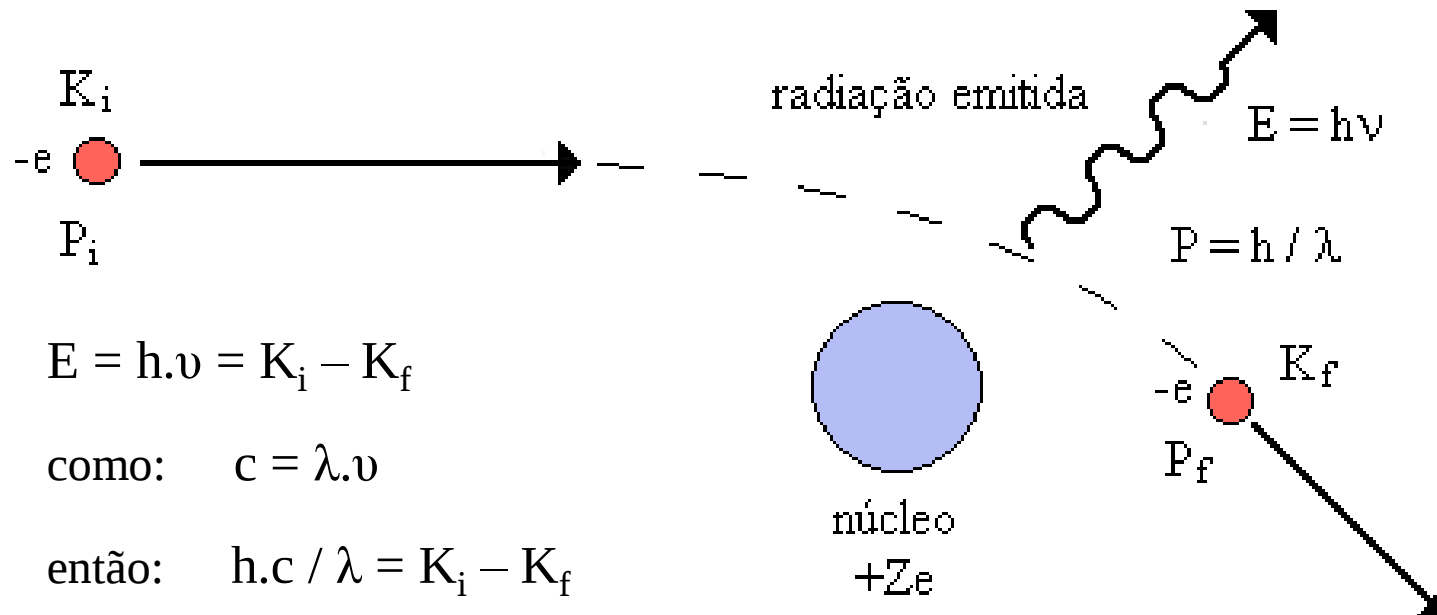
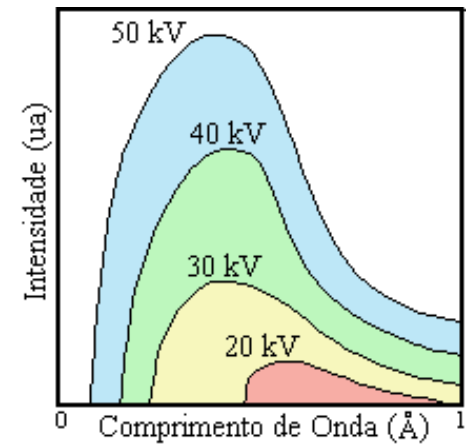
Espectro Contínuo de Raios-X

→ Ao colidir com o material do anodo, tipicamente formado por um metal (W, Cu, Fe) os elétrons penetram no material e passam a colidir com os átomos que o compõem, cedendo parte de sua energia cinética a cada colisão, sendo portanto freados. Tendo em mente que cargas aceleradas emitem radiação na forma de ondas eletromagnéticas com comprimento de onda definido pela quantidade de energia perdida, é natural esperar que parte dessa energia seja convertida em raios-x. Este é a chamada **radiação de freamento** ou **bremsstrahlung**, que produz um espectro contínuo que depende da tensão de aceleração utilizada.



→ Note que a área sob a curva correspondente ao espectro contínuo depende da corrente do feixe de elétrons e da tensão U_a de aceleração, ou seja, da potencia de feixe.

→ O menor comprimento de onda, ou seja, a maior frequência de raios-x gerada no espectro depende exclusivamente da tensão U_a .



$$E = h \cdot \nu = K_i - K_f$$

como: $c = \lambda \cdot \nu$

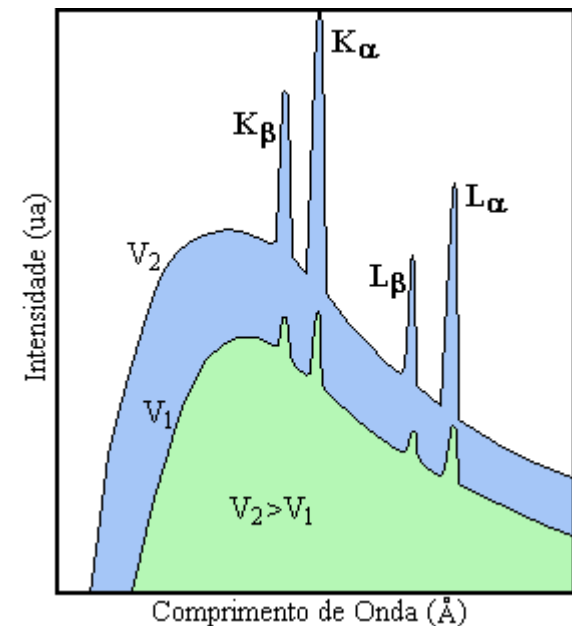
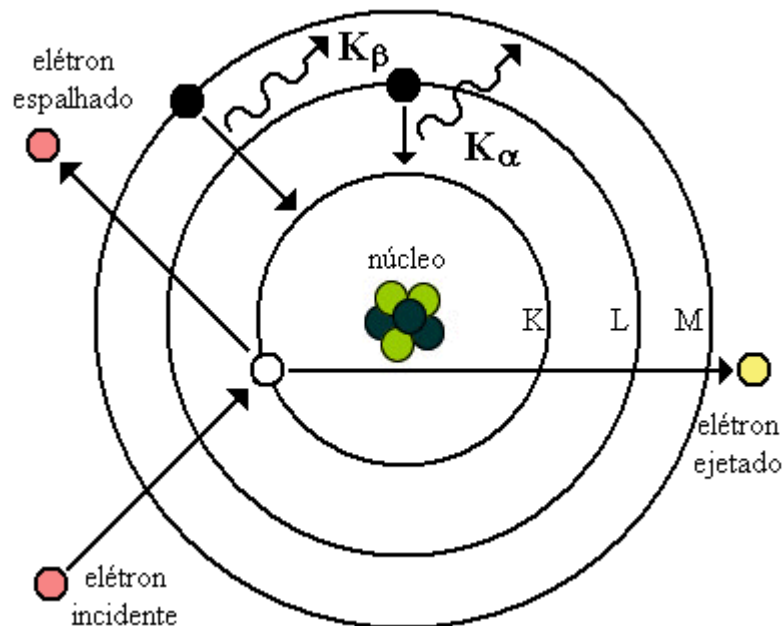
então: $h \cdot c / \lambda = K_i - K_f$

Supondo $K_f = 0$ e $K_i = e \cdot U_a$ obtemos $\lambda_{\min} = h \cdot c / e \cdot U_a$

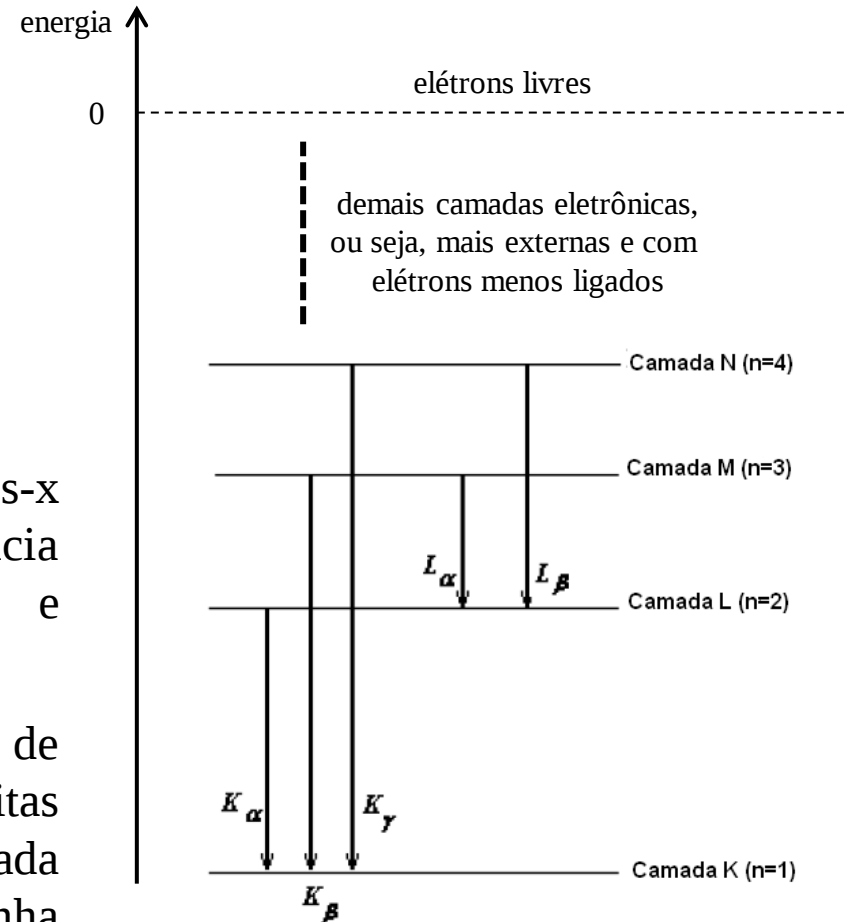
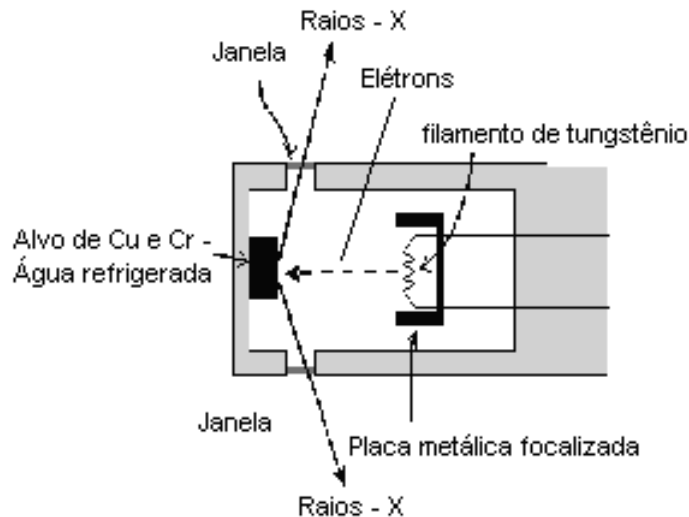
toda a energia adquirida durante a aceleração do elétron pelo potencial U_a é cedido em uma única colisão

Espectro Discreto de Raios-X

→ Ao colidir com os átomos do material que compõem o anodo, o elétron incidente pode interagir fortemente com os elétrons atômicos e eventualmente ejeta-los, deixando uma lacuna eletrônica nas camadas atômicas mais internas. A transição dos elétrons mais externos para preencher tal lacuna envolve a emissão de um fóton de raios-x, cujo comprimento de onda dependerá da diferença de energia entre os níveis atômicos envolvidos. A intensidade de emissão dependerá da combinação entre a energia cinética do elétron incidente, a energia de ligação do elétron atômico e a probabilidade da respectiva transição eletrônica.



→ O espectro obtido será então característico do elemento químico do anodo, sendo elas nomeadas de acordo com as camadas envolvidas na transição.



→ Ao incidir sobre outros materiais, os raios-x produzidos podem ser absorvidos. A eficiência desta absorção dependerá da densidade e composição do material alvo.

→ No caso onde é necessário um feixe de raios-x monocromáticos (um único λ) muitas vezes é usado uma chapa absorvedora colocada sobre a janela do tubo. Assim, somente a linha K α terá uma intensidade considerável.

Aplicações dos Raios-X

→ Raios-X são largamente aplicados em análise de materiais, e portanto diagnósticos médicos .



Referencias Bibliográficas

- Física para Ciências Biológicas e Biomédicas, E. Okuno, I.L. Caldas e C. Chow.
- Radiation, People and the Environment, IAEA booklets series.
disponível para download em www.iaea.org
- Física: Quântica e Estatística, Alonso e Finn.
- Física Quântica, R. Eisberg e R. Resnick.