

Efeito Compton: a confirmação da natureza corpuscular da radiação

Foram quase duas décadas entre o trabalho de Einstein sobre o Efeito Fotoelétrico em 1905, no qual ele introduziu o termo fóton até a efetiva comprovação de que o fóton – a partícula de luz – carregava o momento linear. Nesse trabalho, Einstein atribuiu à radiação eletromagnética, uma natureza dual – ora onda, ora partícula. Embora a teoria de Einstein explicasse o Efeito Fotoelétrico, foi somente no ano de 1923 que a natureza corpuscular da radiação foi confirmada através dos resultados de um experimento realizado por Arthur Holly Compton.

Em seu experimento, Compton fez incidir um feixe de raios X de comprimento de onda $0,7 \text{ \AA}$ sobre um alvo de grafite. A partir daí, ele mediu os comprimentos de onda dos raios X espalhados pelo alvo em várias direções pré-selecionadas. Os resultados obtidos para os diferentes ângulos de espalhamento não só discordavam das previsões do eletromagnetismo clássico, como também serviram para a confirmação do comportamento corpuscular das radiações. A figura 1 representa esquematicamente o espalhamento após a interação fóton-elétron. Tudo acontece como num jogo de bilhar.

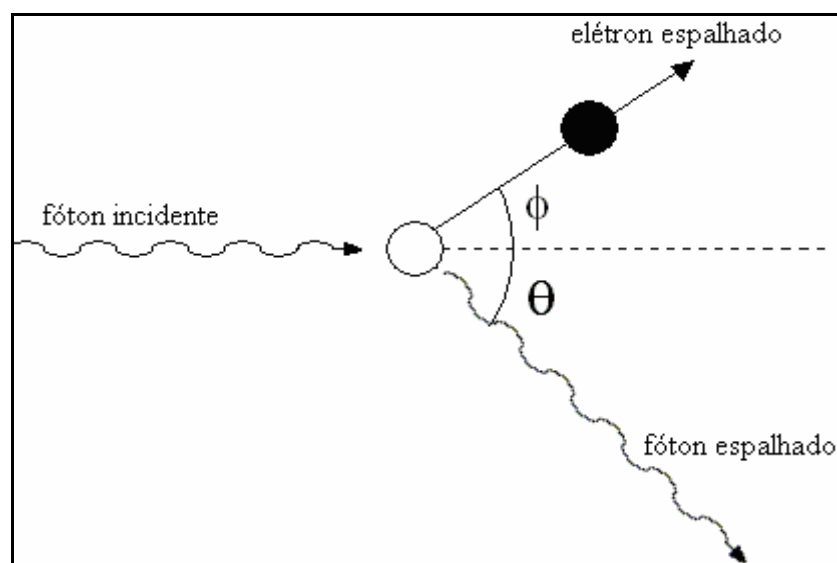


Figura 1- Diagrama do espalhamento Compton (Adaptação a partir de http://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_Compton)

As previsões clássicas eram que, após o espalhamento, as ondas deveriam ter o mesmo comprimento de onda incidente, ou pelo menos, bastante próximos. Entretanto, o que se observou foram dois picos, correspondentes a dois comprimentos de onda distintos e a diferença entre estes (deslocamento Compton = $\Delta\lambda$) era diretamente proporcional ao cosseno do ângulo de observação em relação à direção do feixe incidente. Compton descreveu o resultado de seu experimento tal qual um processo de colisão elástica.

A explicação dada por Compton foi que a radiação é composta por um feixe de fótons, de energia $E = hf$ e momento $p = \frac{h}{\lambda}$. Quando um destes fótons colide com um elétron*, parte de sua energia é perdida para o elétron na colisão. O elétron ganha então energia cinética e escapa do grafite e o fóton é desviado de sua trajetória inicial com um déficit de energia – a energia do fóton desviado é agora a energia do fóton incidente menos a energia cinética adquirida pelo elétron. Sendo menor a energia do fóton espalhado, menor é sua frequência e, portanto, maior é seu comprimento de onda.

Matematicamente, é possível mostrar que o deslocamento Compton depende somente do ângulo de espalhamento, sendo independente da energia do fóton incidente. O cálculo não seria demasiado difícil, se não fosse o fato de que precisamos ter alguma noção da Teoria da Relatividade Especial de Einstein, visto que o elétron espalhado é relativístico.

O experimento realizado por Compton foi decisivo, pois a partir daí passou-se a abordar a luz em termos de dualidade onda-partícula, visto que alguns experimentos comprovavam seu caráter ondulatório e outros, seu caráter corpuscular.

Referências Bibliográficas

HALLIDAY, D.; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física 4 – Ótica e Física Moderna**. Tradução de Denise Helena da Silva Sotero, Gerson Bazo Costamilan, Luciano Videira Monteiro e Ronaldo Sérgio de Biasi. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995. 355p. Título original: Fundamentals of Physics, 4th edition, Extended Version.

RICCI, T. S. F.; OSTERMANN, F. Uma introdução conceitual à Mecânica Quântica para professores do Ensino Médio. In: **Textos de apoio ao professor de Física**, n. 14, 71 p. - Instituto de Física/UFRGS. Porto Alegre, 2003.

Para se aprofundar um pouco mais consulte:

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica – Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas**. Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. 13. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1979. 928 p. Título original: Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles.

* Consideremos a colisão com um elétron quase-livre da atração do átomo. Para elétrons cuja energia de ligação ao átomo é grande (elétrons orbitais), o deslocamento Compton é desprezível.