

ESTUDO DA RELATIVIDADE RESTRITA E ESPALHAMENTO COMPTON

Roberta de Figueiredo, Bruno Duarte da Silva Moreira

INTRODUÇÃO

Com a introdução da teoria especial da relatividade de Albert Einstein em 1905, os conceitos newtonianos de espaço e tempo sofreram uma importante revolução. Entre os desdobramentos da relatividade restrita, destacam-se os conceitos de dilatação temporal, contração do comprimento e a equivalência massa-energia. Através dos estudos desses princípios, é possível analisar o espalhamento Compton, experimento realizado em 1922 por Arthur H. Compton, em que disparando um feixe de raios X em direção a um alvo sólido, Compton descobriu que uma parte da radiação espalhada possuía comprimento de onda diferente da a radiação incidente. Esse resultado foi uma descoberta importante nos primórdios da mecânica quântica.

O presente trabalho tem como objetivo estudar o espalhamento Compton como uma forma de aplicar a relatividade restrita, mais precisamente a conservação de quadrimomento, a um problema de espalhamento simples.

DESENVOLVIMENTO

O estudo do efeito Compton foi conduzido a partir da formulação da relatividade restrita aplicada ao conceito de momento linear relativístico. Nesse contexto, utilizou-se o quadrimomento, definido como

$$P = \left(\frac{E}{c}, \vec{p} \right) , \quad (1)$$

em que E representa a energia da partícula e \vec{p} o seu momento linear.

A análise desenvolvida considerou inicialmente os fundamentos da relatividade restrita, com ênfase no momento linear relativístico, na definição do quadrivetor momento e na conservação do quadrimomento. Em seguida, tais conceitos foram aplicados ao espalhamento de um fóton incidente sobre um elétron inicialmente em repouso. A partir da conservação do quadrimomento no processo de colisão, foi possível deduzir a expressão matemática que descreve a variação do comprimento de onda do fóton espalhado em função do ângulo de espalhamento. O resultado encontrado,

$$\lambda' - \lambda = \left(\frac{h}{m_0 c} \right) (1 - \cos\theta) , \quad (2)$$

mostra que o aumento do comprimento de onda (λ) depende diretamente da constante de Planck (h), da massa do elétron em repouso (m_0), da velocidade da luz (c) e do ângulo de espalhamento (θ).

A metodologia empregada evidenciou como a relatividade restrita fornece a base conceitual para a explicação de um fenômeno essencial da física moderna, além de estabelecer uma ponte entre os princípios relativísticos e as descobertas da mecânica quântica.

RESULTADOS

O resultado obtido mostrou-se consistente com os valores encontrados na literatura, validando a metodologia empregada. Além da dedução teórica, foram analisadas as distribuições angulares do fóton após a colisão, permitindo identificar os ângulos mais prováveis de ocorrência do espalhamento (Figura 1.). Essa análise evidenciou a relevância da conservação do quadrimomento na previsão quantitativa do fenômeno e demonstrou que os cálculos teóricos reproduzem adequadamente os resultados experimentais reportados por Compton.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu aplicar os conceitos fundamentais da relatividade restrita ao problema do espalhamento fóton–elétron, destacando a importância do quadrimomento na formulação e resolução desse fenômeno. A dedução da fórmula de Compton confirmou a aplicabilidade da conservação do quadrimomento em processos relativísticos simples e reforçou a integração entre os domínios da relatividade e da mecânica quântica.

Os resultados obtidos, ao reproduzirem a variação prevista do comprimento de onda em função do ângulo de espalhamento, evidenciam a solidez do modelo teórico. Dessa forma, o trabalho atingiu o objetivo de consolidar a compreensão do efeito Compton como exemplo clássico da união entre conceitos relativísticos e quânticos.

Palavras-chave: efeito Compton; espalhamento elétron-fóton; relatividade restrita.

ILUSTRAÇÕES

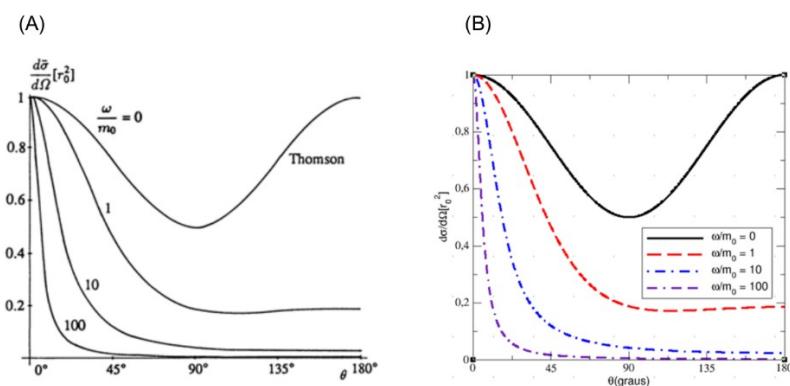


Figura 1. Gráfico (A) utilizado como referência e gráfico (B) gerado como resultado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GREINER, W.; REINHARDT, J. Quantum Electrodynamics. 3. ed. Springer, 1996.
- [2] YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física IV: Ótica e Física Moderna. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Roberta de Figueiredo

MODALIDADE DE BOLSA: PROBIC/UDESC (IC)

VIGÊNCIA: setembro/2024 a agosto/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Bruno Duarte da Silva Moreira

CENTRO DE ENSINO: CCT

DEPARTAMENTO: Departamento de física

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Ciências Exatas e da Terra

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Estudo da Cromodinâmica Quântica no Regime de Altas Energias

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP3968-2022