

Postulado de Louis Victor de Broglie

A dualidade onda-partícula foi um recurso encontrado pelos físicos em um momento em que teorias e experimentos confrontavam resultados recentes com resultados anteriores contraditórios, porém, muito bem estabelecidos. Para as ondas eletromagnéticas, por exemplo, décadas de resultados experimentais levaram a formulação de leis empíricas que culminaram na formulação de um dos trabalhos mais importantes da história de toda Física: a Teoria Eletromagnética de Maxwell.

A Teoria Eletromagnética de Maxwell também conhecida como Eletromagnetismo Clássico estabeleceu que a luz era uma onda eletromagnética. As ondas eletromagnéticas são ondas transversais que se propagam inclusive no vácuo (no vazio). Então, em 1905, Einstein “vê” a luz composta por grãos de luz (fótons) para explicar o Efeito Fotoelétrico e, em 1923, Compton “visualiza” os fótons em um jogo de bilhar usando raios-X (ondas eletromagnéticas) e uma amostra de grafite. Essa dualidade para a radiação eletromagnética, que ora se comportava como onda e ora como partícula, não foi prontamente ou facilmente aceita como pode nos parecer a princípio. A dualidade, no entanto, ficou definitivamente estabelecida depois da experiência de Compton.

Louis Victor de Broglie estendeu, em 1925, o caráter dual da luz para a matéria. Por representar um grande passo para a Física, de Broglie recebeu, em 1929, o Prêmio Nobel de Física. Uma pergunta que certamente lhe ocorreu foi que se a luz, até então tida como onda, se comportava como partícula em certas situações, por que não o elétron, tido como partícula, não poderia se comportar também como uma onda dependendo da experiência? Segundo de Broglie, a matéria também poderia apresentar tal comportamento dual.

A proposta de de Broglie para a dualidade onda-partícula para a matéria se estende a toda matéria como prótons, nêutrons, átomos, moléculas e não somente aos elétrons. Eis o problema: qual o comprimento de onda associado a uma partícula para que esta possa ser descrita como onda?

Respondendo a esta pergunta, de Broglie sugeriu a relação $\lambda = \frac{h}{p}$, sendo λ o chamado comprimento de onda de de Broglie. Aqui, h é a constante de Planck e $p = mv$ é o produto da massa pela velocidade da partícula (o momento linear da partícula). Em resumo, o Princípio de de Broglie atribui um comprimento de onda de matéria para qualquer massa m com velocidade v . Para exemplificar, vejamos duas situações extremas:

Exemplo 1: Calculando o comprimento de onda de de Broglie associado a uma bola de futebol, com massa de 400 g que se desloca a uma velocidade de 10 m/s, encontramos:

$\lambda = \frac{h}{p}$, onde a grandeza p é o momento linear ou quantidade de movimento definido na Física

Clássica como $p = mv$. Assim, $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{0,4 \cdot 10} \Rightarrow \boxed{\lambda \cong 1,66 \cdot 10^{-34} \text{ m}}$

Dessa forma, não há como verificar o comportamento ondulatório para um objeto com comprimento de onda dessa ordem de grandeza. Esse comprimento é tão pequeno que chega a ser 10^{19} vezes menor que o núcleo do átomo. Lembre-se que para observar um comportamento ondulatório podemos arrumar situações que mostrem difração e interferência (propriedades típicas de ondas). No entanto, os obstáculos e/ou as aberturas que precisamos colocar no caminho das ondas devem ter dimensão (tamanho) da mesma ordem que o comprimento de onda da onda que queremos ver difratar ou interferir.

Exemplo 2: Verifique você mesmo qual seria o comprimento de onda de de Broglie associado a um elétron de 120 eV. Compare o valor encontrado com o resultado da situação acima. Será que seria possível pensar em experiências que mostrem o caráter ondulatório do elétron?

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.