

Mecânica Quântica

Interferência e difração com elétrons e fótons

A C Tort¹

¹Departamento de Física Teórica
Instituto Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

26 de Março de 2012

A relação de De Broglie

Para partículas e fótons:

$$\lambda = \frac{h}{p},$$

onde:

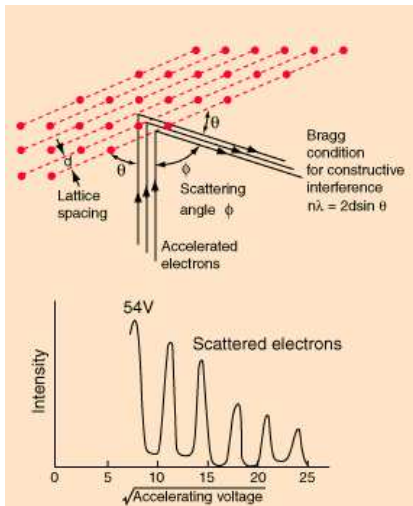
$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

O experimento de Davisson e Germer (1927)

O experimento consiste em disparar um feixe de elétrons de 54 eV ($\lambda = 0.165 \text{ nm}$) de energia cinética perpendicularmente à superfície de um cristal de níquel. O detetor é posicionado em um ângulo de 50 graus e mede o número de elétrons espalhados para este ângulo. O valor experimental é $\lambda = 0.167$, em acordo com a lei de Bragg para os raios-X.

$$n\lambda = 2d \sin \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\phi}{2} \right).$$

Davisson-Germer



Davisson, C. J., "Are Electrons Waves?,"
Franklin Institute Journal 205, 597 (1928)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{n}{2d \sin \theta} = \frac{p}{h} = \frac{\sqrt{2mE}}{h} = \frac{\sqrt{2meV}}{h}$$

*Electron
wavelength*

*Bragg
law*

*deBroglie
relationship*

*Acceleration
through
voltage V*

Figura:

Um experimento com balas

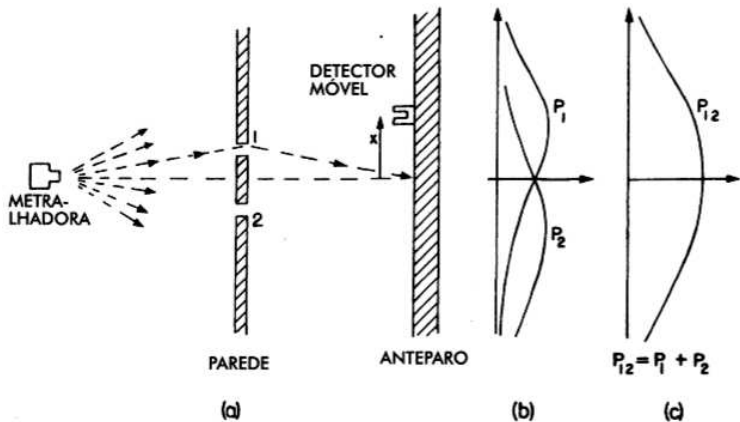


Figura: Um experimento com balas.

Um experimento com ondas (luz)

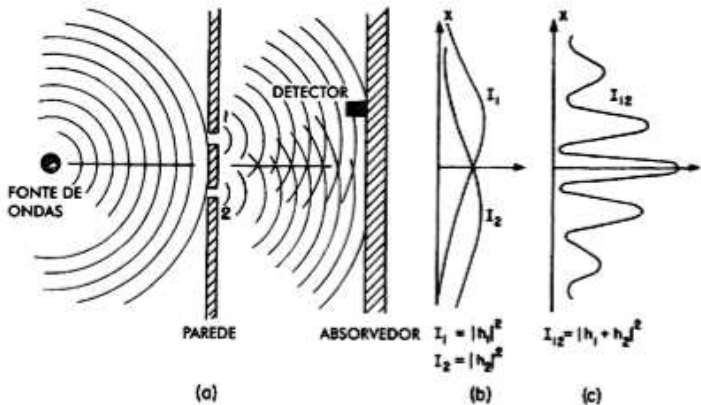


Figura: Interferência de duas fendas (Young).

Um experimento com elétrons

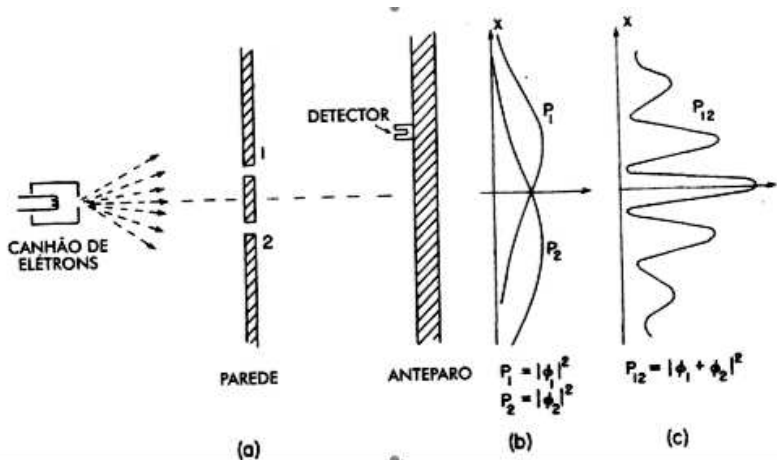


Figura: Experimento de Young com elétrons.

Um experimento com fótons

Mesmo tipo de resultado!!!

Resultados experimentais: interferência com elétrons

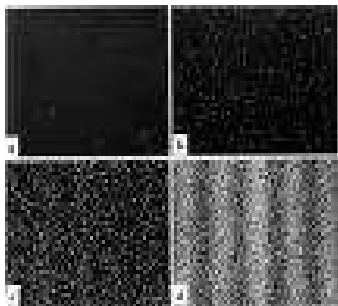


Figura:

Mais resultados experimentais (elétrons)

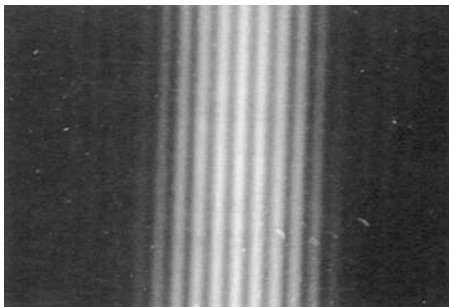


Figura:

Difração de elétrons: fenda única

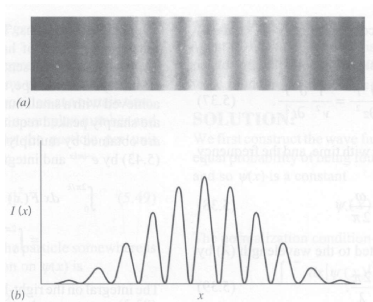


Figura:

As regras para calcular o padrão de interferência

Amplitudes de probabilidade:

$$\Psi = \Psi_1 + \Psi_2;$$

Probabilidades:

$$\|\Psi\|^2 = \|\Psi_1 + \Psi_2\|^2;$$

ou:

$$\|\Psi\|^2 = \|\Psi_1\|^2 + \|\Psi_2\|^2 + \Psi_1\Psi_2^* + \Psi_1^*\Psi_2;$$

Termos que descrevem a interferência:

$$\Psi_1\Psi_2^* + \Psi_1^*\Psi_2;$$

Os efeitos da medida

A medida em MQ interfere com o sistema quântico e destrói a superposição de estados.

Isto também é chamado: colapso da função de onda

The End

Próxima aula: Difração de elétrons com uma única fenda. Uma introdução à formulação de Feynman da MQ.