



5910127 - Física Experimental - Ótica Roteiro 6 – Interferência e difração

1. Objetivo

Estudar a natureza ondulatória da luz, especificamente o efeito da interferência. Determinar a largura de fendas e espessuras de objetos micrométricos utilizando a teoria de difração da luz.

2. Introdução

Fenda simples

O padrão de difração de uma onda plana de comprimento de onda λ incidindo numa fenda de largura a , está esquematicamente representado na figura 1.

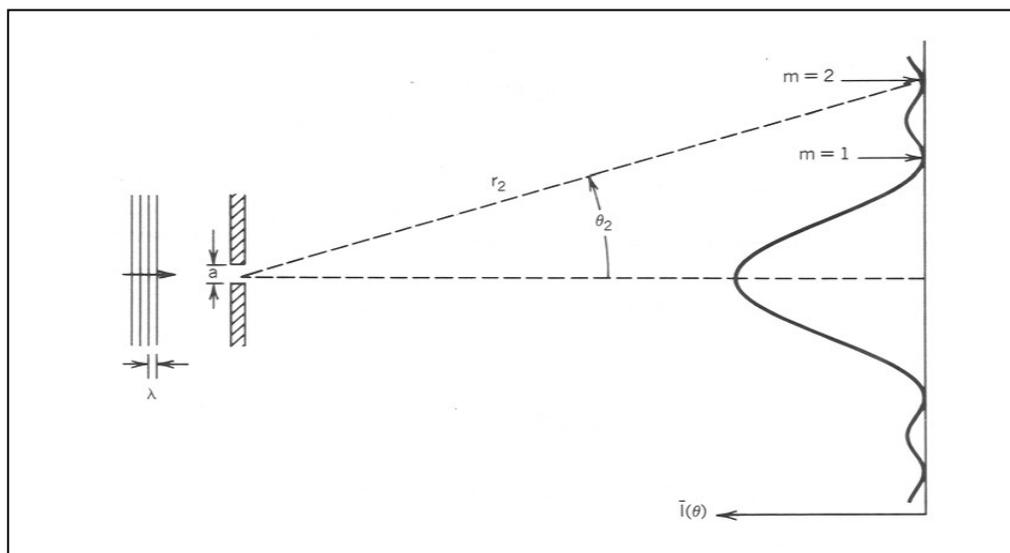


Figura 1- Diagrama experimental para observar o padrão de difração de uma fenda simples

O campo elétrico total (superposição dos campos de cada radiador) num ponto da tela especificado por r e θ é

$$E(r, \theta, t) = E_0 \frac{\text{sen} \alpha}{\alpha} \cos(kr - \omega t) \quad (1)$$

onde E_0 é a amplitude do campo elétrico, k é o número de onda ($2\pi/\lambda$), ω é a frequência angular ($2\pi/T$), e

$$\alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \text{sen} \theta \quad (2)$$

A intensidade é proporcional ao quadrado da onda total, e a média temporal da intensidade para um dado r , $\bar{I}(\theta)$ é:

$$\bar{I}(\theta) \propto \frac{1}{T} \int_0^T E^2(\theta, t) dt \quad (3)$$

portanto, no nosso caso,

$$\bar{I}(\theta) = I_0 \left(\frac{\text{sen} \alpha}{\alpha} \right)^2 \quad (4)$$

A dependência angular está contida em α . A função $(\sin \alpha/\alpha)^2$ é chamada de “fator de difração”.

Os mínimos no padrão de difração ocorrem quando $\bar{I}(\theta) = 0$. Esta condição requer portanto que:

$$a \cdot \sin \theta_m = m\lambda \quad m = 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

onde a é a largura da fenda, m é o número da ordem do padrão de difração e θ_m é o ângulo entre o meio do padrão e o mínimo de ordem m do padrão de difração.

Fenda dupla

O diagrama experimental de duas fendas, com separação d , é apresentado na Figura 2. Cada fenda produz uma onda dada pela equação 1. Estas duas ondas superpostas produzem a onda total:

$$E(r, \theta, t) = 2E_0 \cos \beta \frac{\sin \alpha}{\alpha} \cos(kr - \omega t) \quad (6)$$

onde:

$$\beta = \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta \quad (7)$$

e α é dado pela eq. 2. A média temporal da intensidade para um dado r é

$$\bar{I}(\theta) = 4i_0 (\cos \beta)^2 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \quad (8)$$

O termo $(\cos \beta)^2$ é chamado de “fator de interferência”. Note que $\bar{I}(\theta)$ envolve o produto do “fator de interferência” e o “fator de difração”.

O fator de interferência é máximo para aqueles valores de θ que satisfaçam a seguinte equação:

$$d \cdot \sin \theta_m = m\lambda \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (9)$$

onde d é a distância entre as fendas, θ_m é o ângulo entre o meio do padrão e o máximo de ordem m do padrão de difração.

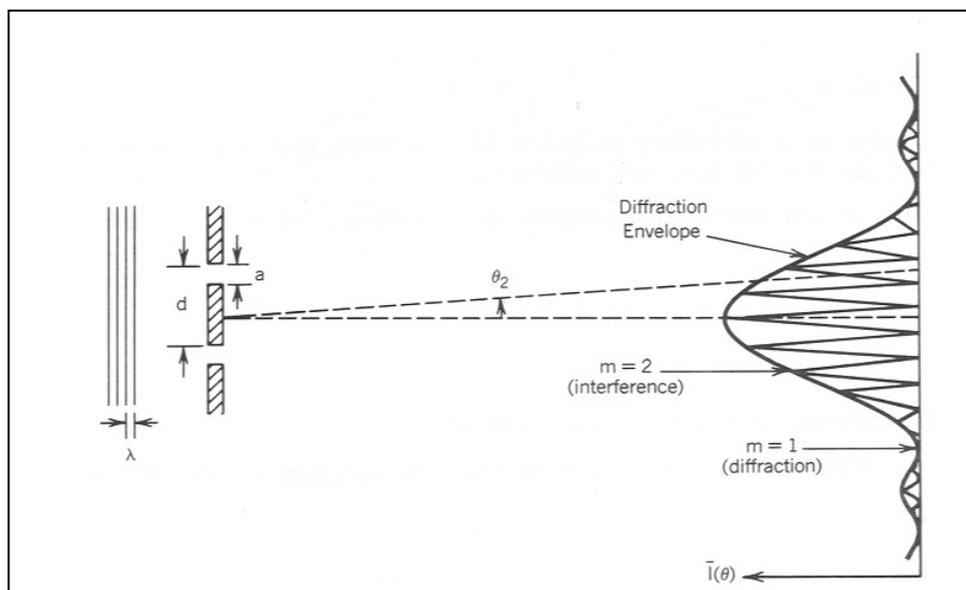


Figura 2 -Diagrama experimental para obter o padrão de difração e interferência de duas fendas.

3. Materiais

Laser, fenda simples, fenda dupla, trena, papel em branco, lâmina de microscópio e alfinete.

4. Procedimento experimental

1a) Utilizando a fenda simples, monte o diagrama experimental da figura 1. Determine, no anteparo, a posição de todos os pontos onde ocorrem as interferências construtivas e destrutivas.

1b) Determine a largura da fenda simples;

1c) Elabore um procedimento experimental diferenciado para adquirir a medida da fenda de forma mais precisa;

2a) De forma similar monte o diagrama experimental para a fenda dupla (figura 2). Determine também a posição das interferências construtivas e destrutivas ; bem como os máximos e mínimos da envoltória da intensidade, referente a difração.

2b) Determine a distância entre as fendas, bem como a largura da própria fenda (considerando que a largura das duas fendas são iguais).

2c) Aplique os métodos desenvolvidos pelo seu grupo no item 1c, para melhorar a precisão da medida experimental.

3a) Determine a espessura de dois fios metálicos; compare os valores obtidos com o valor conhecido

3b) Utilizando uma lâmina de microscópio e fita adesiva para fixar fios de cabelo; determine a espessura do fio de cabelo de todos os integrantes do grupo.

4) Faça um furo no papel utilizando um alfinete e determine o padrão de difração deste furo. Explique o padrão observado. Caso não seja visível o padrão de difração, tente obter outros furos menores ou maiores.