

Prática 8 - INTERFERÊNCIA E DIFRAÇÃO DA LUZ

1. **OBJETIVOS:** determinar as larguras das fendas num experimento de fenda única, empregar o princípio de Babinet a um fio e obter as distâncias entre as fendas num experimento de fenda dupla.

2. INTRODUÇÃO

A) Difração da luz numa fenda única: localização dos mínimos

A passagem de um feixe de luz por uma fenda estreita ou um obstáculo cujas dimensões são próximas ao comprimento de onda, produz um espalhamento em relação à direção inicial de propagação. A onda plana da luz incidente torna-se esférica. Esse fenômeno, denominado *difração*, pode ser explicado pelo *princípio de Huygens*, segundo o qual, os pontos de uma frente de onda funcionam como fontes secundárias pontuais. Assim, para um feixe de luz monocromática, de comprimento de onda λ , atravessando uma fenda única de largura a , uma figura de difração pode ser observada sobre um anteparo localizado a uma distância D dessa fenda (ver figura 1 abaixo). Fazendo D muito maior que a ($D \gg a$), pode-se considerar então todos os raios partindo da fenda com sendo paralelos e, assim, a localização dos mínimos de difração (franjas escuras), sobre tal anteparo, pode facilmente ser determinada através da seguinte equação :

$$a \sin \theta = m\lambda, \text{ para } m = 1, 2, 3, \dots \text{ (localização dos mínimos - franjas escuras)} \quad (1).$$

No caso de um orifício circular de diâmetro a , a figura de difração consiste em um ponto central mais intenso (máximo central) e de anéis luminosos concêntricos, alternados por anéis escuros. A localização desses anéis não pode ser obtida analiticamente. Para o primeiro anel escuro, o resultado da solução numérica é:

$$a \sin \theta = 1,22\lambda \quad \text{(localização do 1º mínimo)} \quad (2).$$

Orifícios com diâmetro muito próximo ao comprimento de onda não produzem um anel escuro, e a luminosidade do máximo central é espalhada sobre todo o anteparo.

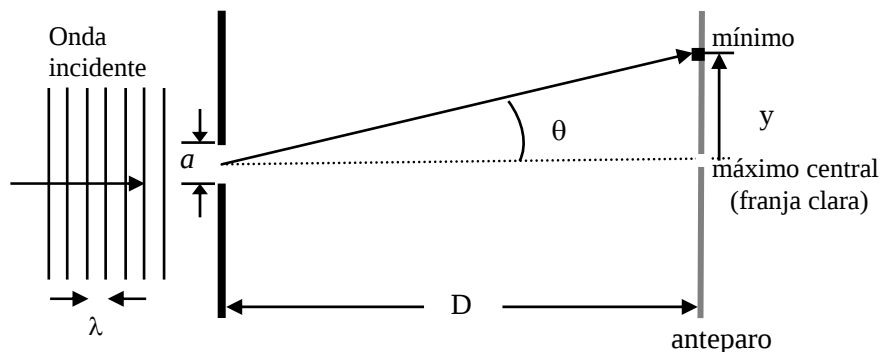


Figura 1: Difração em fenda única.

Como os ângulos θ são muito pequenos, pois $D \gg a$, então $\tan \theta \cong \sin \theta \cong \theta$. Com isto a eq. (1) pode ser escrita numa forma mais simplificada, ou seja:

$$\tan \theta = \frac{y}{D} \cong \theta \quad \text{e} \quad \sin \theta = \frac{m\lambda}{a} \cong \theta \quad \Rightarrow \quad a = \frac{m\lambda D}{y} \quad (3).$$

A análise acima aplica se também para a equação (2). Note que a eq. (3) fornece uma maneira fácil de obter a largura de uma fenda ou a espessura de um fio muito fino.

B) Interferência e difração da luz numa fenda dupla: localização dos máximos

Vimos, da seção anterior, que um feixe de luz monocromática de comprimento de onda λ , atravessando um orifício, gera sobre um anteparo uma figura de difração, caracterizada por franjas claras e escuras bem definidas. Quando dois orifícios são justapostos a luz difratada por cada orifício se sobrepõe (se interferem) na região entre esses orifícios e o anteparo, produzindo, assim, no anteparo uma figura de interferência, também caracterizada por franjas claras e escuras bem definidas. Um exemplo de dois orifícios justapostos é o caso da fenda dupla (ver figura 2 abaixo).

Em 1801, Thomas Young descreveu um método de determinar a localização dos máximos numa figura de interferência, ou seja, as franjas claras (interferência construtiva), numa experiência de fenda dupla. Chamando de d a distância entre as fendas, D a distância da fenda ao anteparo, θ o ângulo definido na figura 2 e fazendo $D \gg d$, Young chegou numa equação para localização dos máximos de interferência dada por:

$$d \sin \theta = m\lambda, \text{ para } m = 0, 1, 2, 3, \dots \text{ (localização das franjas claras de interferência)} \quad (4).$$

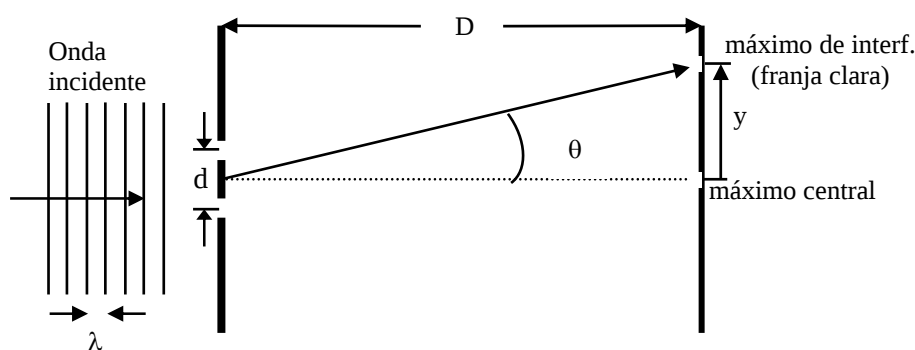


Figura 2: Interferência e difração numa fenda dupla de distância d entre as fendas.

Como os ângulos θ são muito pequenos, pois $D \gg a$, então $\tan \theta \cong \sin \theta \cong \theta$. Com isto a eq. (4) pode ser escrita numa forma mais simplificada, ou seja:

$$\tan \theta = \frac{y}{D} \cong \theta \quad \text{e} \quad \sin \theta = \frac{m\lambda}{d} \cong \theta \Rightarrow d = \frac{m\lambda D}{y} \quad (5).$$

Para dois máximos consecutivos, a eq. (5) pode ser reescrita da seguinte forma: $d = \frac{\lambda D}{\Delta y}$ (6),

sendo $\Delta y = y_{m+1} - y_m$ a distância entre dois máximos consecutivos.

Note que tanto a eq. (5) quanto a eq. (6) fornecem uma maneira fácil de determinar a distância entre as fendas.

3. PROCEDIMENTO: seções A e B

- A1)** Fazendo-se incidir luz sobre uma barreira com fenda única, de uma fonte laser, mede-se as posições (y) dos mínimos (frangas escuras) na figura de difração projetada no anteparo. Para fenda retangular a equação (3) fornece o valor médio da largura dessa fenda. Para fendas circulares e pequenos valores de θ a distância entre o máximo central e o primeiro mínimo é $y = 1,22\lambda D/a$. Desse modo, pode-se calcular o valor médio do diâmetro da fenda.
- A2)** Aplicando-se o princípio de Babinet, segundo o qual, um fio na mesma espessura da fenda interceptando o feixe de luz produz o mesmo efeito, obtém-se o diâmetro do fio
- B)** Fazendo-se incidir luz de uma fonte laser sobre uma barreira com fenda dupla, mede-se as posições (y) dos máximos da figura projetada no anteparo. O anteparo pode ser uma folha de papel sulfite branco onde, com um lápis, são marcadas as posições dos máximos de interferência. Emprega-se então a eq. (5) ou (6) para calcular o valor médio da distância entre as fendas. Como o primeiro mínimo de difração é também visível, usando o mesmo método, pode-se estimar a largura da fenda.

MEDIDAS: DIFRAÇÃO EM FENDA ÚNICA E INTERFERÊNCIA E DIFRAÇÃO EM FENDA DUPLA

Parte A1) Difração da luz em fenda única retangular.

Diagrama do máximo central e dos três mínimos consecutivos (traçar aqui os diagramas para as fendas 1 e 2)	
Fenda 1	Fenda 2

	Fenda 1		Fenda 2	
m	y (mm)	a (mm)	y (mm)	a (mm)
1				
2				
3				
Valores médios ($\bar{a}$)		$\bar{a} =$		$\bar{a} =$

Expressão de cálculos e resultados:

Parte A1) Difração da luz numa fenda única circular.

Diagrama do máximo central e do 1º mínimo.
--

Expressão de cálculo: $a = 1,22 \frac{\lambda D}{y}$ (primeiro mínimo)

Parte B) Interferência e difração numa fenda dupla.

Diagrama do máximo central e dos três máximos consecutivos (traçar aqui os diagramas para as fendas 1 e 2)	
Fenda 1:	Fenda 2:

	Fenda 1			Fenda 2		
m	y (mm) ou	Δy (mm)	d (mm)	y (mm) ou	Δy (mm)	d (mm)
1						
2						
3						
Valores médios ($\bar{d}$)			$\bar{d} =$			$\bar{d} =$

Expressão de cálculo: $d = \frac{m\lambda D}{y}$ ou $d = \frac{\lambda D}{\Delta y}$

Resultados:

4. EXEMPLO

Seja $\lambda = 6328 \text{ \AA}$, $d = 0,30 \text{ mm}$ e $a = 0,050 \text{ mm}$. A figura abaixo mostra a variação dos dois fatores e o efeito resultante.

