



NOTA
PROFESSOR

Equipe

- 1)..... função Turma:.....
2)..... função Data:.....
3)..... função Mesa nº:

EXP 5- Difração e Interferência
Guia de trabalho

Objetivos: Com um feixe de laser estudar os fenômenos de difração e interferência. a) A experiência de difração com a fenda simples consiste em obter a figura de difração num anteparo incidindo o feixe de laser na fenda de abertura conhecida com grande precisão. A distância entre a fenda e o anteparo deve ser escolhida e medida. Medem-se as posições dos mínimos de difração e comparam-se com os valores teóricos dados. b) Com a fenda dupla além do trabalho semelhante ao item a) medem-se também as distâncias entre os mínimos consecutivos de interferência e confrontam-se com os valores teóricos

As aplicações do laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) são bastante amplas por causa da baixa dispersão do seu feixe, que permite alcançar longas distâncias (tão longas quanto a de ida e volta à lua). Com o desenvolvimento do laser de alta potência hoje é possível vaporizar metais, perfurar diamantes e até realizar experiências de fusão nuclear (visando desenvolver o reator a fusão). As aplicações em Física vêm do fato de o feixe de laser ser coerente o que significa luz de uma única frequência e que num ponto do feixe e nas suas vizinhanças, num certo instante, as ondas têm a mesma fase, amplitude e direção. Uma das aplicações típicas que explora esta propriedade é a holografia ou "fotografia" tridimensional. O laser a ser utilizado nesta experiência é gerado pela descarga elétrica numa mistura gasosa de hélio e neônio confinada num tubo de vidro (por exemplo, pirex). Tem uma grande vantagem, pois, a luz produzida é visível com o comprimento de onda de 632,8 nm. Sendo de baixa potência (menos de 1 mW) é perfeitamente adequado para fins didáticos. **Observação importante: Nunca olhe diretamente o feixe do laser, porque pode provocar a queima da sua retina. Como medida de precaução, mantenha o feixe do laser fora da altura da visão, em qualquer experiência que realizar com ele.**

A) PARTE TEÓRICA:

I. Difração de Fraunhofer com Fenda Simples

Um feixe de luz laser incidente em uma fenda de pequena abertura, produz em um anteparo colocado atrás da fenda, uma figura de difração constituída de regiões com luz e regiões sem luz.

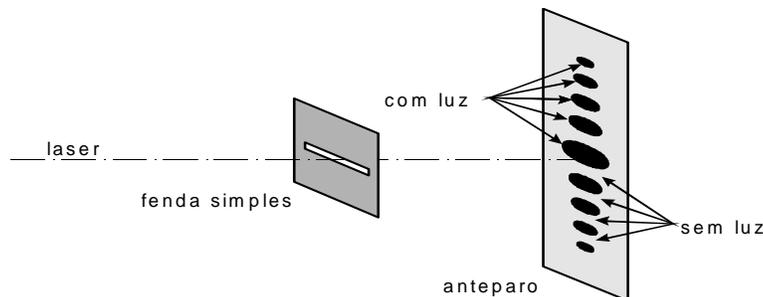
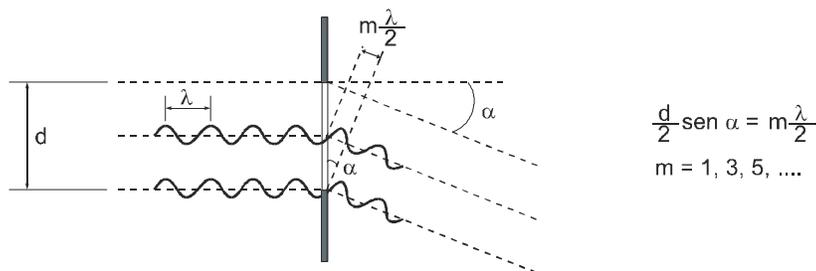


Figura 1: Diagrama da experiência com fenda simples.



A localização dos mínimos de intensidade (regiões sem luz) é obtida em duas etapas:
 a) dividindo-se a fenda em duas metades (vide figura abaixo);
 b) dividindo-se a fenda em 4 partes iguais.

No caso b) verifica-se que os mínimos são encontrados para

$$d \text{ sen } \alpha = m\lambda, \quad m = 2, 4, 6, \dots \quad (I.1)$$

onde d é a abertura da fenda; α , o ângulo de observação em relação à direção do feixe incidente; λ , o comprimento de onda de luz.

Portanto, haverá mínimos de difração para

$$d \text{ sen } \alpha = m\lambda, \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (I.2)$$

Como, experimentalmente, é mais fácil medir a distância entre os mínimos, vamos calcular a distância a_m para dois mínimos simétricos em relação ao máximo principal, de ordem m qualquer.

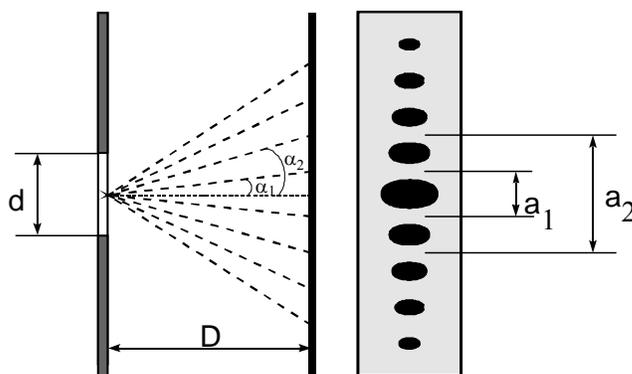


Figura 2: Construção geométrica para analisar a experiência da fenda simples.

$$\text{tg } \alpha_m = \frac{(a_m/2)}{D} \quad (I.3)$$

onde D é a distância entre a fenda e o anteparo. Como $\text{tg } \alpha_m \approx \text{sen } \alpha_m$ para α_m pequeno,

$$\frac{a_m}{2D} = \frac{m\lambda}{d}$$

Portanto,
$$a_m = \frac{2D\lambda m}{d}, m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (I.4)$$

II. Difração e Interferência de Fraunhofer com Fenda Dupla

Quando se utiliza uma fenda dupla, além do fenômeno de difração visto acima, haverá interferência entre os feixes de luz provenientes de cada fenda. Com isso a figura obtida no anteparo é uma figura de difração recortada com regiões claras e escuras. Se tamparmos uma das fendas este recortado desaparece.

O padrão de difração de uma fenda coincide com o da outra fenda e, portanto os mínimos de difração só dependem da largura da fenda d . A posição destes mínimos obedece a seguinte relação já vista:

$$d \sin \alpha = m\lambda, \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (II.1)$$

e a distância entre dois mínimos simétricos de ordem m é

$$a_m = \frac{2D\lambda m}{d} \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (II.2)$$

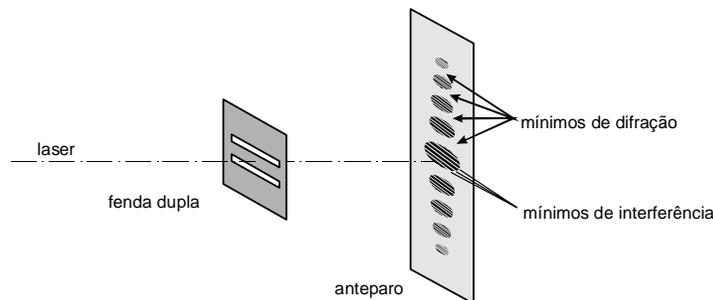
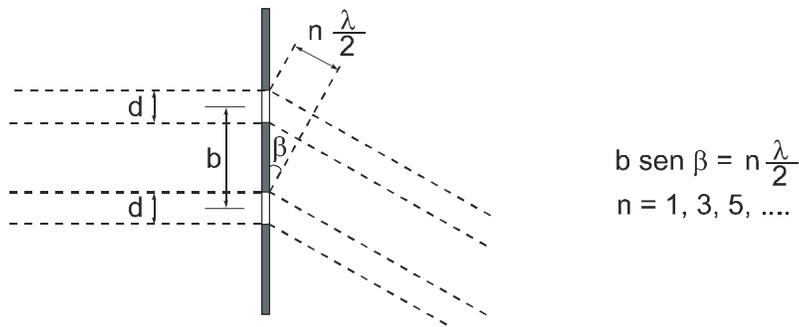


Figura 3: Diagrama da experiência com fenda dupla.

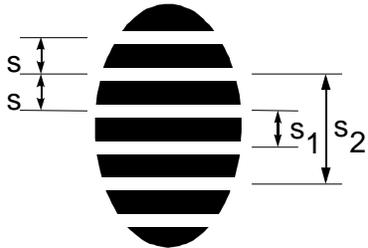
Os mínimos de interferência são obtidos da figura abaixo.



A distância entre dois mínimos simétricos s_n de interferência, de ordem n , é obtida de uma maneira análoga ao caso de difração. Temos que:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{s_n}{2D} \quad (II.3)$$

Como $\operatorname{tg}\beta \approx \operatorname{sen}\beta$ para β pequeno,



$$\frac{s_n}{2D} = \frac{n\lambda}{2b}$$

Portanto,

$$s_n = \frac{\lambda D n}{b} \quad n = 1, 3, 5, \dots \quad (II.4)$$

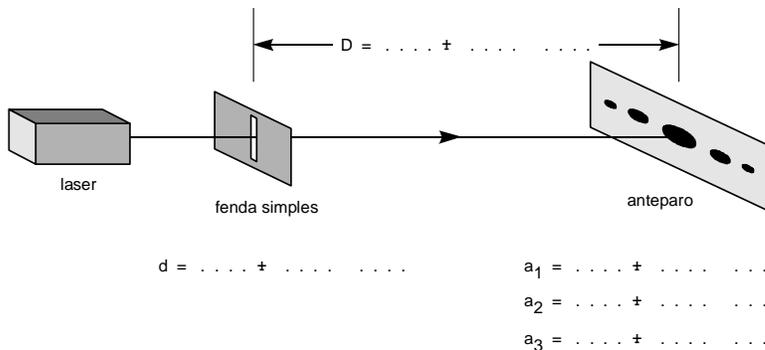
onde b é a separação entre as duas fendas

A distância entre dois mínimos consecutivos de interferência será então

$$s = \frac{\lambda D}{b} \quad (II.5)$$

B) PARTE EXPERIMENTAL:

1) DIFRAÇÃO DE FRAUNHOFER COM FENDA SIMPLES



1. Realize a montagem esquematizada acima. Antes de anotar os parâmetros solicitados na própria figura, escolha uma das fendas simples que ofereça melhor leitura para a_1, a_2 e a_3 que são as distâncias entre os mínimos simétricos em relação ao máximo principal.

2. Calcule teoricamente a abertura da fenda d a partir das medidas obtidas para a_1, a_2 e a_3 :

$$d(a_1) = \dots = \dots \pm \dots$$

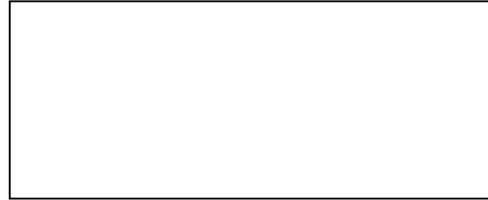
$$d(a_2) = \dots = \dots \pm \dots \quad d = \dots \pm \dots$$

$$d(a_3) = \dots = \dots \pm \dots \quad \uparrow \text{média aritmética}$$

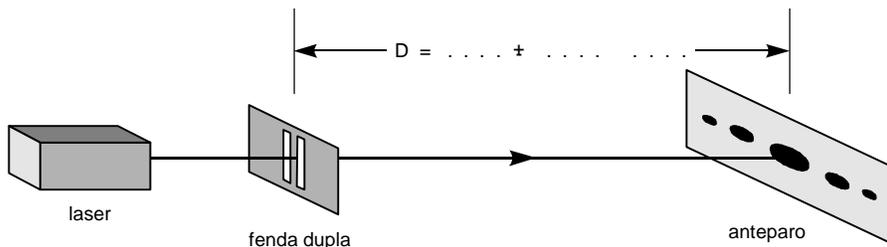
\uparrow fórmula \uparrow resultado

Compare com o valor do d do fabricante e comente _____

3. Represente no quadro ao lado as franjas de difração encontradas no ANTEPARO.



2) DIFRAÇÃO E INTERFERÊNCIA DE FRAUNHOFER COM FENDA DUPLA



$$d = \dots \pm \dots$$

$$b = \dots \pm \dots$$

$$a_1 = \dots \pm \dots$$

$$a_2 = \dots \pm \dots$$

$$a_3 = \dots \pm \dots$$

4. A montagem e as medidas são semelhantes as já realizadas. A novidade é o efeito da interferência da fenda dupla sobre os máximos de difração. Observe e desenhe este efeito sobre o máximo principal de difração ao lado.



Meça o intervalo consecutivo s entre dois mínimos de interferência, sobre o máximo principal de difração, tomando a distância que envolve o maior número de intervalos e dividindo-a pelo número destes intervalos:

$$s = \frac{\text{---}}{\text{---}} = \text{---} \pm \text{---}$$

5. Calcule teoricamente a abertura da fenda d a partir das medidas obtidas para a_1 , a_2 e a_3 :

$$d(a_1) = \text{---} = \text{---} \pm \text{---}$$

$$d(a_2) = \text{---} = \text{---} \pm \text{---} \quad d = \text{---} \pm \text{---}$$

$$d(a_3) = \text{---} = \text{---} \pm \text{---} \quad \uparrow \text{média aritmética}$$

↑ fórmula

↑ resultado

Compare com o valor do d do fabricante e comente: _____

6. Calcule teoricamente a separação entre as fendas b a partir da sua medida de s:

$$b = \frac{\quad}{\uparrow \text{ fórmula}} = \frac{\quad}{\uparrow \text{ resultado}} \pm \frac{\quad}{\quad}$$

Compare com o valor do b do fabricante e comente: _____

Referências:

- 1) *Física* – Vol. 4, D. Halliday & R. Resnick, 4ª Edição;
- 2) *Física* – Vol. 3, R.A. Serway, 3ª Edição.