



# INSTITUTO DE FÍSICA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Laboratório de Eletromagnetismo (4300373)

Grupo: .....

.....

.....

(nomes completos)

Prof(a): ..... Diurno ( ) Noturno ( )

Data : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

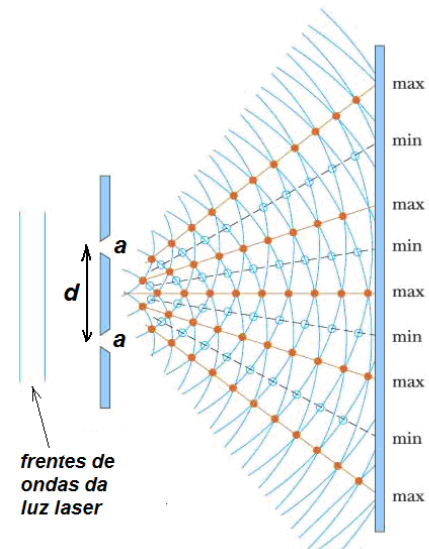
## Experiência 9

### DIFRAÇÃO E INTERFERÊNCIA

#### 1. Introdução

Os fenômenos de difração e interferência são observados em ondas que abrangem todo o espectro eletromagnético. Quando uma onda eletromagnética passa por duas fendas, ou uma fenda simples, a onda é difratada, formando pontos de máxima e mínima intensidades, devido à interferência no espaço além das aberturas (figura1).

A intensidade da onda no anteparo varia dependendo do ângulo de detecção. Para duas fendas estreitas (largura **a**) separadas de uma distância  $d \gg a$ , os máximos serão vistos nos ângulos em que  $d \sin \theta = m \lambda$  (onde  $\theta$  é o ângulo de detecção,  $\lambda$  é o comprimento de onda da radiação incidente e  $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ). No caso de uma fenda simples, os pontos de mínimo são dados por:  $a \sin \theta = m \lambda$ ; sendo **a** a largura da fenda.



**Fig. 1** – frentes de onda da luz ao atravessar uma fenda dupla

#### 2. Material Utilizado

- Laser
- Slide com fendas simples e duplas
- Anteparo com papel milimetrado
- Régua e trena
- Suporte para fio de cabelo

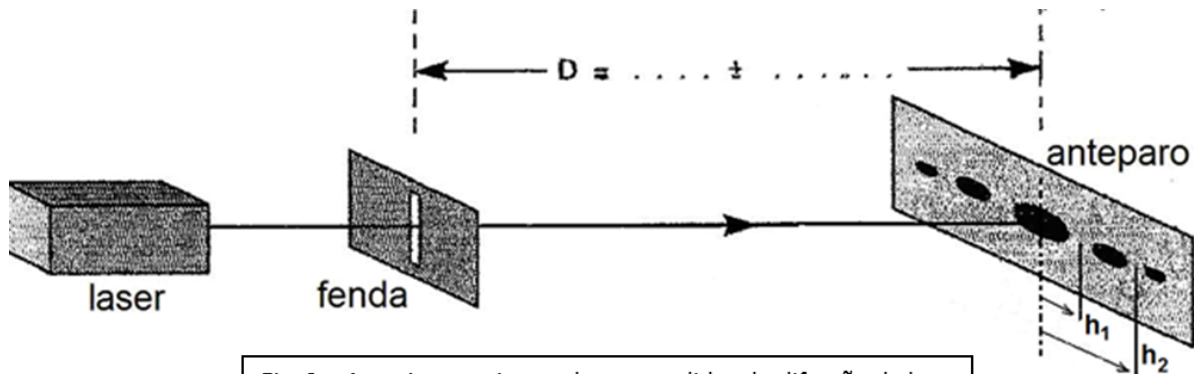
### 3. Difração com Fenda Simples

Anote o comprimento de onda da luz laser: \_\_\_\_\_

Anote o número do slide utilizado: \_\_\_\_\_

**Atenção: nunca direcione o feixe do laser para os seus olhos!!**

3.1 - Realize a montagem da Fig. 2. Antes de anotar os parâmetros solicitados na própria figura, escolha uma das fendas simples que ofereça uma boa leitura para  $h_1, h_2, \dots$ , e  $h_7$  (que, no caso, são as distâncias entre cada mínimo de interferência em relação ao máximo principal). Posicione o anteparo a uma distância razoavelmente grande de forma que onde você obtenha os padrões de máximos e mínimos bem visíveis no papel milimetrado fornecido.



3.2 – Meça, a partir da região central, para ambos os lados (use valores negativos para  $m$  para um dos lados e positivos para o outro), as distâncias até os mínimos, preenchendo a Tabela 1. Justifique incertezas.

Tabela 1. Distâncias do centro da figura de difração até cada mínimo

Ordem do mínimo ( $m$ )	Valor da distância $h_m$ (.....)	Ordem do mínimo ( $m$ )	Valor da distância $h_m$ (.....)
1		-1	
2		-2	
3		-3	
4		-4	
5		-5	
6		-6	

Construa o gráfico de  $h_m$  em função de  $m$ . Lembrando que para um ângulo  $\theta$  pequeno,  $\text{sen } \theta \sim \text{tg } \theta$  (veja Fig. 3), e calcule a largura  $a$  da fenda a partir do coeficiente angular do gráfico, do comprimento e onda  $\lambda$  e do conhecimento de  $D$ , medido anteriormente. Determine também a incerteza associada.

$$a = \text{_____} \pm \text{_____}$$

Comente abaixo a maneira que você escolheu para chegar aos valores de  $h$  medidos. Compare o valor obtido de  $a$  experimental com o valor do fabricante.

---



---



---

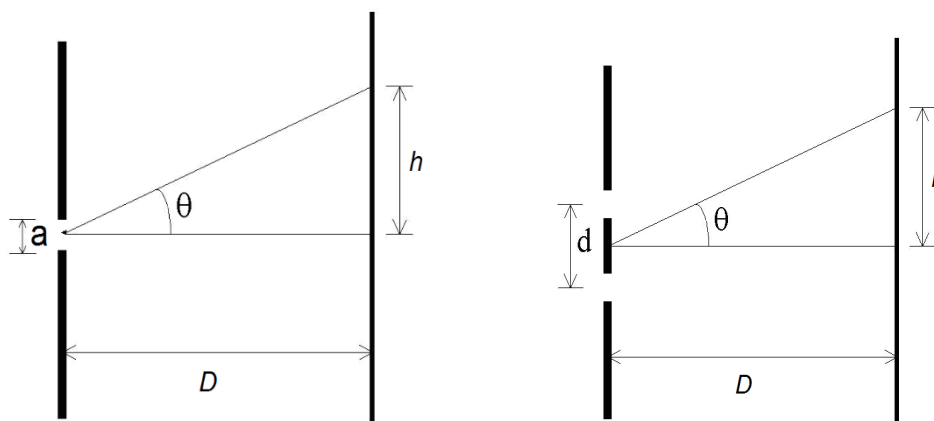


---



---

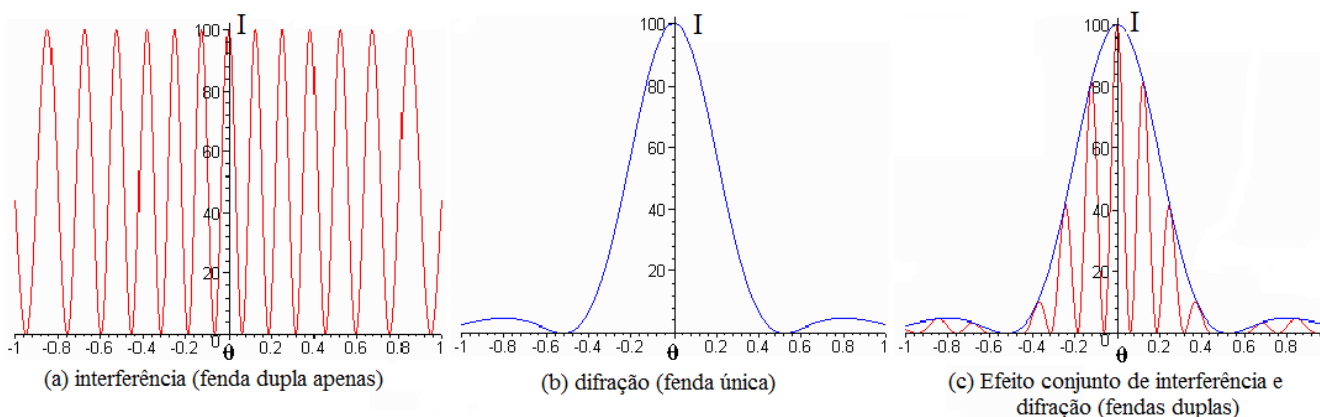
$a_{\text{fabricante}} =$  \_\_\_\_\_



**Fig. 3** detalhe da formação do mínimo de interferência na difração por fenda simples (esquerda) e fenda dupla (direita).

#### 4. Difração e Interferência com Fenda Dupla

4.1 A montagem e as medidas são semelhantes às já realizadas. A novidade é o efeito da interferência da fenda dupla que se sobrepõe aos efeitos da difração de fenda única. Observe na figura 4 a sobreposição.



**Fig. 4** Sobreposição dos efeitos de *interferência* e *difração* para a fenda dupla.

4.2 Veja na Fig. 5 o esquema da montagem experimental. Para encontrar as distâncias entre os máximos de interferência, vamos medir primeiramente as posições dos mínimos de difração ( $h$ ) e dividir as distâncias pelo número de máximos de interferência nesse intervalo.

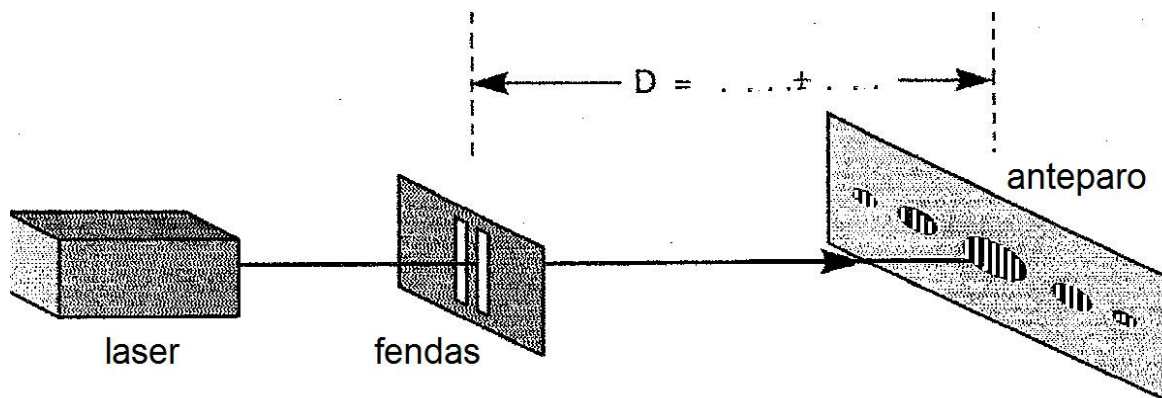


Fig. 5 – Arranjo experimental para medidas de difração da luz por fenda dupla.

4.3. Para completar a tabela 2, meça a distância  $h$  entre o máximo principal e o primeiro mínimo de difração e conte o número de máximos de interferência existentes neste intervalo (lembrando que existe um máximo de interferência exatamente onde ocorre um mínimo de difração). Divida o valor de  $h$  encontrado pelo número de máximos de interferência no intervalo (para encontrar a distância  $s$  entre o máximo principal e o primeiro máximo de interferência). Uma maneira alternativa para estimar  $h$  é medir a distância entre dois mínimos simétricos e dividir por 2. Repita o procedimento também para o segundo mínimo de difração e preencha a tabela 2.

Tabela 2. Valores obtidos para a fenda dupla.

$h_1 = \dots \pm \dots$	- $n_1 =$	;	$h_2 = \dots \pm \dots$	- $n_2 =$
$s = \dots \pm \dots$		;	$s = \dots \pm \dots$	

4.4 Determine a distância  $d$  entre as duas fendas a partir das medidas obtidas, explicando, no espaço abaixo, como você fez isto.

$d = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$

---

---

---

---

---

---

---

---

4.5 Determine a largura  $a$  das fendas, explicando como você fez isto:

$$a = \text{_____} \pm \text{_____}$$

---

---

---

---

---

4.6 Compare e comente os valores obtidos acima com os do fabricante (*consulte tabela*):

$$a_{\text{fabr}} = \text{_____} \pm \text{_____} \qquad d_{\text{fabr}} = \text{_____} \pm \text{_____}$$

---

---

---

---

## 5. Medida da espessura de um fio de cabelo

5.1 Você irá agora verificar, experimentalmente, que obstáculos também podem gerar fenômenos de interferência e difração. Extraia um fio de cabelo e posicione-o no caminho ótico do *Laser*, para observar a franja de difração criada no anteparo. Encontre a espessura deste fio, através das relações utilizadas para uma fenda simples. Descreva abaixo o procedimento que você utilizou para isto.

---

---

---

---

---

---

---

## 6. Difração em fenda circular

6.1 Nas medidas anteriores o padrão de difração foi obtido usando somente fendas retangulares, nas quais o fenômeno está relacionado a dimensão menor do retângulo, muitas ordens de grandeza menor que a outra dimensão. Lembre que a difração é mais fácil de ser vista quando essa largura é próxima do valor do comprimento da onda incidente na fenda. Além disso, é possível verificar que a figura de difração aparece na mesma direção definida pelo lado menor da fenda. Como a figura de difração se modificaria se o lado maior do retângulo fosse reduzido para as mesmas dimensões do lado menor?

Para avaliar essa situação, posicione o laser em uma das fendas circulares disponíveis no slide. Qual figura de difração foi obtida?

---

---

---

---

---

6.2 Supondo que a fórmula para os mínimos de difração para a fenda circular seja descrita pela equação abaixo:

$$\mathit{diam} \, \mathit{sen}\theta = C m \lambda$$

Deduzo o valor da constante de proporcionalidade C usando a medida do primeiro mínimo de difração e o valor nominal (fabricante) do diâmetro da fenda circular utilizada.

$$\mathit{diam}_{\text{fabr}} = \text{_____} \pm \text{_____}$$

$$C = \text{_____} \pm \text{_____}$$

## 7. Relatório

O relatório deve conter os resultados experimentais obtidos, acompanhados dos fundamentos teóricos utilizados para as medidas e discussões relativos aos experimentos efetuados. Inclua no relatório as questões formuladas abaixo:

- 1) Deduza as expressões para o padrão normal de difração de fenda dupla e simples.
- 2) Compare com os resultados experimentais que você obteve. Você consegue explicar qualquer discrepância observada? (Que hipóteses foram feitas na dedução das fórmulas e até que ponto elas são verificadas neste experimento?)
- 3) Você pode explicar a queda relativa da intensidade para os máximos de ordem superior? Considere o padrão de difração de fenda única criado por cada fenda. Como estes padrões de fenda única afetam o padrão geral da interferência?