

Curso de experimental Física B -POLI

5 experimentos:

- 1- Tubo de raios catódicos e medida de e/m do elétron - Valdir Scarduelli
- 2- Circuitos elétricos e Lei de Stefan-Boltzmann – Paula Antunes
- 3- Cabos Coaxiais – Jorge de Lyra
- 4- Espectroscopia do H e Hg – Kelly Cristina Cezaretto Pires
- 5- Difração e interferência da luz – Rubens Lichtenthäler Filho

- Aulas quinzenais.
- Experimentos realizados em grupos de 2 ou 3 no máximo.
- Relatórios realizados em grupo e entregues ao professor no fim da aula.
- Os relatórios serão devolvidos corrigidos na aula seguinte.

Não pode faltar nem chegar atrasado na aula.

No caso de perder aula, haverá 1 reposição no final do curso (ver pg do moodle: edisdisciplinas.usp.br).

Pode repor apenas **1 (um) experimento**.

A média final será a média das notas dos 5 relatórios. $M_f = \sum r_i / 5$

Note: se tiver apenas 3 notas será reprovado por frequência.

Experimento 5

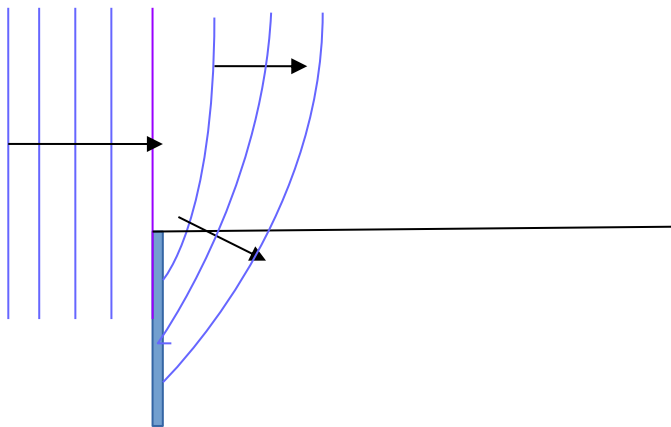
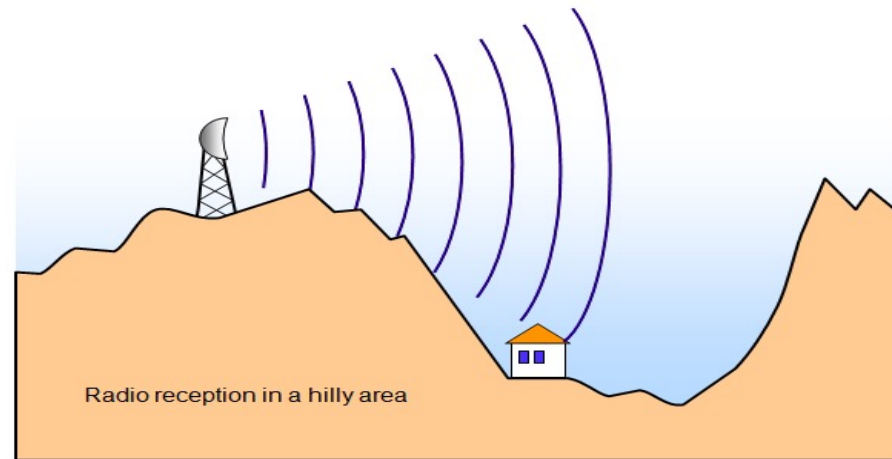
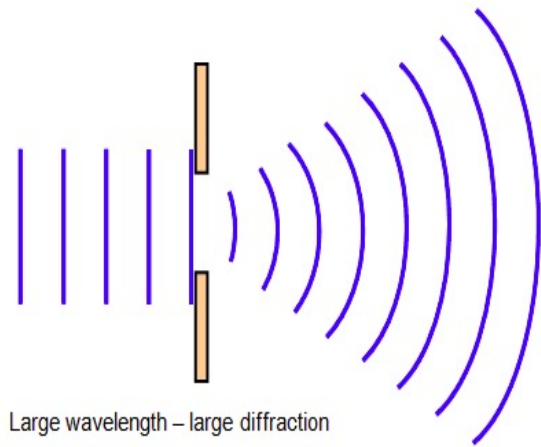
Difração e Interferência

Experimento 5 – Difração da luz

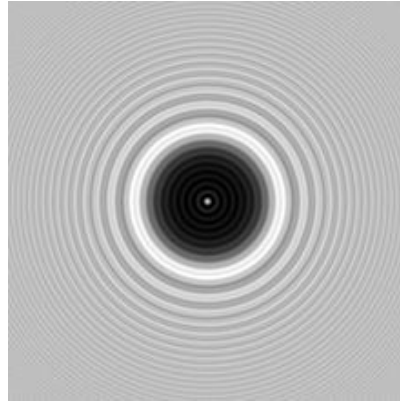
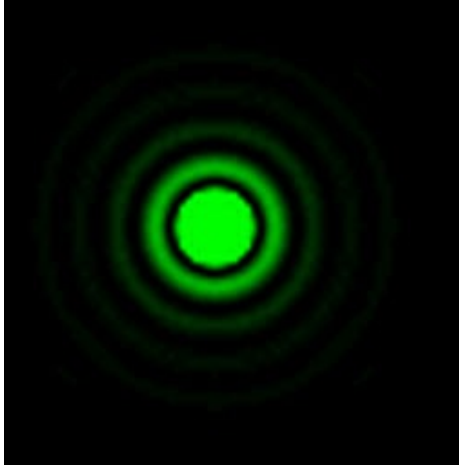
Difração – quebrar em pedaços

Quebra da frente de onda quando encontra um obstáculo.

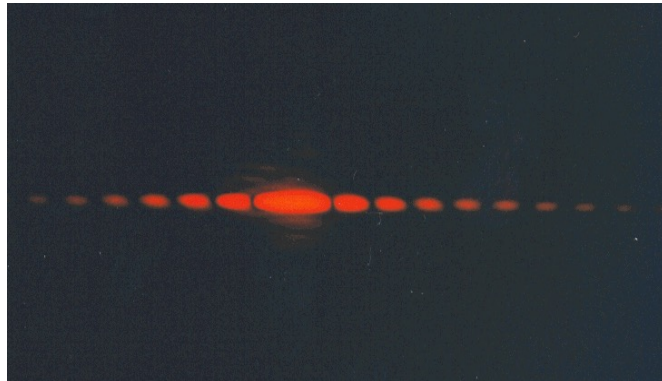
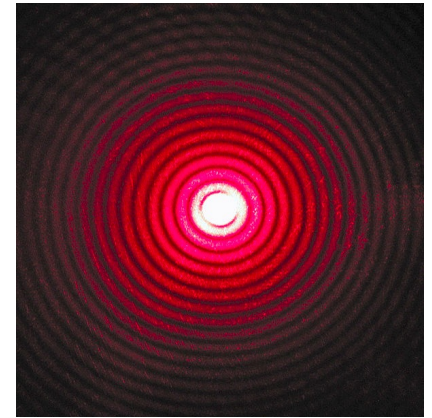
A onda 'contorna' o obstáculo.



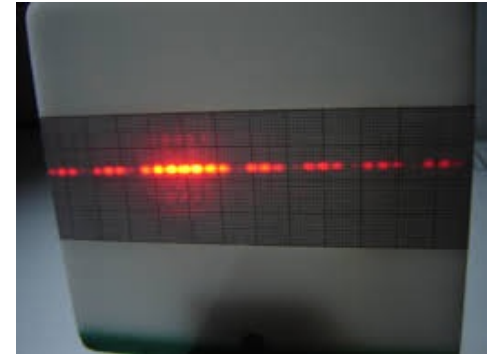
Exemplos de figuras de difração:



Fenda circular

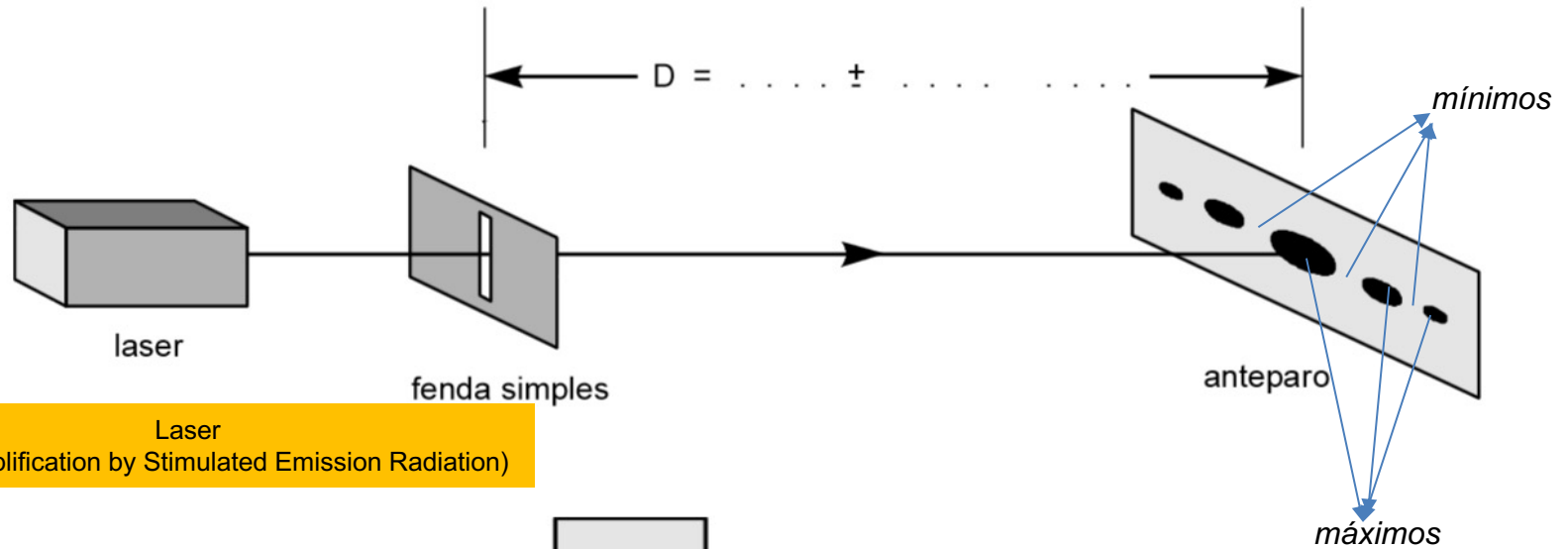


Fenda simples



Fenda retangular

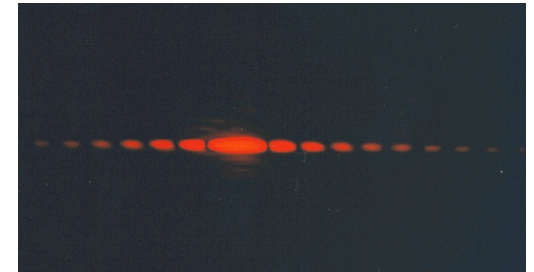
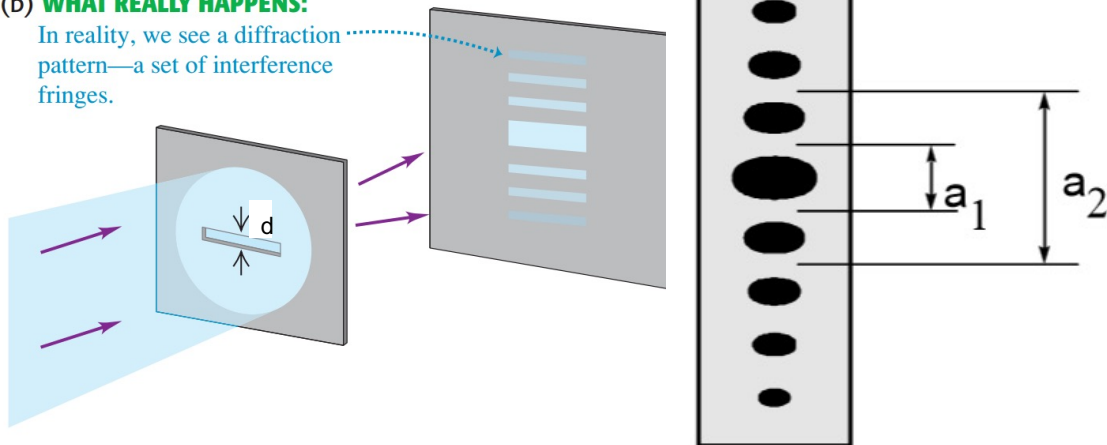
Difração - fenda simples

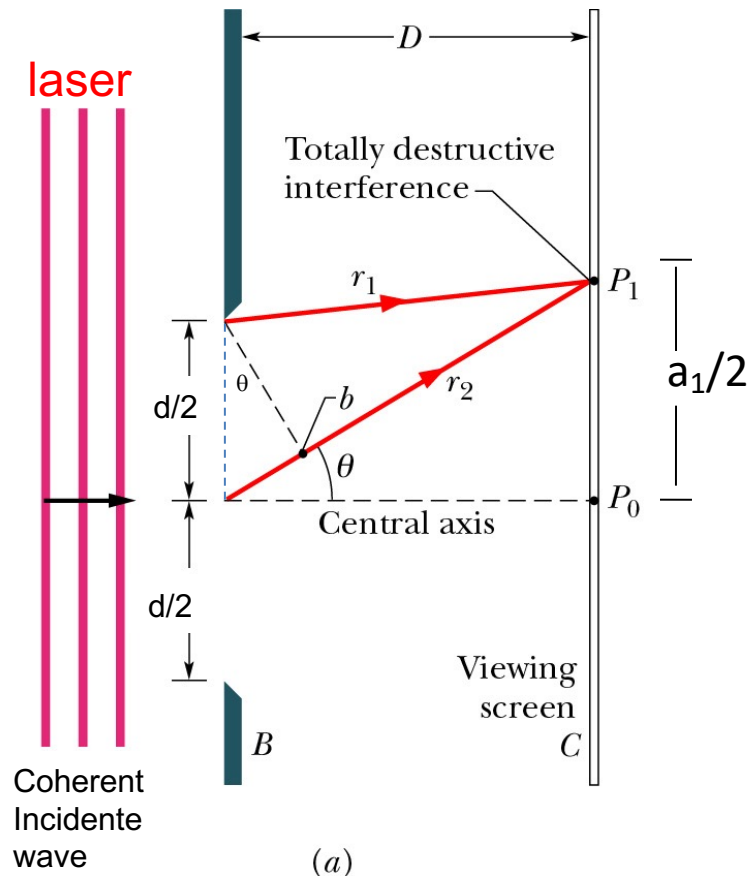


Laser
(Light Amplification by Stimulated Emission Radiation)

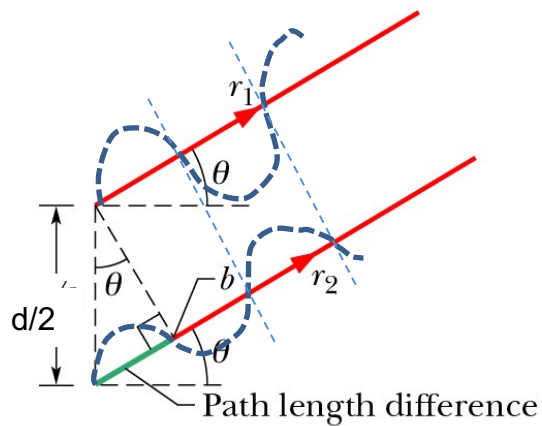
(b) WHAT REALLY HAPPENS:

In reality, we see a diffraction pattern—a set of interference fringes.





(a)



(b)

Fenda simples: distância entre os mínimos:

diferença de caminho entre r_1 and $r_2 =$

$$\frac{d}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2} \text{ para primeiro mínimo}$$

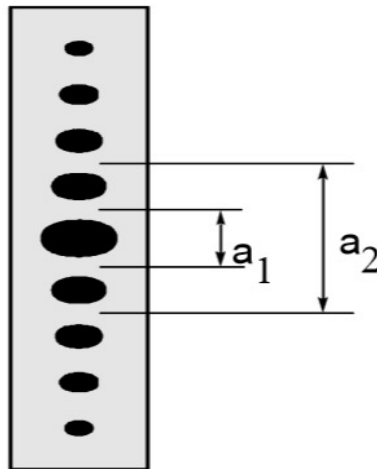
$$d \sin \theta = \lambda$$

Para o mínimo m :

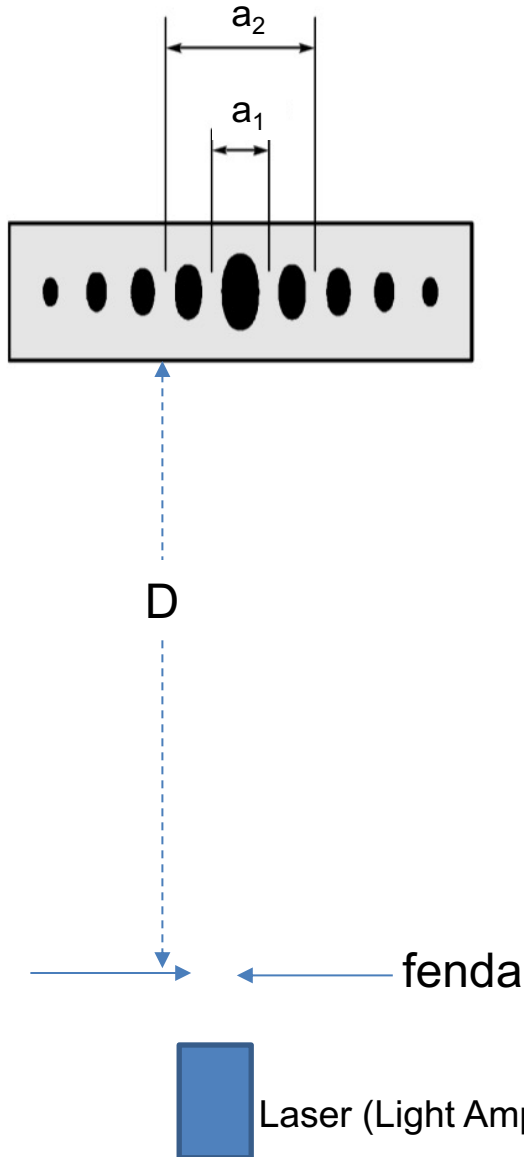
$$d \sin \theta = m\lambda \quad m=1,2,3.. \text{ mínimo}$$

$$\tan \theta = \frac{a_1}{2D}$$

$$a_m = m \frac{2D\lambda}{d} ; m=1,2,3...$$



Portanto, medindo-se a distância entre os mínimos de difração (a_m), pode-se obter a dimensão da fenda (d) ou do objeto que causou a difração.

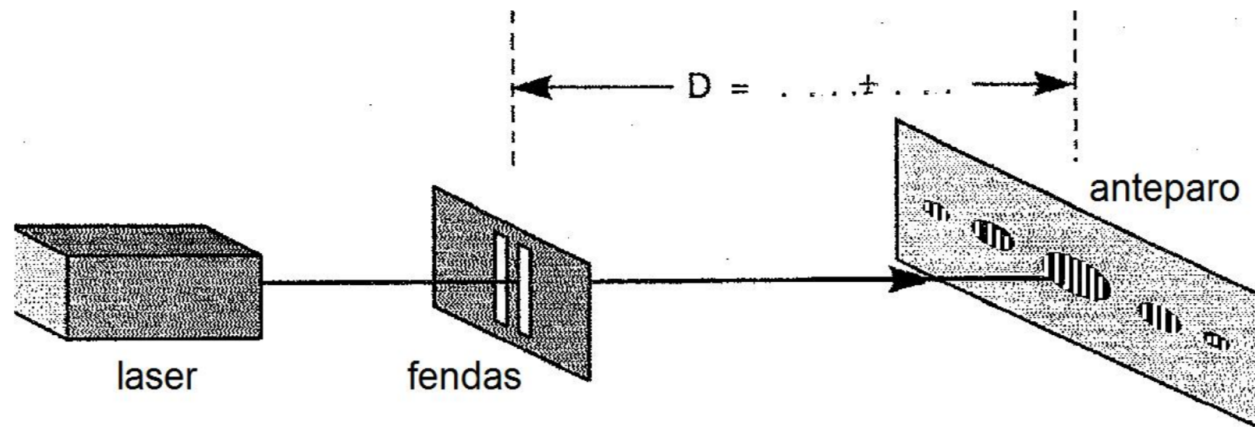


$$d = m \frac{2D\lambda}{a_m} ; m=1,2,3\dots$$

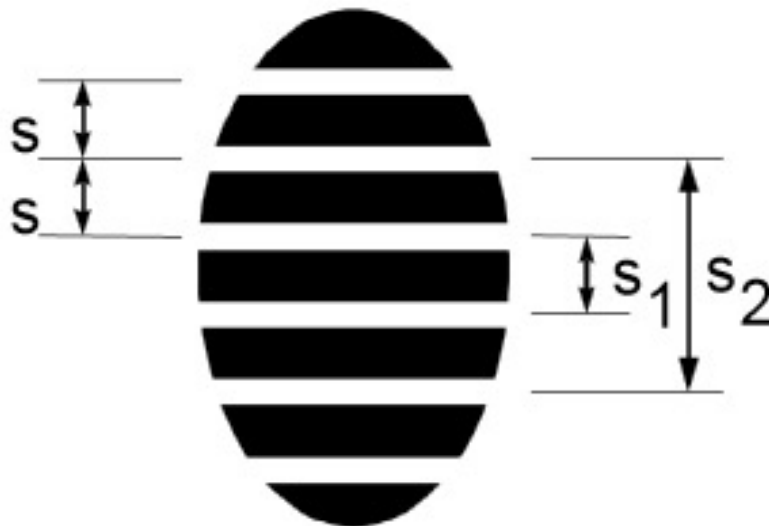
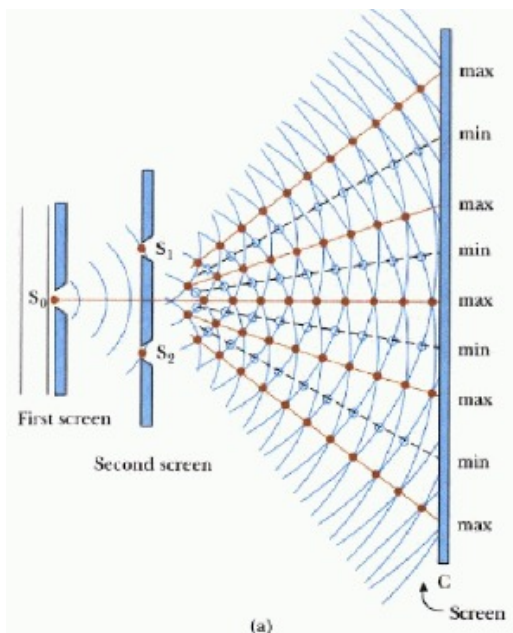
o LASER utilizado tem $\lambda = 0.650 \mu\text{m}$, portanto, pode-se medir objetos da ordem de microns ($\lambda/d \sim 1$), já que D e a_m são da ordem de $\sim 1 \text{ cm}$ ($D/a_m \sim 1$).

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission Radiation)

Difração e interferência de Fraunhofer com fenda dupla

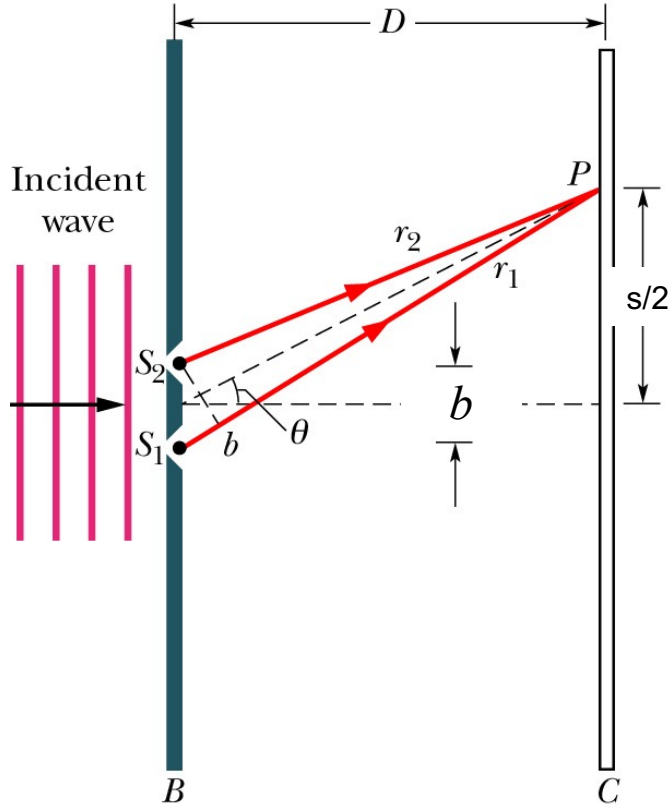


Franjas de interferência são vistas no máximo de difração

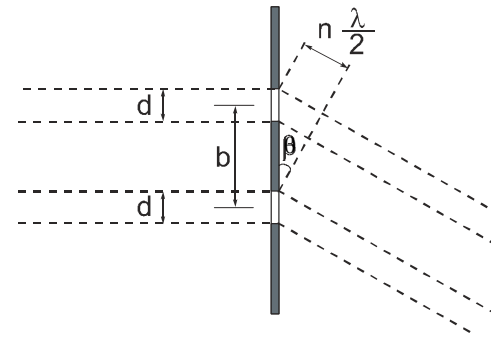


Fenda dupla: interferência, encontrar mínimos:

Os mínimos de interferência são obtidos da figura abaixo.



(a)

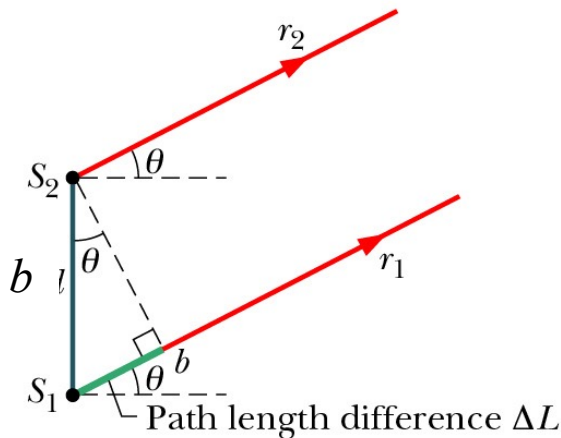


$$b \sin \theta = n \frac{\lambda}{2}$$

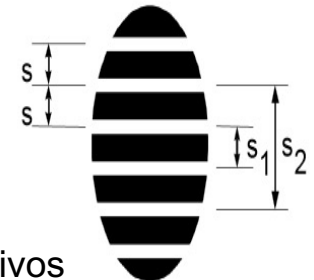
$$n = 1, 3, 5, \dots$$

$$\tan \theta = \frac{s}{2D} \Rightarrow \frac{bs}{2D} = n \frac{\lambda}{2}$$

$$S = \frac{D\lambda}{b}$$



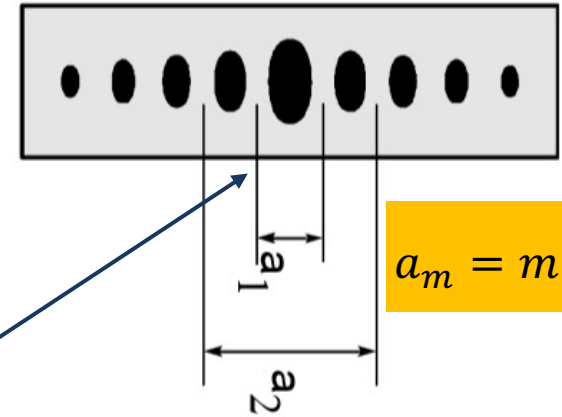
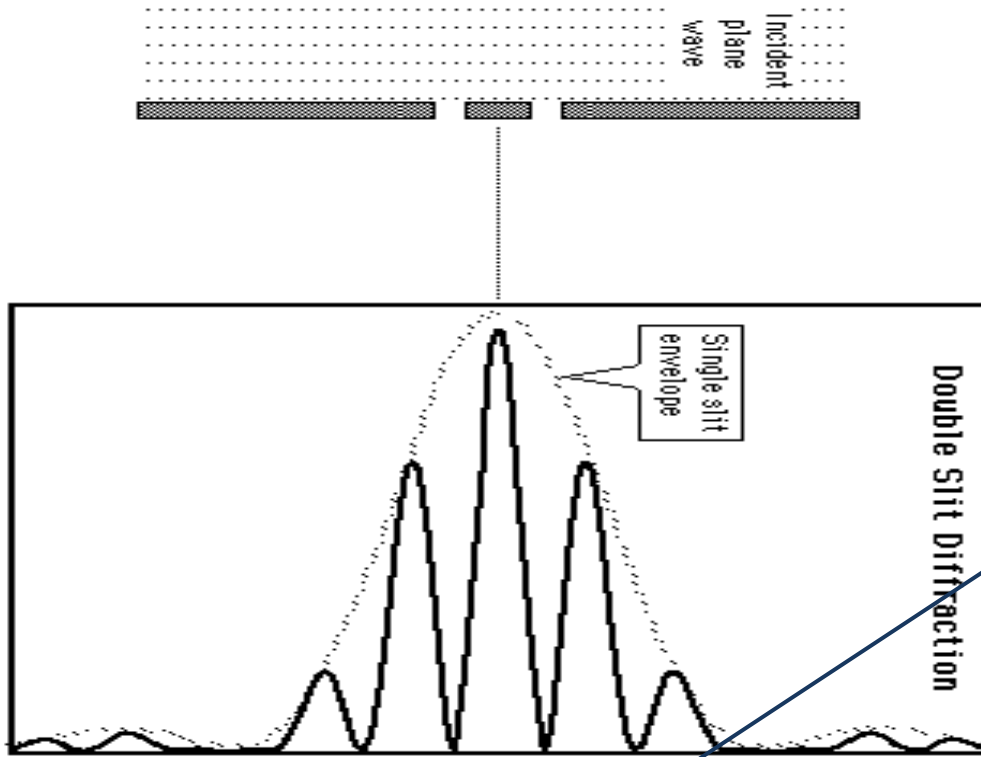
(b)



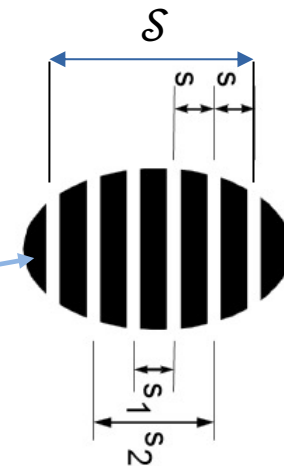
$S \rightarrow$ distância entre 2 mínimos consecutivos

fenda dupla

$\lambda=6500 \text{ \AA}$ Laser He/Ne



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

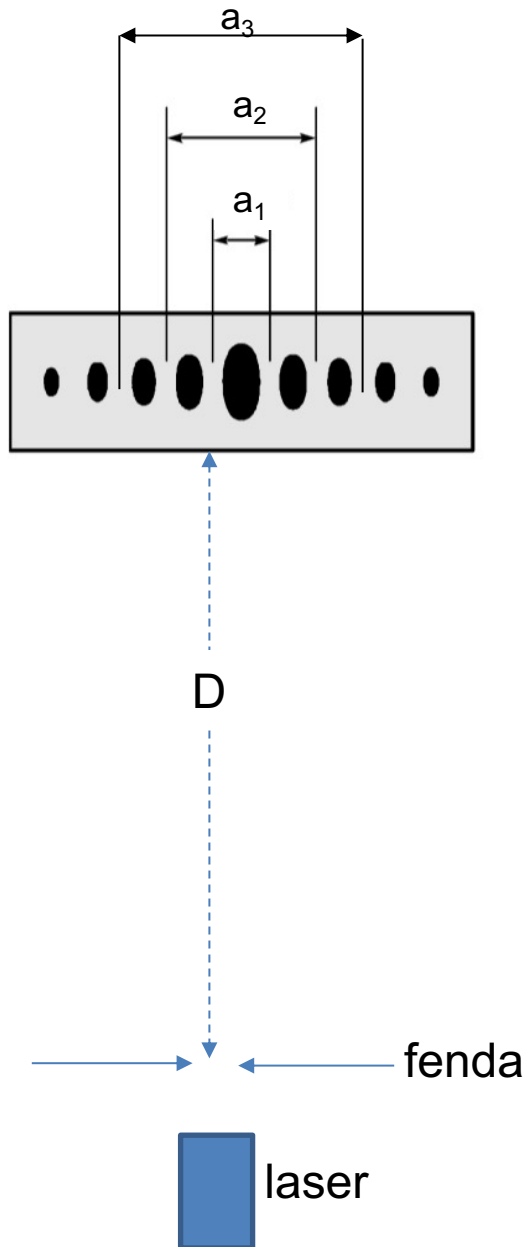


$$s = S/n \text{ onde}$$

$n \rightarrow \text{no. de máximos}$

$$S = \frac{D\lambda}{b}$$

Procedimento experimental – fenda simples



1- ajustar a distância D (fenda-anteparo) de modo que a figura de difração seja suficiente para que os mínimos estejam bem espaçados. $D \sim 20 - 50$ cm.
estimar o erro em D .

2- medir a_1 , a_2 e a_3 e seus erros no papel milimetrado. Os erros devem ser da ordem de 1-2 mm, já que a menor divisão é de 1mm.

3- obter os valores de d e seus erros pela fórmula de difração. $d^{\text{exp}} = d \pm \sigma_d$.

$$d_m = m \frac{2D\lambda}{a_m} \quad ; \text{ com } m = 1, 2, 3.$$

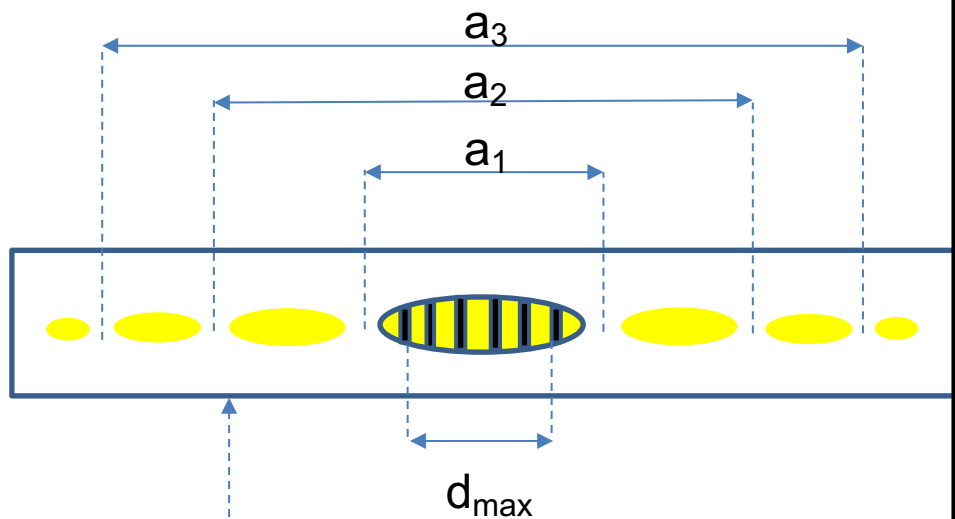
Note que a razão $\frac{D}{a_m}$ é adimensional se D e a_m têm as mesmas unidades.

O erro em cada d é: $\left(\frac{\sigma_{d_m}}{d_m}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{a_m}}{a_m}\right)^2$

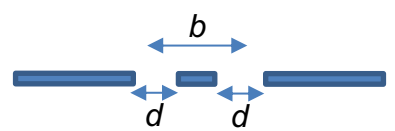
4- calcular o valor de d médio, d_1 , d_2 e d_3 e seu erro:

$$\bar{d} = \frac{\sum \frac{d_m}{\sigma_{d_m}^2}}{\sum \frac{1}{\sigma_{d_m}^2}} \quad \sigma_{\bar{d}}^2 = \frac{1}{\sum \frac{1}{\sigma_{d_m}^2}}$$

Procedimento experimental – fenda dupla



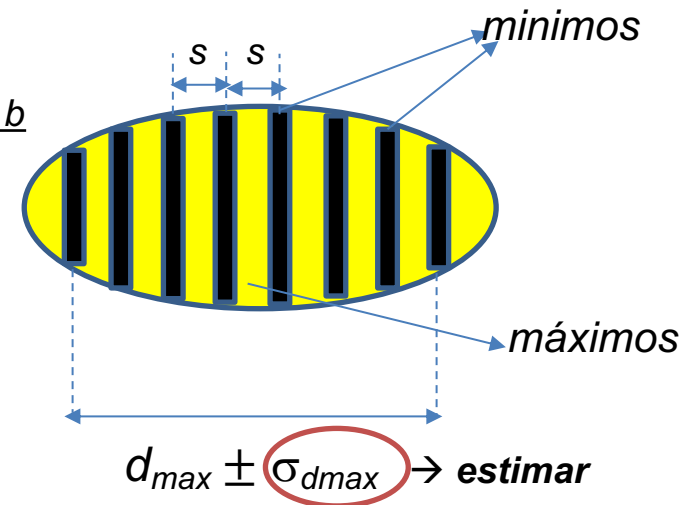
D



laser

1- obter d da fenda simples a partir dos a_m , como na 1ª parte.

2 – obter b



$$s = \frac{d_{max}}{i}$$

onde $i =$ número de máximos entre os dois mínimos escolhidos.

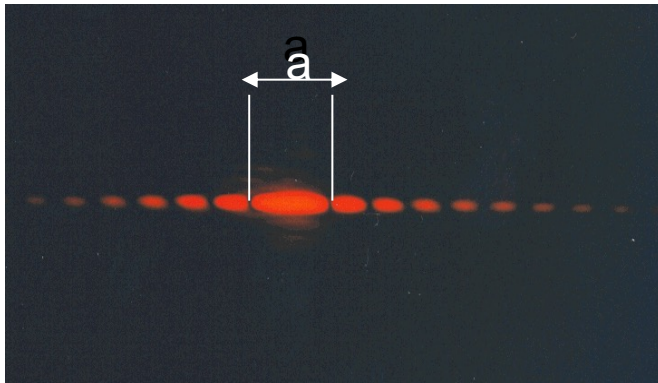
$$b = \frac{D\lambda}{s} \quad \text{e} \quad \sigma_s = \sigma_{d_{max}}/i$$

note que: $\frac{D}{s}$ é adimensional se D e s têm as mesmas unidades.

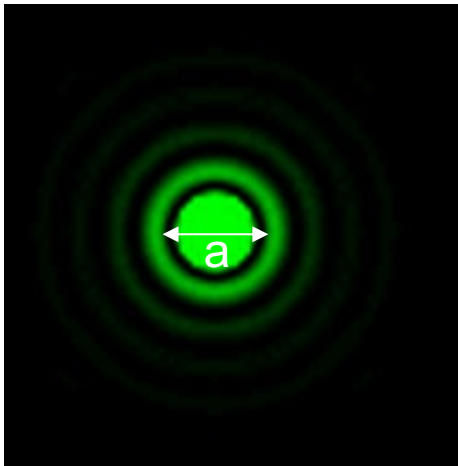
Finalmente:
$$\left(\frac{\sigma_b}{b}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_s}{s}\right)^2$$

Princípio de Babinet: uma abertura ou um obstáculo de mesmas dimensões iluminados pela mesma luz produzem a mesma figura de difração

Podemos utilizar a difração para determinar o tamanho de um objeto muito pequeno como por exemplo o diâmetro de um fio de cabelo, ou uma célula.



Fio de cabelo: $d = 2\lambda D/a$



Célula: $d_{\text{célula}} = 1.22 \lambda D/a$