

Física 3

(1/2015)

Teoria Ondulatória

Aula 21

Carlos Eduardo Souza (Cadu)
carlooseduardosouza@id.uff.br

Site: cursos.if.uff.br/fisica3-0115/

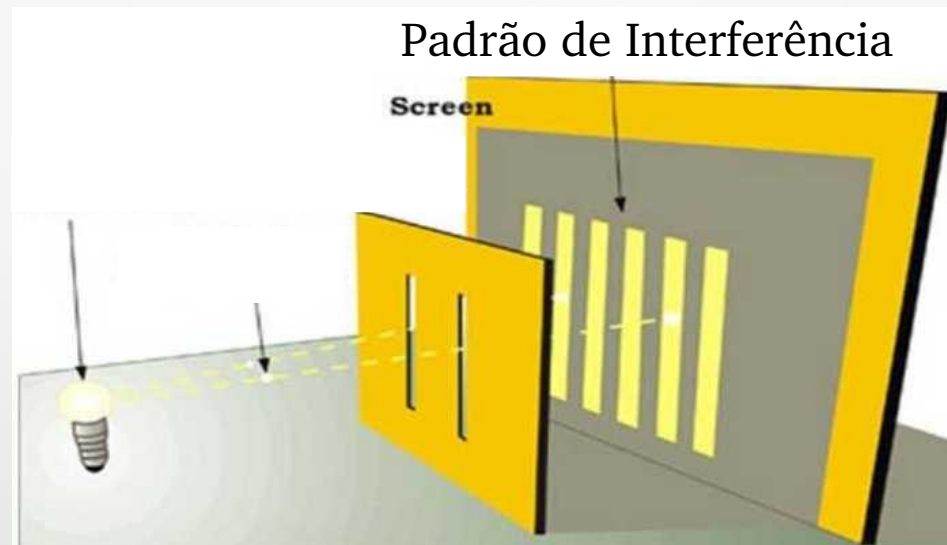
Cap 22: Ótica Ondulatória

Existem vários modelos para a descrição da luz. A luz se comporta de maneira distinta em diferentes situações, e, em última análise, precisamos de três modelos diferentes.

- Modelo Ondulatório
- Modelo Corpuscular
- Modelo de fótons

Cap 22: Ótica Ondulatória

A natureza ondulatória da luz só foi evidenciada em 1801, em um experimento que produziu interferência entre duas ondas luminosas. Esse Experimento foi realizado por Thomas Young e desde então, ficou conhecido como o Experimento da Fenda Dupla de Young.

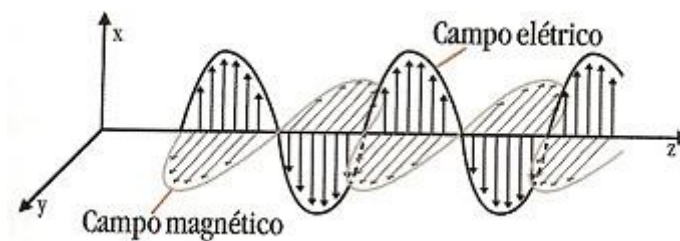


Cap 22: Ótica Ondulatória

Se a luz é uma onda, o que ondula?

Cap 22: Ótica Ondulatória

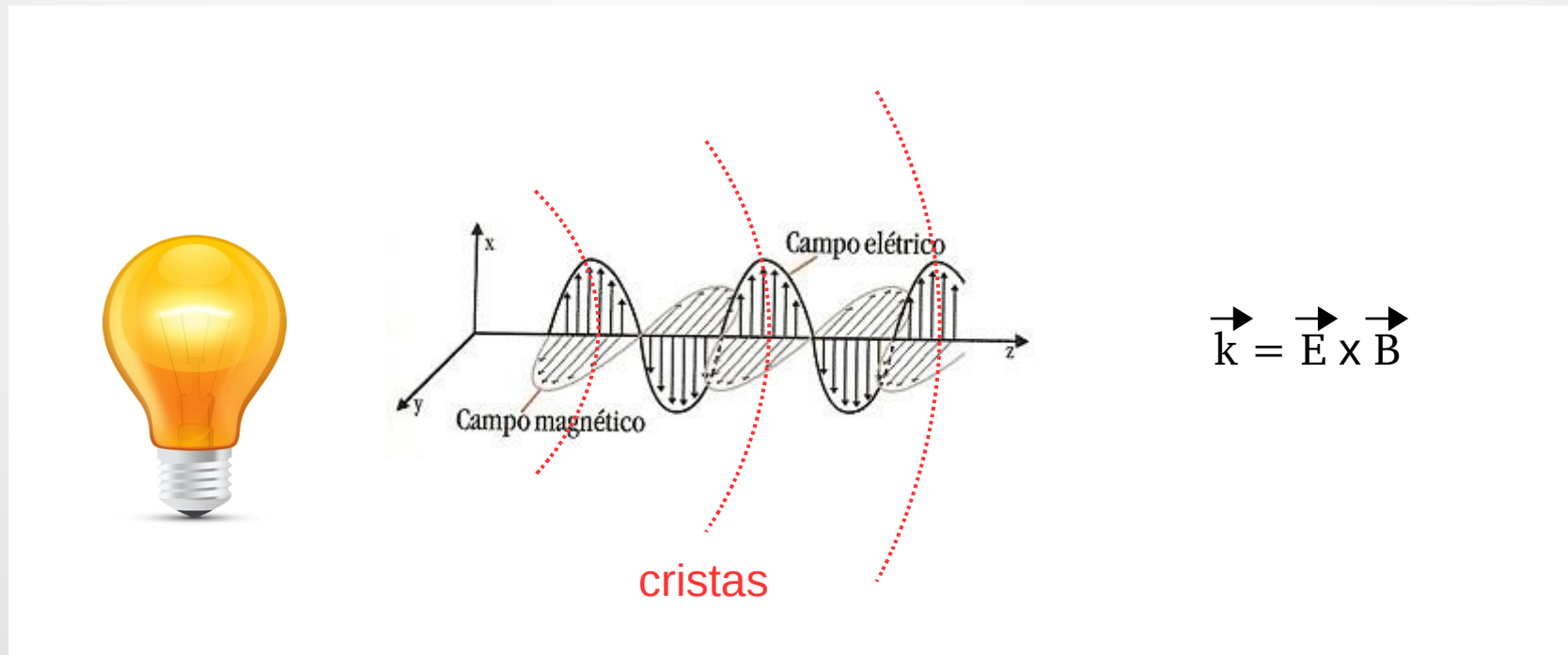
Os Campos Eletromagnéticos ondulam



$$\vec{k} = \vec{E} \times \vec{B}$$

Cap 22: Ótica Ondulatória

Os Campos Eletromagnéticos ondulam



Cap 22: Ótica Ondulatória

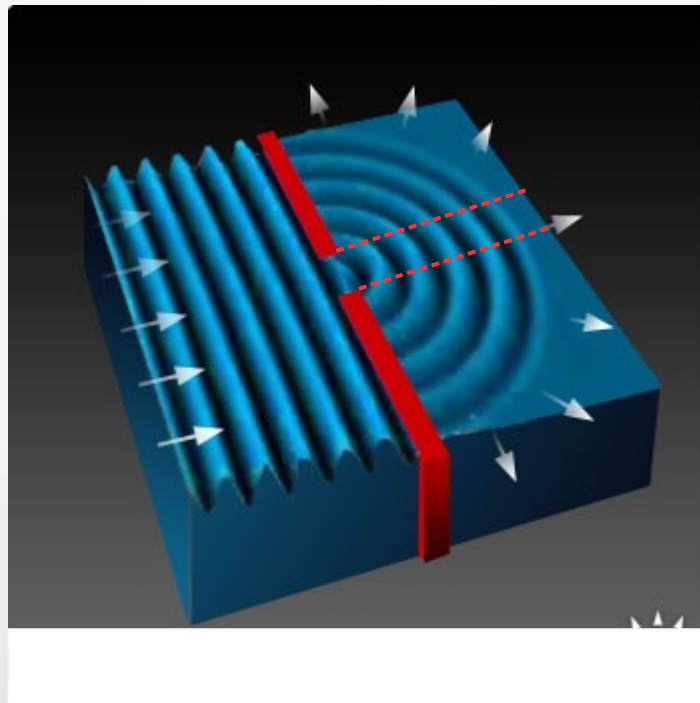
Se a luz fosse descrita apenas por partículas (raios), apenas uma imagem nítida da abertura seria observada...



Cap 22: Ótica Ondulatória

- **Difração – um fenômeno ondulatório**

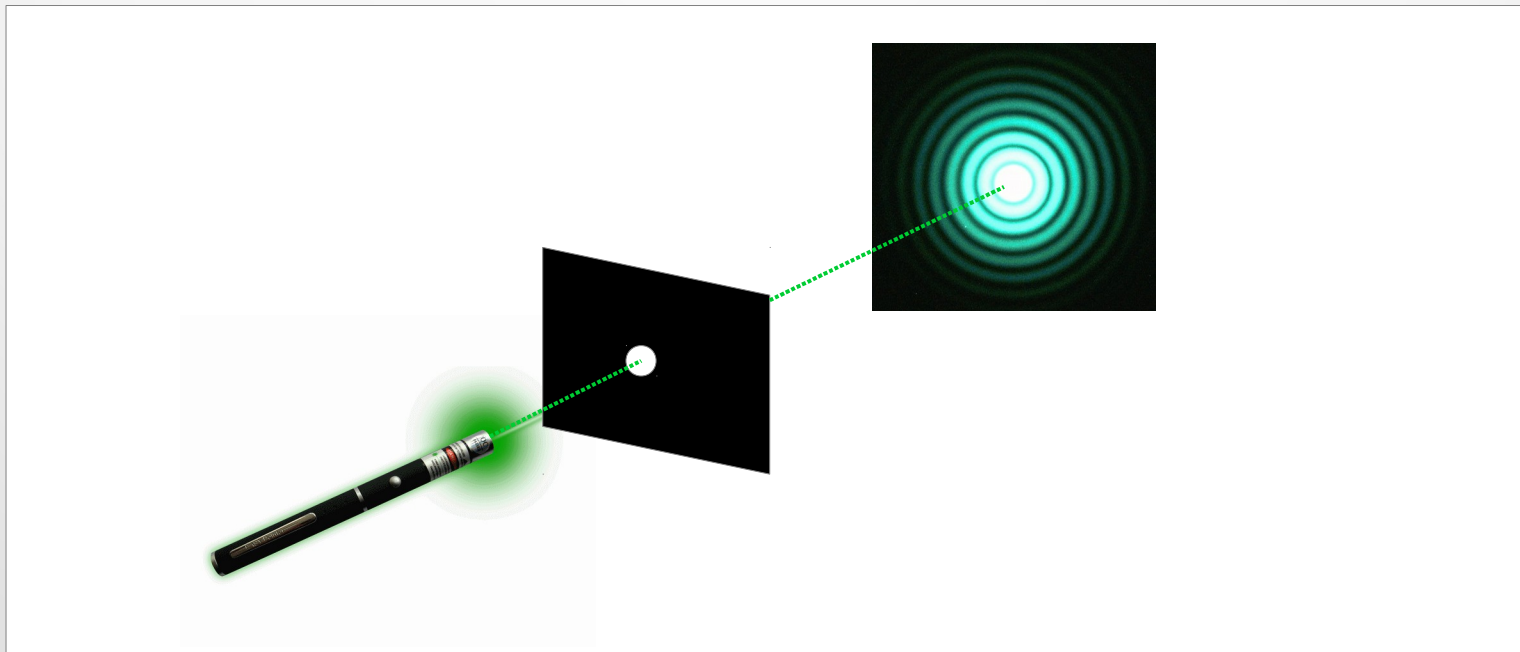
A onda se propaga para partes situadas atrás do orifício



Cap 22: Ótica Ondulatória

- **Difração – um fenômeno ondulatório**

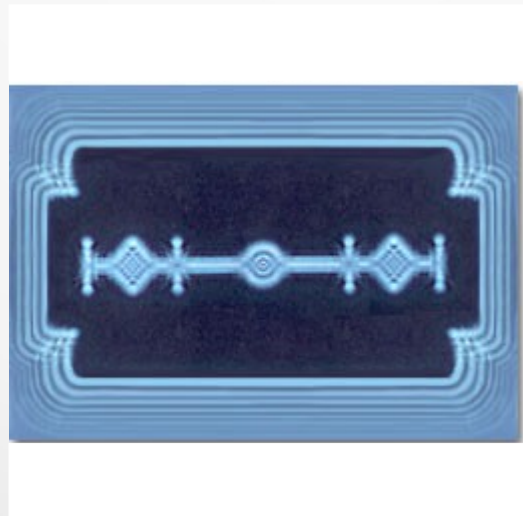
A luz se propaga para partes situadas atrás do orifício que não seriam iluminadas caso a luz não fosse uma onda.



Cap 22: Ótica Ondulatória

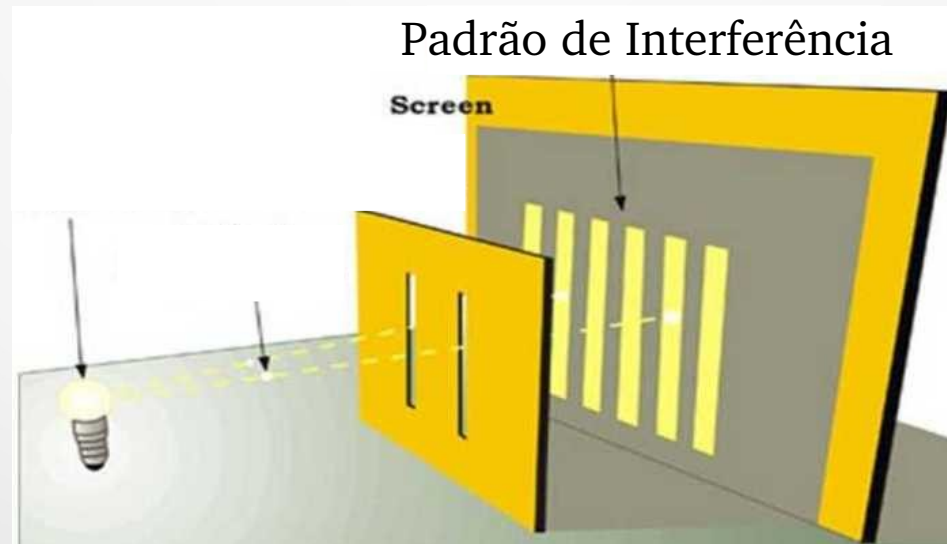
- **Difração – um fenômeno ondulatório**

A luz se propaga para partes situadas



Cap 22: Ótica Ondulatória

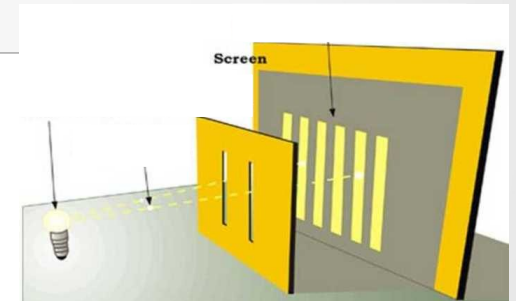
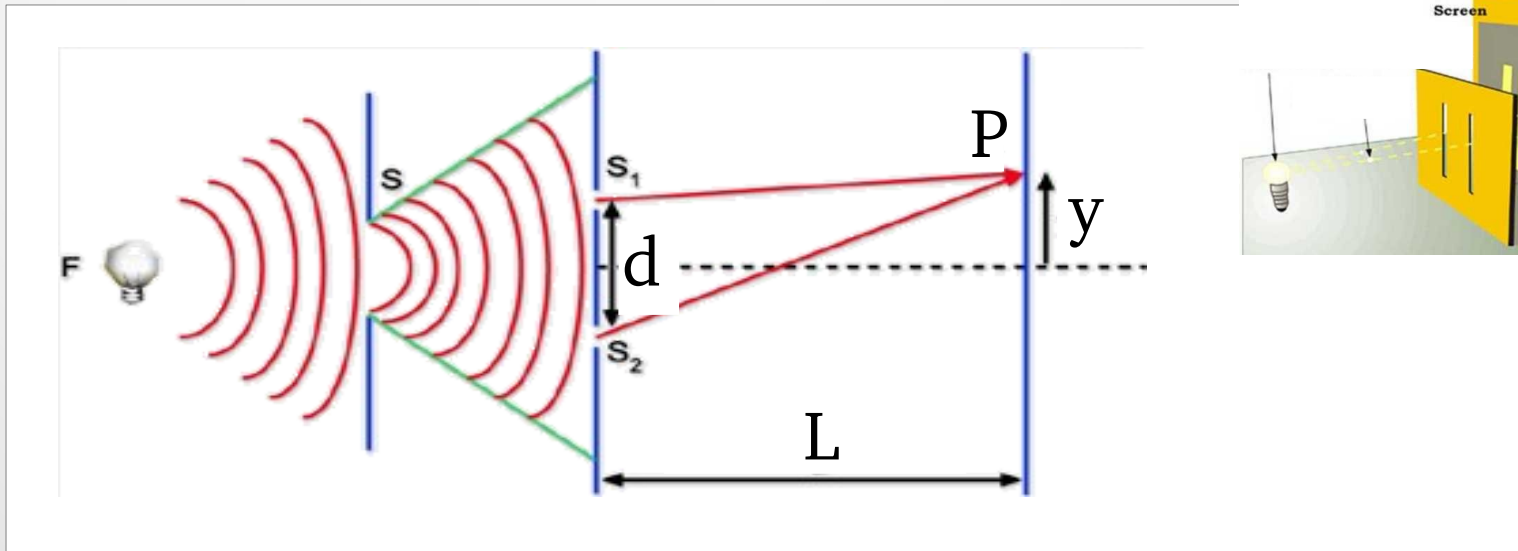
- Interferência: O Experimento da Fenda Dupla de Young



Cap 22: Ótica Ondulatória

• Interferência: O Experimento da Fenda Dupla de Young

Esquematicamente

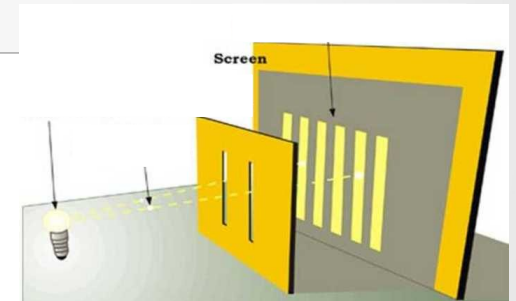
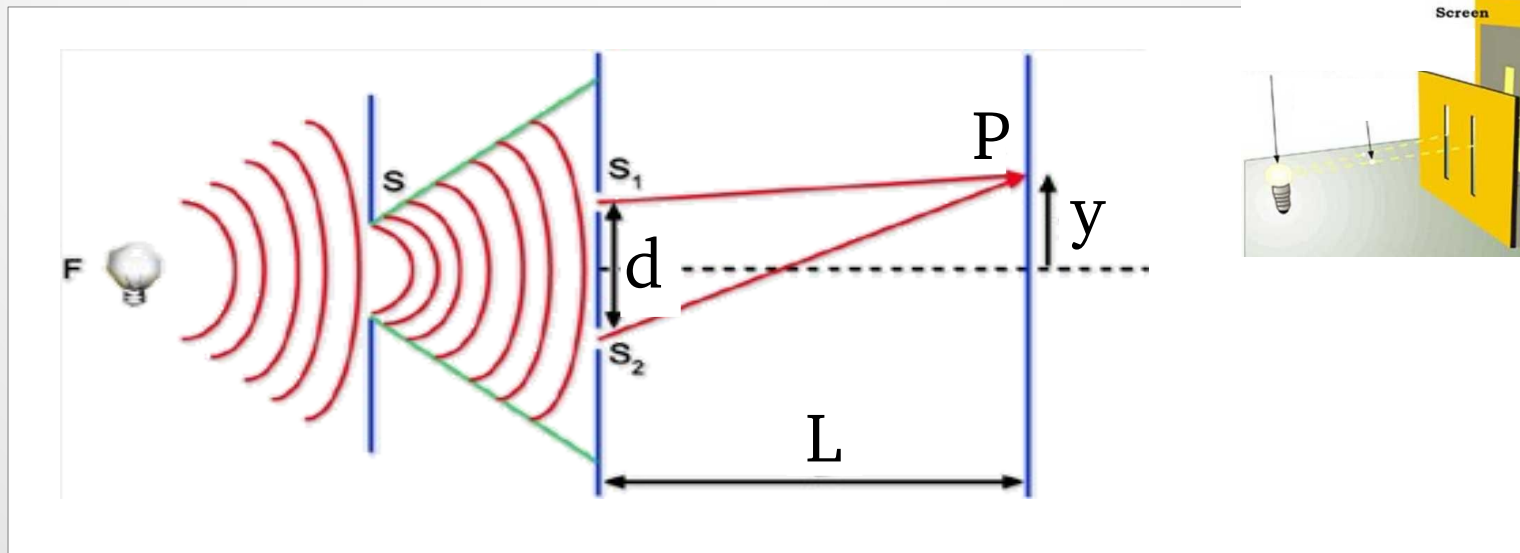


No ponto P ocorre interferência construtiva ou destrutiva?

Cap 22: Ótica Ondulatória

• Interferência: O Experimento da Fenda Dupla de Young

Esquematicamente

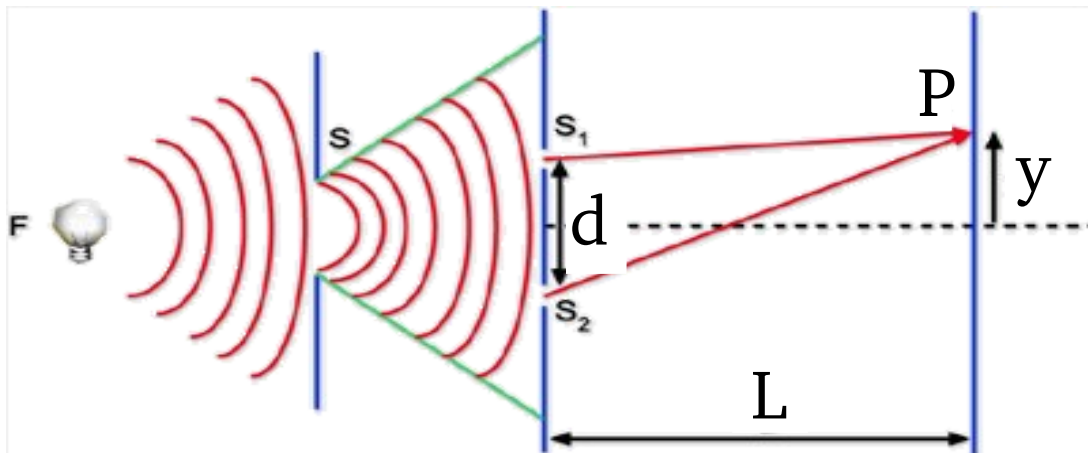


No ponto P ocorre interferência construtiva ou destrutiva?

Cap 22: Ótica Ondulatória

• Interferência: O Experimento da Fenda Dupla de Young

Esquemáticamente



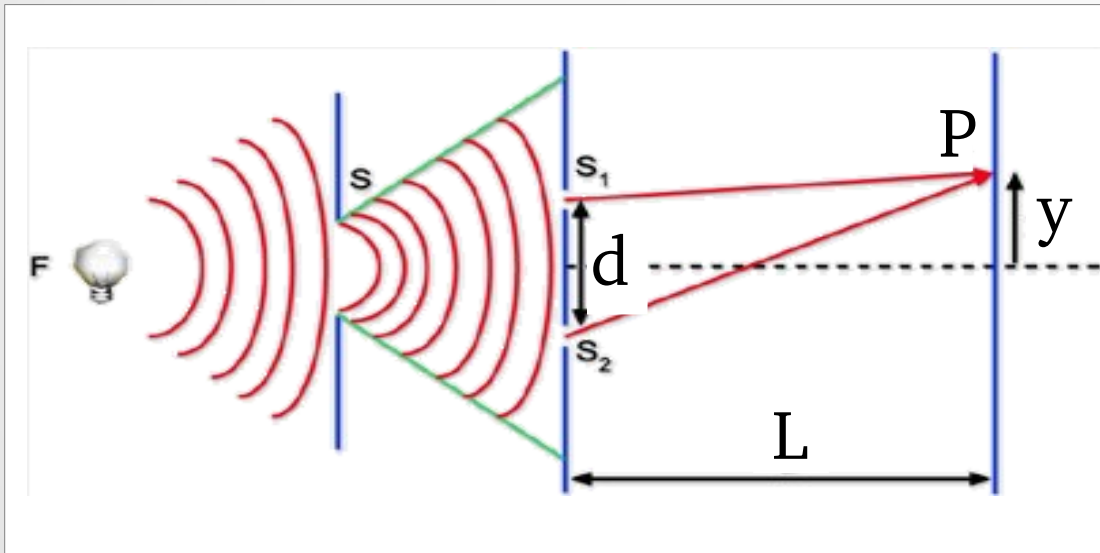
Interferência construtiva

$$d \sin(\theta) = m\lambda$$



$$y = m \frac{\lambda L}{d}$$

Cap 22: Ótica Ondulatória



Interferência construtiva

$$d \sin(\theta) = m\lambda$$



$$y = m \frac{\lambda L}{d}$$

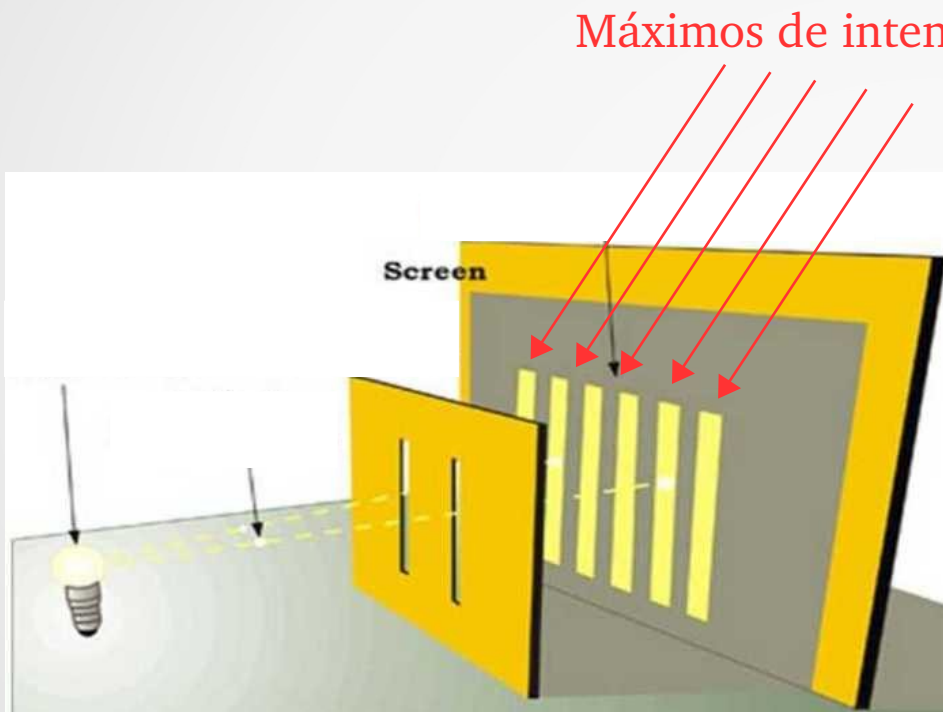
Interferência destrutiva

$$d \sin(\theta) = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$



$$y = \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda L}{d}$$

Cap 22: Ótica Ondulatória

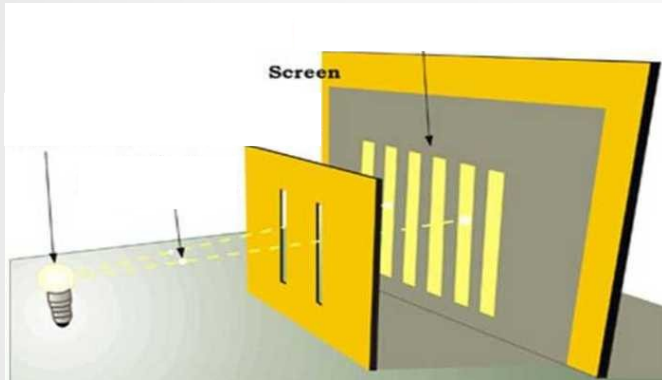


$$y = m \frac{\lambda L}{d}$$

* As franjas são igualmente espaçadas

Cap 22: Ótica Ondulatória

Distribuição de intensidade no anteparo



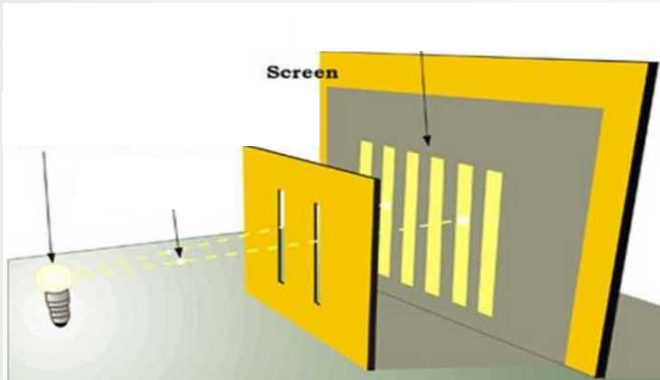
$$I \propto |Amplitude|^2 = cA^2$$

OBS: Em uma onda harmônica, a intensidade da energia transportada é proporcional ao deslocamento. Mas, cada partícula do meio executa um MHS quando a onda se propaga. Pensando assim, podemos supor que a energia transportada pela onda é a soma da energia de todas as partículas do meio.

$$E_M = E_c + E_p = cA^2$$

Cap 22: Ótica Ondulatória

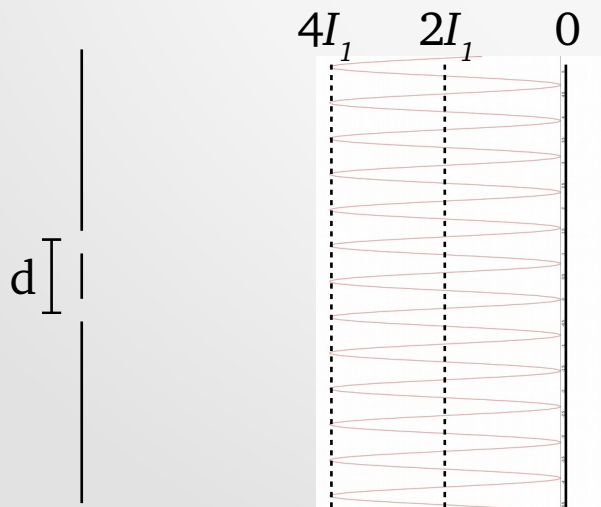
Distribuição de intensidade no anteparo



$$y(r, t) = 2A \cos \left(\frac{\Delta\varphi}{2} \right) \sin (k\bar{r} - \omega t + \Delta\phi)$$



$$I = 4I_1 \cos^2 \left(\frac{\pi d}{\lambda L} y \right)$$



Cap 22: Ótica Ondulatória

TC1 - Qual das seguintes afirmativas não é verdadeira para ondas eletromagnéticas?

- A) Elas consistem de mudanças dos campos elétrico e magnético.
- B) Elas transportam energia.
- C) Elas transportam momento.
- D) Elas viajam a diferentes velocidades no vácuo, dependendo da frequência.

Cap 22: Ótica Ondulatória

TC2 - O que acontece com as franjas de interferência em um experimento de fenda dupla se a tela de visualização for aproximada?

- A) Elas se tornam mais claras, porém nada mais é alterado.
- B) Elas se tornam mais claras e se aproximam.
- C) Elas se tornam mais claras e se afastam.
- D) Elas enfraquecem e desaparecem.

Cap 22: Ótica Ondulatória

TC3 - Em um experimento de fenda dupla, se a separação entre as fendas aumenta, o que acontece com o padrão de interferência observado em uma tela?

- A) Os máximos de intensidade permanecem nas mesmas posições.
- B) Os mínimos de intensidade se aproximam.
- C) Os máximos e os mínimos de intensidade permanecem nas mesmas posições.
- D) Os máximos de intensidade se afastam.

Cap 22: Ótica Ondulatória

Rede de Difração

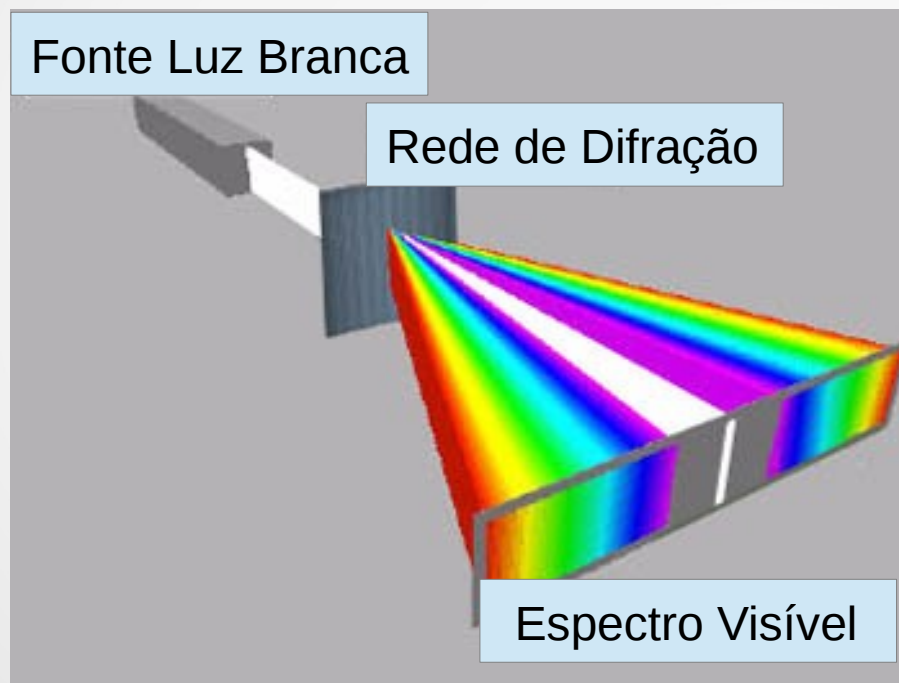
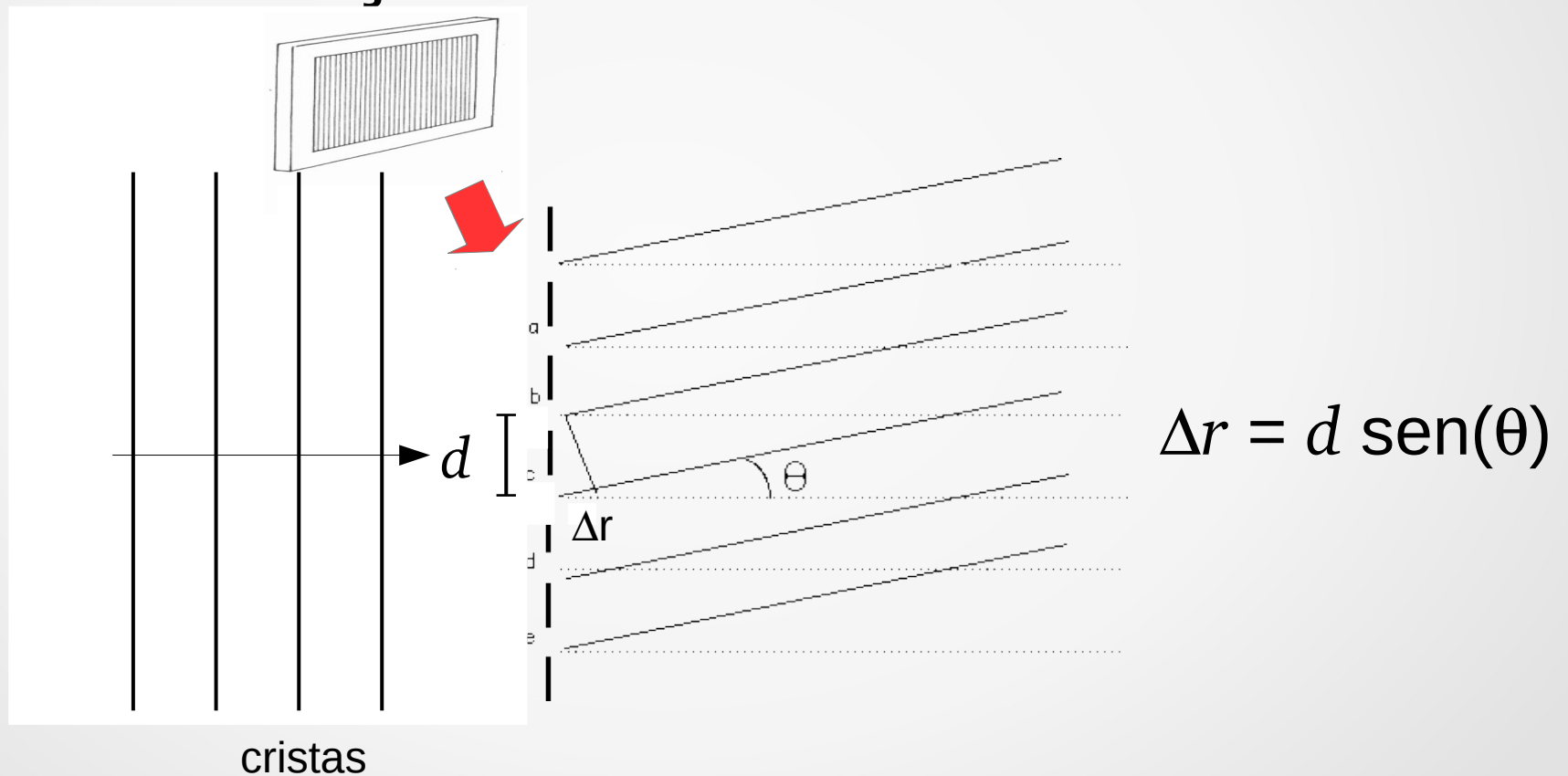


Fig.: Uma rede de difração separando a luz branca.

A rede de difração é um dispositivo ótico que separa a luz de acordo com o seu comprimento de onda.

Cap 22: Ótica Ondulatória

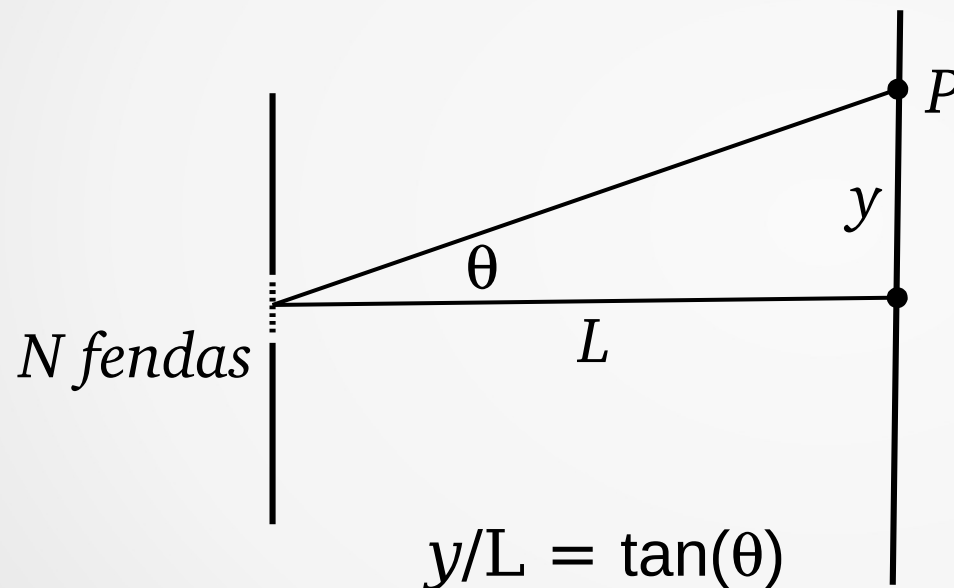
Rede de Difração



A onda proveniente de cada fenda percorre uma distância extra Δr .

Cap 22: Ótica Ondulatória

Rede de Difração



Se $\Delta r = m\lambda$, $m=0,1,2,\dots$
(Interferência Construtiva)



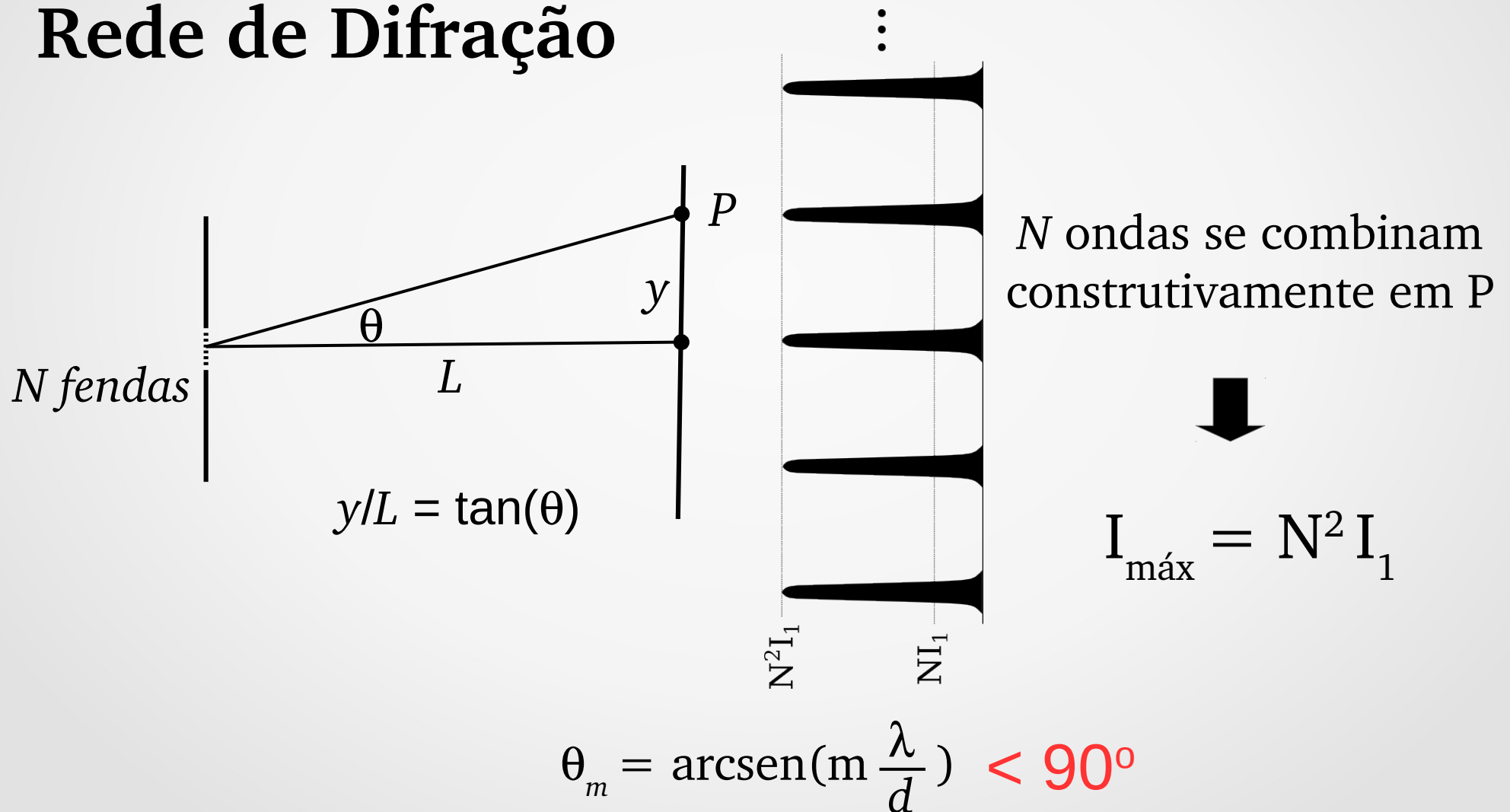
$$d \sin(\theta) = m\lambda$$

Nas Redes de Difração, θ não é pequeno, de forma que

~~$$\tan(\theta) \approx \sin(\theta) \approx \theta$$~~

Cap 22: Ótica Ondulatória

Rede de Difração



Cap 22: Ótica Ondulatória

Rede de Difração

As redes de difração são geralmente utilizadas para medições dos comprimentos de onda (λ) da luz.

Denomina-se ESPECTROSCOPIA a ciência de medir λ de emissões atômicas e moleculares.

Cap 22: Ótica Ondulatória

TC4 - O que acontece com o perfil de interferência de um sistema de múltiplas fendas quando adicionamos mais fendas de mesmo espaçamento?

- A) As franjas se afastam e se tornam mais largas.
- B) As franjas se aproximam e se tornam mais largas, diminuindo a nitidez.
- C) As franjas se tornam mais estreitas.
- D) As franjas não mudam de posição e largura.

Cap 22: Ótica Ondulatória

TC5 - Se luz branca incide em uma rede de difração:

- A) As linhas referentes a primeira ordem da radiação visível nunca sobrepõe às linhas referentes a segunda ordem.
- B) Parte das linhas referentes a primeira ordem da radiação visível sempre sobrepõe às linhas referentes a segunda ordem.
- C) Considerando apenas a radiação visível, parte das franjas de primeira e segunda ordem podem se recobrir, dependendo da relação entre a separação entre as fendas e o comprimento de onda.
- D) Considerando apenas a radiação visível, parte das franjas de primeira e segunda ordem podem se recobrir, dependendo do valor da separação entre as fendas.