

Aula 9 - Ótica - 2019

Ondas

Ondas Eletromagnéticas

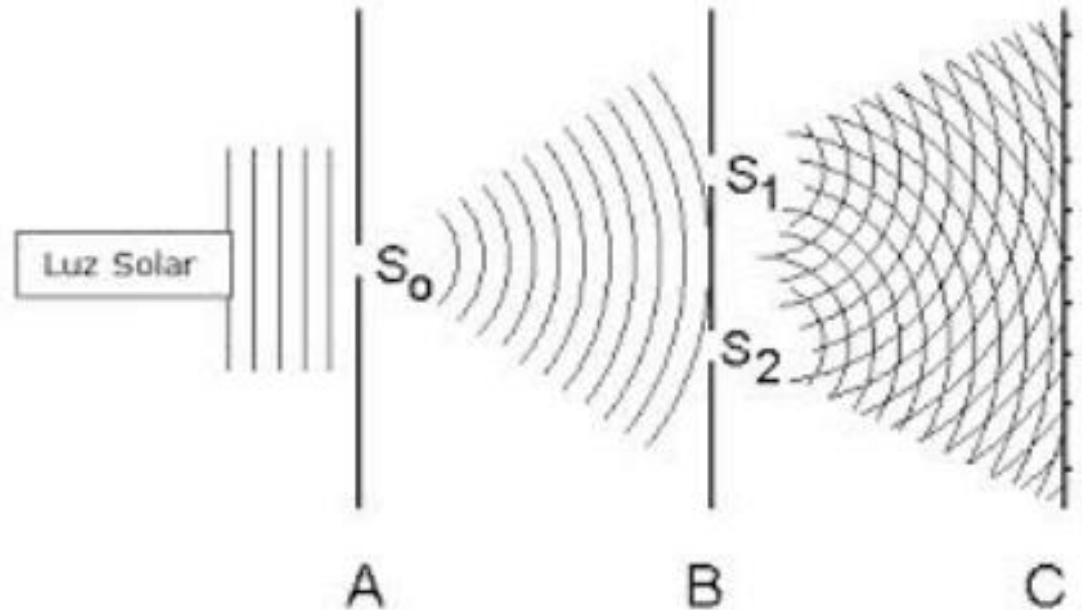
Interferência de Ondas

- ✓ Experimento de Young
- ✓ Princípio de Huygens
- ✓ Condições para interferência construtiva e destrutiva
- ✓ Formação de franjas claras e escuras no experimento da fenda dupla

Experimento de Young

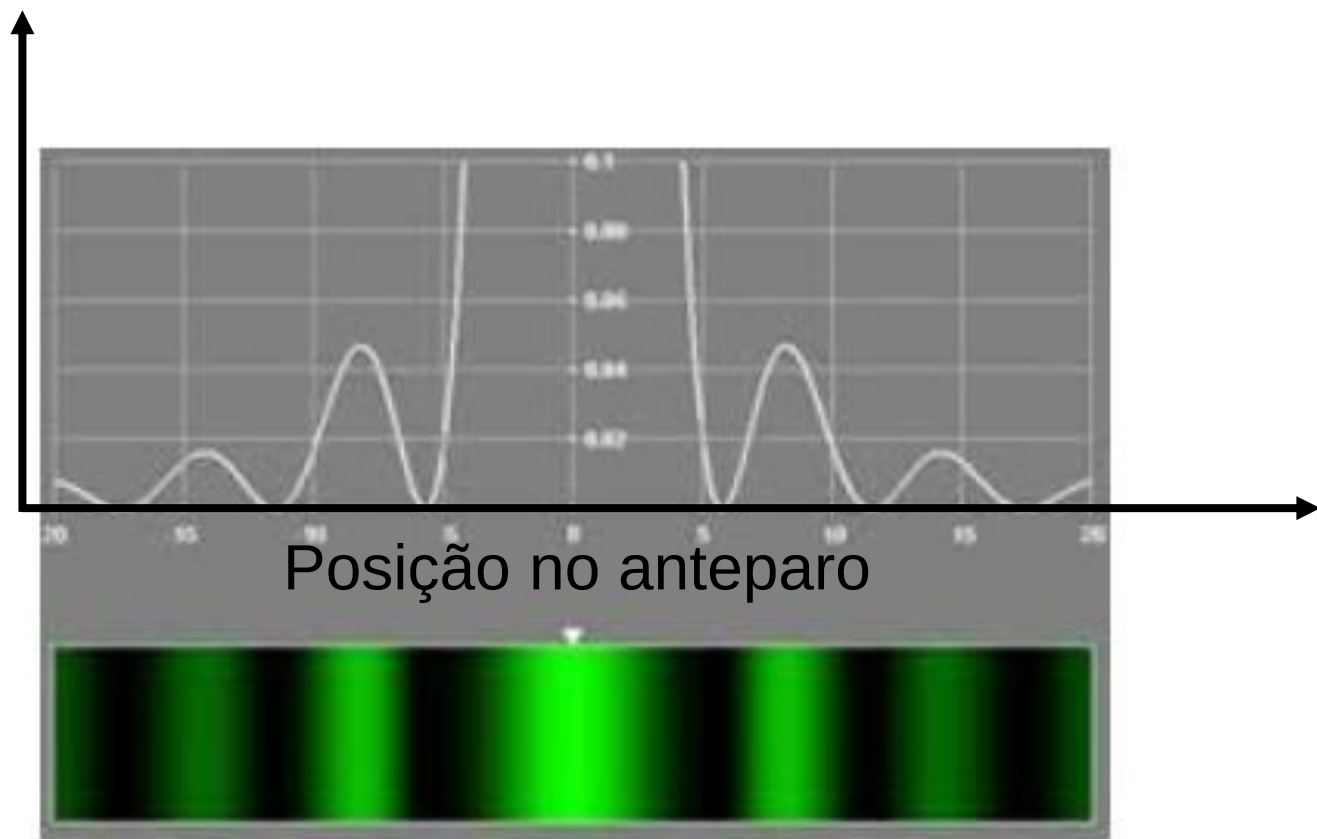


Thomas Young
(1773-1829)



Em 1801 Thomas Young concluiu com seu experimento que a luz é uma onda!

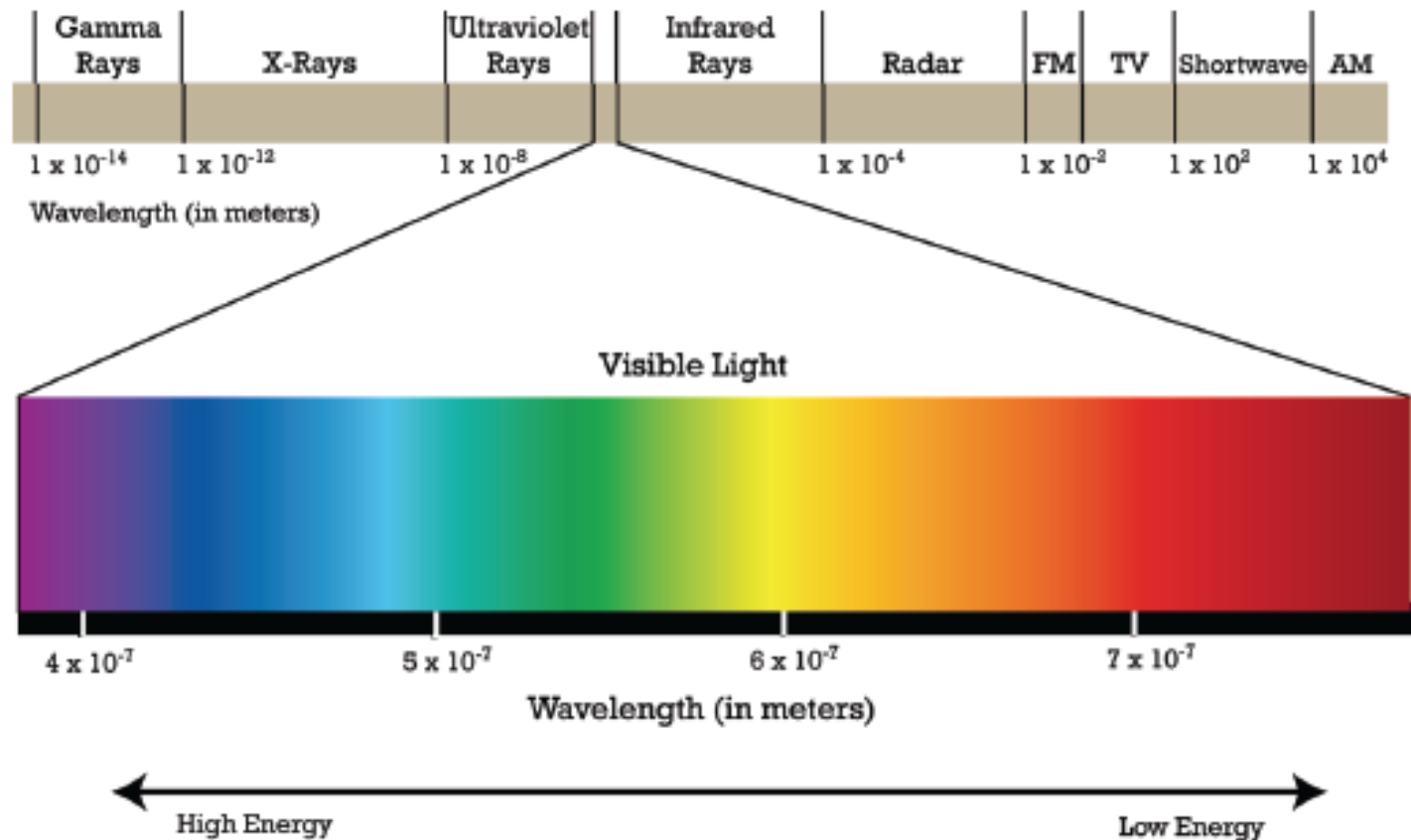
Intensidade de luz



Interferência produzida por
fendas duplas

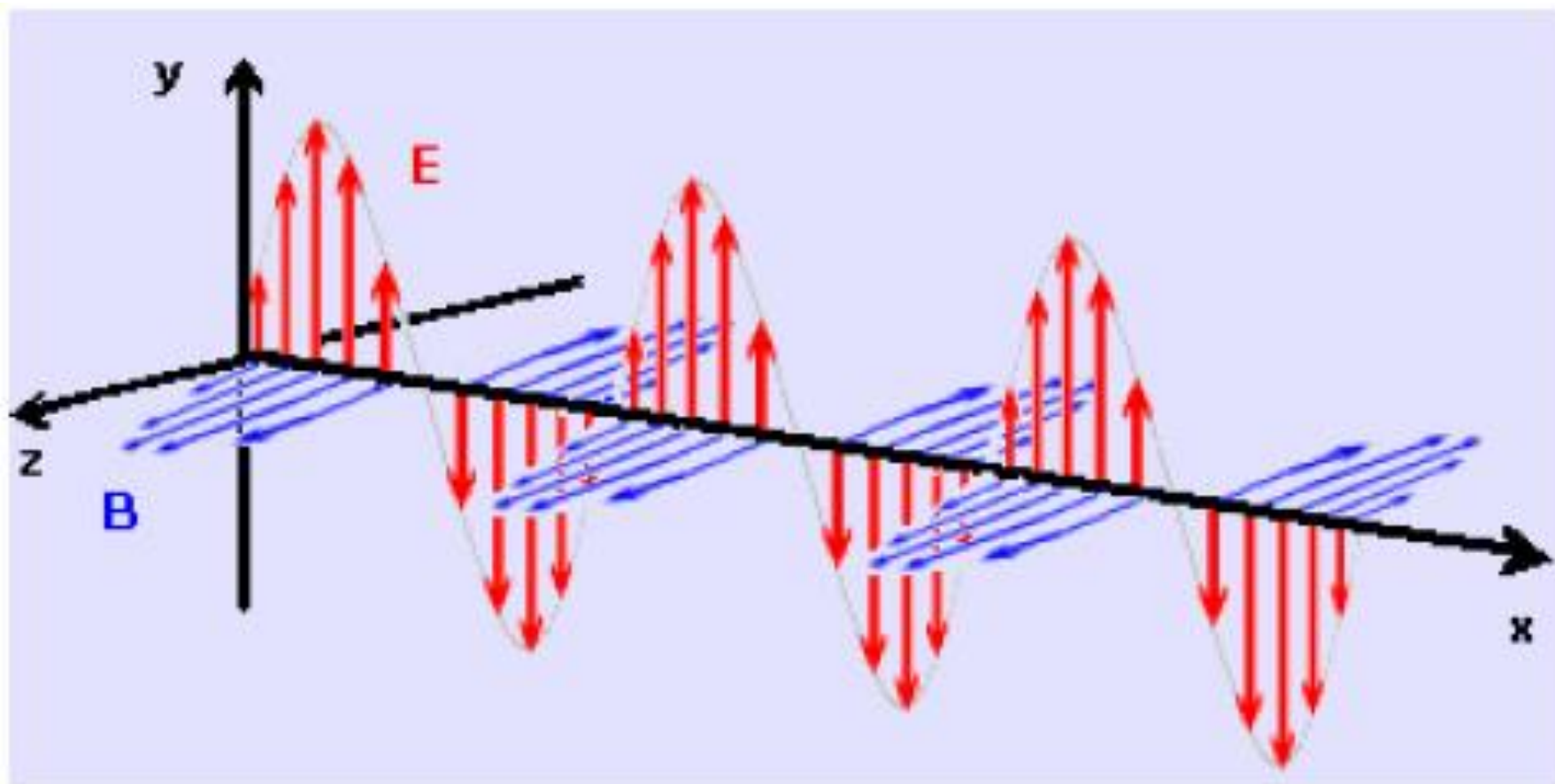
A luz é uma onda eletromagnética

Espectro Eletromagnético



comprimento de onda

Onda Eletromagnética



Princípio de Huygens

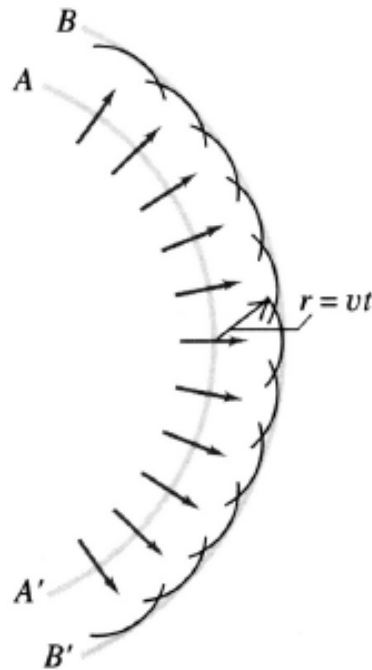
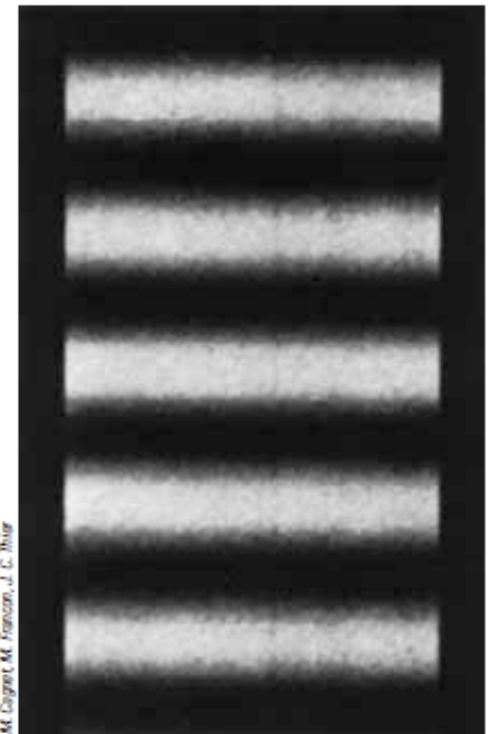
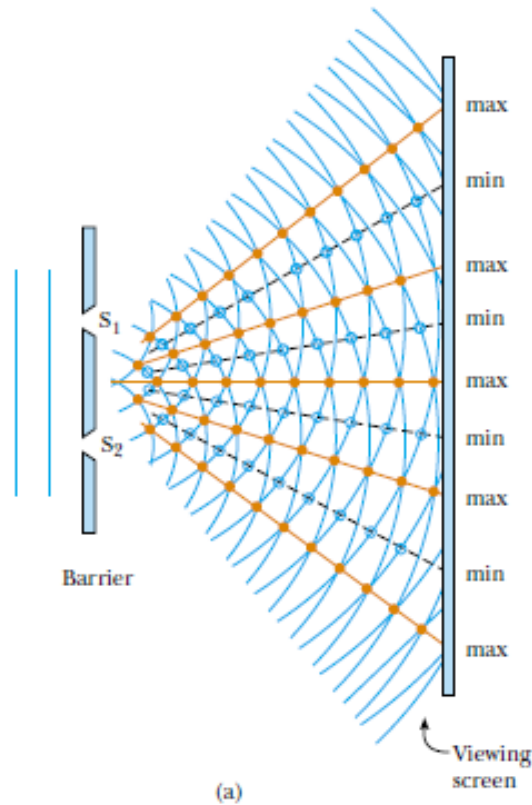


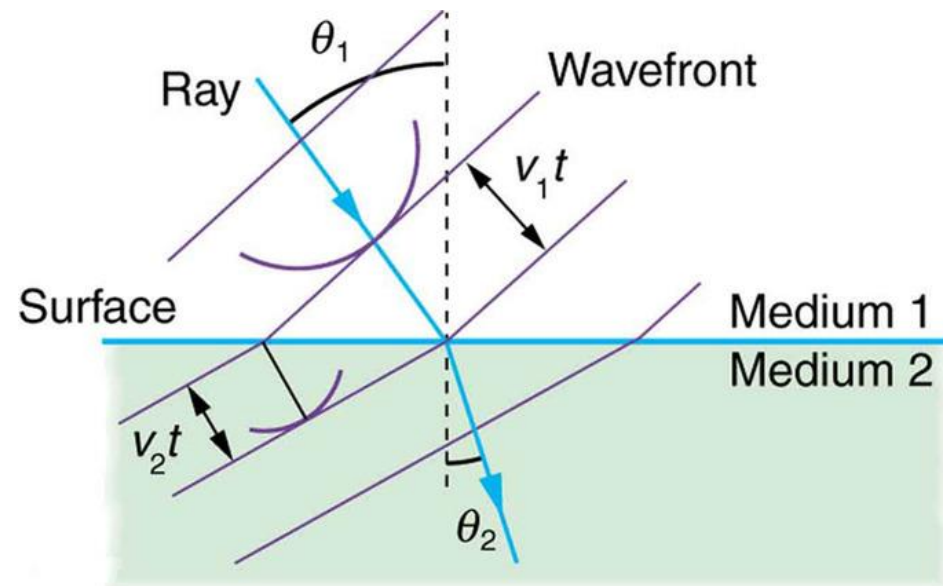
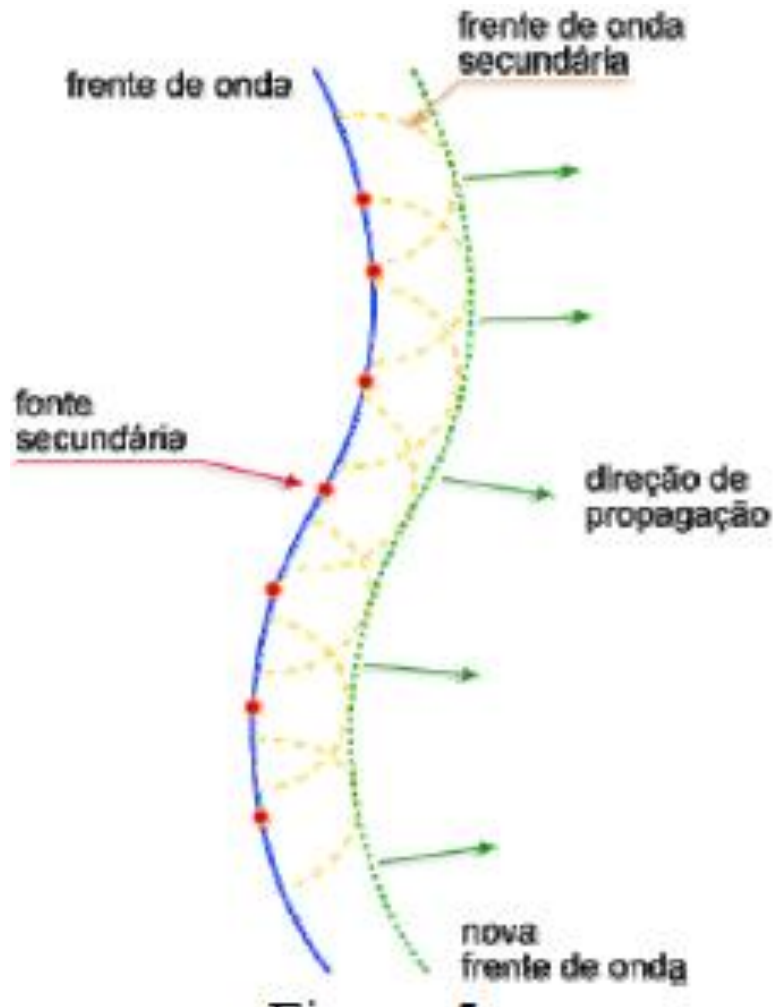
FIGURA 34.26 Aplicação do princípio de Huygens para construir uma nova frente de onda BB' a partir de uma frente de onda AA' .



M. Cagnat, M. Fournier, J. C. Rivoir

(Traité de la Lumière -1690)

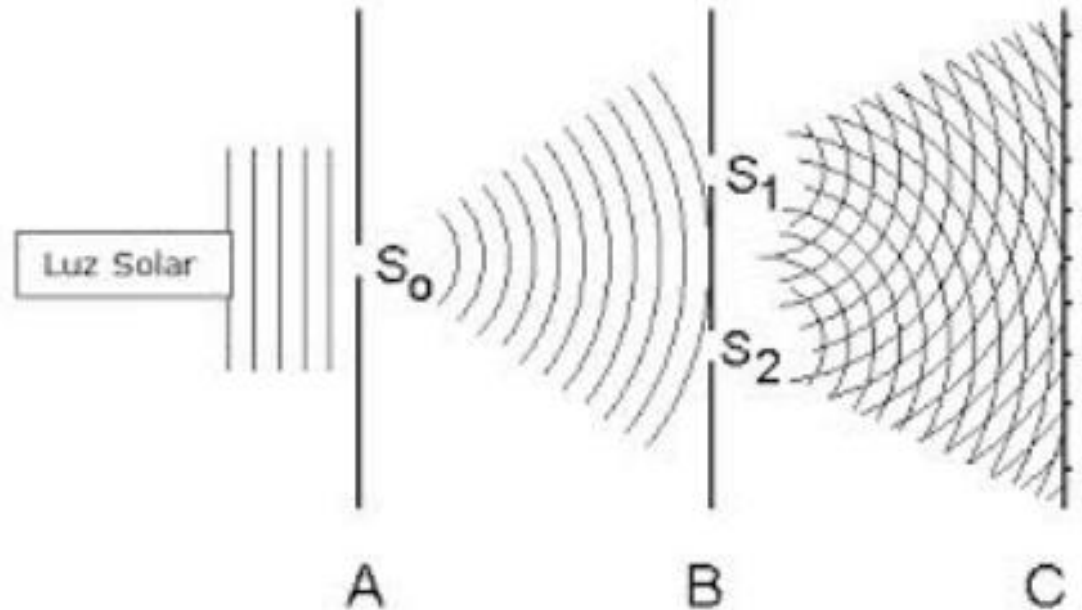
Princípio de Huygens
explica também a
reflexão e refração da luz
em meio onde sua
velocidade muda.



Experimento de Young



Thomas Young
(1773-1829)



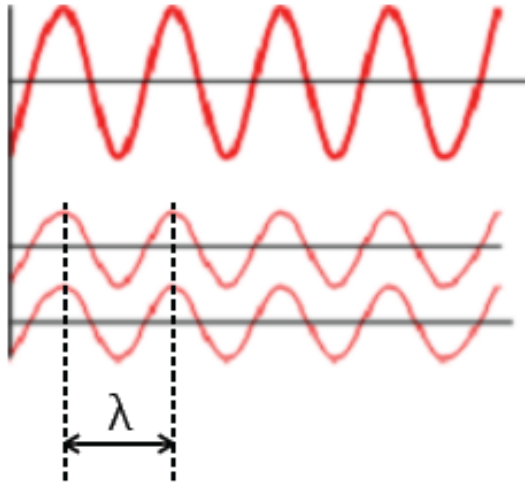
Em 1801 Thomas Young concluiu com seu experimento que a luz é uma onda!

Ondas interferem quando se encontram!

Duas ondas em fase



Interferência construtiva

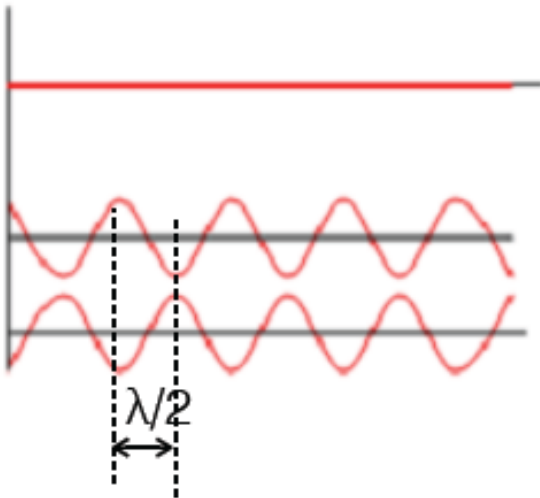


diferença de caminho de λ = diferença de fase de 2π

Duas ondas fora de fase



Interferência destrutiva



diferença de caminho de $\lambda/2$ = diferença de fase de π

Experimento com duas fontes iguais, coerentes.

Condições para interferência construtiva e destrutiva

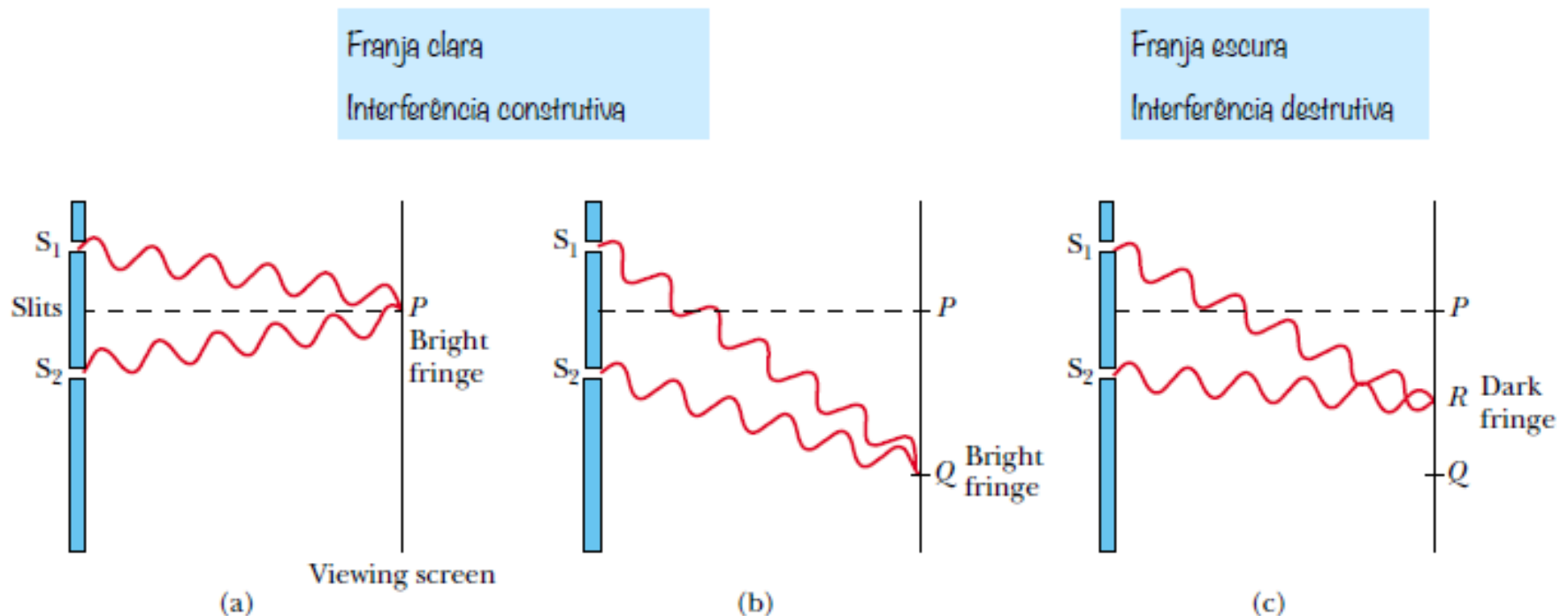
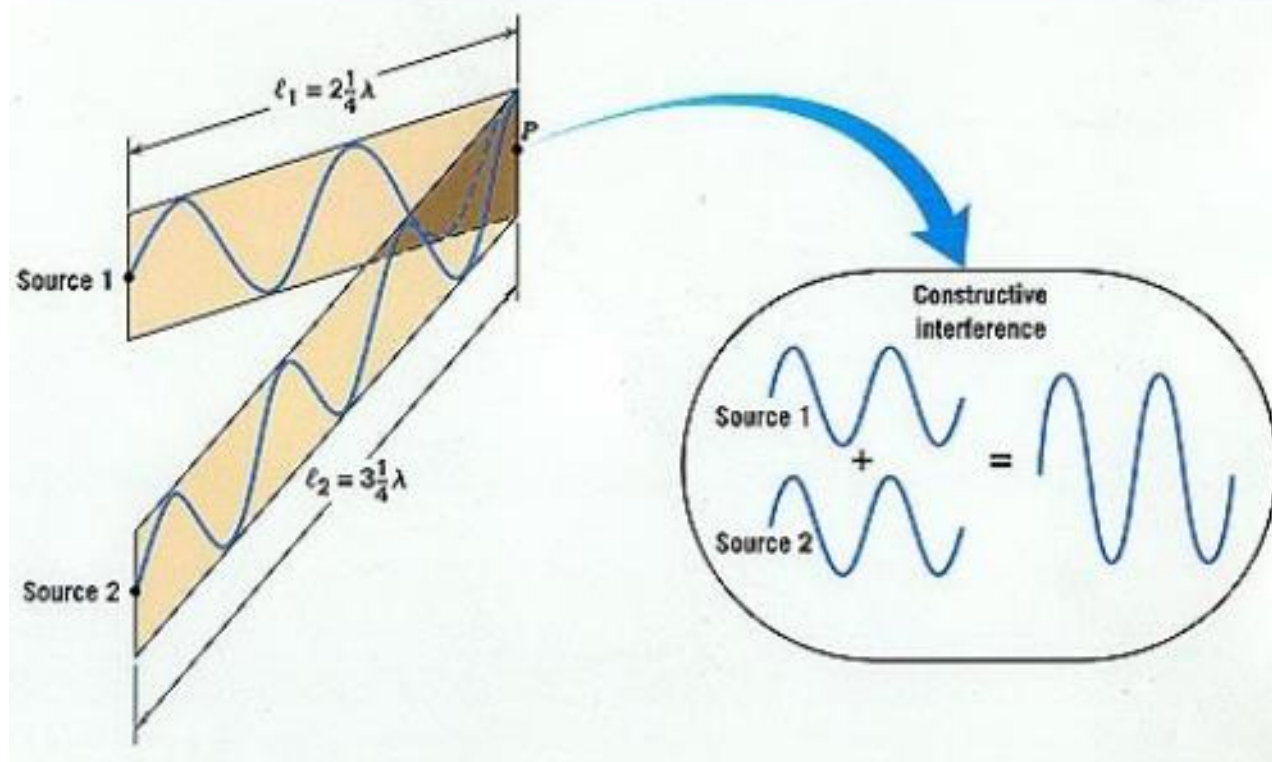


Figure 37.4 (a) Constructive interference occurs at point P when the waves combine. (b) Constructive interference also occurs at point Q . (c) Destructive interference occurs at R when the two waves combine because the upper wave falls half a wavelength behind the lower wave. (All figures not to scale.)

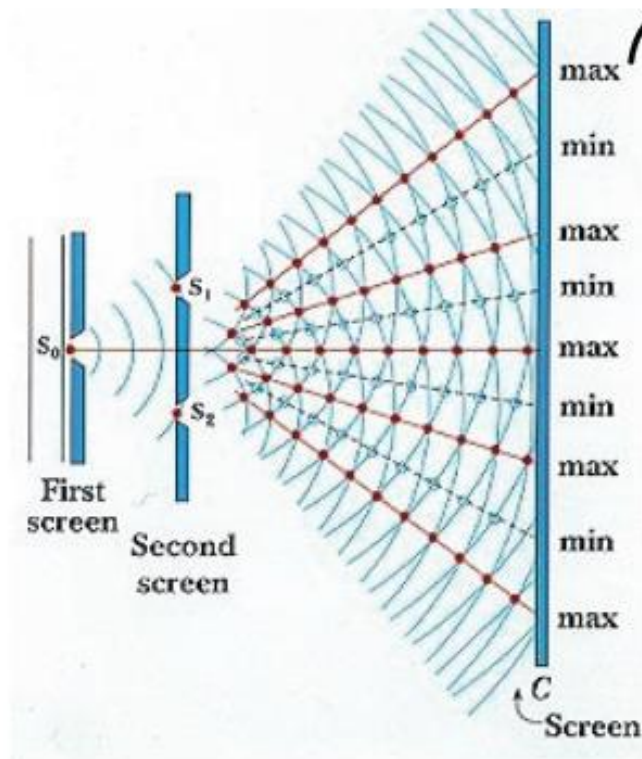
Interferencia construtiva

Diferença de caminho

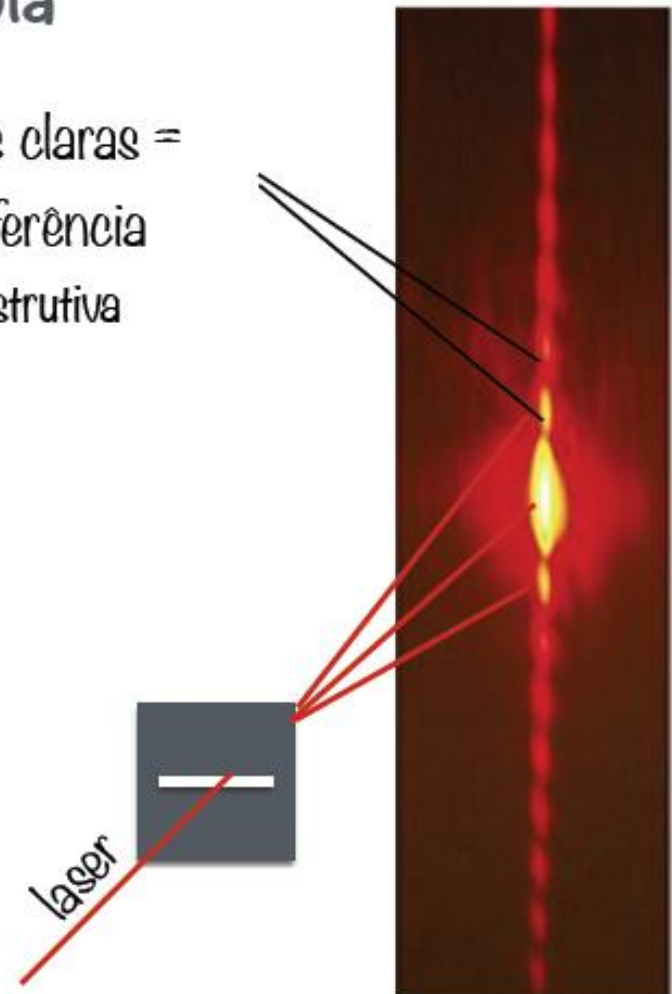
$0, \lambda, 3\lambda \dots$



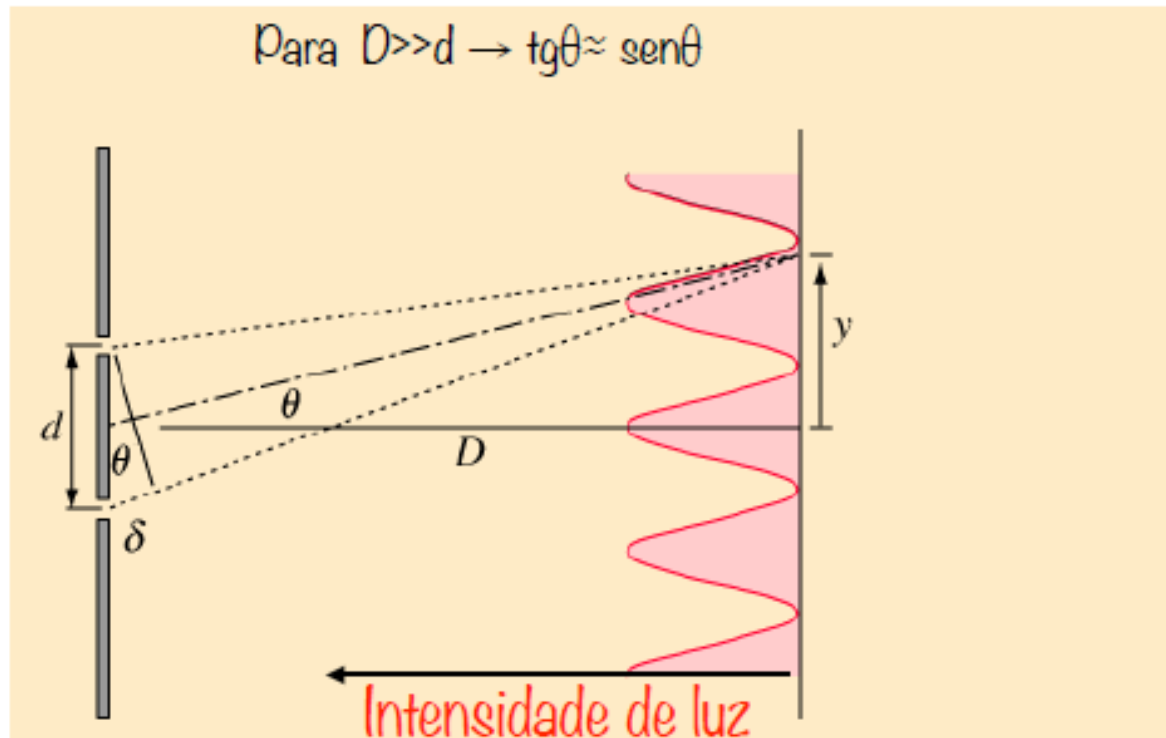
Formação de franjas claras e escuras no experimento da fenda dupla



franjas claras =
interferência
construtiva



Aproximação de Fraunhofer



$$\delta = d \sin \theta$$

$$\tan \theta = \frac{y}{D}$$

$$\delta \cong \frac{dy}{D}$$

Interferência construtiva ou
máximo de intensidade de luz:

$$\delta = m\lambda = \frac{dy_{max}}{D}$$

$$m=0,1,2,3,..$$

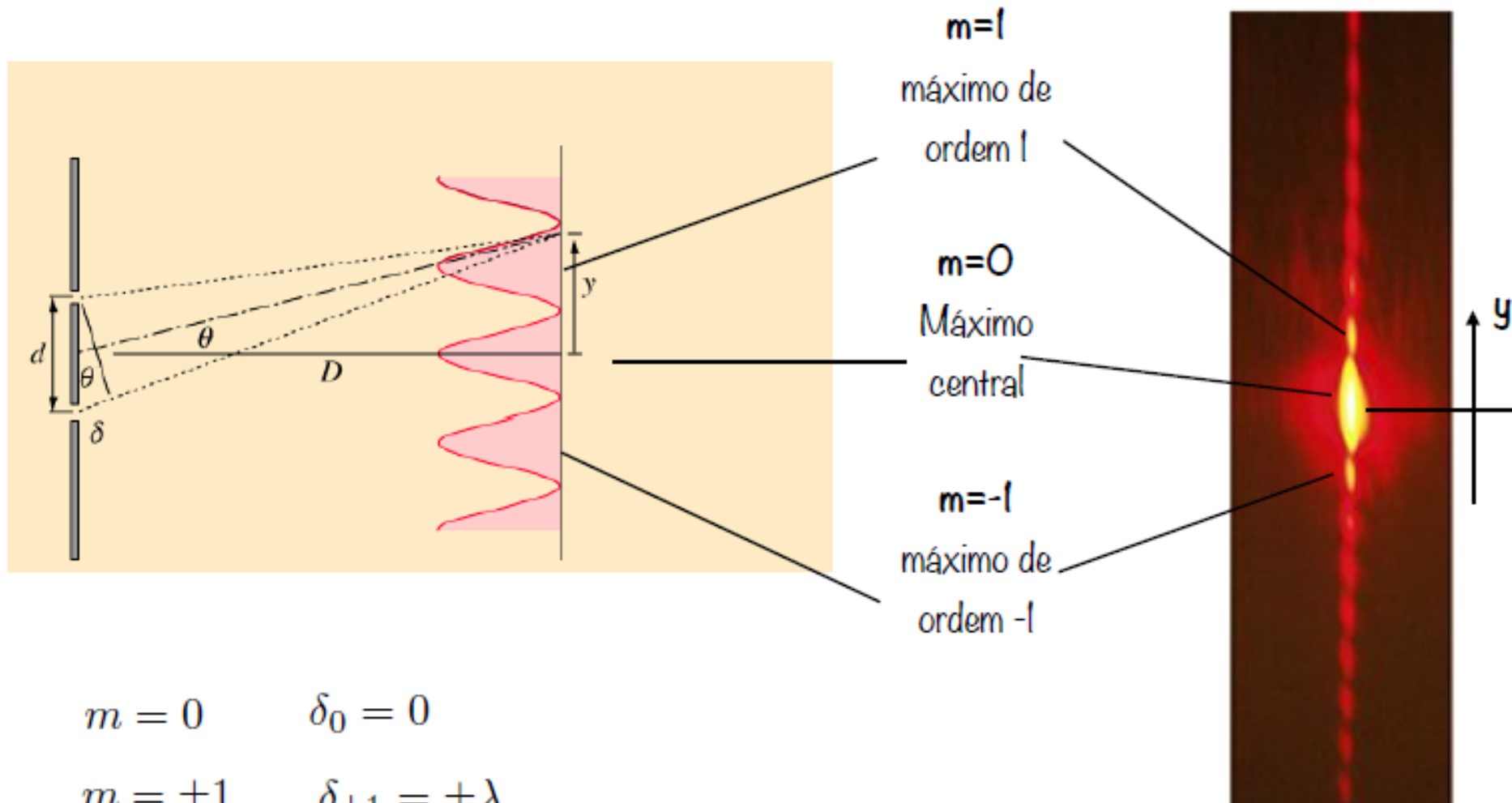
Interferência destrutiva ou
mínimo de intensidade de luz:

$$\delta = n\frac{\lambda}{2} = \frac{dy_{min}}{D}$$

$$n=1,3,5 \dots (\text{ímpar})$$

$$\delta = m\lambda = \frac{dy_{max}}{D} \quad m=0,1,2,3,..$$

Interferência construtiva= franja clara = máximos de intensidade de luz



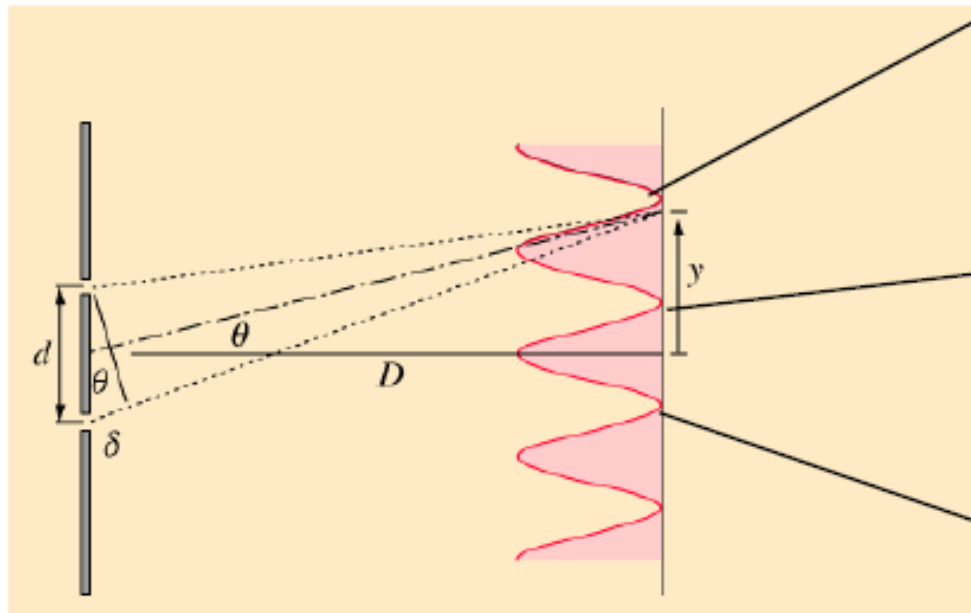
$$m = 0 \quad \delta_0 = 0$$

$$m = \pm 1 \quad \delta_{\pm 1} = \pm \lambda$$

$$m = \pm 2 \quad \delta_{\pm 2} = \pm 2\lambda$$

$$\delta = n \frac{\lambda}{2} = \frac{dy_{min}}{D} \quad n=1,3,5 \dots (\text{ímpar})$$

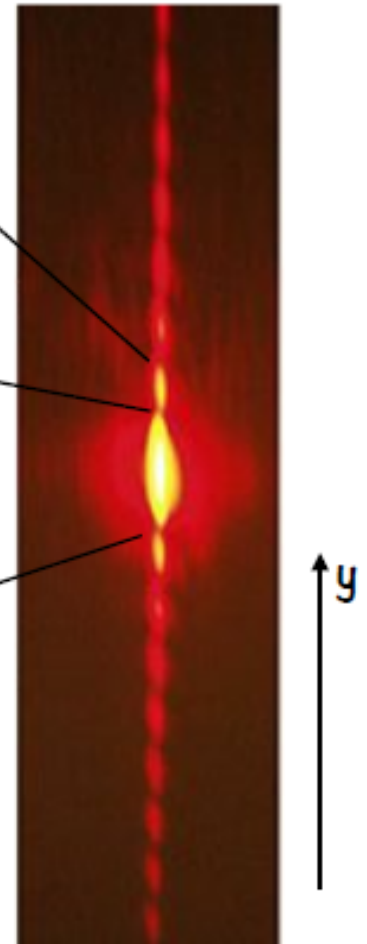
Interferência destrutiva= franja escura = mínimos de intensidade de luz



$m=3$
mínimo de
ordem 3

$m=1$
mínimo de
ordem 1

$m=-1$
mínimo de
ordem -1



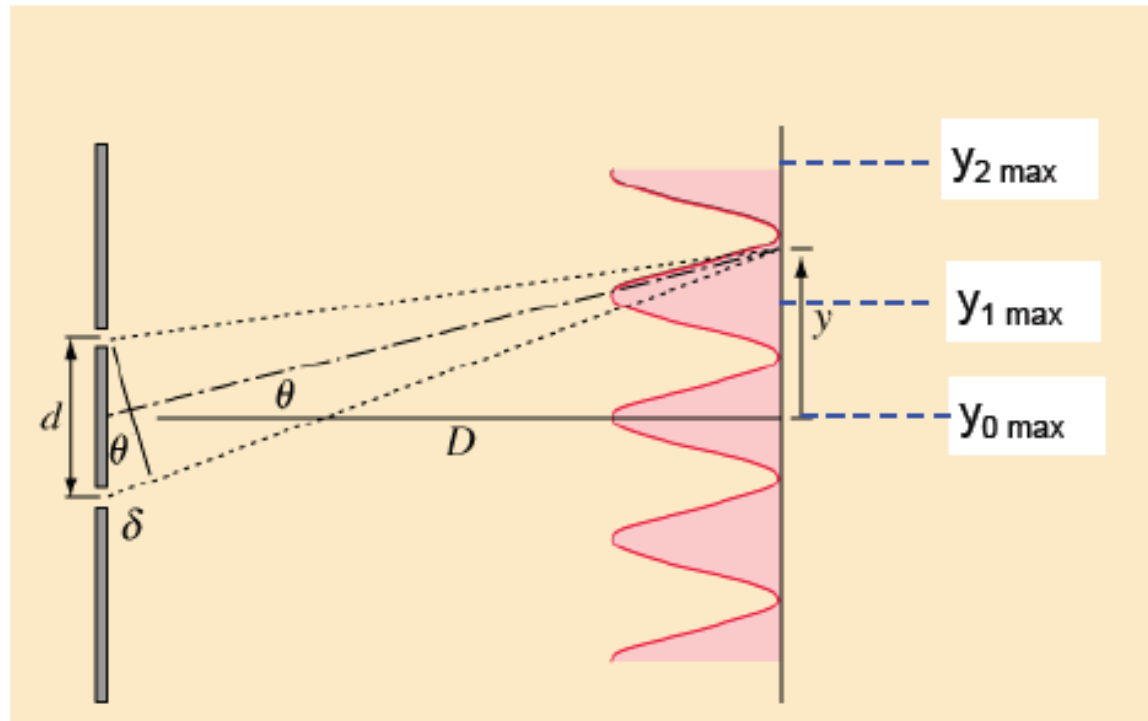
$$\delta_{\pm 1} = \pm \frac{\lambda}{2}$$

$$\delta_{\pm 3} = \pm 3 \frac{\lambda}{2}$$

$$\delta_{\pm 5} = \pm 5 \frac{\lambda}{2}$$

Posição dos máximos no eixo y

$$\delta = m\lambda = \frac{dy_{max}}{D} \quad m=0,1,2,3,.. \quad \longrightarrow \quad y_{max} = m \frac{D\lambda}{d}$$



$$y_{2max} = 2 \frac{D\lambda}{d}$$

$$y_{1max} = \frac{D\lambda}{d}$$

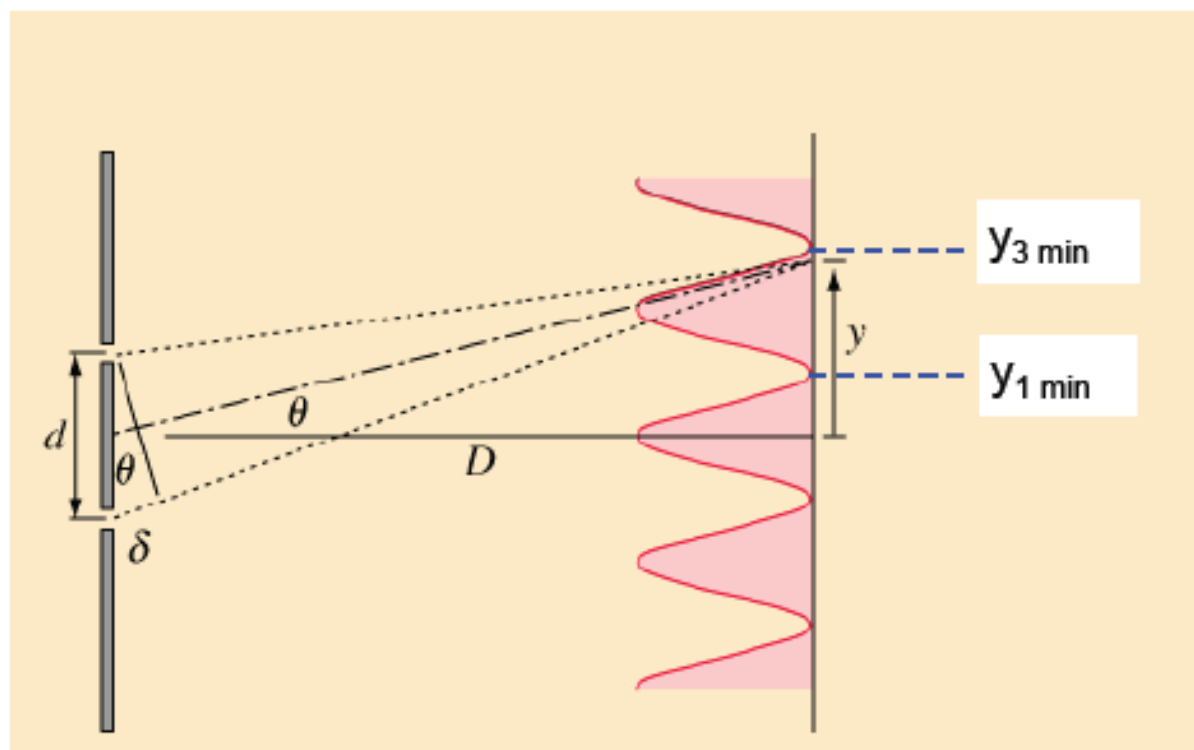
$$y_0 = 0$$

distância entre dois máximos vizinhos $\longrightarrow \Delta y_{max} = \frac{D\lambda}{d}$

- ✓ inversamente proporcional a d
- ✓ proporcional a λ

Posição dos mínimos no eixo y

$$\delta = n \frac{\lambda}{2} = \frac{dy_{min}}{D} \quad n=1,3,5\cdots \text{ (ímpar)} \quad \longrightarrow \quad y_{min} = n \frac{D\lambda}{2d}$$



$$y_{3\min} = 3 \frac{D\lambda}{2d}$$

$$y_{1\min} = \frac{D\lambda}{2d}$$

Distância entre dois
mínimos consecutivos



$$\Delta y_{min} = \frac{D\lambda}{d}$$

Coerência

Diz-se que duas ou mais ondas são coerentes se têm a mesma frequência e a **diferença de fase** entre elas não varia no tempo

1. Escrever um parágrafo sobre algo que você viu no Lab. de Demonstrações na aula passada.

2. Exercício

Duas fontes senoidais de micro-ondas, cujo comprimento de onda é 1,5 cm, estão no plano xy, uma sobre o eixo dos y, em $y = 15$ cm, e a outra sobre o eixo dos x, em $x = 3,0$ cm. Se as fontes estão em fase, elas chegarão em fase na origem?

Porque sim ou porque não?