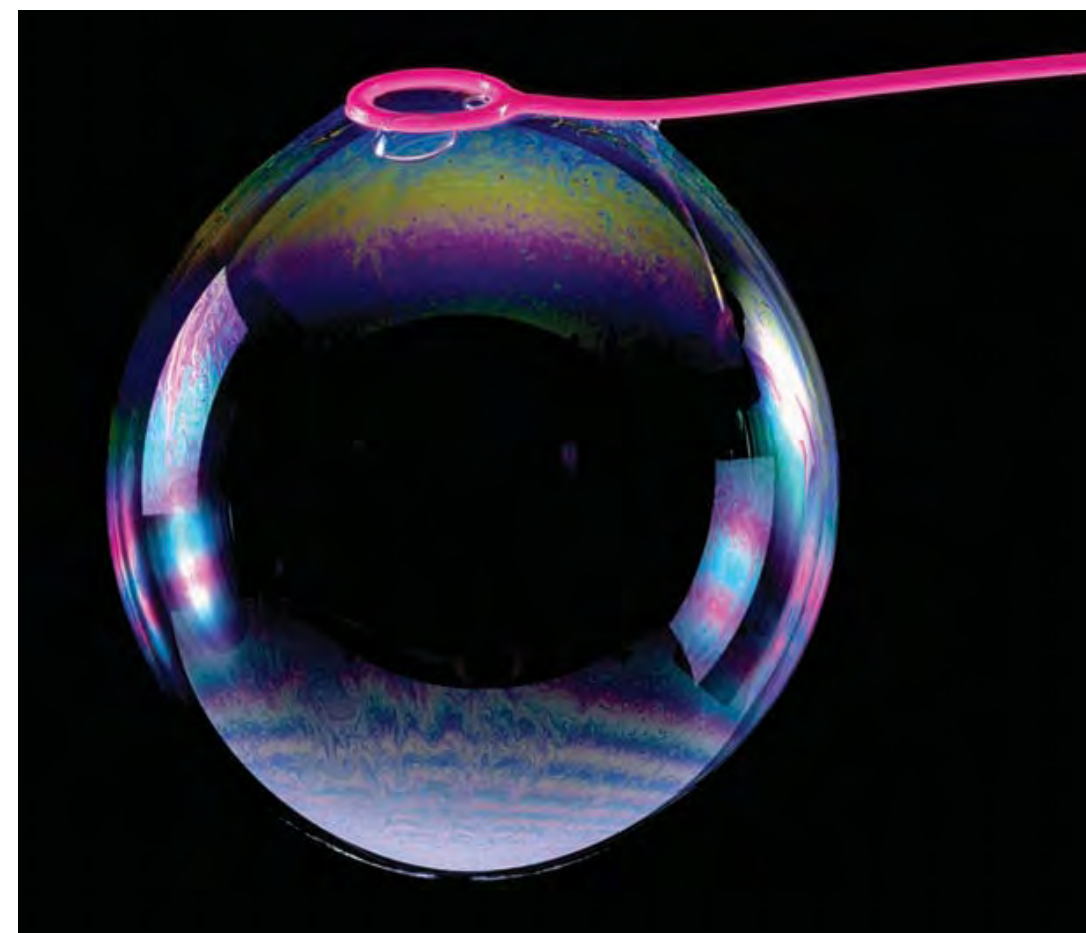
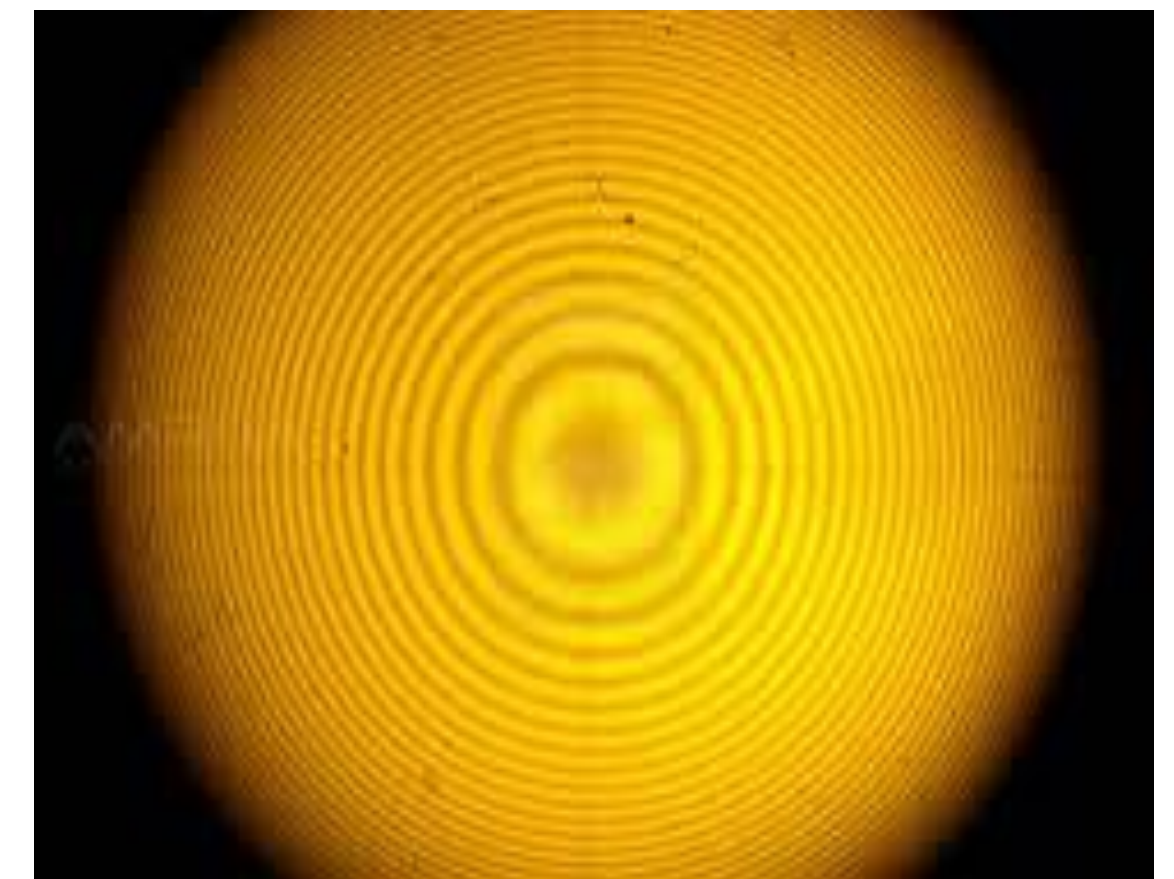




Polarização, Difração e Interferência (de ondas)

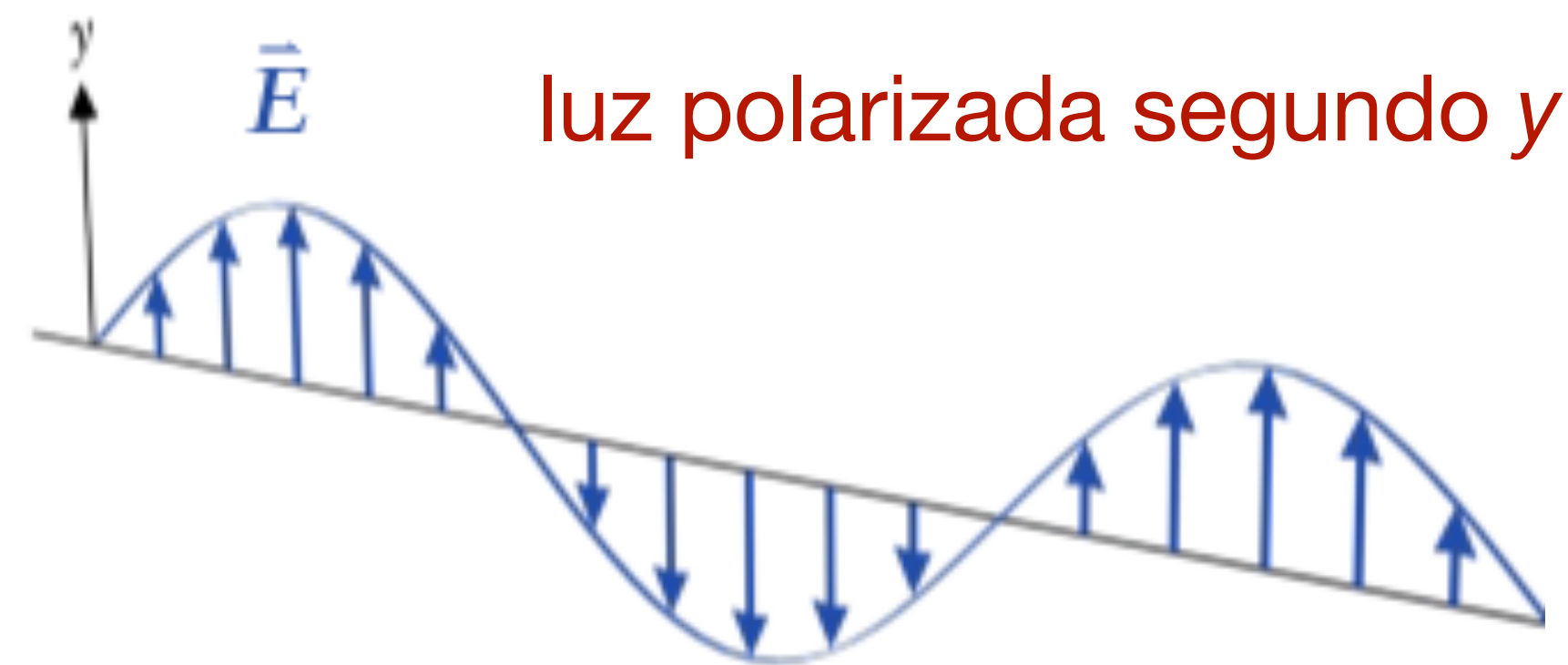


J.A. Paixão



Polarização

- A luz é uma onda eletromagnética.
- Os campos elétrico e magnético oscilam numa direção perpendicular à da propagação da onda - a luz é uma onda **transversal**.
- A direção do campo elétrico indica-nos a **polarização** da luz.
- Se essa direção se mantiver constante diz-se que a luz está **linearmente polarizada**.



Polarização

- Se um feixe de luz for uma “mistura” de muitos estados de polarização, diz-se que se trata de um feixe de luz **não polarizada**.
- A maior parte das fontes de luz produzem luz que não é polarizada, mas há exceções; a luz produzida por alguns lasers é polarizada!



luz não polarizada

Polarização

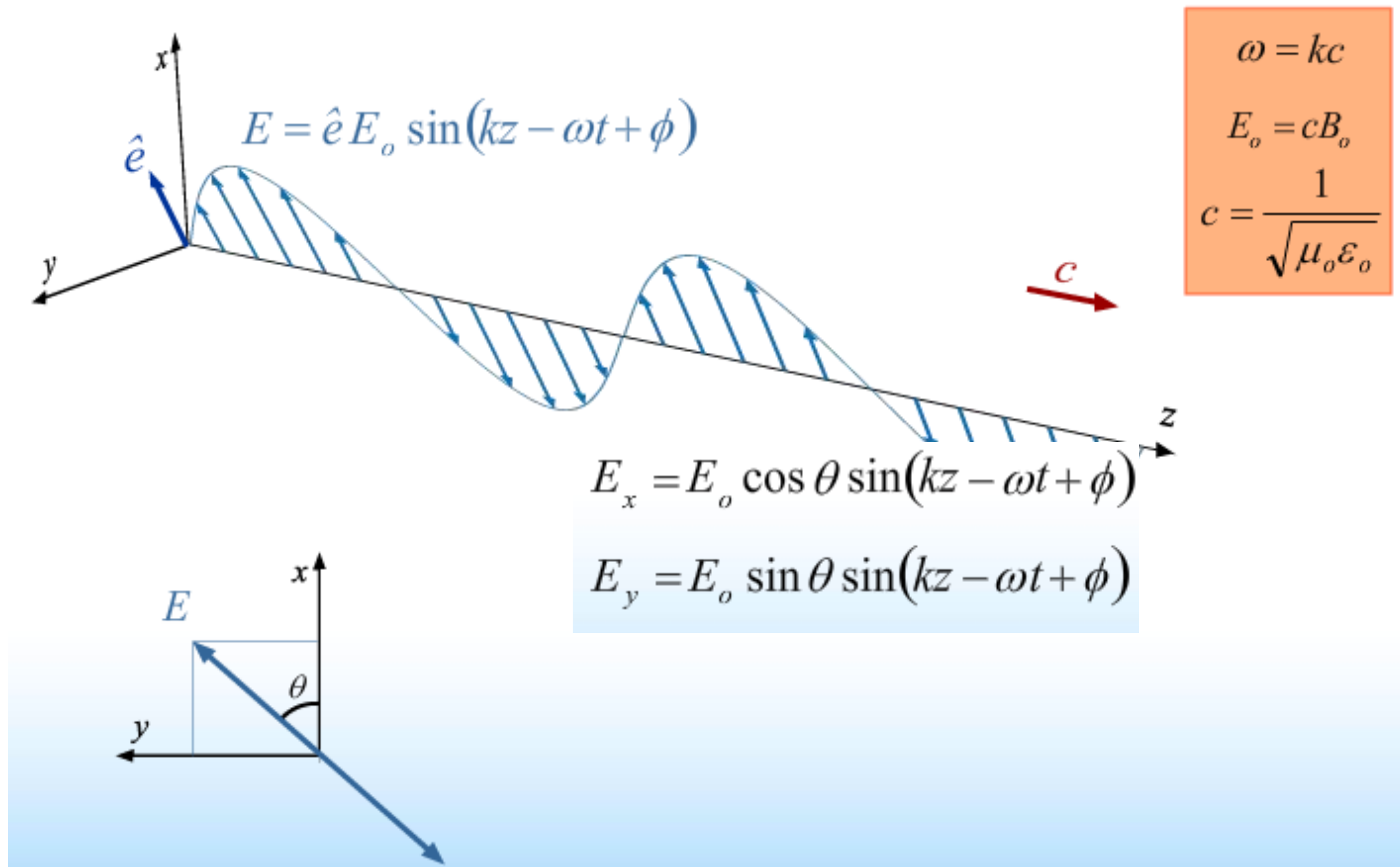
- A direção da polarização é dada por um vetor unitário (versor), \hat{e}

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\omega = 2\pi f$$

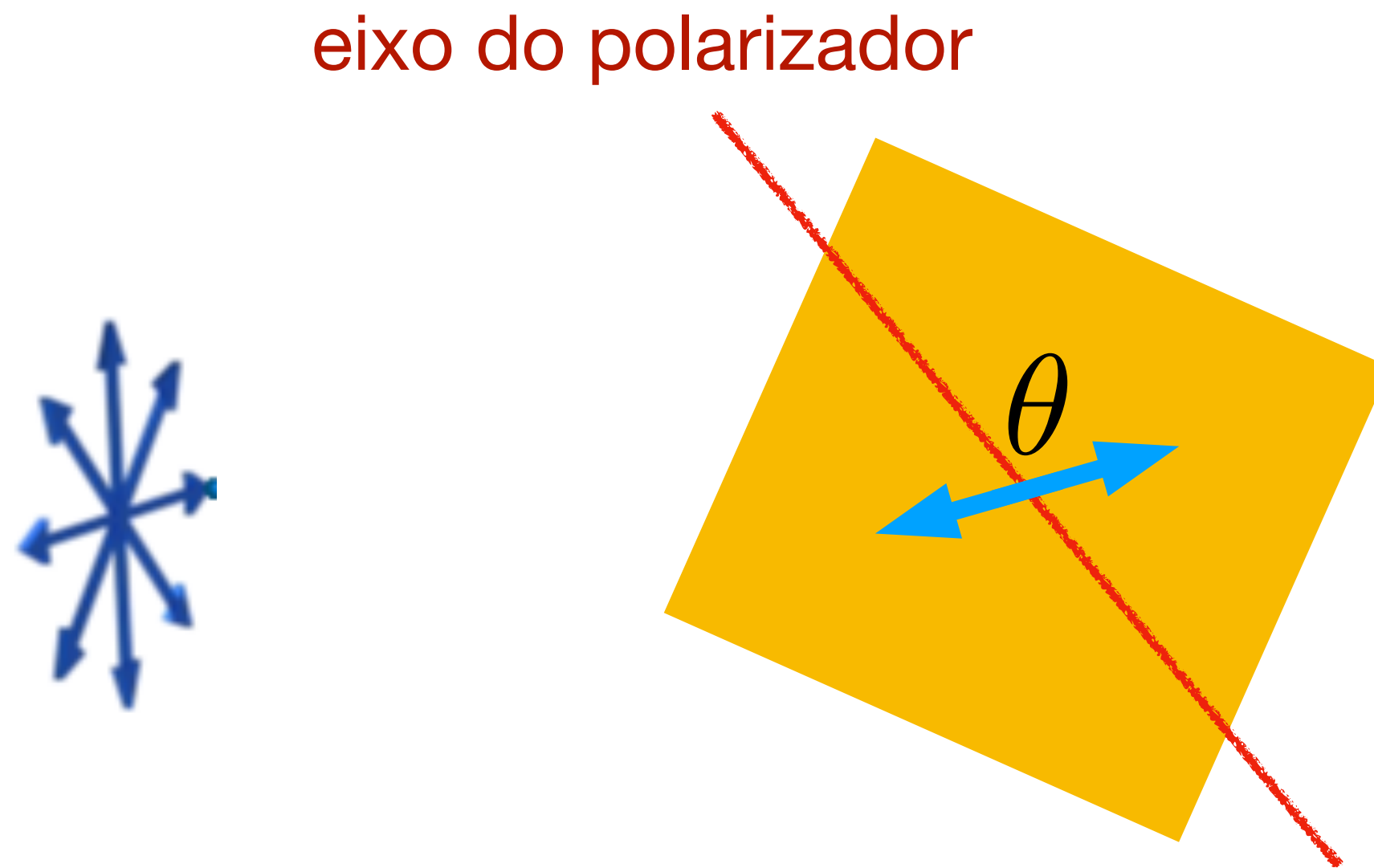
$$\lambda f = \frac{\omega}{k} = c$$

$$I \propto E_0^2$$



Polarização

- Um **polarizador** é um filtro que só deixa passar a componente da luz paralela a uma direção especial denominada **eixo do polarizador**.

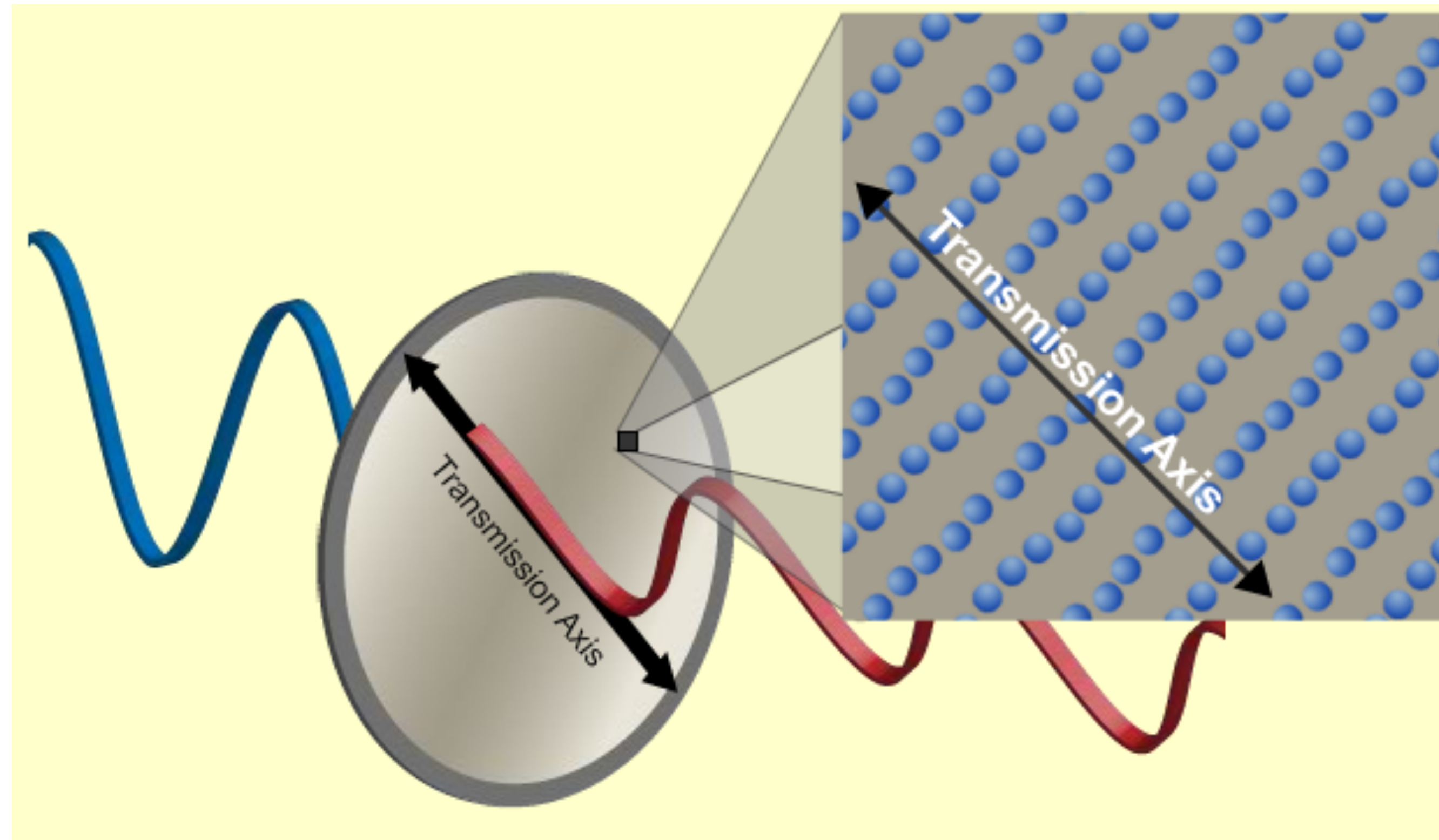


$$E_f = E_0 \cos \theta$$

$$I_f = I_0 \cos^2 \theta$$

- Se a luz for linearmente polarizada segundo y e o eixo do polarizador estiver alinhado com x a luz fica completamente bloqueada - é totalmente absorvida no filtro.

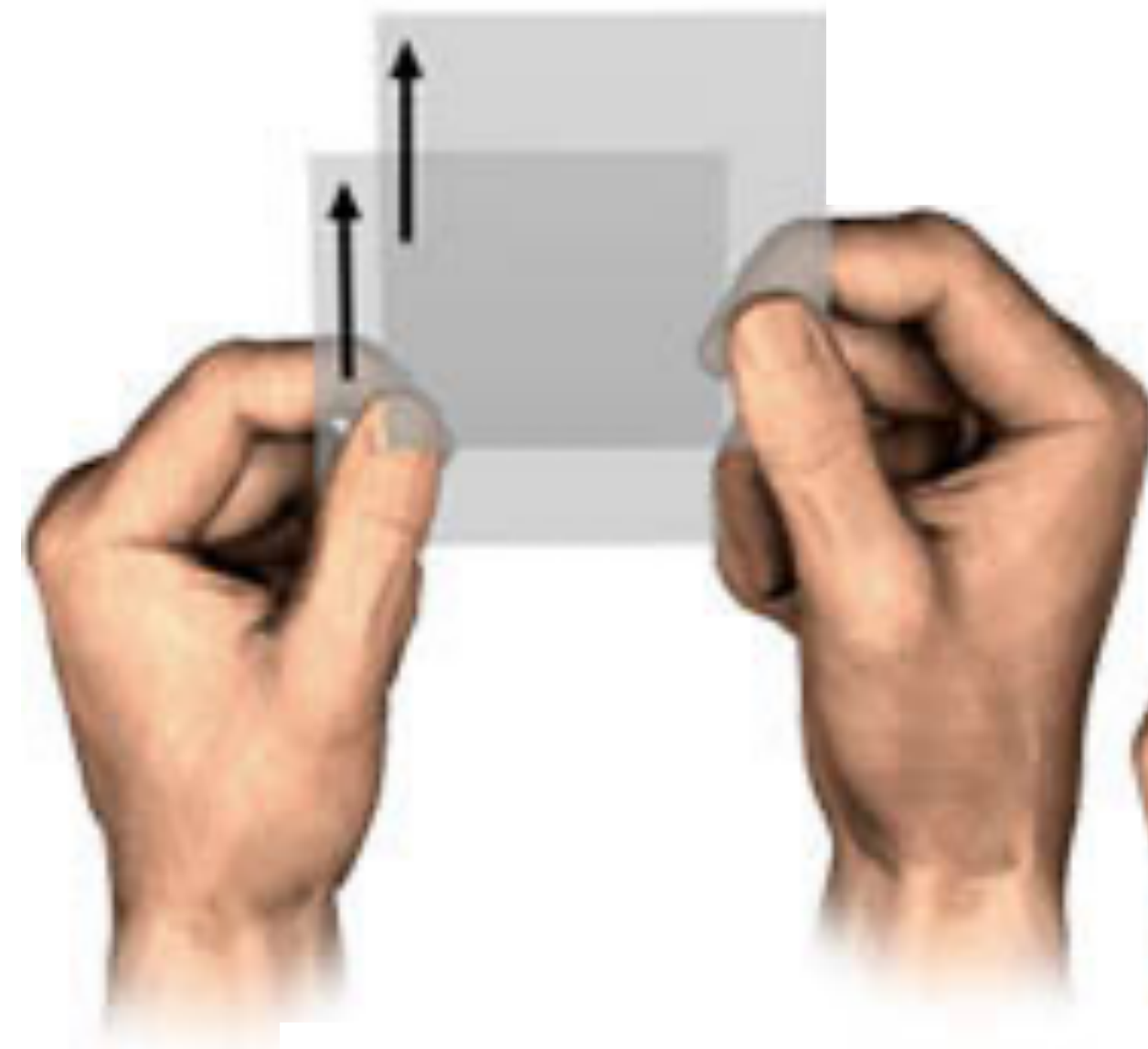
Polarização



- A estrutura molecular do material polarizador de que é feito o filtro faz com que a componente do campo elétrico que é perpendicular ao eixo de transmissão seja absorvida.

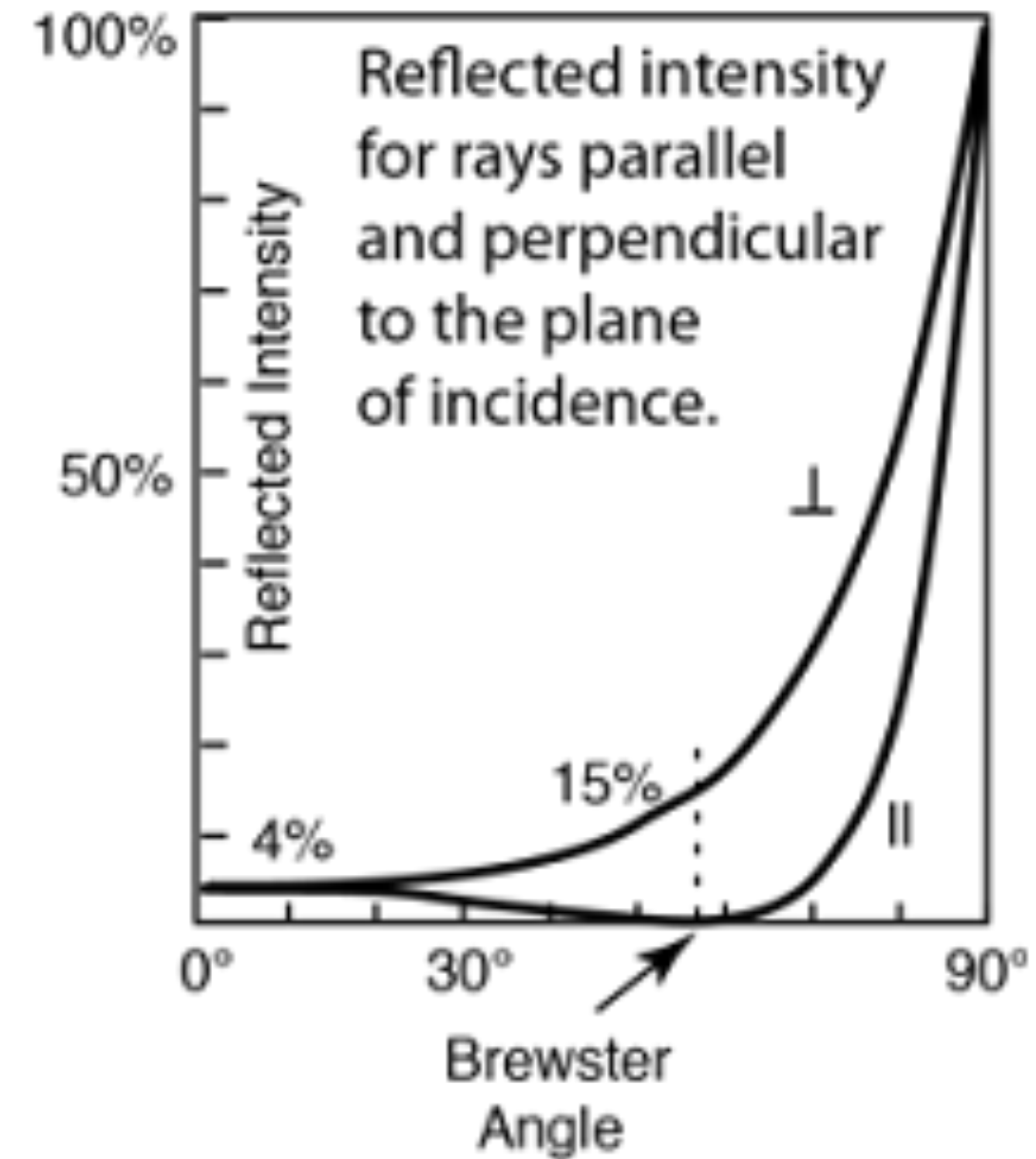
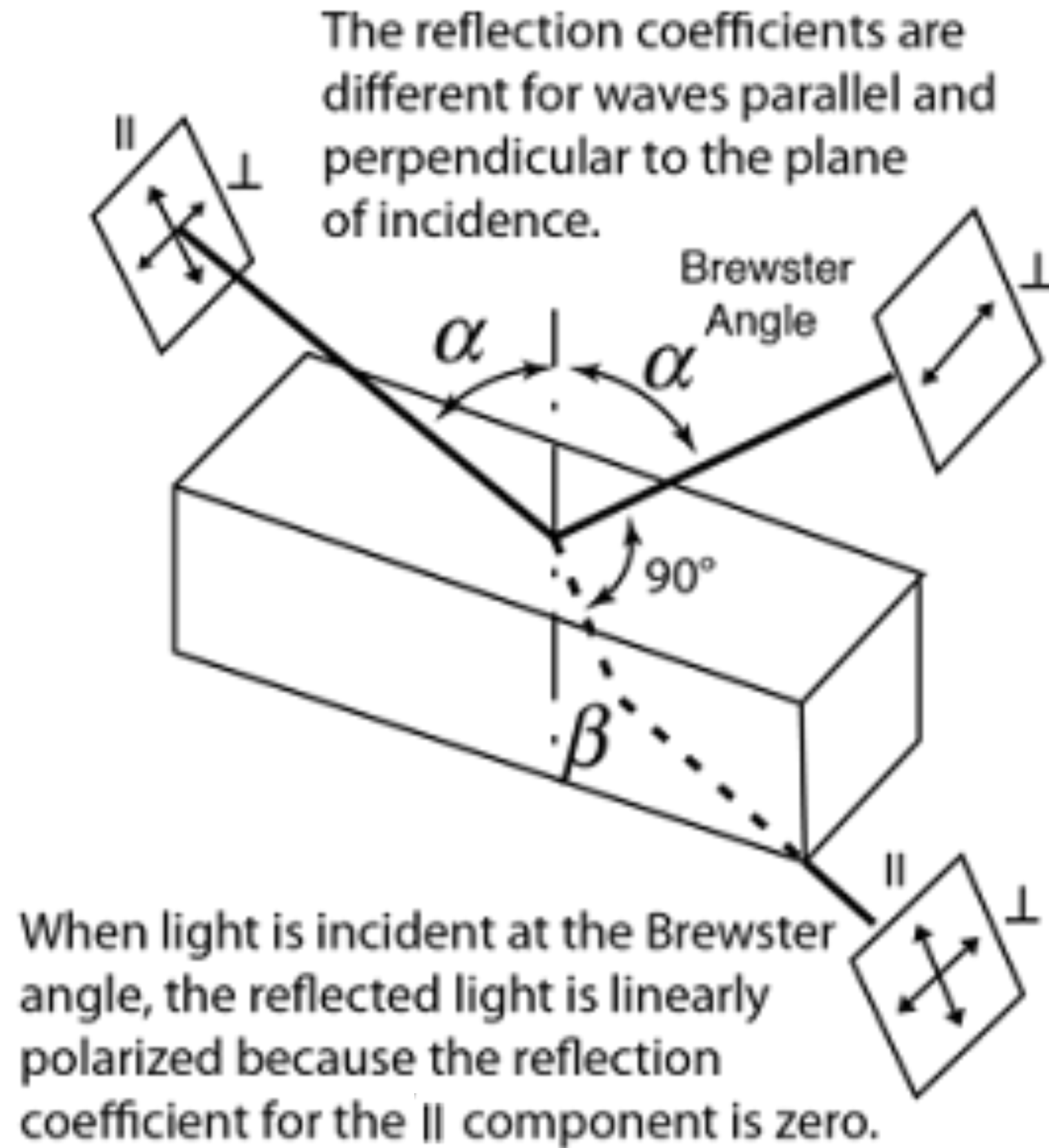
Polarização

Polarizadores “paralelos”

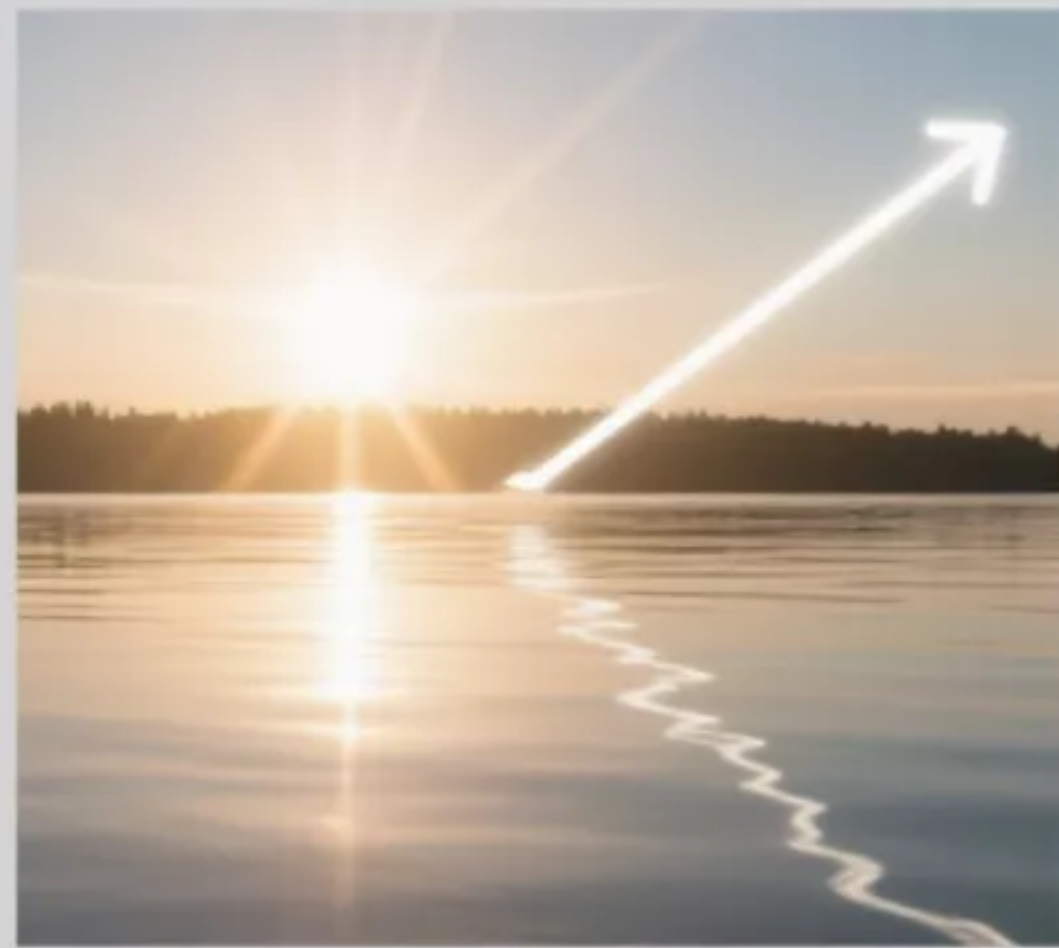


Polarizadores “cruzados”

Polarização

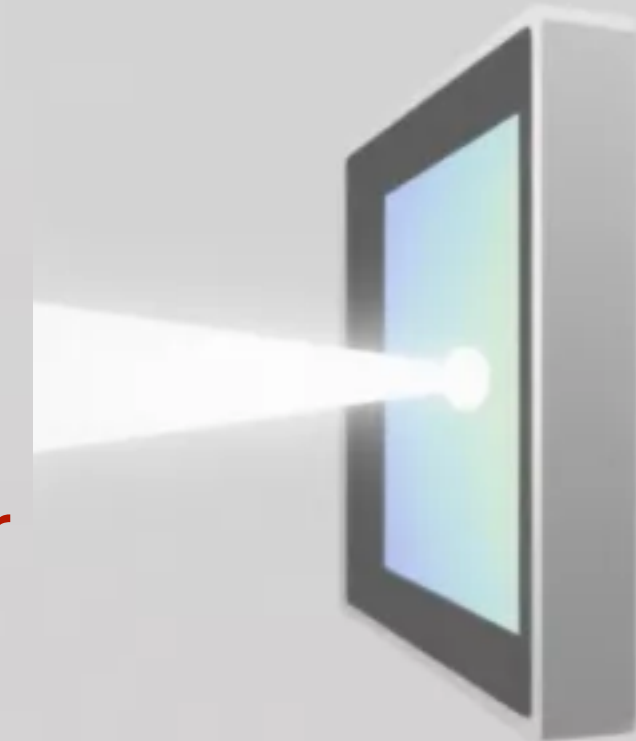


Polarização



polarização
por reflexão

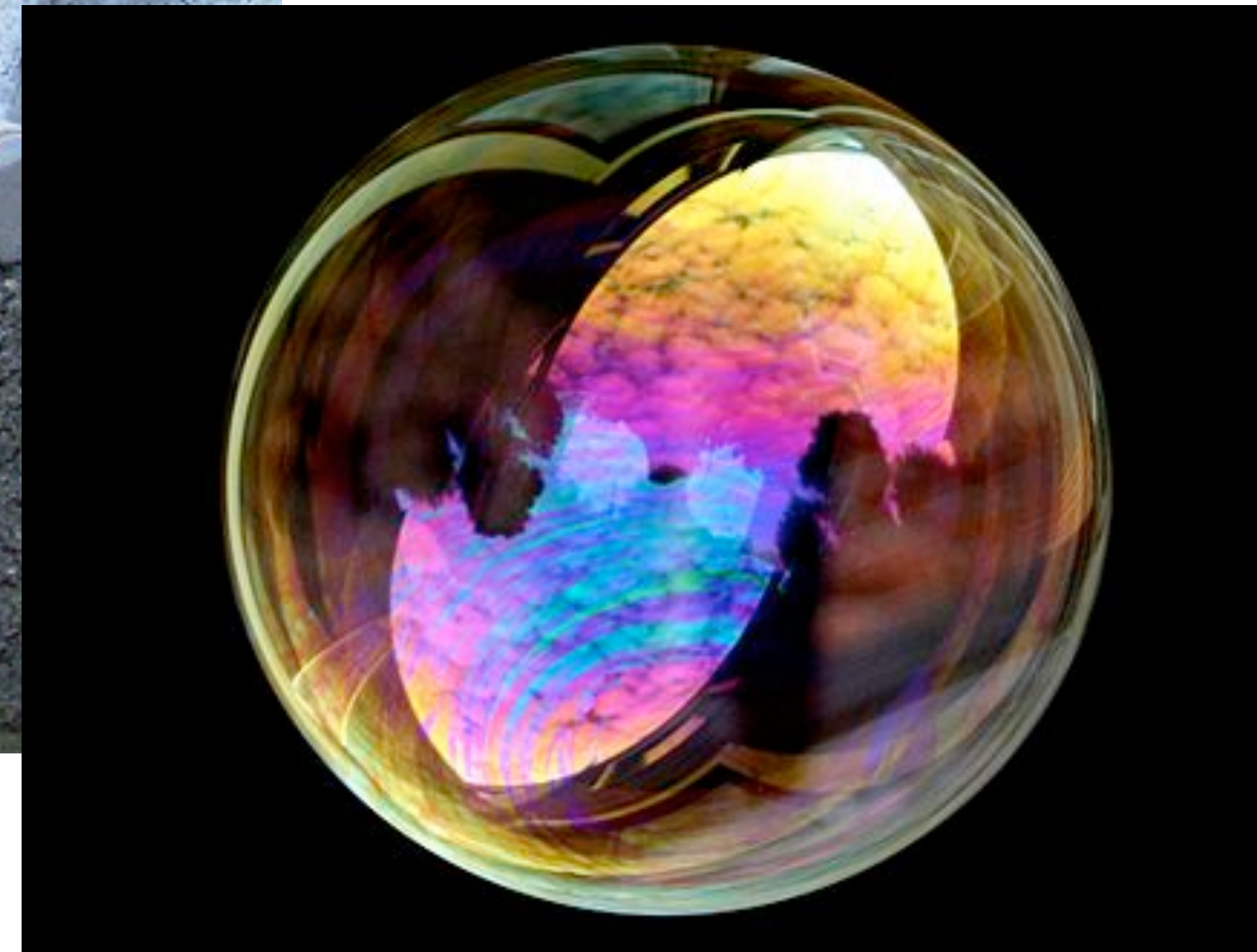
polarização
por passagem
através de um
filtro polarizador



polarização
por dispersão

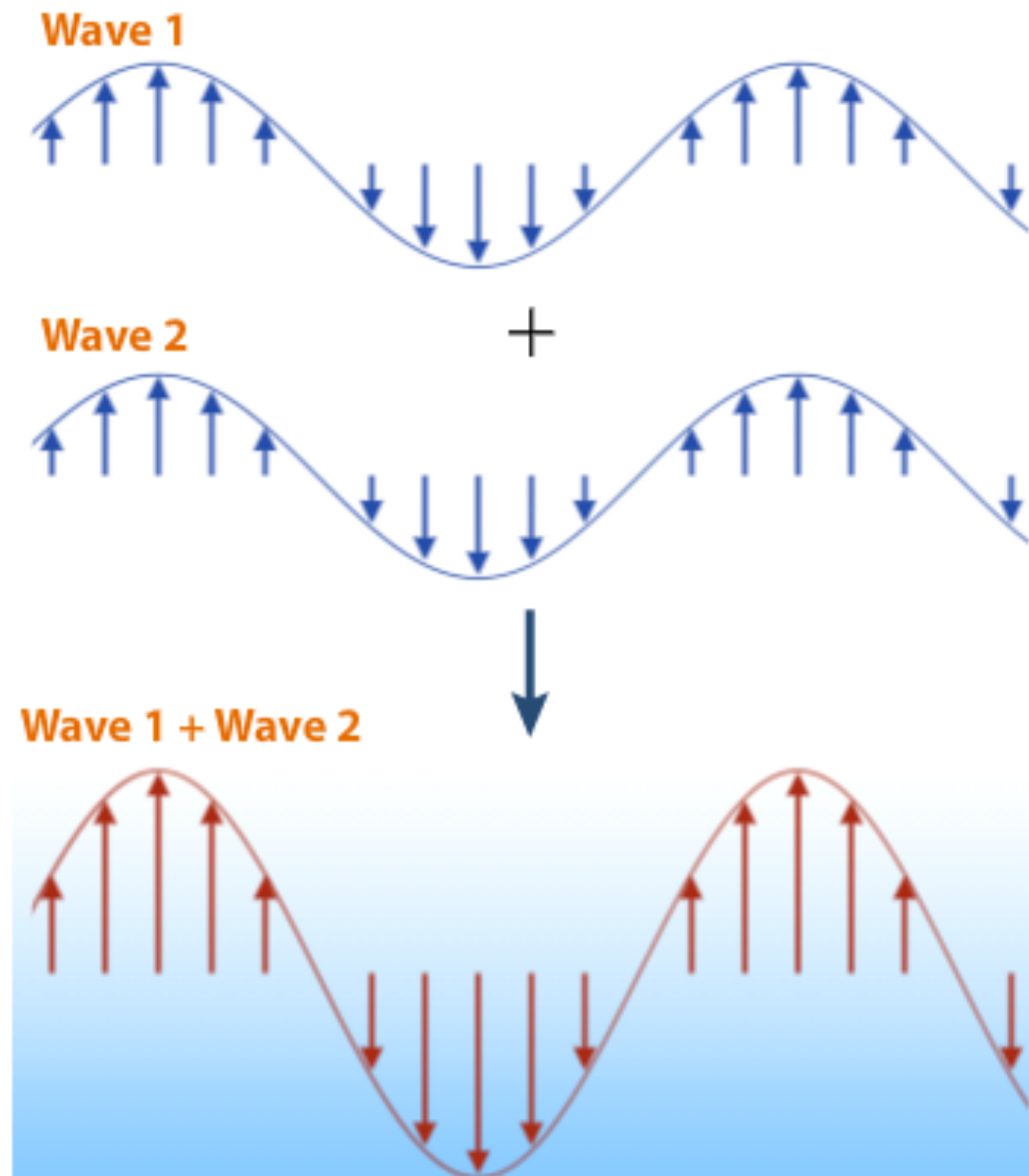


Interferência em filmes finos

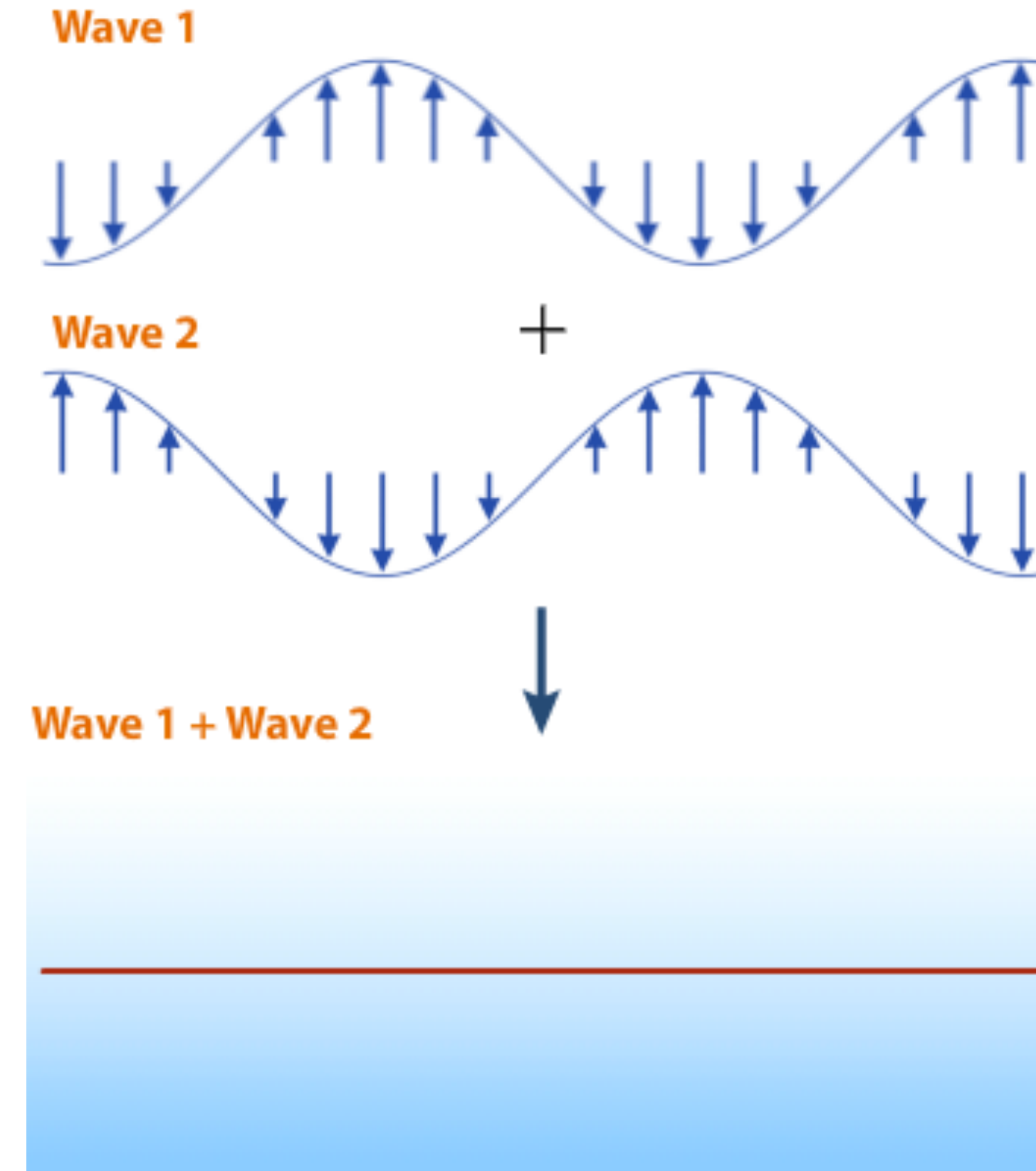


Interferência

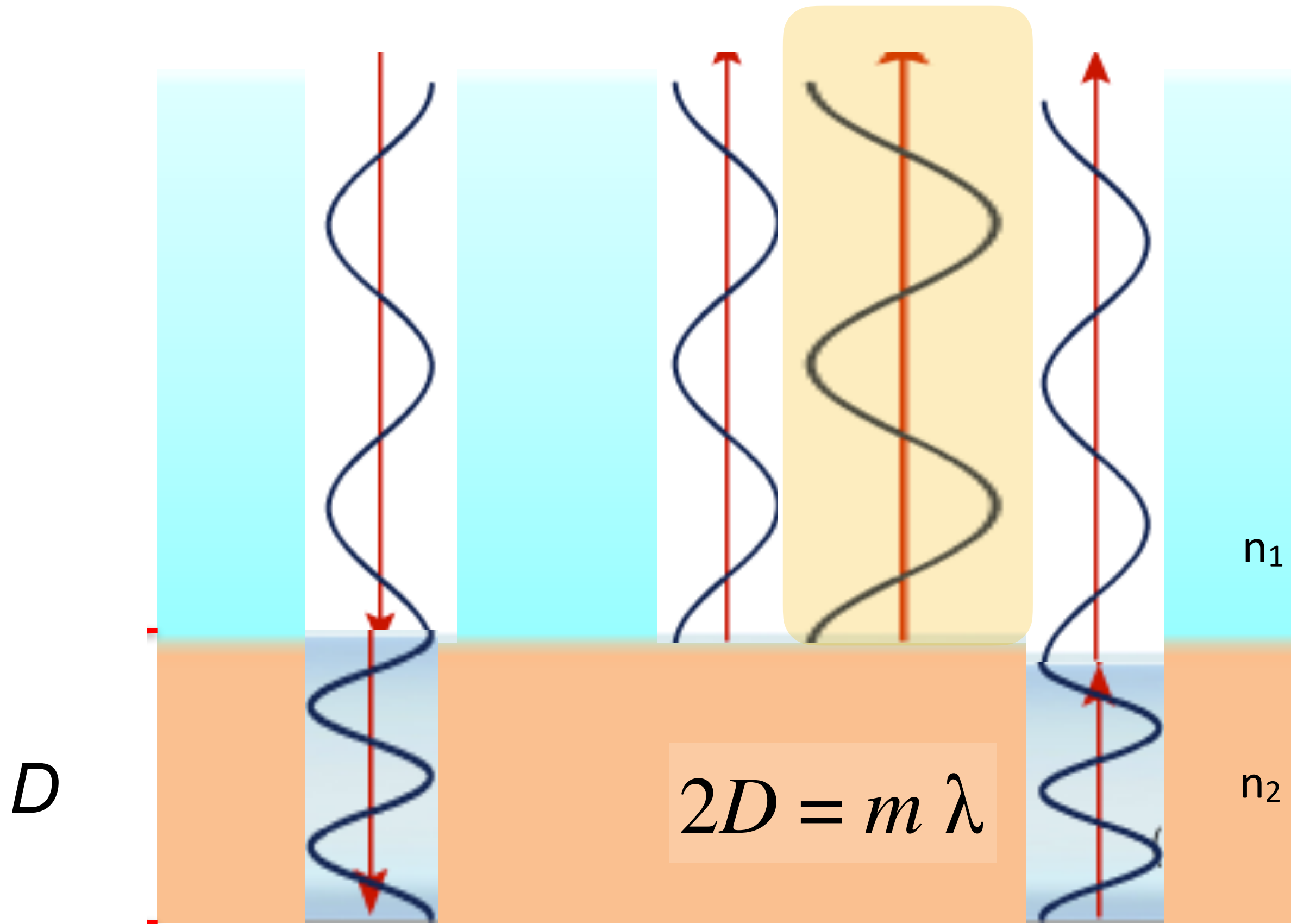
Interferência construtiva



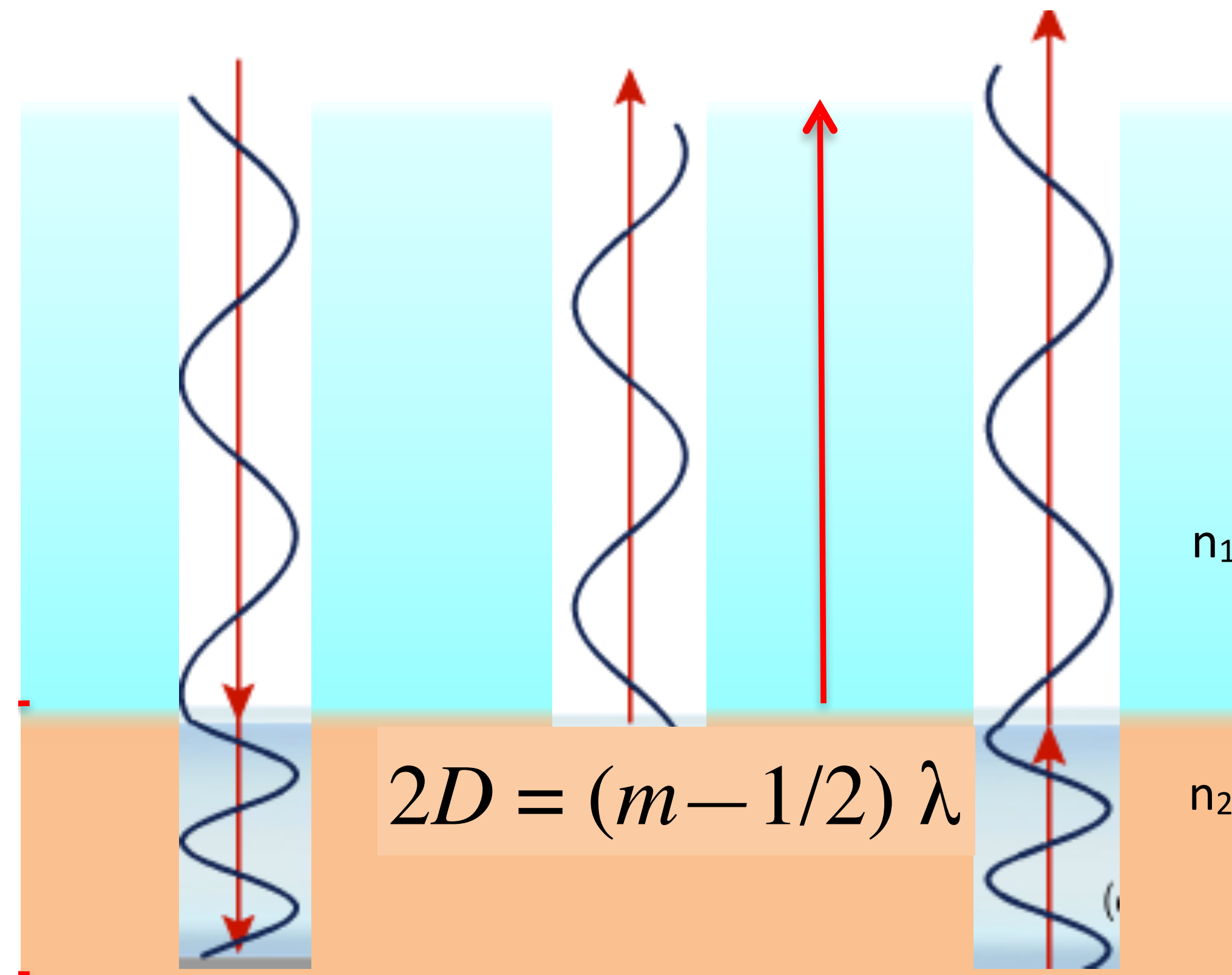
Interferência destrutiva



Interferência em filmes finos



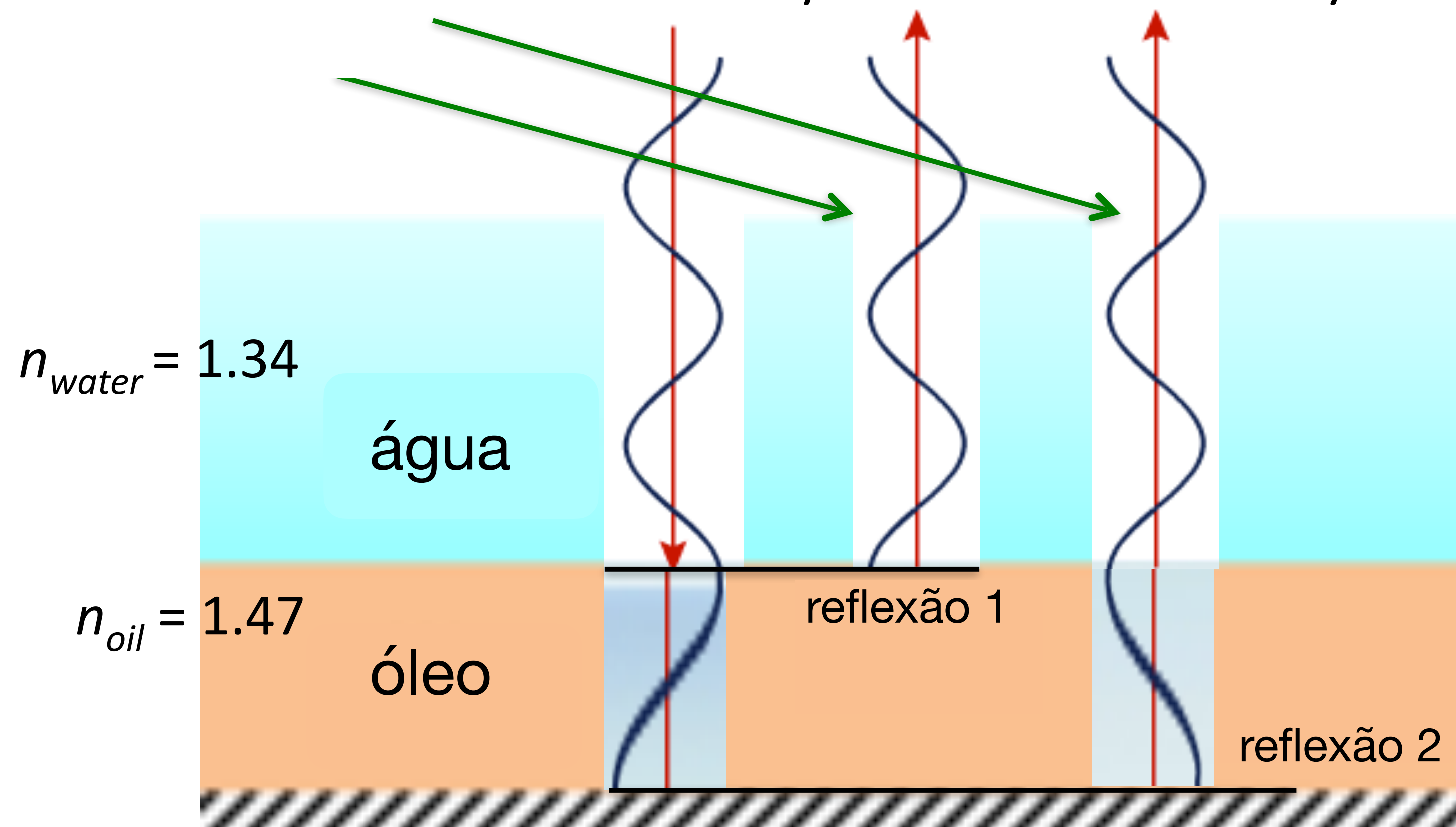
Interferência em filmes finos



Há interferência destrutiva se $2d = (m - 1/2)\lambda$, $m = 1, 2, 3, \dots$

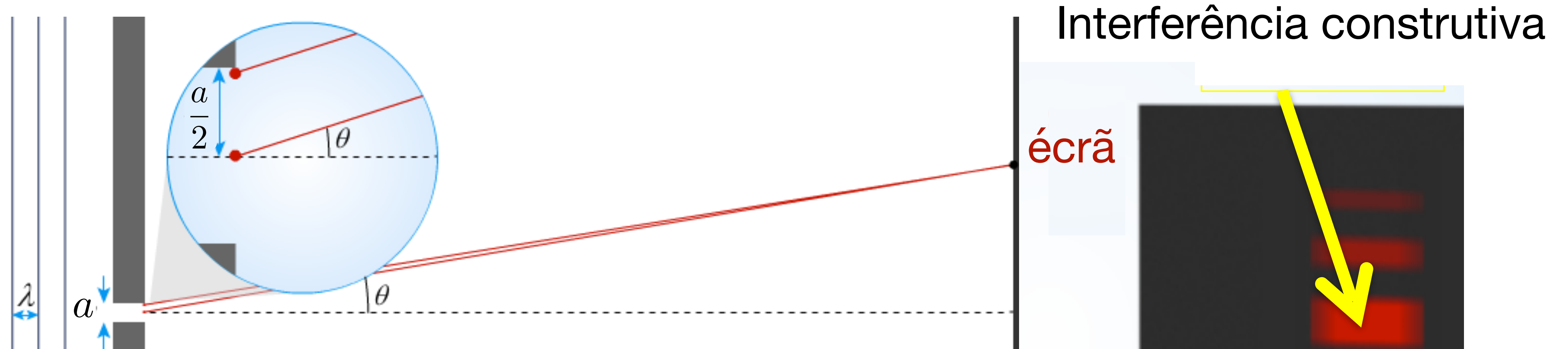
Interferência em filmes finos

Os raios refletidos na interface água/óleo e óleo/asfalto sofrem inversão de fase



Há inversão de fase na reflexão na interface 1,2 se $n_2 > n_1$.

Difração



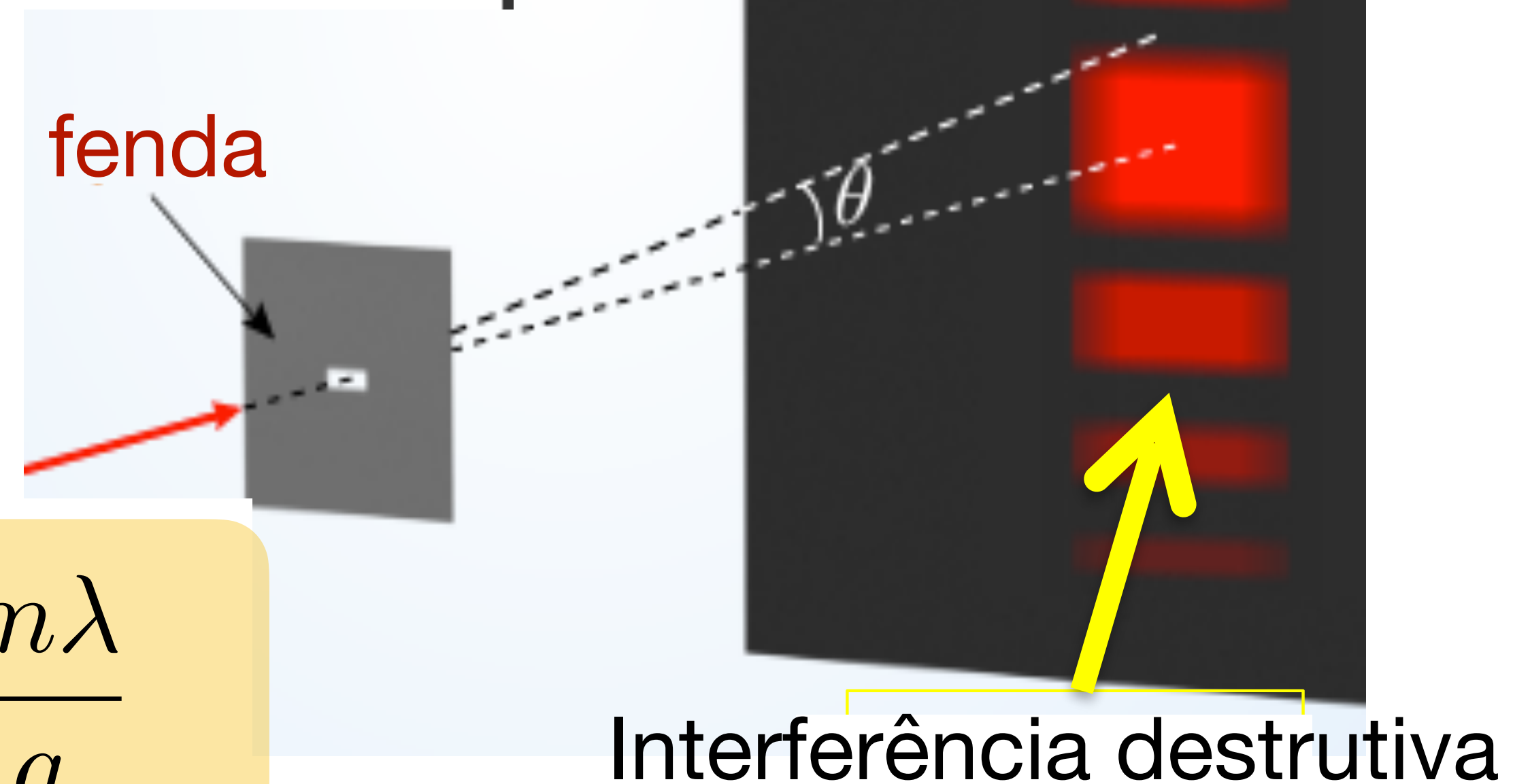
Interferência construtiva

écran

Luz proveniente de várias partes da fenda interfere, originando um padrão de difração.

Ângulos em que se formam bandas escuras:

$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{a}$$



Interferência destrutiva

Difração

O raio 2 tem de percorrer uma distância adicional de

$$\frac{a}{2} \sin \theta$$

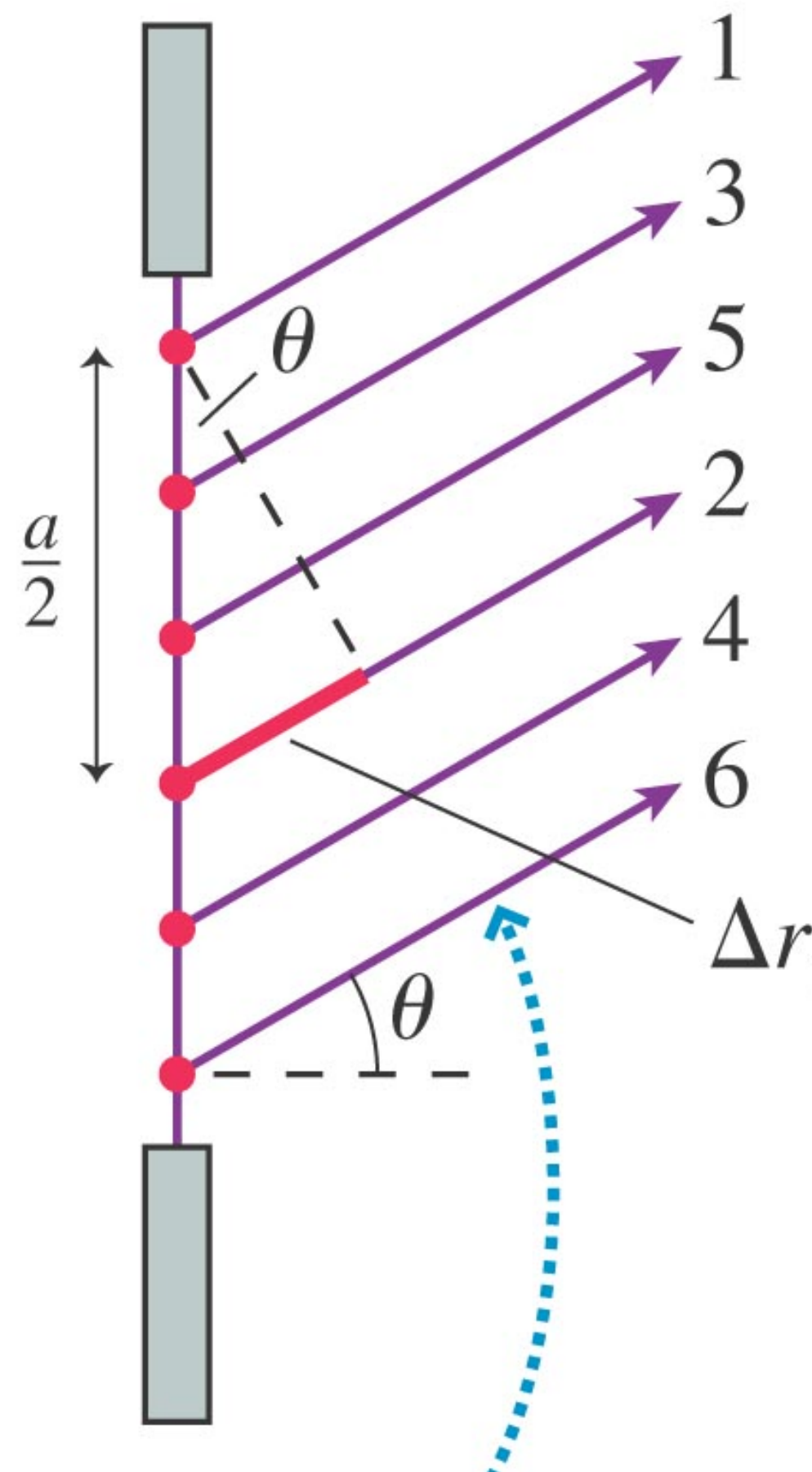
comparativamente ao raio 1. Idem para os pares 3,4 e 5,6.

Se

$$\frac{a}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

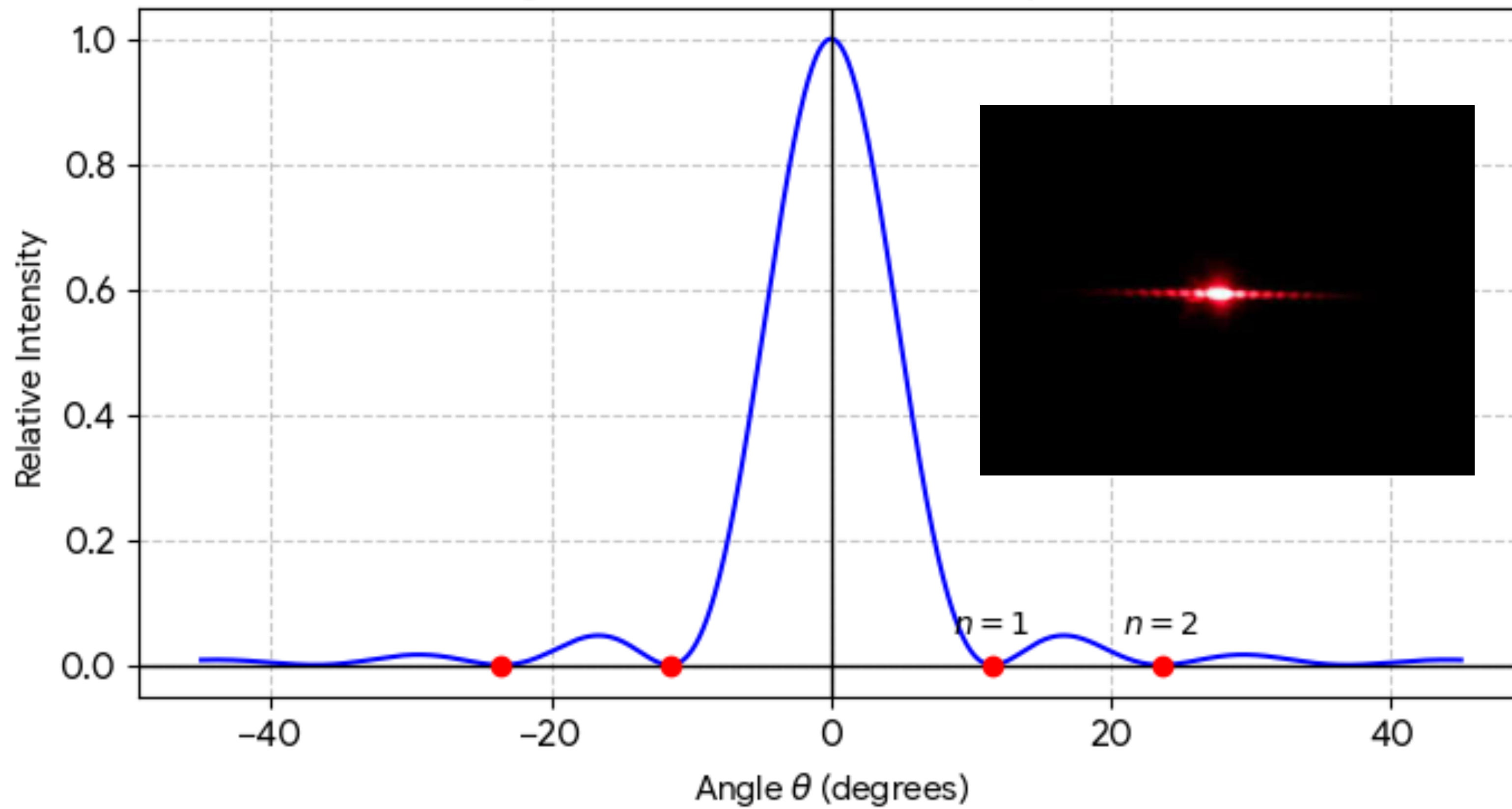
A interferência será destrutiva, o mesmo acontecendo, em geral, sempre que

$$a \sin \theta = m\lambda \quad m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$



Difração

Padrão de difração por uma fenda retangular



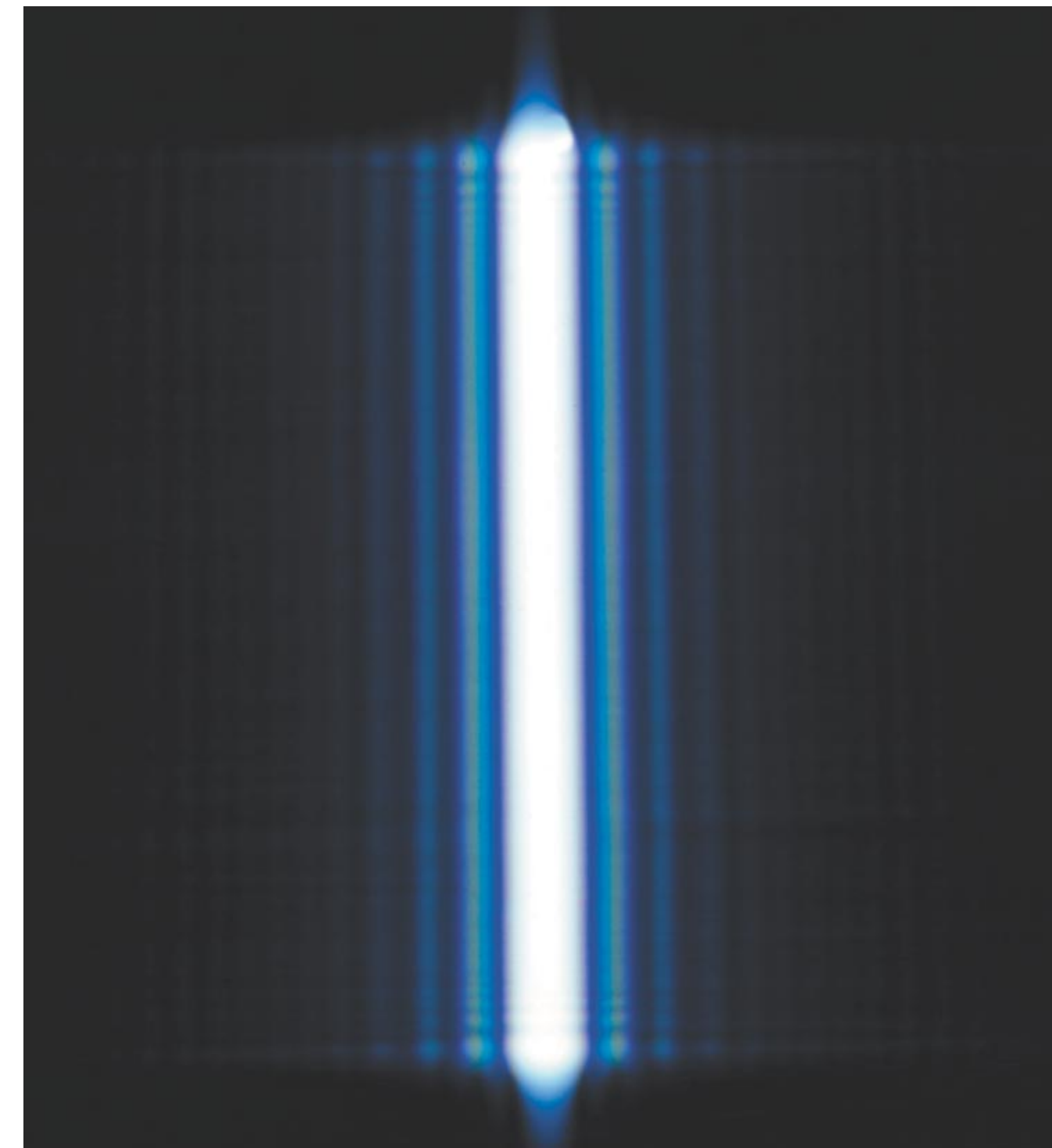
Difração

- Se a o ecrã estiver a grande distância da fenda, os ângulos serão pequenos e podemos usar a aproximação $\sin \theta \sim \theta$ e, portanto,

$$\theta \sim m \frac{\lambda}{a}, \quad m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

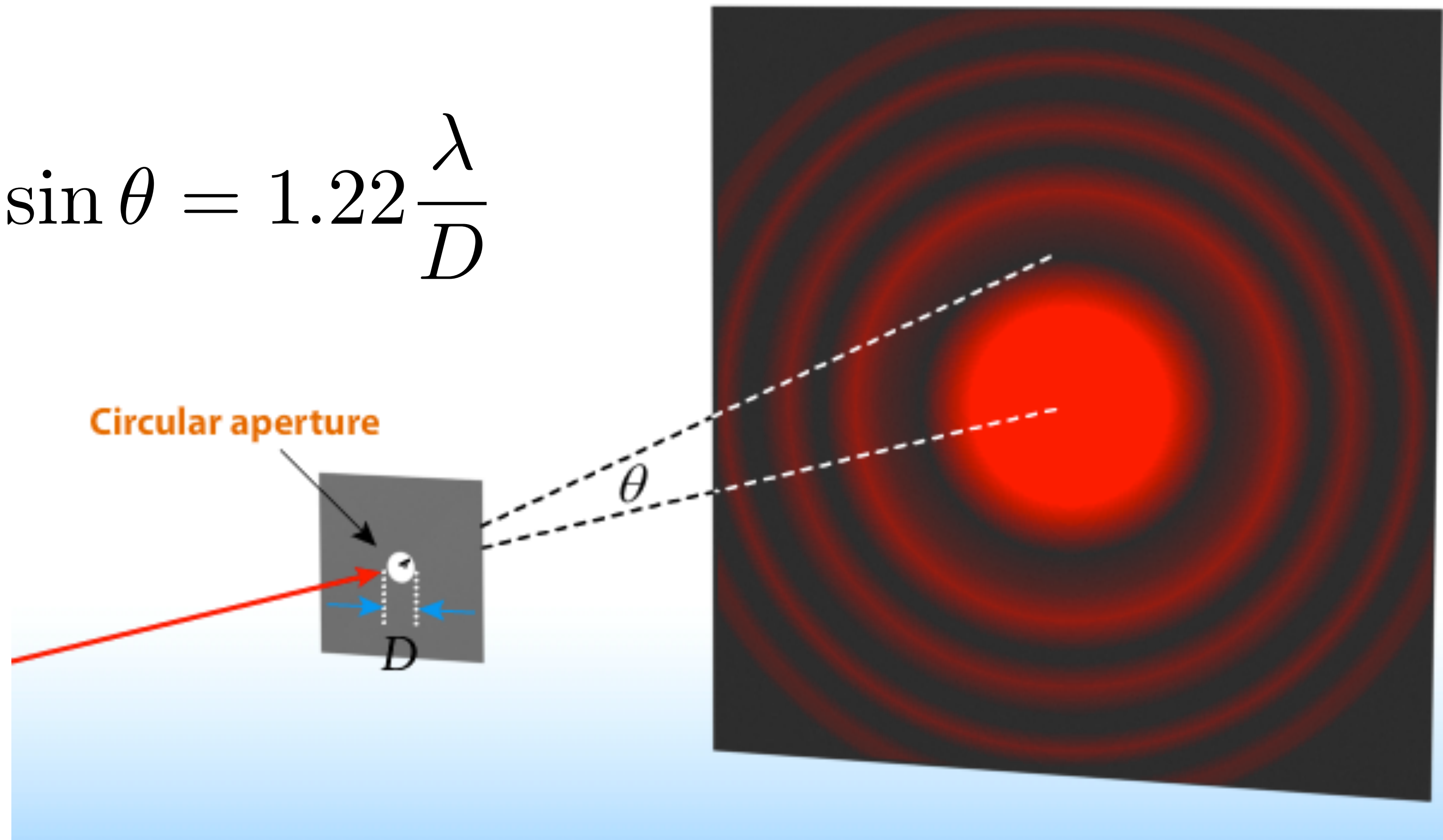
- A largura Δ da banda central luminosa quando o ecrã está à distância L da fenda é

$$\Delta = \frac{2\lambda L}{a}$$

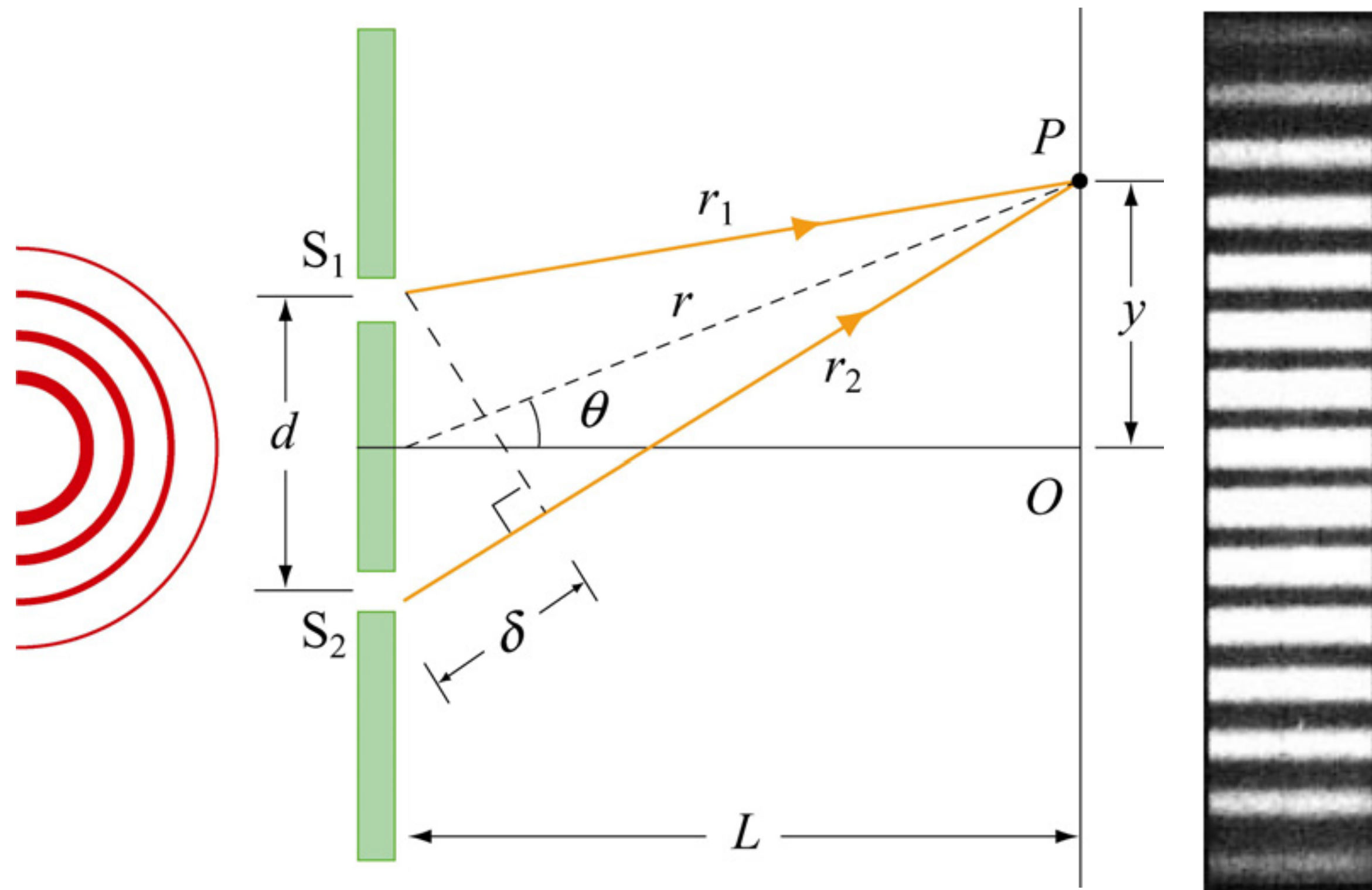


Difração - fenda circular

$$\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

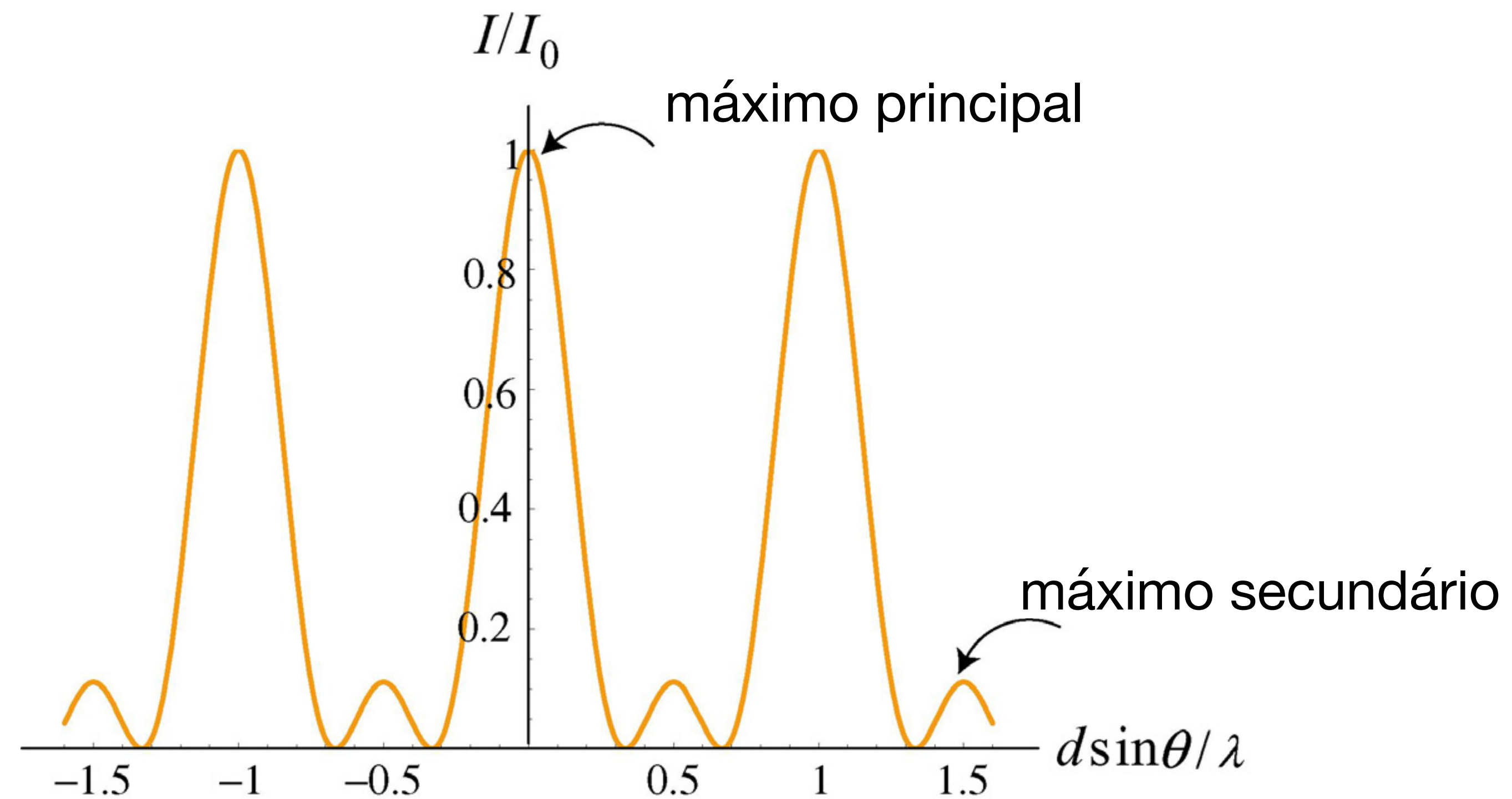


Interferência: fenda dupla



Há interferência construtiva sempre que $d \sin \theta = n\lambda, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

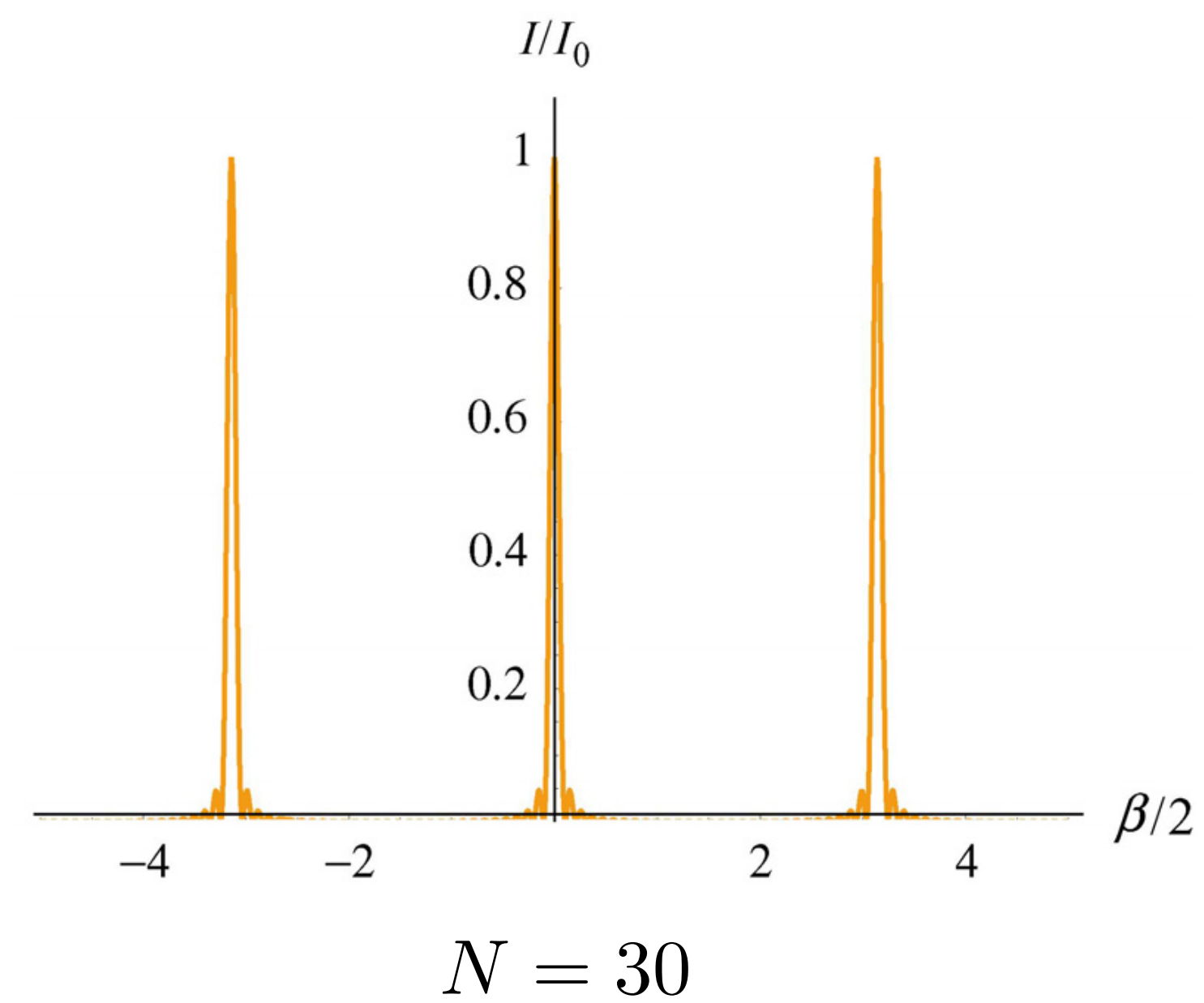
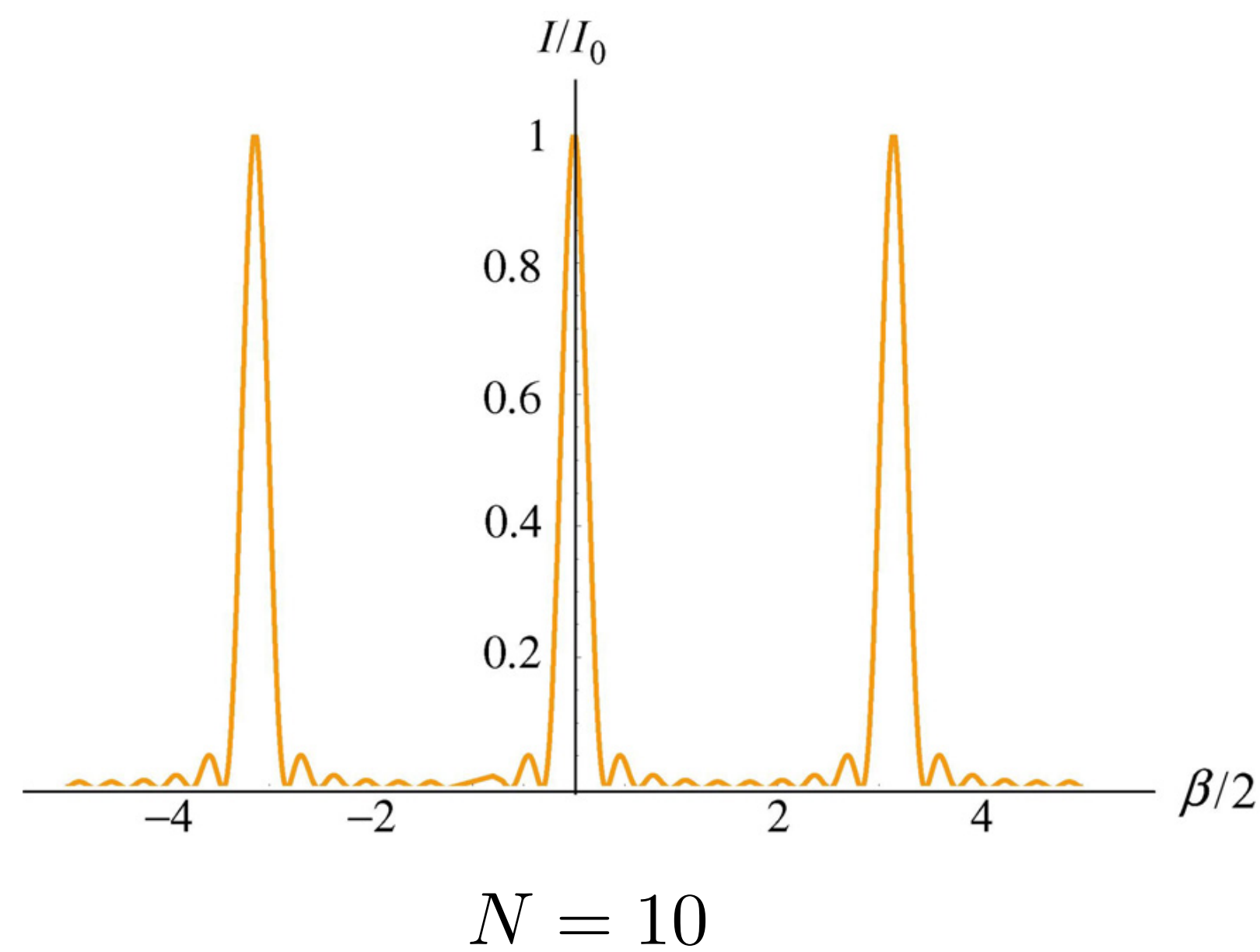
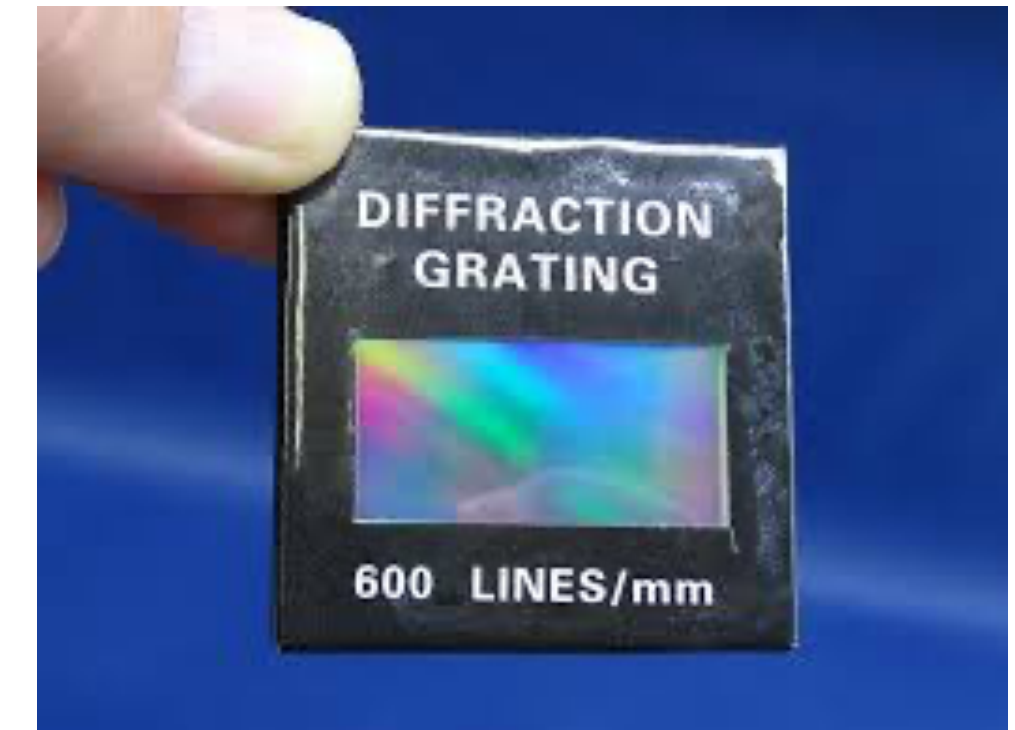
Interferência: fenda dupla



Máximos primários: $d \sin \theta = n\lambda, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Máximos secundários: $d \sin \theta = (m + 1)\frac{\lambda}{2}, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

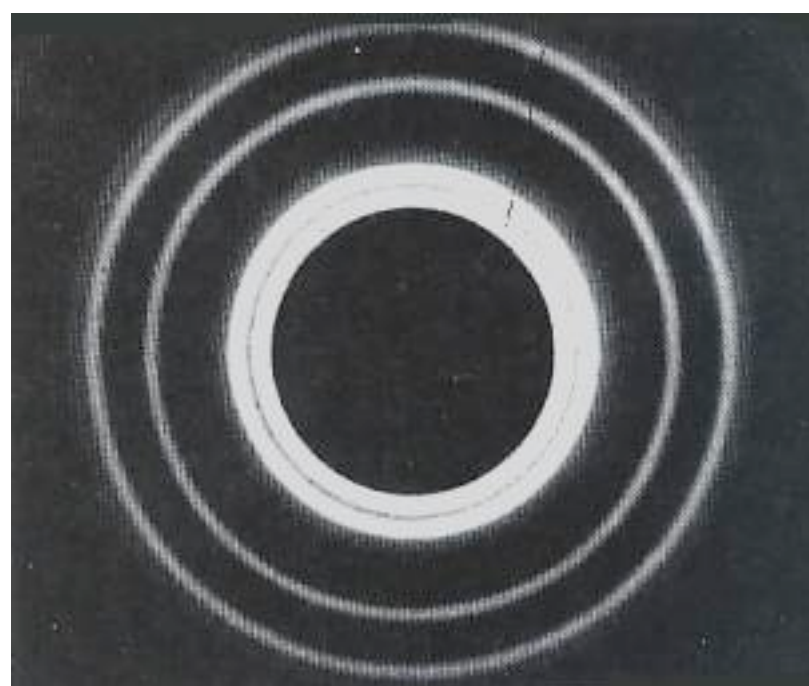
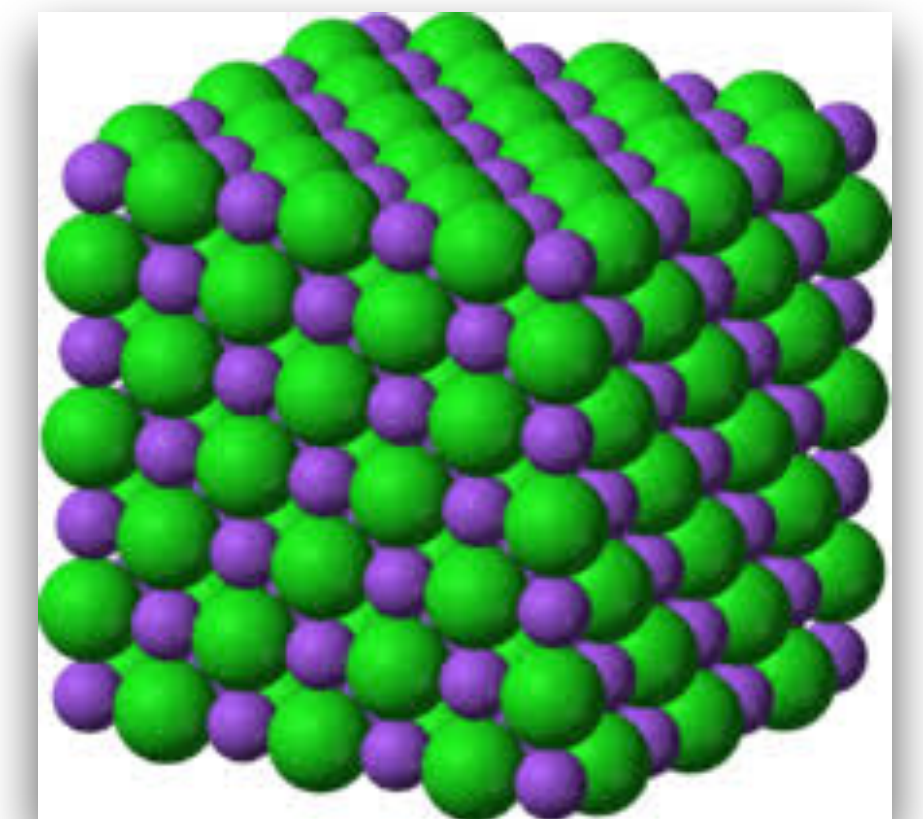
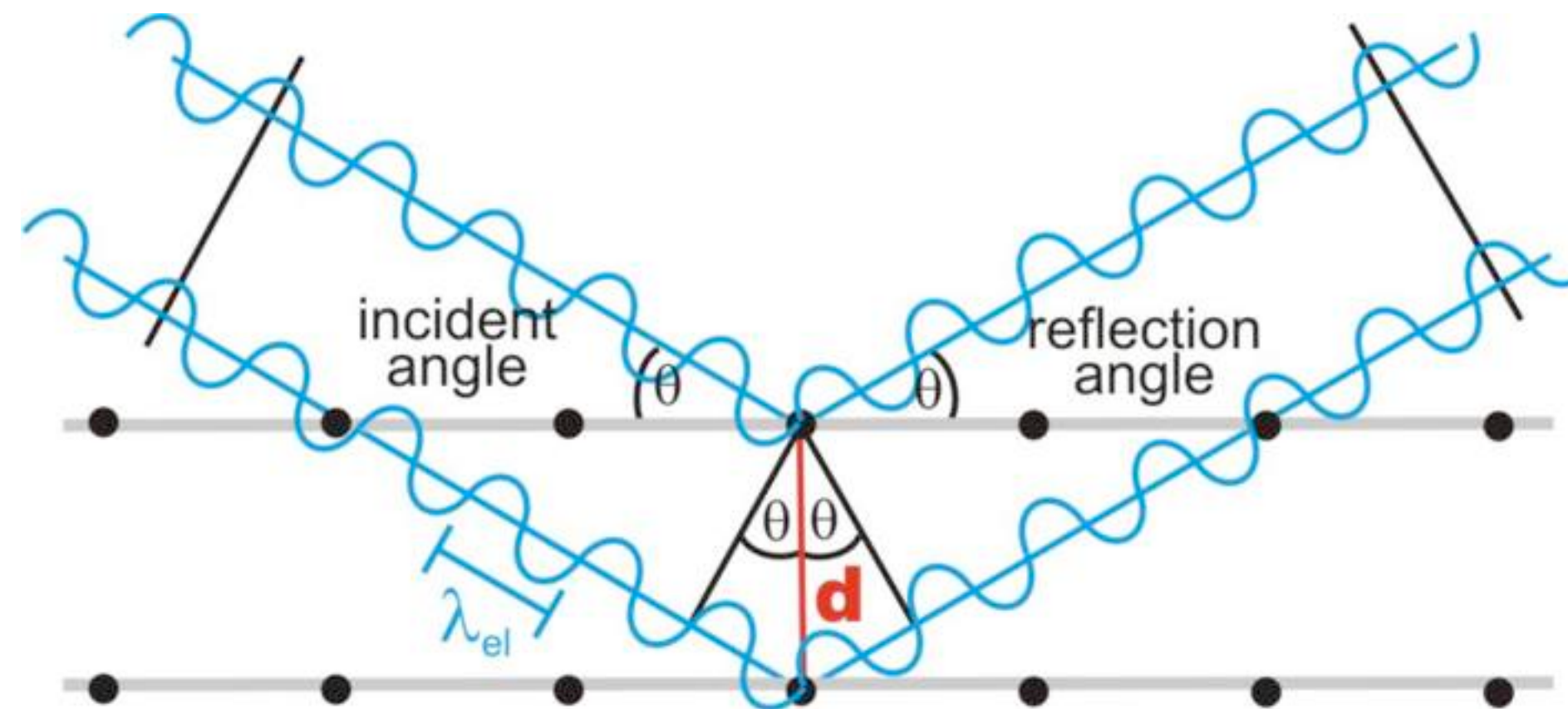
Rede de difração



$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \sin \theta$$

Difração de raios-X

- Um cristal atua como uma rede de difração para radiação eletromagnética de comprimento de onda muito curto, os raios X



$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

