

Física IV

Prática VII Parte 2

Clemencia Mora Herrera

baseado nos slides do Prof. Sandro Fonseca

Difração: orifícios circulares e redes de difração

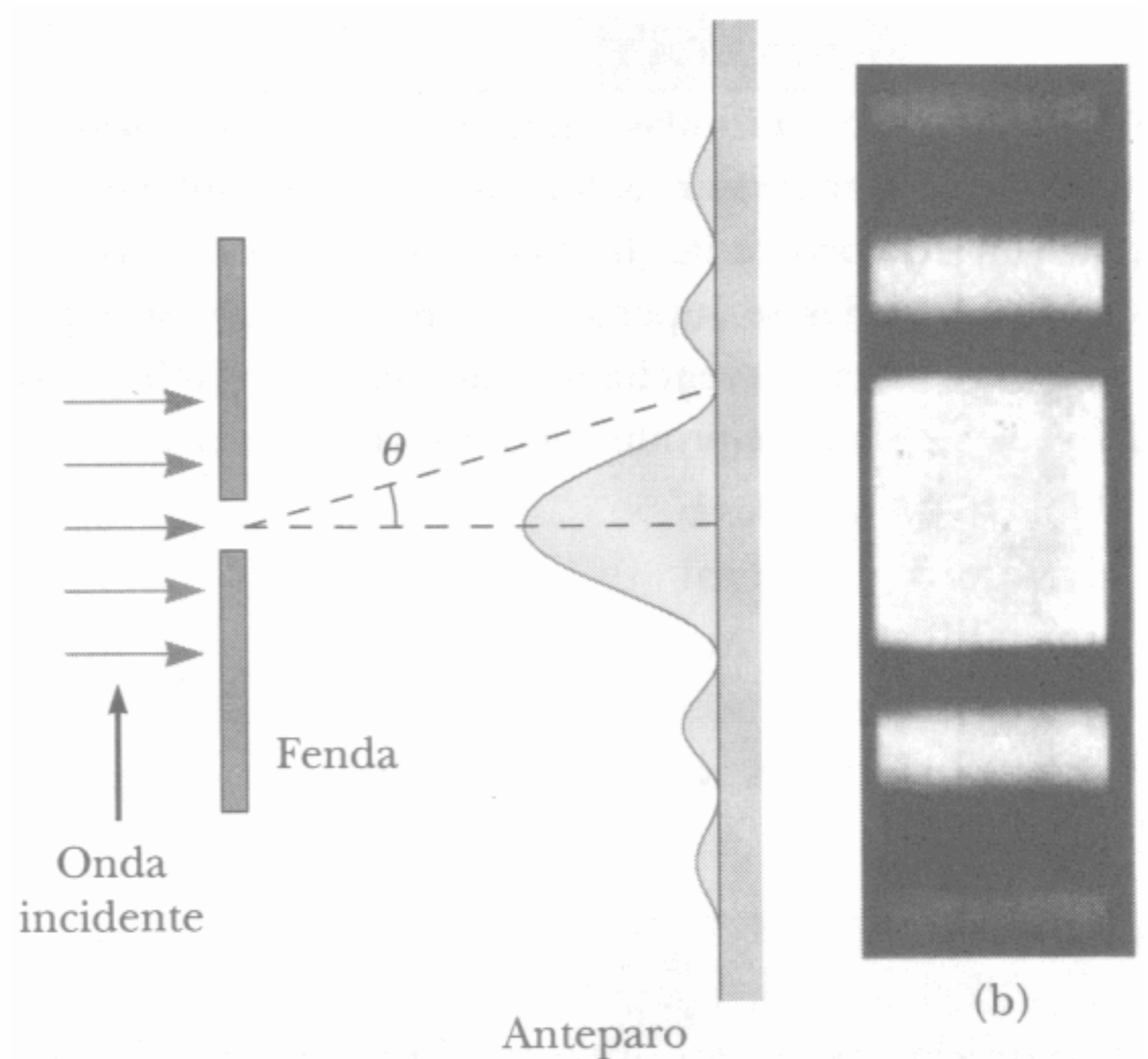
Difração por uma fenda

Em um anteparo, obtemos um padrão de difração

Franjas escuras ocorrem para:

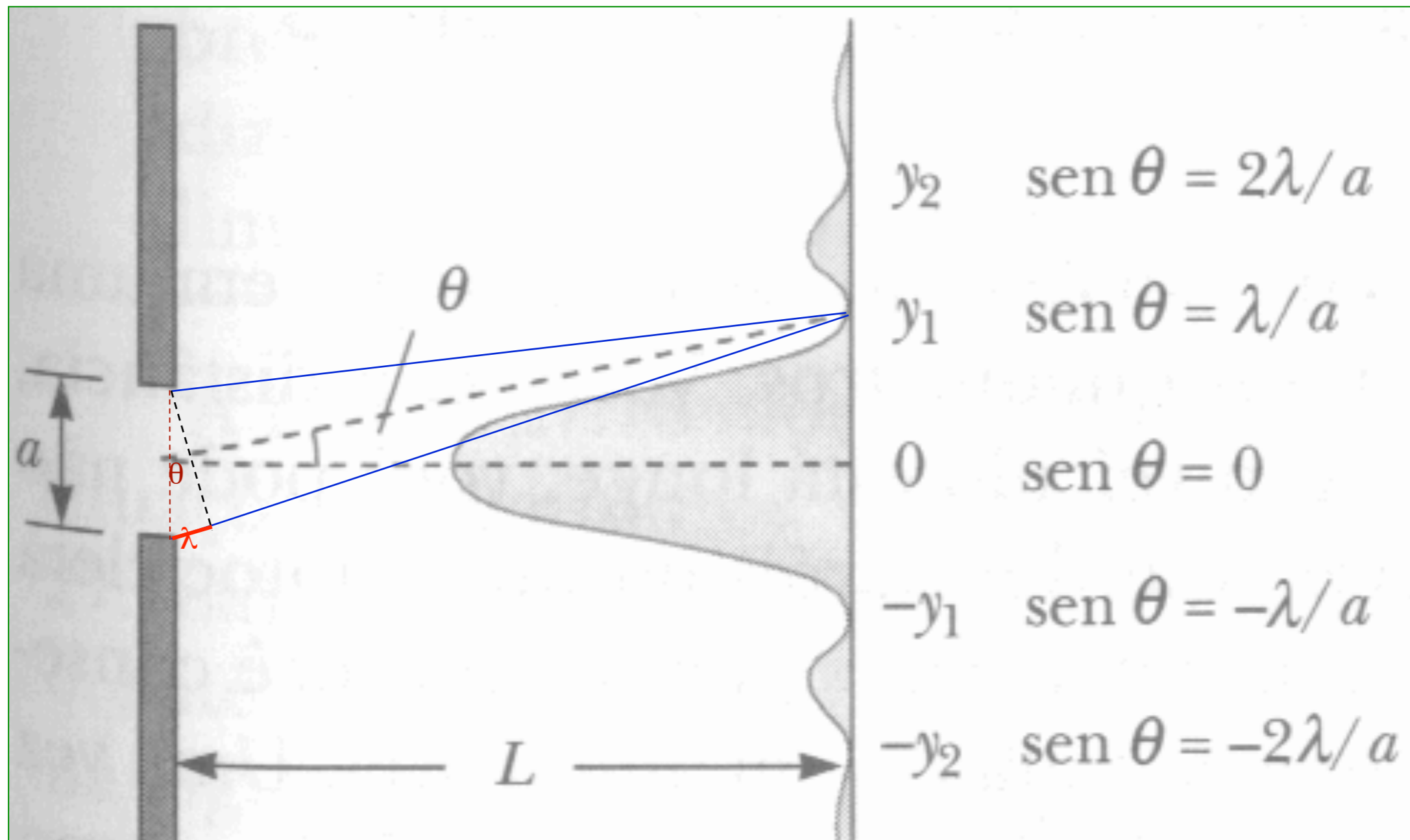
$$\text{sen}\theta = m \frac{\lambda}{a}$$

a : largura da fenda



A posição dos mínimos é dada pela condição de que a diferença de percurso entre o raio superior e o inferior seja múltiplo de λ

$$a \operatorname{sen} \theta = m \lambda \quad ; \quad m = 1, 2, \dots$$

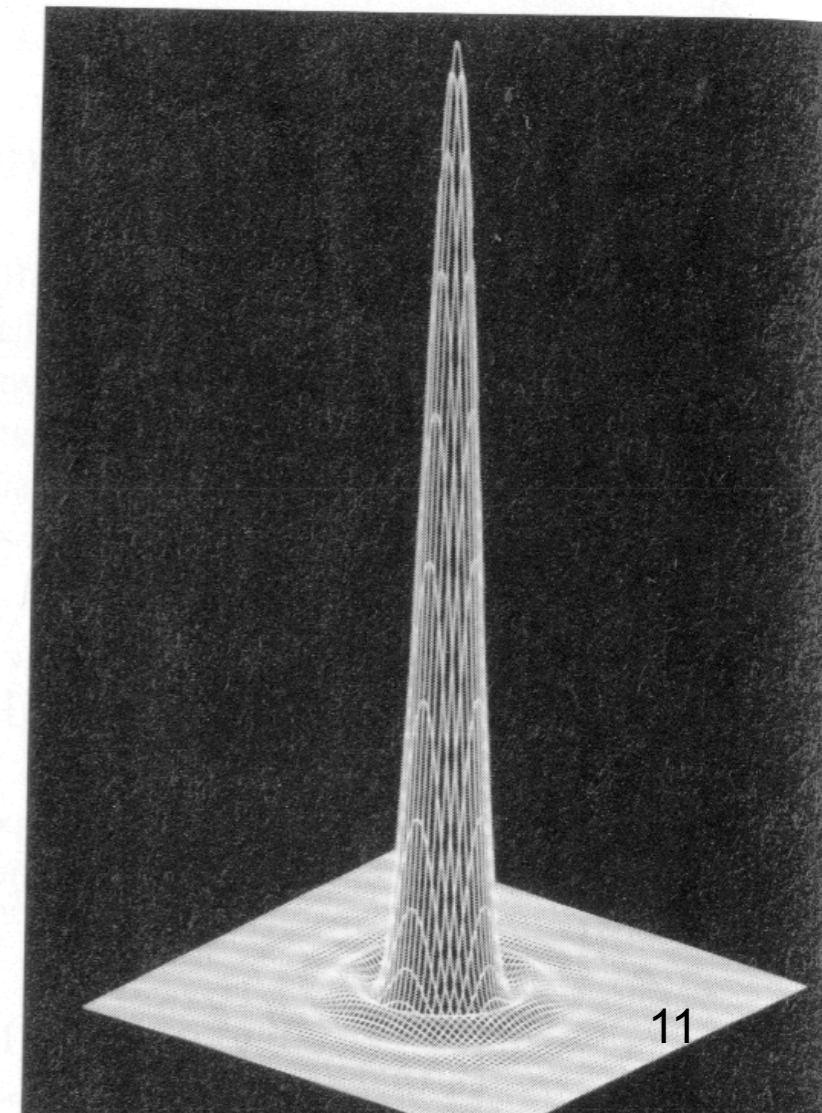
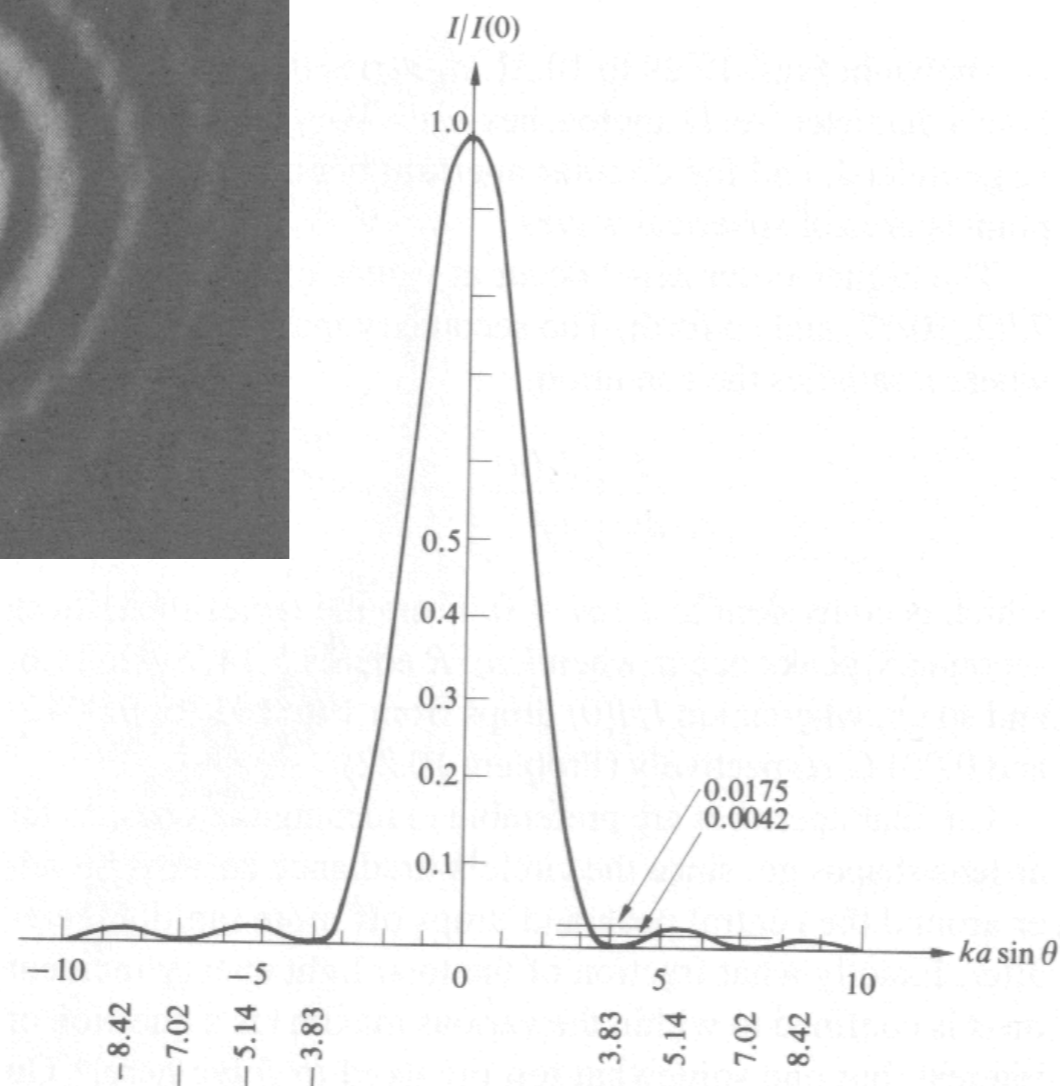
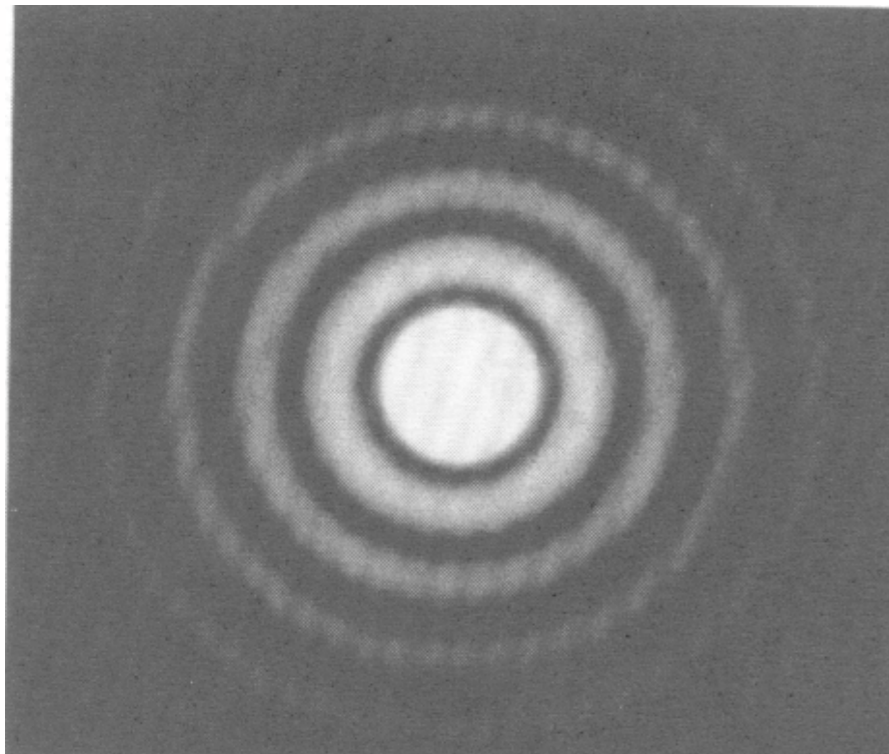


Princípio de Babinet: O padrão de mínimos e máximos é o mesmo para um obstáculo ou uma fenda se tiverem o mesmo tamanho e forma

Difração por uma Abertura Circular

A posição do primeiro mínimo, para uma abertura circular de diâmetro d , é dada por:

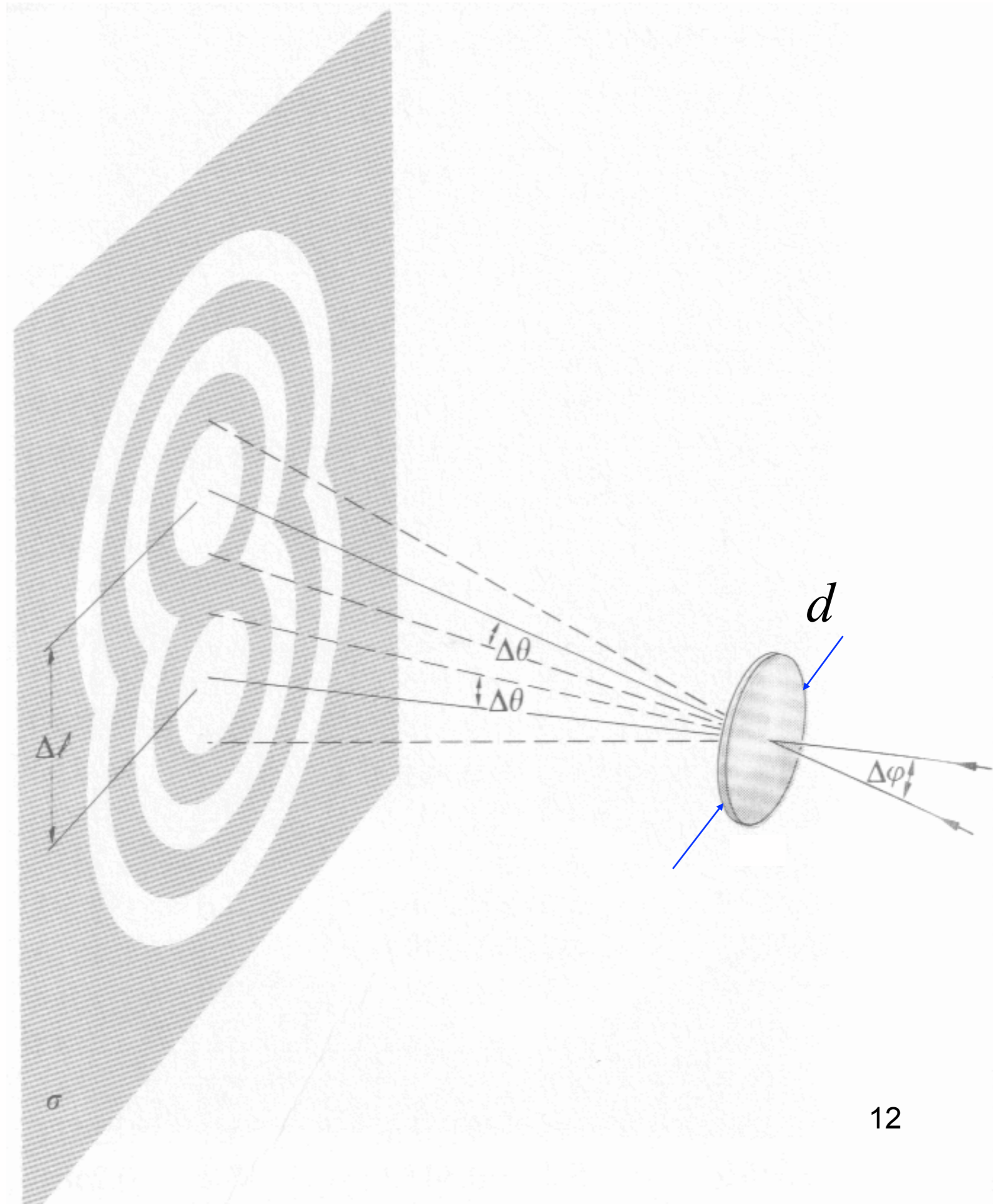
$$\text{sen}\theta \approx 1,22 \frac{\lambda}{d}$$



Resolução

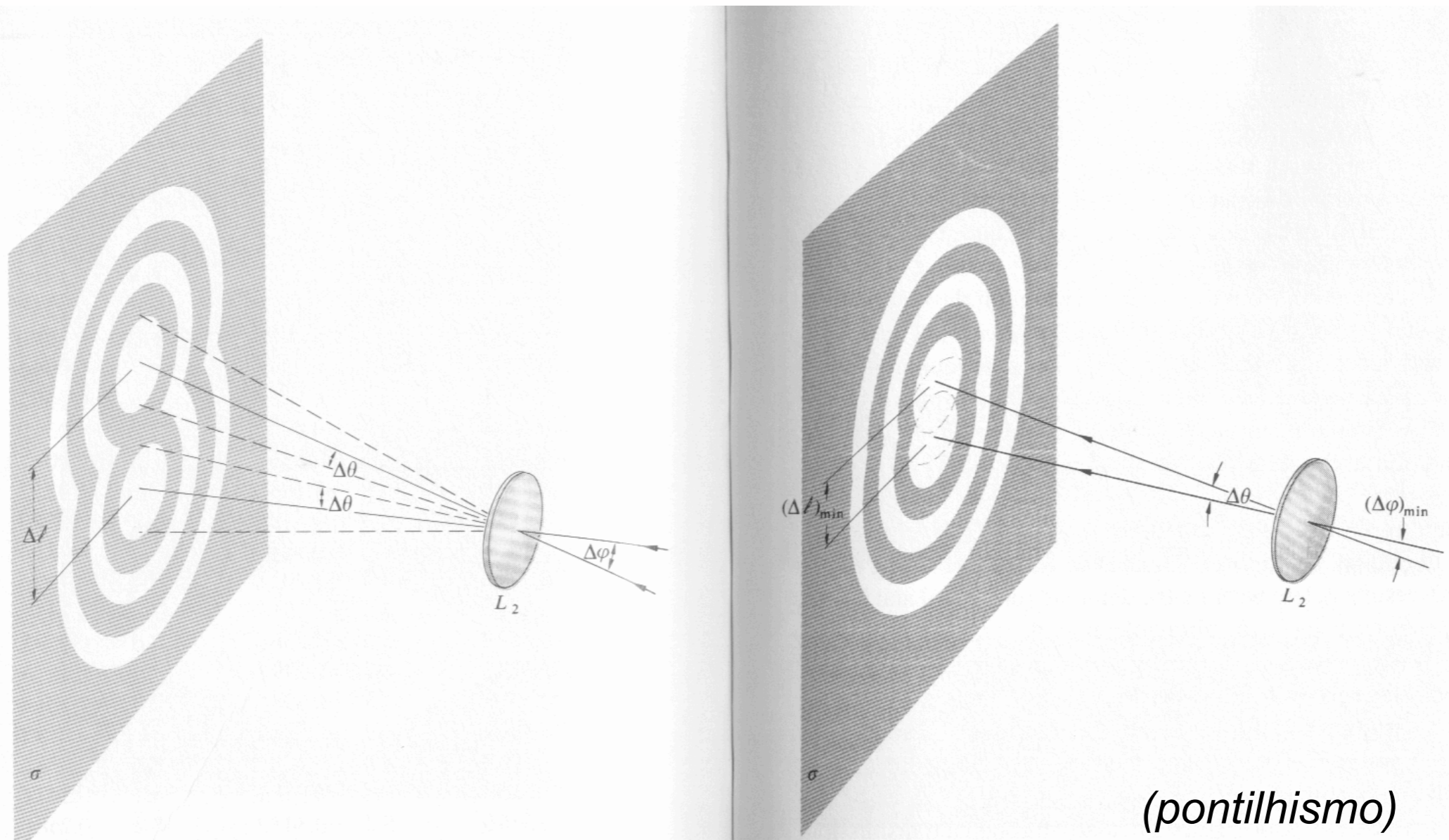
A imagem difratada de dois objetos pontuais, ao passar por um orifício de diâmetro d , adquire uma separação angular da ordem de:

$$\Delta\theta_R \approx \text{arc sen}\left(1,22 \frac{\lambda}{d}\right)$$



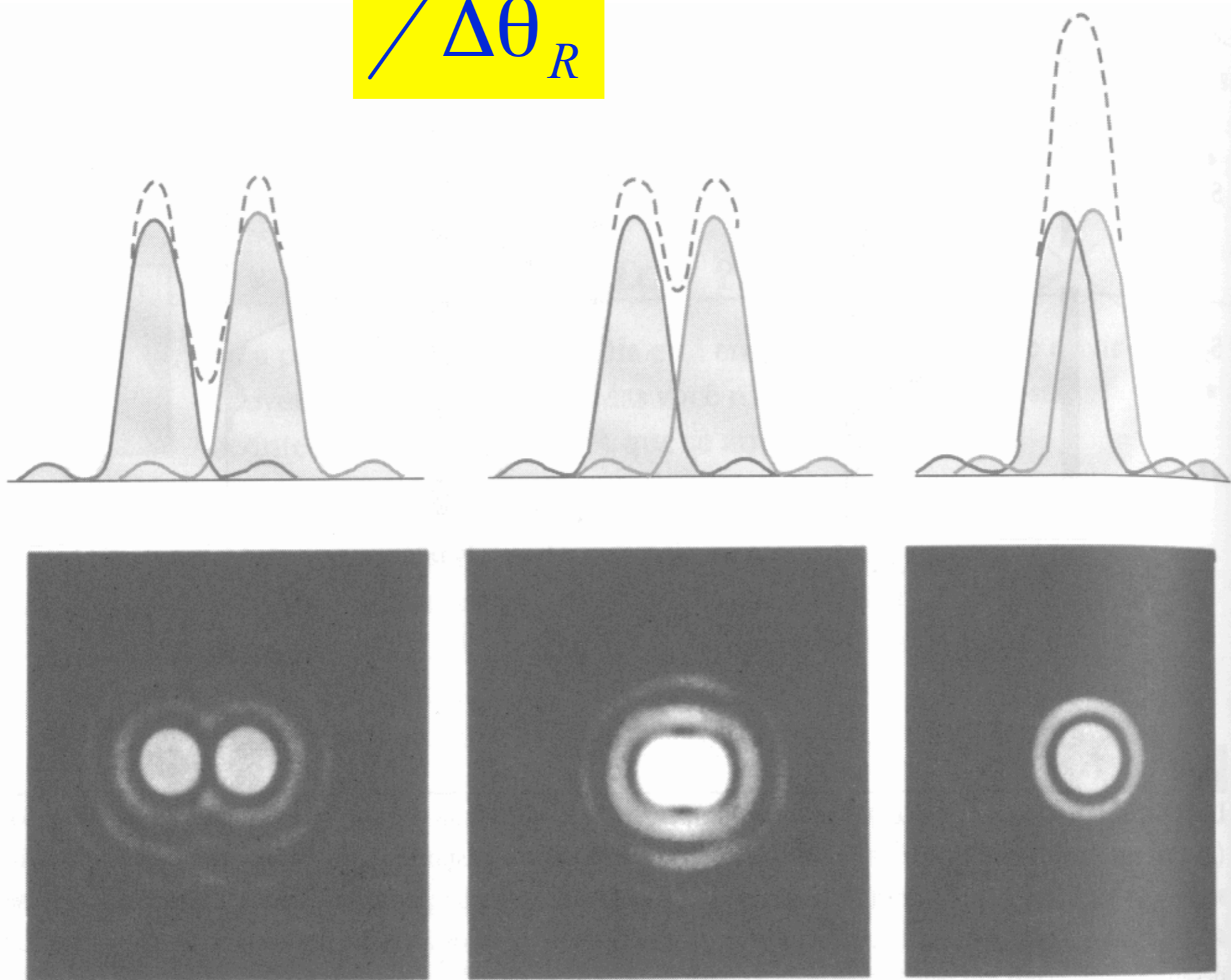
Cr terio de Rayleigh : A separa o angular mínima para que duas fontes pontuais possam ser distinguidas   aquela onde o máximo central de uma coincide com o primeiro mínimo da figura de difrac o da outra:

$$\Delta\theta_R = \text{arc sen}\left(1,22\frac{\lambda}{d}\right) \approx 1,22\frac{\lambda}{d}$$



Os sistemas ópticos (microscópios, telescópios, olho humano) são caracterizados por um *poder de resolução*:

$$\frac{1}{\Delta\theta_R}$$

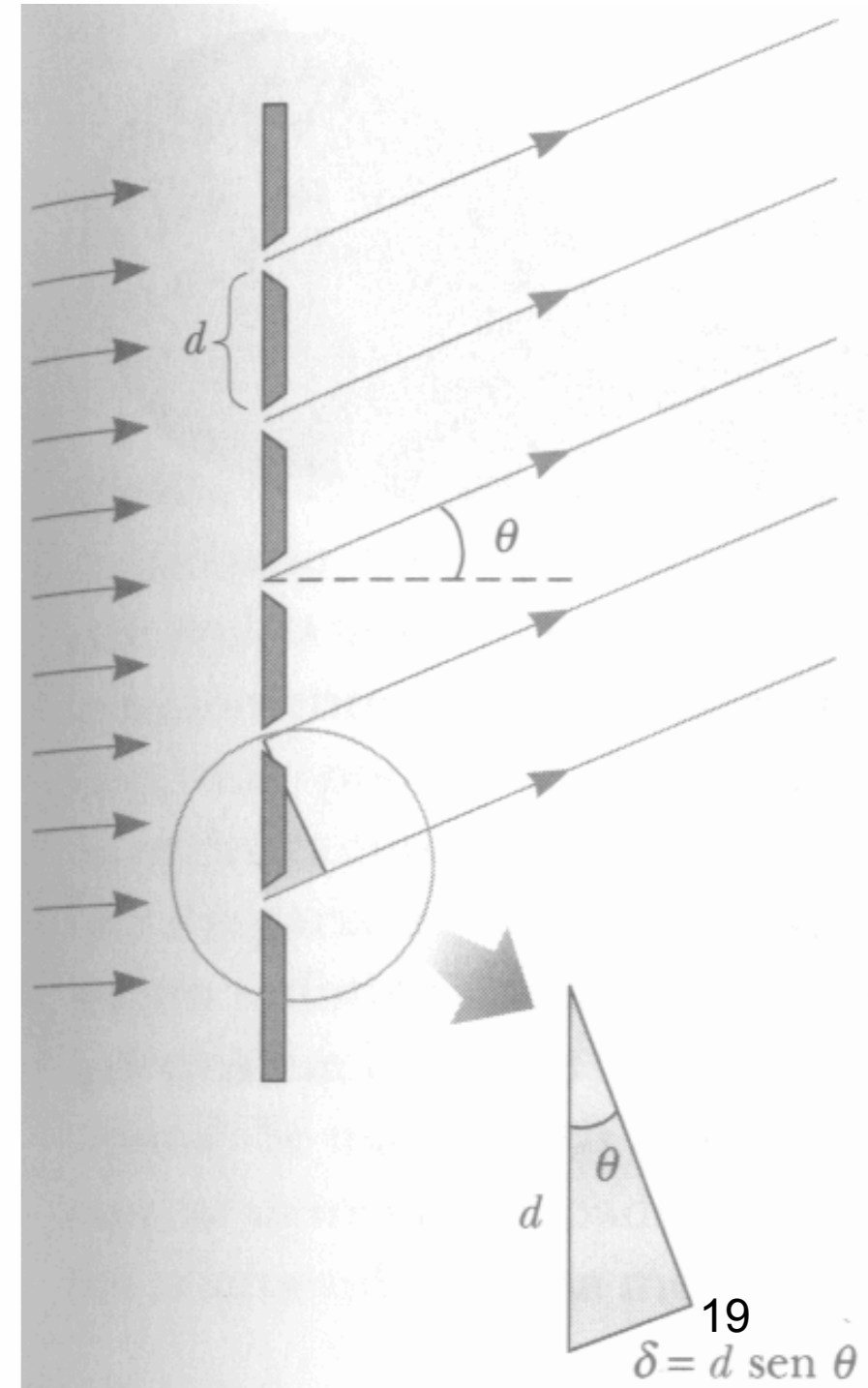
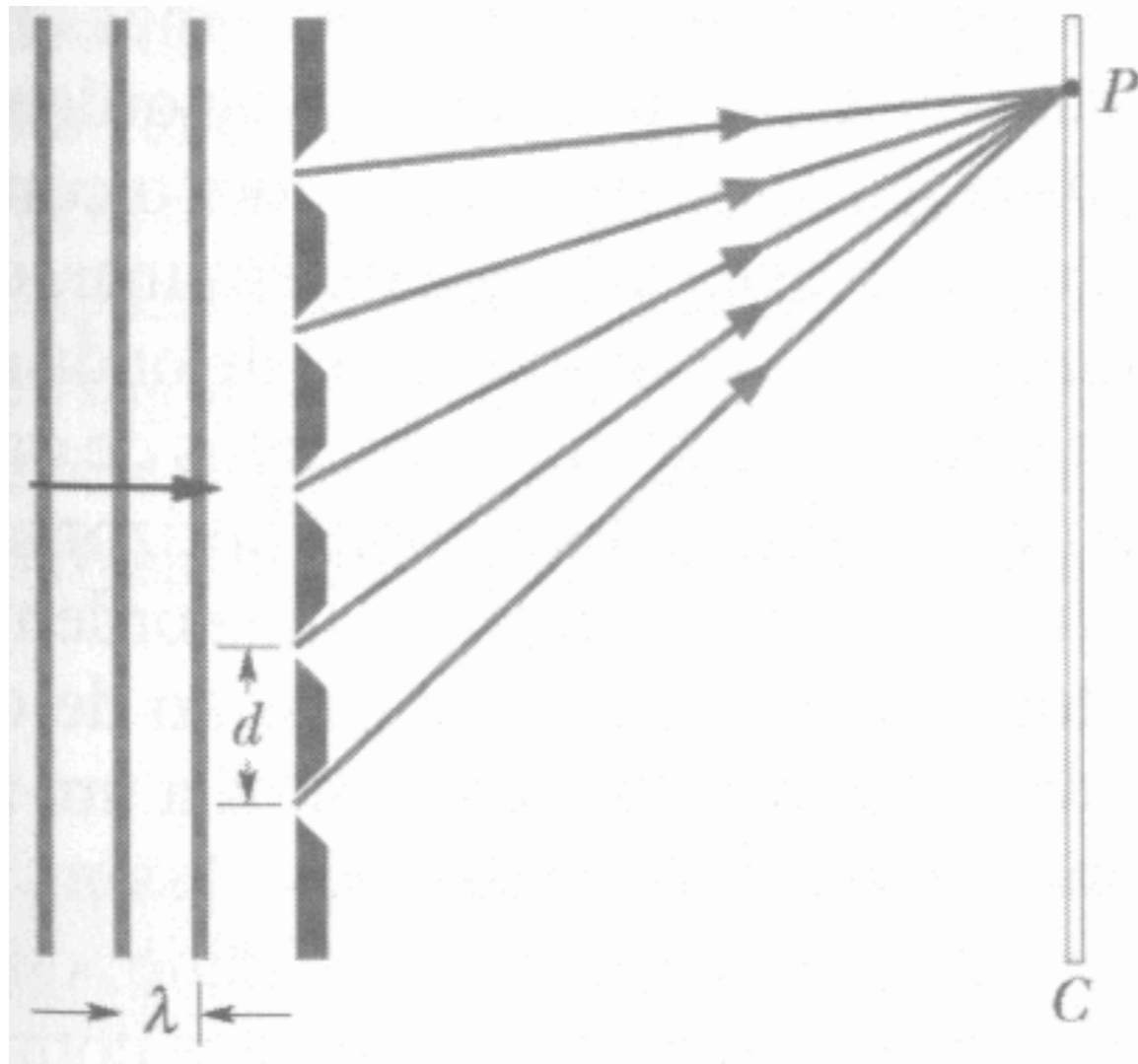


Rede de Difração

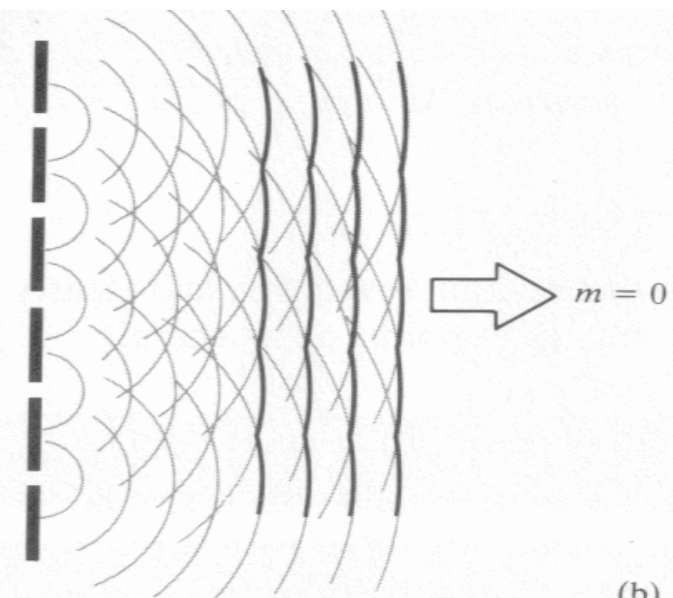
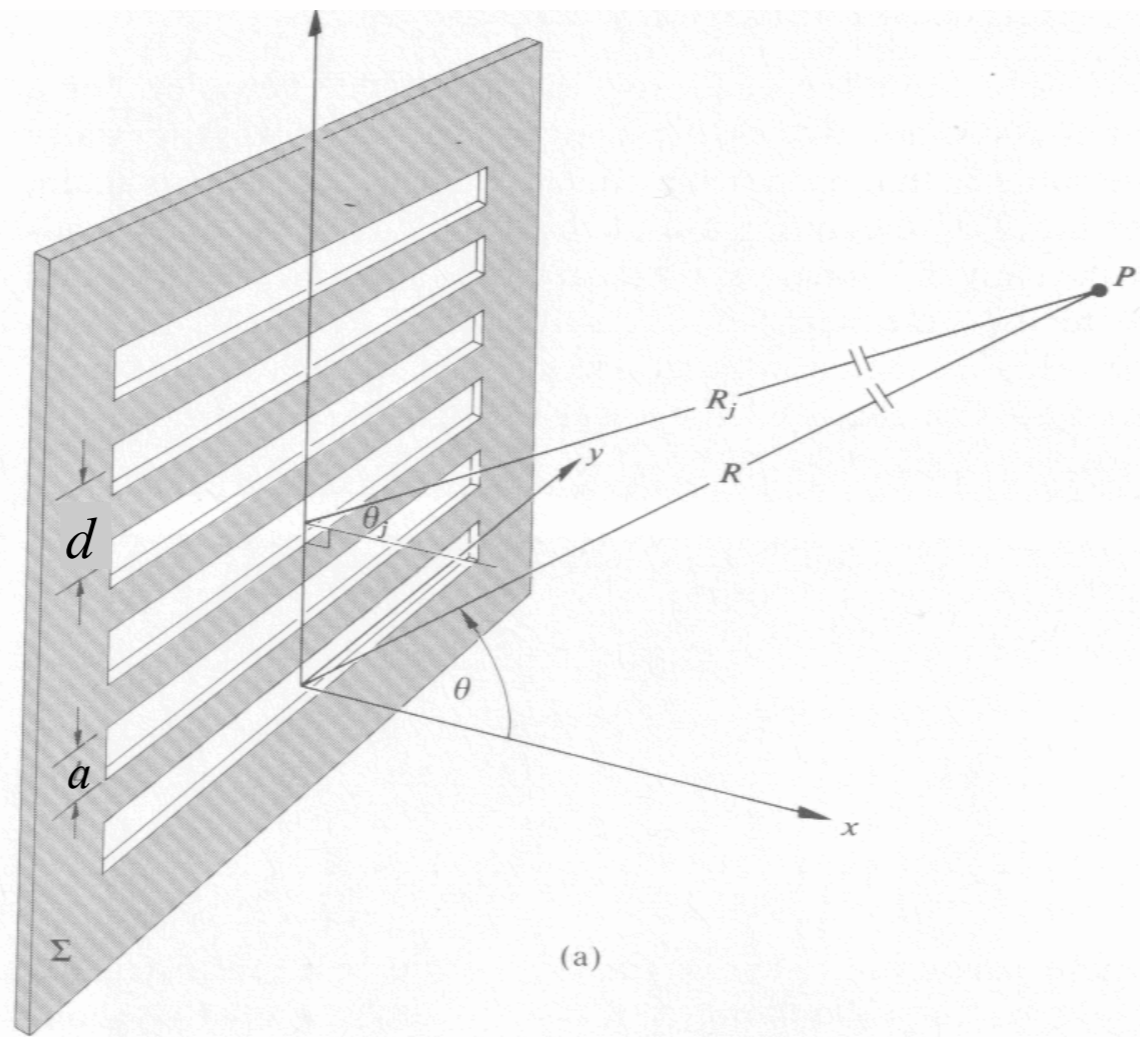
Rede de Difração

- Somando os raios, dois a dois, teremos máximos no anteparo quando:

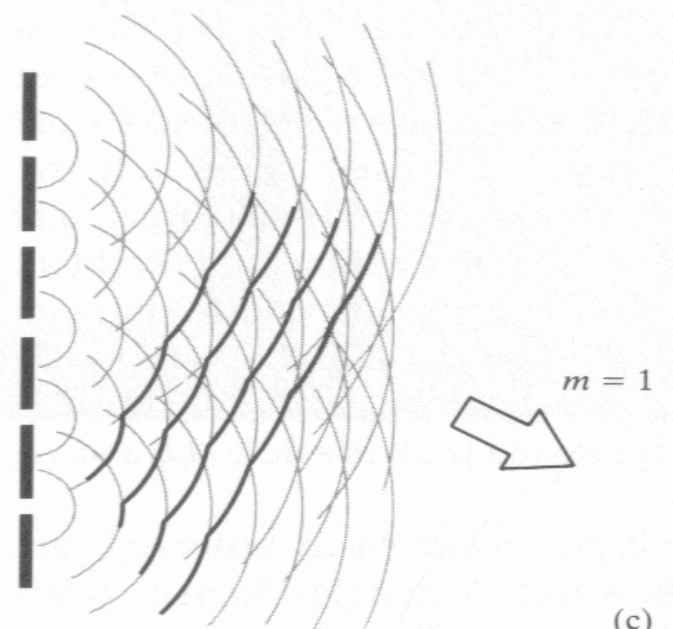
$$d \operatorname{sen} \theta = m \lambda ; \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$



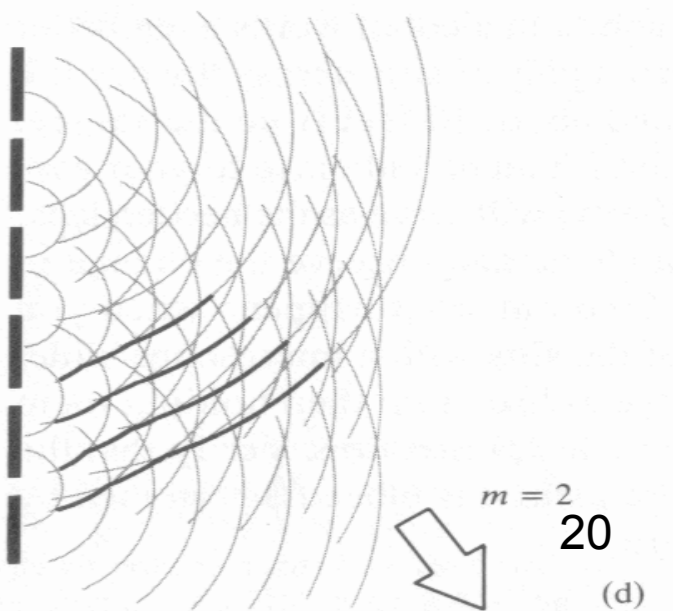
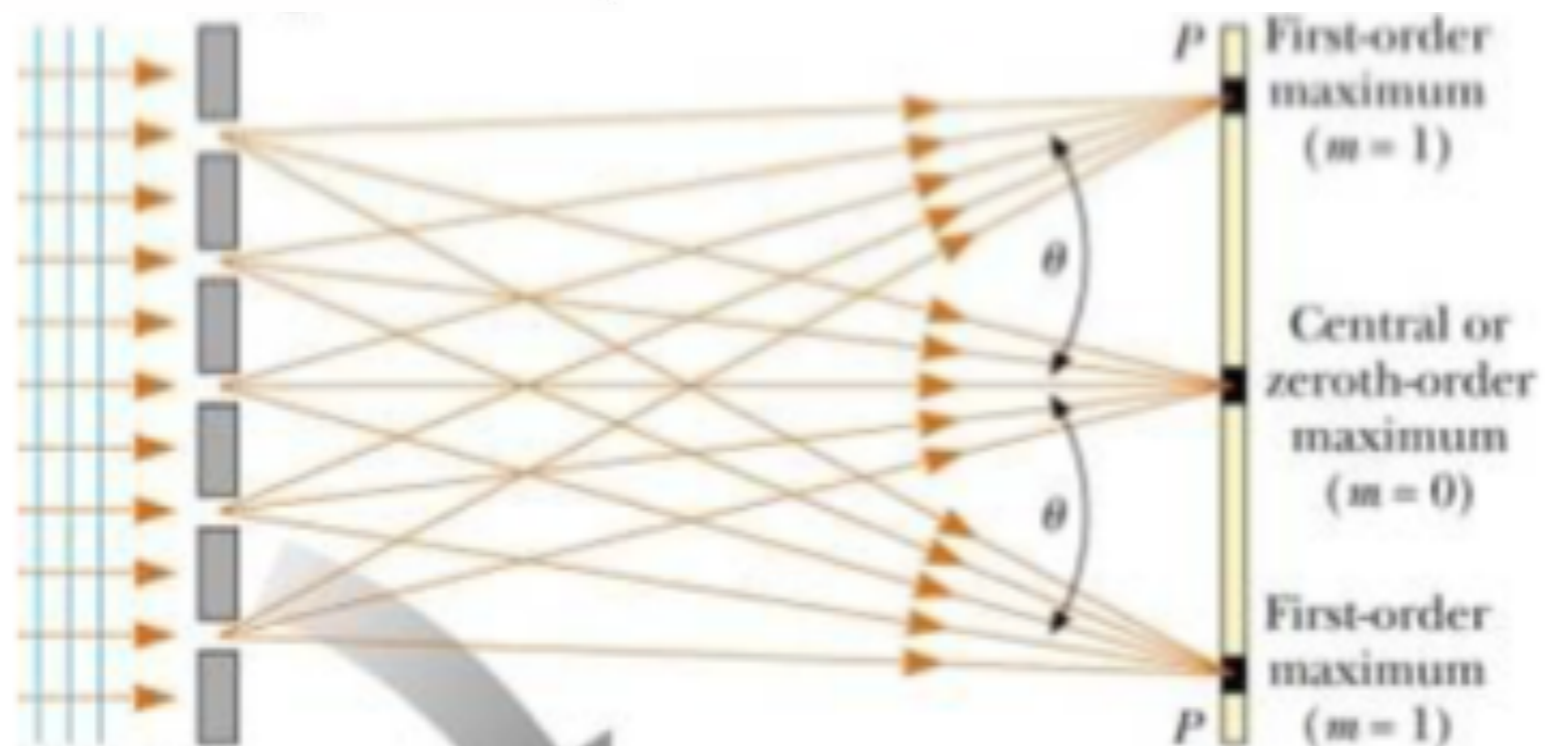
Frentes de onda



(b)



(c)



(d)

Largura das Linhas numa rede de difração

Verificamos no estudo da difração por uma fenda "a" que a posição do primeiro mínimo é dada por:

$$\lambda = a \operatorname{sen}\theta$$

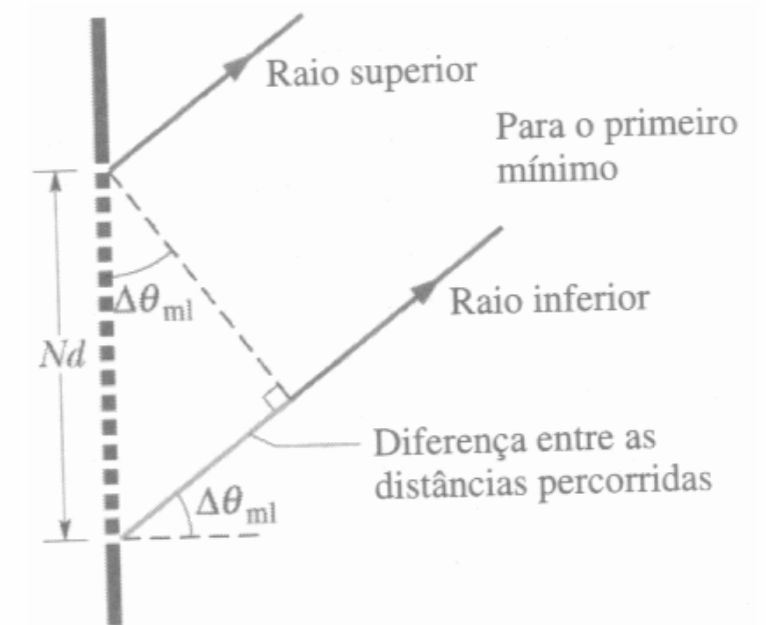
Para calcular a *meia largura* da linha clara central na rede, podemos fazer a analogia:

$$a \sim Nd \longrightarrow Nd \operatorname{sen}(\Delta\theta_{ml}^0) = \lambda$$

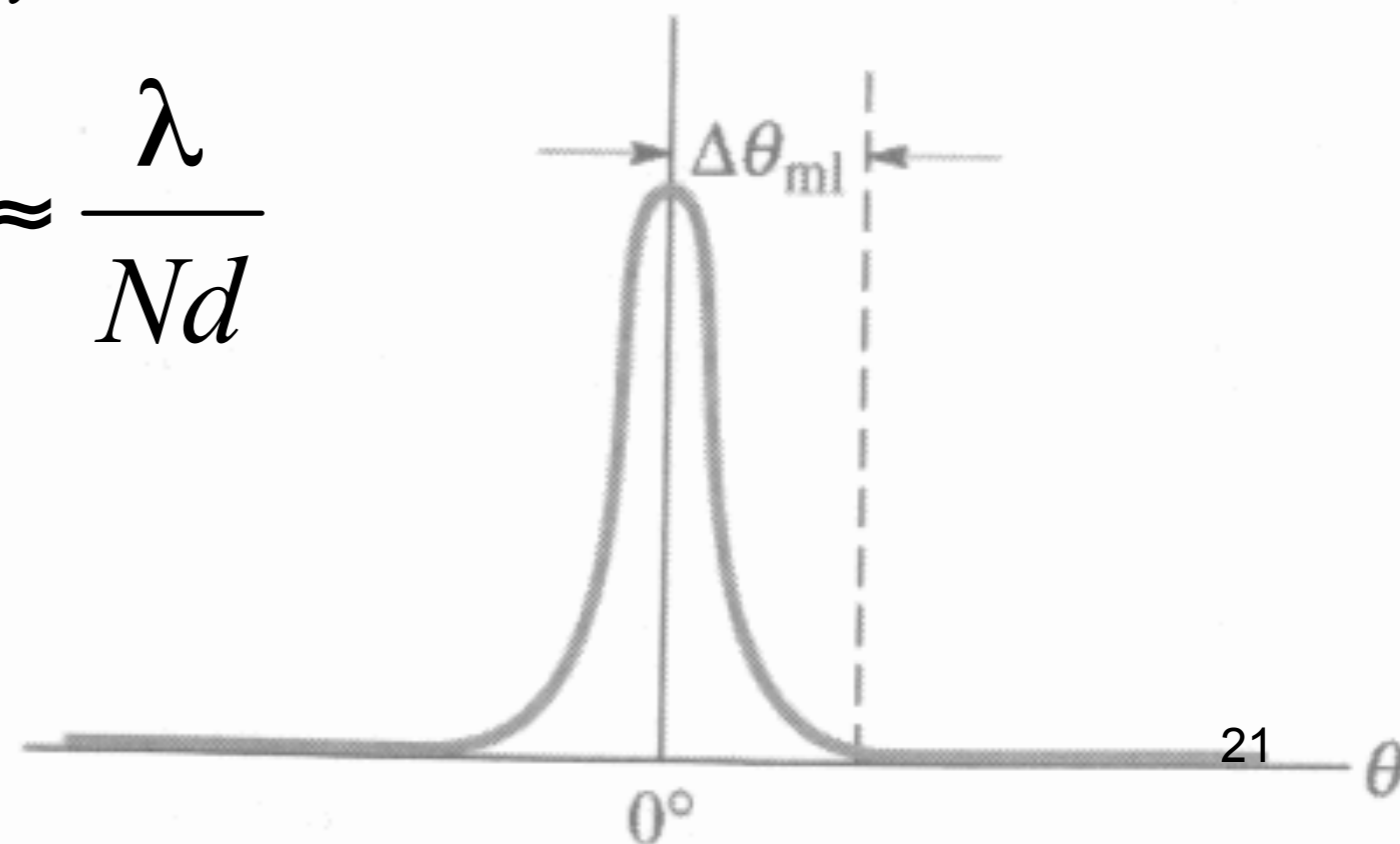
$$\Delta\theta_{ml}^0 \approx 0 \longrightarrow \Delta\theta_{ml}^0 \approx \frac{\lambda}{Nd}$$

Para um ângulo geral:

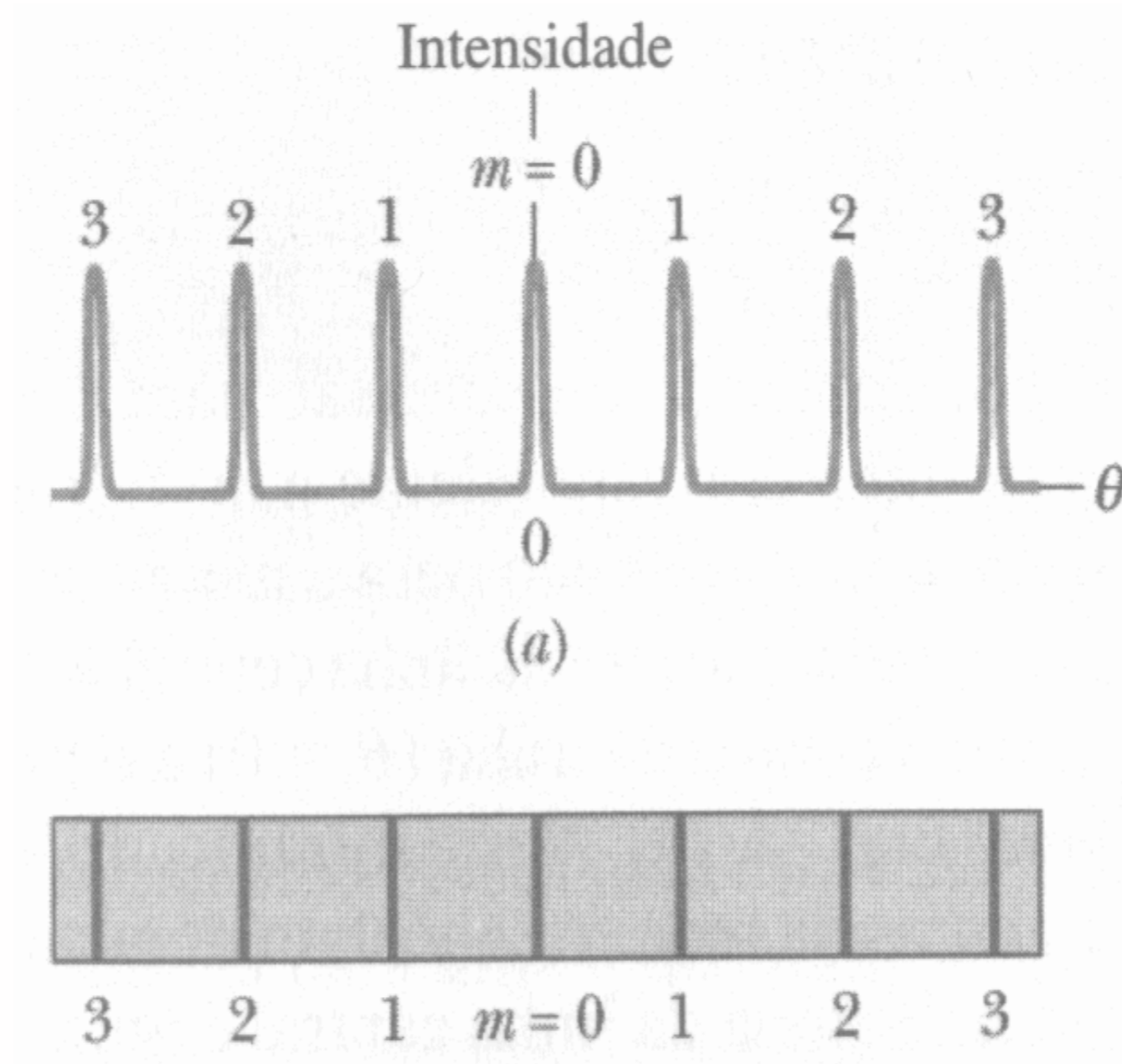
$$\Delta\theta_{ml}^\theta \approx \frac{\lambda}{Nd \cos\theta}$$



Intensidade



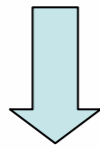
A rede de difração tem uma resolução muito superior a uma fenda dupla, por exemplo:



Pode ser utilizada para determinar um λ desconhecido a partir do θ .

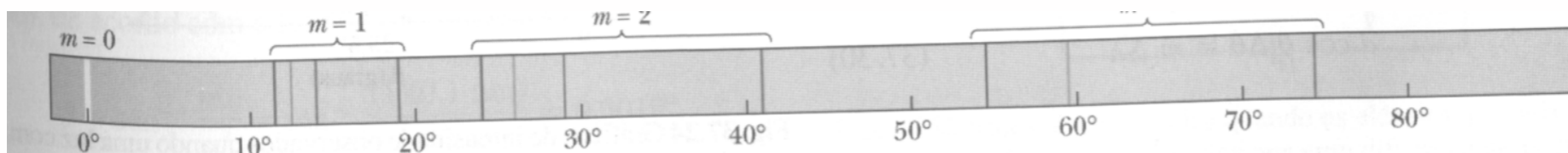
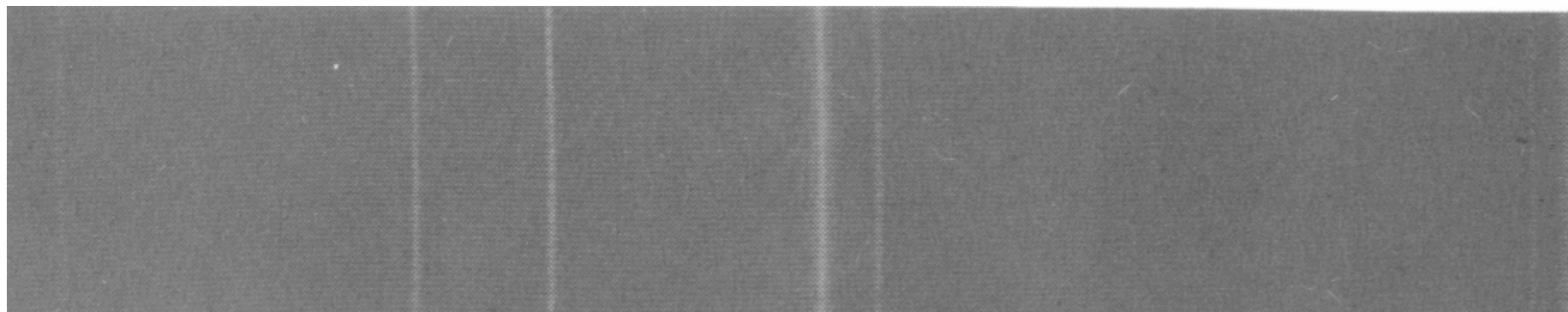
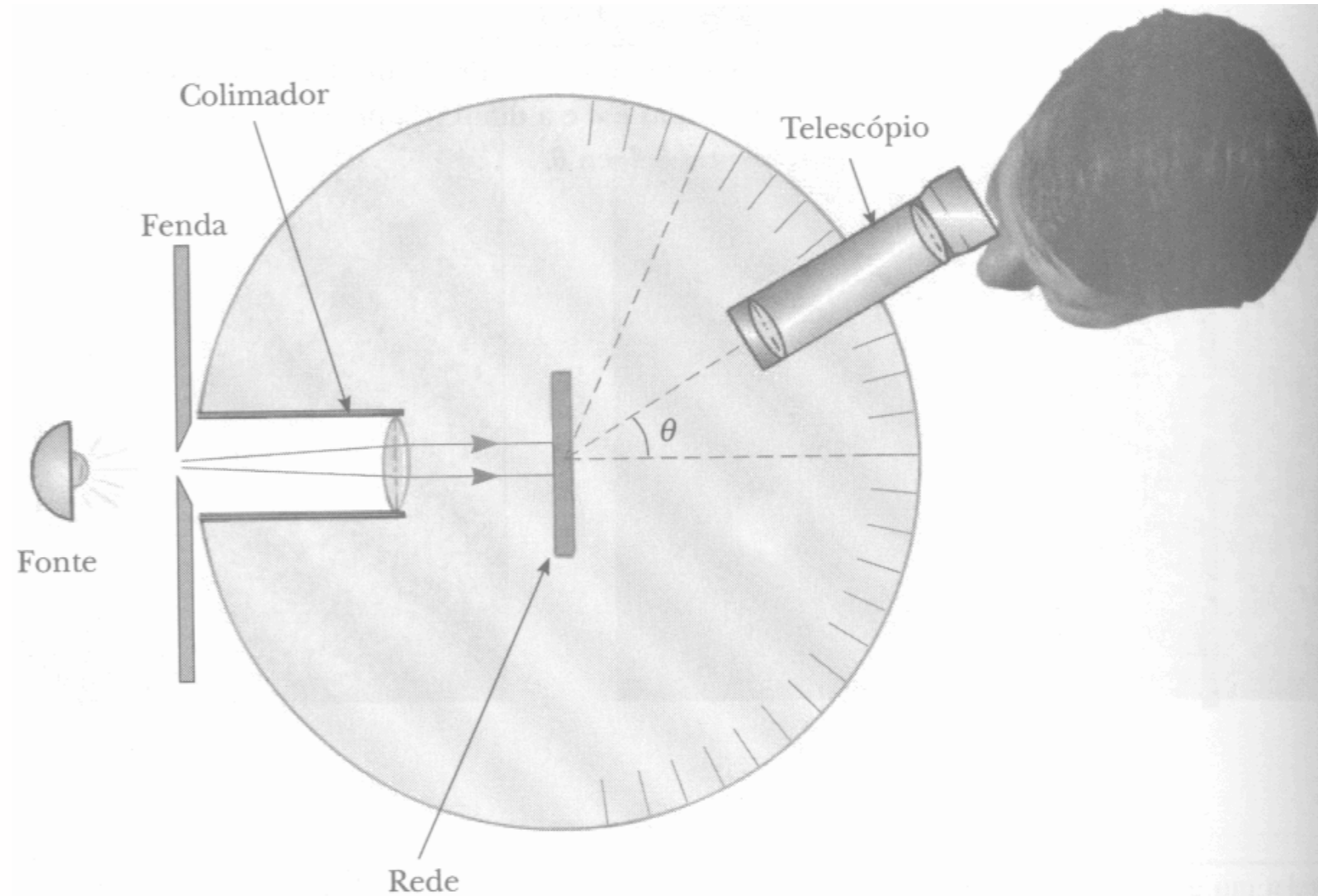
Pode ser utilizada para determinar um λ desconhecido a partir do θ :

$$d \operatorname{sen}\theta = m\lambda$$



$$\theta = \operatorname{arcsen}\left(\frac{m\lambda}{d}\right)$$

Espectrômetro de Rede de Difração



37.22 Linhas de emissão do hidrogênio na faixa da luz visível, até a quarta ordem. Observe que as linhas são mais afastadas para g

Objetivo

- Estudar um dos fenômenos característicos do movimento ondulatório da luz e, através dele, determinar a largura de aberturas circulares e o comprimento de onda da luz incidente da fonte incandescente (espectro contínuo).

Material Utilizado

- fonte LASER
- fonte incandescente de luz
- suporte (mesa)
- fendas para difração de aberturas circulares e Rede de difração
- anteparo

Determinação do diâmetro de orifícios circulares

Procedimento

- Coloque um dos orifícios circulares no caminho do feixe laser, e observe a figura de difração formada;
- Meça o diâmetro do primeiro anel de mínimo, e com isto determine o diâmetro do orifício, através da expressão: $d \sin \theta = 1,22 \lambda$
- Determine também o diâmetro do outro orifício.

**Estudo da difração em
um dispositivo de
fendas múltiplas.**

Procedimento

Determinação aproximada dos comprimentos de onda de diferentes cores.

- Troque a fonte LASER, pela fonte de luz incandescente.
- Use dispositivos de abertura vertical, de modo a **colimar** convenientemente, o feixe de luz.
- Verifique o espectro que é formado no anteparo.
- Marque um ponto no centro da faixa branca e para cada uma das cores que é formada, marque também um ponto no centro da faixa, obtendo assim, valores y_m relativos a cada cor.
- Meça a distância D entre o plano da rede de difração e o anteparo.
- A partir destes dados, calcule o $\sin \theta$ e determine então os comprimentos de onda das diversas cores observadas.

Cor	λ (nm)
Violeta	390 - 455
Azul	455 - 492
Verde	492 - 577
Amarelo	577 - 597
Laranja	597 - 622
Vermelho	622 - 780

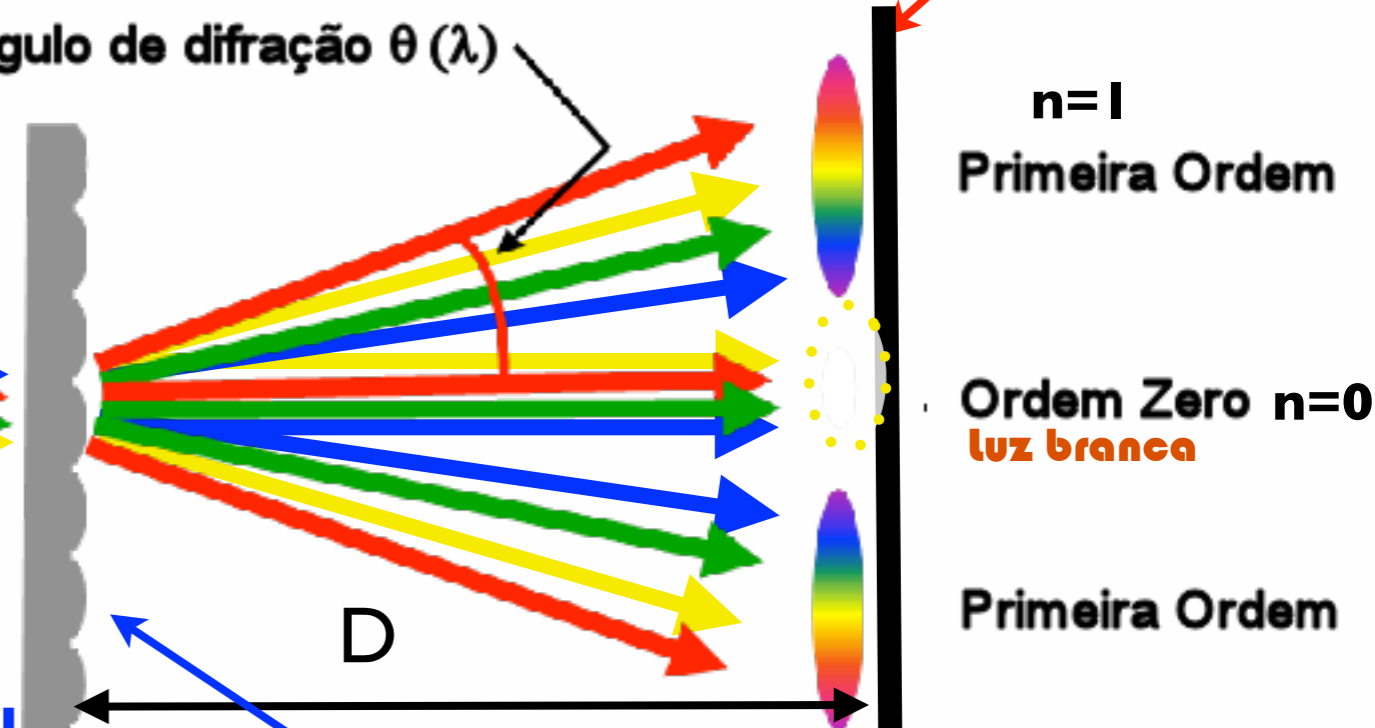
Rede de Difração

Procedimento

Anteparo

Fonte policromática

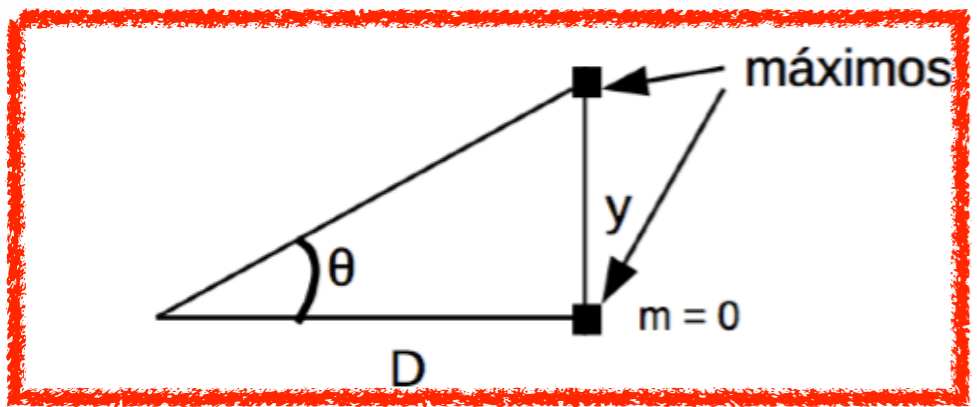
Ângulo de difração θ (λ)



$$d \text{sen} \theta_n = n \lambda$$

$$\text{sen} \theta_n = \frac{y_n}{\sqrt{D^2 + y_n^2}} \quad y_n \ll D$$

Rede de difração com 300 ou 600 linhas/mm (d)



Cor	λ (nm)
Violeta	390 - 455
Azul	455 - 492
Verde	492 - 577
Amarelo	577 - 597
Laranja	597 - 622
Vermelho	622 - 780

2. (um pouco subjetivo)

Conclusões