

TAREFAS

- Estudo da difração em fendas duplas com diversas distâncias entre fendas.
- Estudo da difração em fendas duplas com diversas larguras de fendas.
- Estudo da difração em fendas múltiplas duplas com diversas quantidades de fendas.
- Estudo da difração na grade tracejada e na grade cruzada.

OBJETIVO

Comprovação da natureza das ondas da luz e determinação do comprimento de ondas

RESUMO

A difração da luz em fendas múltiplas e grades pode ser descrita pela sobreposição de ondas elementares coerentes, que de acordo com o princípio de Huygens partem de qualquer ponto iluminado para uma fenda múltipla. A interferência das ondas elementares explica o sistema de listas escuras e claras observado atrás da fenda múltipla. Com a distância de duas listas claras é possível calcular o comprimento das ondas mediante distâncias de fendas conhecidas e a distância conhecida para o painel de observação.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo N°
1	Diodo laser, vermelho	U22000
1	Banco ótico K, 1000 mm	U8475240
2	Cavalete ótico K	U8475350
1	Pinça suporte K	U84755401
1	Suporte K para laser de diodo	U8475550
1	Diafragma com 3 fendas duplas de diferentes larguras de fenda	U14100
1	Diafragma com 4 fendas duplas de diferentes distâncias entre as fendas	U14101
1	Diafragma com 4 fendas múltiplas e grade	U14102
1	Diafragma com 3 grades de linha	U14103
1	Diafragma com 2 grades cruzadas	U14106

FUNDAMENTOS GERAIS

A difração da luz em fendas múltiplas e grades pode ser descrita pela sobreposição de ondas elementares coerentes, que de acordo com o princípio de Huygens partem de qualquer ponto iluminado para uma fenda múltipla. A sobreposição em determinadas direções leva a interferência construtiva ou destrutiva e explica, assim, o sistema de listas claras e escuras a ser observado atrás da fenda múltipla.

Atrás de uma fenda dupla a intensidade sob um ângulo de observação α_n é máxima, quando para cada onda elementar da primeira fenda surgir exatamente uma onda elementar da segunda fenda, que se sobreponha construtivamente. Isso ocorre se a diferença de avanço Δs_n entre as elemen-

tares saídas do meio das fendas for um múltiplo inteiro do comprimento da onda λ da luz (ver Fig. 1).

$$(1) \quad \Delta s_n(\alpha_n) = n \cdot \lambda$$

$$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots: \text{Ordem da difração}$$

Numa longa distância L até a fenda dupla, entre a diferença de avanço Δs_n e a coordenada local x_n da máxima de intensidade existe para os pequenos ângulos de observação α_n o contexto.

$$(2) \quad \frac{\Delta s_n}{d} = \sin \alpha_n \approx \tan \alpha_n = \frac{x_n}{L}$$

d : Distância de fenda

Por isso as máximas estão a distâncias regulares lado a lado.

$$(3) \quad a = x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda}{d} \cdot L$$

O mesmo vale para a difração numa fenda múltipla com mais de 2 fendas equidistantes. A equação (1) denomina a condição para a interferência construtiva das ondas elementares de todas as fendas N . Portanto as equações (2) e (3) também podem ser aplicadas para uma fenda múltipla. É matematicamente mais onerosa a determinação da intensidade mínima: enquanto que na fenda dupla exatamente no meio de duas intensidades máximas encontra-se uma intensidade mínima, encontramos na fenda múltipla o máximo n e o $(n+1)$ um mínimo, quando as ondas elementares das fendas N interferem precisamente, de modo que a intensidade total se transforme em zero. Isso ocorre quando a diferença do avanço entre as ondas elementares que partem do meio das fendas corresponder à condição.

$$(4) \quad \Delta s = n \cdot \lambda + m \frac{\lambda}{N}$$

$$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, m = 1, \dots, N - 1$$

Portanto, encontra-se $N-1$ mínimas e no meio os $N-2$ assim chamados máximas secundária, cuja intensidade é menor que a assim chamada máxima principal. Com a quantidade crescente N da fenda desaparece a contribuição da máxima secundária. Não se fala mais de uma fenda múltipla, e sim de uma grade tracejada. Uma grade cruzada pode ser compreendida finalmente como uma disposição de duas grades viradas a 90° uma contra a outra. As máximas de difração transformam-se em pontos numa rede retangular, cujo tamanho das malhas é dado por (3).

A claridade na máxima principal é modulada pela distribuição de claridade da difração na fenda unitária e será mais concentrada em pequenos ângulos α na medida em que aumentar a largura da fenda b . Para um cálculo exato, soma-se as amplitudes de todas as ondas elementares sob consideração das diferenças de avanço para a amplitude total A . Num local de livre escolha x no painel então será

$$(5) \quad I = A^2 \propto \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot b \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)}{\frac{\pi \cdot b \cdot x}{\lambda \cdot L}} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sin\left(N \cdot \frac{\pi \cdot d \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)}{\sin\left(\frac{\pi \cdot d \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)} \right)^2$$

ANÁLISE

O comprimento de onda da luz difracionada pode ser determinada pela distância a da máxima principal. Então vale:

$$\lambda = d \cdot \frac{a}{L}$$

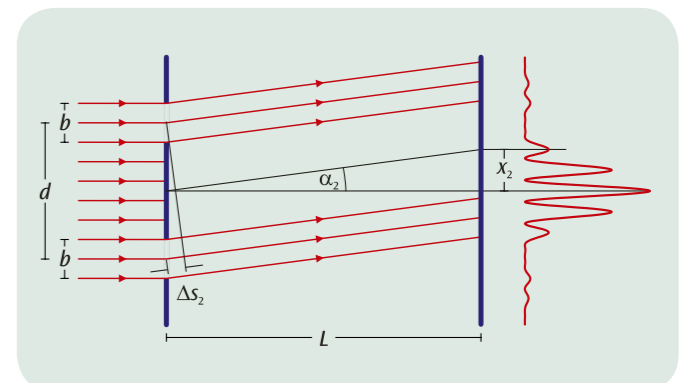


Fig. 1: Representação esquemática para a difração da luz numa fenda dupla

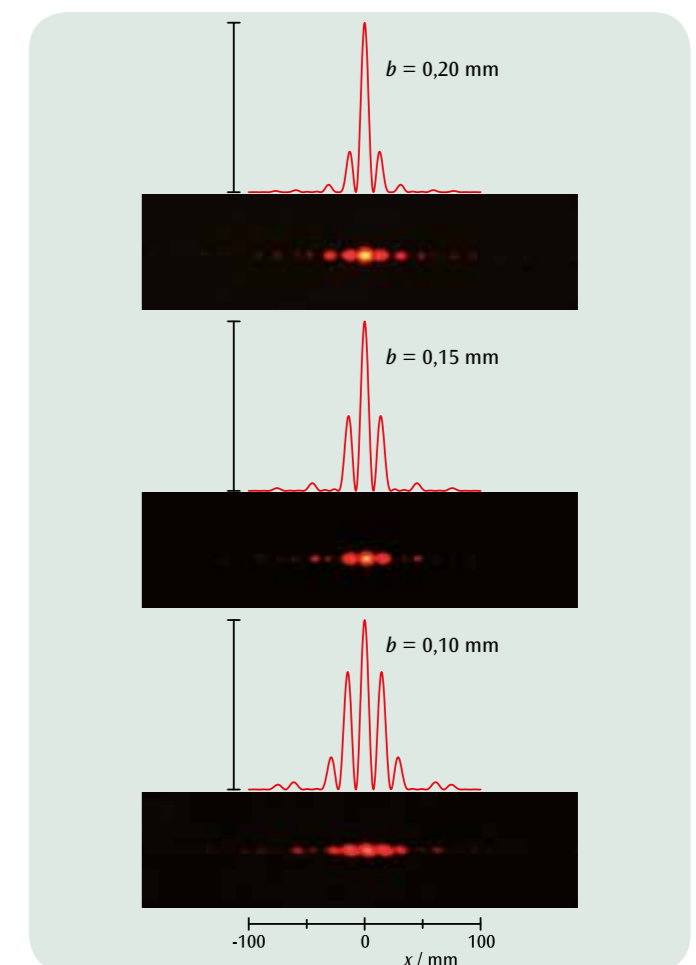


Fig. 2: Intensidade calculada e observada na difração em fendas duplas com diversas distâncias entre fendas