

DIFRAÇÃO DA LUZ

Objetivos:

Visualizar a difração da luz através de uma fenda. Determinar o comprimento de onda da luz vermelha. Obter o valor da espessura de um fio fino. Introduzir conceitos de Óptica Física.

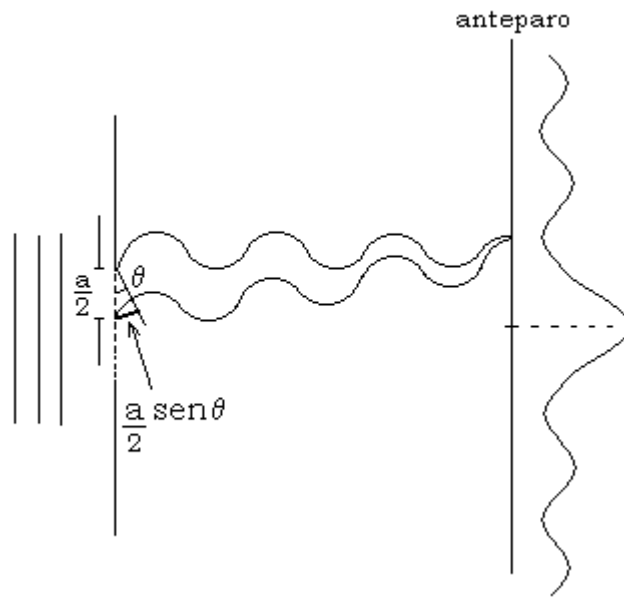
Teoria:

Em óptica geométrica é sempre assumido que a luz caminha em linha reta. Entretanto, o caráter ondulatório da luz faz com que esta afirmação deva ser compreendida apenas como uma aproximação para os casos em que as dimensões dos objetos sejam muito maiores que o comprimento de onda da luz (entre 10^{-6} m e 10^{-7} m). Para objetos com tamanho comparáveis ao comprimento de onda vários fenômenos típicos de onda são observados; tais como: difração, interferência e polarização.

A difração, em particular, consiste no fenômeno da luz contornar obstáculos e invadir a zona de sombra geométrica. Por ser um fenômeno eminente ondulatório, ele pode ser observado para quaisquer outros tipos de ondas, como, por exemplo, em ondas na superfície da água.

Vamos tratar aqui especificamente o que acontece quando uma frente de onda luminosa atinge uma fenda. Admitindo que todos os pontos da fenda são fontes de luz é necessário analisar o sistema para compreender como a luz proveniente de cada ponto da fenda interfere.

Considere a figura abaixo:



onde **a** é a abertura da fenda. No anteparo aparece um padrão de difração, com regiões claras (máximos de intensidade de luz) e escuras (mínimos) alternadas. As posições dos mínimos podem ser obtidas da diferença de percurso das ondas no topo e do meio da fenda. Observando o triângulo indicado na figura, percebe-se que esta diferença de percurso vale $\frac{a}{2} \text{sen } \theta$. Quando esta diferença for igual a um múltiplo inteiro de $\frac{\lambda}{2}$ tem-se os mínimos no padrão de difração, ou seja:

$$\frac{a}{2} \text{sen } \theta = \frac{n\lambda}{2} \Rightarrow a \text{sen } \theta = n\lambda$$

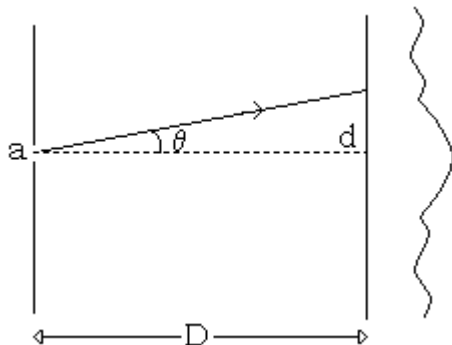
Como os máximos e mínimos estão intercalados no padrão de interferência, as posições dos máximos ocorrem, aproximadamente, para

$$a \text{sen } \theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (n = 1, 2, 3\dots)$$

onde foi somado meio comprimento de onda levando a interferência construtiva da onda.

A intensidade dos máximos diminui conforme se afasta do máximo central.

Por último, vale destacar que se pode obter o ângulo θ em termos da distância entre o máximo central e o primeiro mínimo (d) e entre a fenda e o anteparo (D).



Pela figura acima se percebe que:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{d}{D}$$

Uma vez que o ângulo θ é pequeno vale a aproximação: $\operatorname{sen} \theta \approx \operatorname{tg} \theta \approx \theta$

Experimento:

Sugere-se iniciar as atividades experimentais observando a difração em ondas na superfície da água. Para tanto, uma cuba contendo água é colocada sobre um retroprojektor. Na superfície da água são provocadas ondas planas (batendo uma régua, por exemplo) que devem atravessar uma fenda. A figura projetada pelo retroprojektor deve dar uma idéia do fenômeno de difração, onde a onda, após a fenda encurva-se invadindo a região de sombra geométrica.

Numa segunda atividade, uma fenda é feita de dois pedaços plásticos opacos e regular colocados juntos com uma pequena abertura entre eles. O sistema é fixado usando uma fita crepe em frente a um apontador laser. A luz laser incide na fenda e é projetada em um anteparo. A figura de difração deverá ser nitidamente vista no anteparo. As distâncias entre os dois primeiros mínimos e entre a fenda e o anteparo devem ser medidas usando régua e/ou trenas. A largura da fenda pode ser obtida usando várias chapas de espessura conhecida

(lâmina de folga). O procedimento é introduzir as chapas na fenda até encontrar a de espessura apropriada. Lembrando que a distância entre o máximo central e o primeiro mínimo é metade da distância entre os dois primeiros mínimos, e de posse dos valores medidos acima é possível obter um valor para o comprimento de onda da luz laser.

Outro experimento usando o mesmo princípio consiste em obter a espessura de um fio. O fio deve ser colocado esticado em frente à luz do apontador laser. A figura de difração projetada no anteparo permite medir novamente as distâncias entre os dois primeiros mínimos e entre o anteparo e o fio. Usando o comprimento de onda da luz incidente (normalmente vermelha, $\lambda \approx 650$ nm), as medidas da distância e as expressões indicadas na teoria obtêm-se a espessura do fio, que neste caso faz um papel análogo ao da fenda.

Caso se disponha de um instrumento para medir diretamente a espessura do fio (um micrômetro, por exemplo) é interessante comparar os resultados obtidos.

Observações:

- 1) A fenda deve ser bastante estreita para possibilitar a visualização da difração.
- 2) A única luz a atingir o anteparo deve ser proveniente da fenda. Caso haja mais de uma fenda emitindo luz, a análise feita deve ser diferente da indicada.
- 3) A relação entre os ângulos das duas figuras dadas na teoria pode ser percebida observando que as retas que formam os dois ângulos indicados são perpendiculares entre si.
- 4) Cuidado ao usar o apontador laser. A exposição direta nos olhos pode causar danos visão.