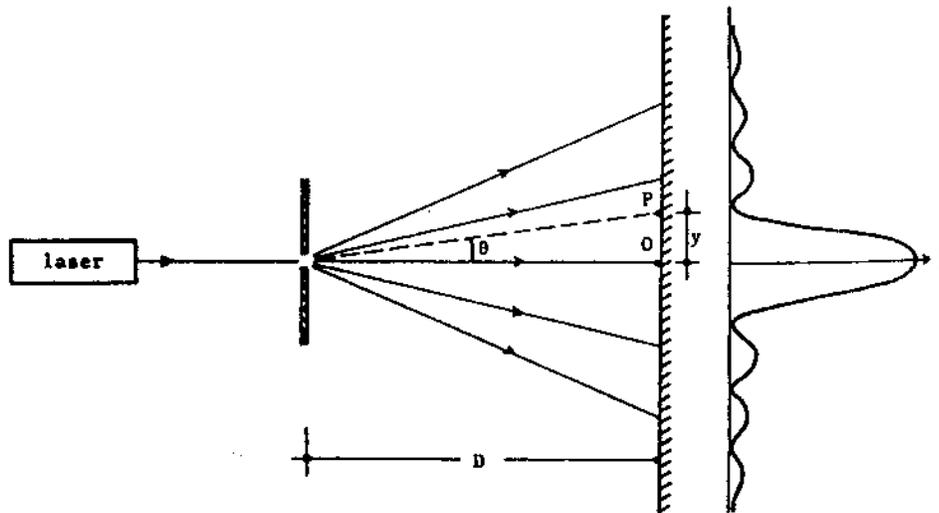


Difração em Fenda Única e em Fendas Múltiplas

Nesta atividade de laboratório você irá observar e analisar os efeitos provocados quando luz incide em uma fenda simples ou num sistema de muitas fendas. Quando luz (coerente ou não) incide sobre um conjunto de fendas (uma ou várias), ela é difratada e os raios de luz provenientes de diversos pontos interferem formando uma figura de intensidade variável. Em geral, esta figura se caracteriza por apresentar máximos e mínimos de intensidade bem definidos em diversas posições da região adiante da(s) fenda(s). Basicamente, sua tarefa será analisar esta figura de intensidade e notar as diferenças e semelhanças para os diferentes dispositivos de fendas.



FENDA SIMPLES

A) Inicialmente você usará um laser de HeNe ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) como fonte luminosa pois ele permite uma melhor visualização dos efeitos a serem analisados. Monte uma fenda simples, de largura variável, entre o laser e o anteparo (conforme figura acima). Ligue o laser e observe a figura de intensidade luminosa que se forma no anteparo. *Observe a variação desta figura de difração enquanto você varia a largura da fenda. É possível estabelecer alguma relação qualitativa entre a largura a da fenda e a posição y de um mínimo de intensidade em relação ao centro da figura?*

B) Mostra-se pelo “Princípio de Babinet” (ver apêndice) que a figura de difração originada por um fio é idêntica a de uma fenda com largura igual ao diâmetro do fio. Portanto a localização dos mínimos de intensidade na figura de difração do fio também é dada pela equação

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

Use então este fato para, através da difração, determinar a espessura de um fio de cabelo.

C) Aproveite ainda para observar a figura de difração originada quando o laser incide sobre uma pequena esfera metálica. Verifique que no centro da “sombra” da esfera há um ponto luminoso (mancha de Fresnel) que é devido à difração da luz na esfera.

FENDAS MÚLTIPLAS

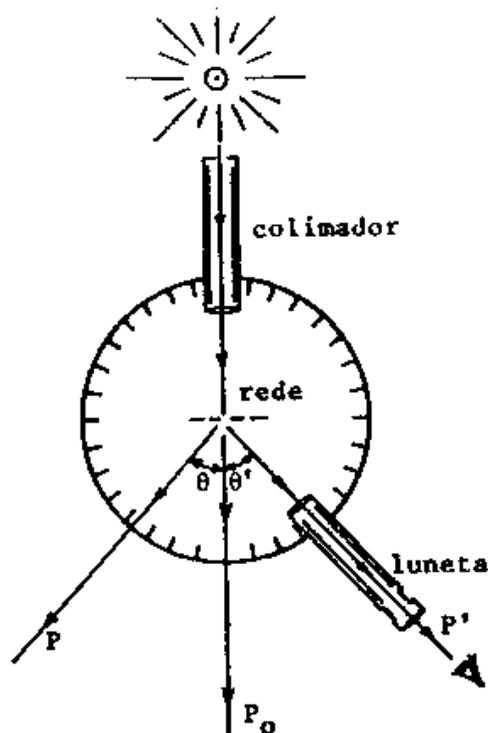
Substitua a fenda única sucessivamente por dispositivos de duas, três, quatro e cinco fendas. *Esboce um gráfico aproximado da intensidade como função de y . Quais as diferenças e as semelhanças entre as figuras de intensidade formadas por dispositivos de 2, 3, 4 e 5 fendas?*

À medida que aumenta o número de fendas, a figura de intensidade formada vai se modificando. Observe isto usando agora uma rede de difração (50 riscas/mm), que é um dispositivo que tem múltiplas fendas ou ranhuras. *Compare a figura de intensidade formada pela rede com as figuras anteriormente analisadas.*

Uma rede de difração é muito apropriada para determinar comprimentos de onda de uma luz e é com esta finalidade que a rede será usada na próxima etapa.

REDES DE DIFRAÇÃO

Uma rede de difração é um dispositivo que tem múltiplas fendas ou ranhuras paralelas, eqüidistantes e de mesma largura. Um feixe de luz que incide nesta rede é difratado e os raios provenientes das diversas fendas interferem formando uma figura de intensidade variável. Esta figura apresenta máximos de intensidade em diversas posições sempre que a diferença de caminho ótico $d \text{ sen } \theta$ entre os raios provenientes de duas fendas adjacentes, distantes d entre si, for igual a um número inteiro ($m = 0, 1, 2, \dots$) de comprimentos de onda λ . Portanto, ocorrem máximos de intensidade quando θ é o ângulo de difração para o máximo de ordem m . Lembre-se que esta equação vale apenas quando os raios incidem normalmente sobre a rede e os raios difratados podem ser considerados paralelos (difração de Fraunhofer).



Uma rede de difração é muito empregada em espectrômetros que são aparelhos que dispersam a luz emitida por uma fonte a fim de determinar seus comprimentos de onda λ . A fonte empregada é uma lâmpada de vapor de mercúrio para qual se quer determinar o comprimento de onda λ de algumas cores emitidas pela lâmpada. O espectrômetro está esquematizado na figura acima. A luz da fonte passa por um colimador do qual os raios luminosos emergem paralelos através de uma fenda estreita. Estes raios devem incidir normalmente sobre a rede onde são então difratados, originando na região adiante da rede uma figura de intensidade variável. Os máximos de intensidade principais formados pela interferência da luz difratada na rede são chamados de raias ou linhas espectrais porque quando a fonte de luz é uma fenda estreita, eles se tornam linhas claras e estreitas num anteparo. O conjunto das diversas linhas é conhecido como espectro da substância que emitiu a luz. A posição destas linhas é dado por $d \sin \theta = m \lambda$. *Por que a rede dispersa a luz nela incidente, ou seja: por que ela separa as cores (λ) desta luz?*

Monte a rede de 50 riscas/mm no espectrômetro perpendicularmente ao eixo do colimador (direção do feixe incidente). Escolha uma raia colorida (verde de 2^a ordem, por exemplo) e teste o ajuste da seguinte maneira: registre a posição angular P_0 do máximo de intensidade central e a posição angular da raia escolhida tanto à esquerda (P) quanto à direita (P') do máximo central (veja a figura). Se os ângulos $\theta = P_0 - P$ e $\theta' = P' - P_0$ diferirem de mais de um décimo de grau, o ajuste não é satisfatório e deve ser refeito.

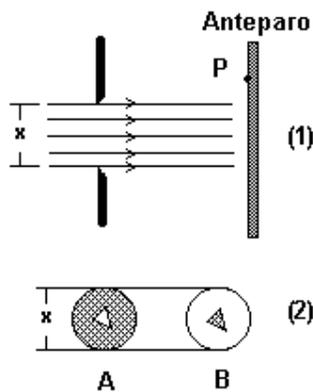
Escolha a raia verde de 5^a ordem e determine o seu ângulo de difração. Sabendo o valor de d , *use então a equação de máximos acima para determinar o λ da raia verde do mercúrio.*

Para finalizar, algumas indagações: *Pode ser observada alguma superposição de raias de diferentes cores? Por que no espectro observado não aparecem todas as cores visíveis?*

APÊNDICE : Princípio de Babinet

Um feixe monocromático de luz paralela incide sobre um orifício “colimador” de diâmetro $x \gg \lambda$. Seja um ponto P situado na região de sombra geométrica em um anteparo distante, como é mostrado na figura abaixo. Neste caso tem-se que a soma de todas as perturbações ondulatórias provenientes do orifício “colimador” se cancela em P , e portanto, o campo elétrico resultante em P é igual a zero ($E_P = 0$). Esta superposição de ondas secundárias de Huygens pode ser dividida em duas partes, A e B , conforme pode ser visto na figura. A é um círculo opaco com um pequeno orifício interno por onde passa a luz, e B é o “negativo fotográfico” ou a figura complementar de A . A soma das perturbações ondulatórias (campos elétricos) provenientes de A no ponto P será chamada de E_A enquanto que a proveniente de B será denotada por E_B . Uma vez que o ponto P está na região de sombra, tem-se que

$$E_A + E_B = 0,$$



ou $E_A = -E_B$. Assim, os campos elétricos no ponto P provenientes de dois objetos difratantes complementares serão iguais em magnitude. Portanto, em qualquer ponto fora da região colimada, a intensidade será idêntica para dois objetos complementares.