

Seção 33.7(34.8): Princípio de Huygens e Capítulo 36(38): Difração

- Número de aulas: 2 aulas
- Seções do livro texto: 33.7(34.8) Princípio de Huygens e 36.1 Difração de Fresnel e Difração de Fraunhofer; 36.2 Difração Produzida por uma Fenda Simples; 36.3 Intensidade na Difração Produzida por uma Fenda Simples; 36.4 Fendas Múltiplas (Duas fendas com larguras finitas); 36.6 Difração de Raios X e 36.7 Orifícios Circulares e Poder de Resolução (38.1 até 38.8).
- Exercícios sugeridos: 36.18(38.12), 36.21(38.15), 36.36(38.22), 36.53(38.39), 36.62(38.52), 36.72(38.58).

36.18 Considere uma figura de difração de fenda única em que a amplitude da onda no ponto O mostrado na Figura 36.5a é E_0 . Para cada um dos seguintes casos, desenhe um diagrama de fasores como o da Figura 36.8c e determine *graficamente* a amplitude da onda no ponto em questão. (*Sugestão*: use a Equação (36.6) para determinar o valor de β em cada caso.) Calcule a intensidade e compare com a Equação (36.5). a) $\sin \theta = \lambda/2a$; b) $\sin \theta = \lambda/a$; c) $\sin \theta = 3\lambda/2a$.

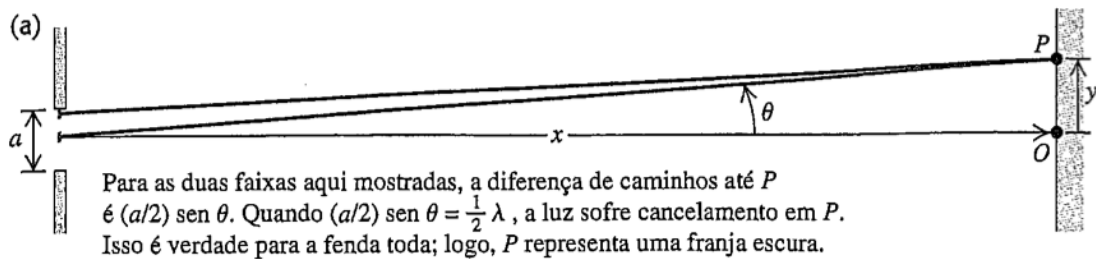


Figura 36.5 Seção reta de uma fenda horizontal. Quando a distância x até a tela é muito maior do que a largura a da fenda, os raios provenientes de pontos situados a uma distância $a/2$ podem ser considerados paralelos.

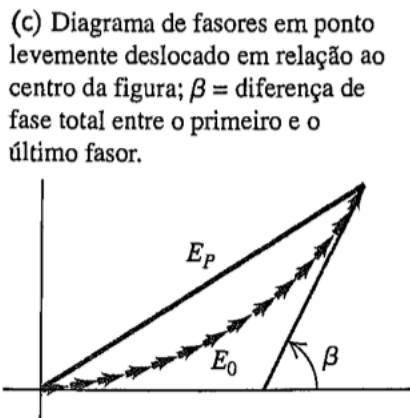


Figura 36.8 Diagrama de fasores para determinar a amplitude do campo resultante \vec{E} na difração da fenda única. Cada fasor representa o campo \vec{E} de uma única faixa no interior da fenda.

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin \theta \quad (36.6)$$

e a Equação (36.5) pode ser escrita na forma

$$I = I_0 \left[\frac{\sin(\beta/2)}{\beta/2} \right]^2 \quad (36.5)$$

(intensidade na difração de fenda única)

36.21 Número de franjas no máximo de difração. Na Figura 36.12c o máximo central da difração contém exatamente sete franjas de interferência e nesse caso $d/a = 4$. a) Qual deve ser a razão d/a para que o máximo central da difração contenha exatamente cinco franjas? b) No caso considerado no item (a), quantas franjas há no primeiro máximo de difração existente de cada lado do máximo central?

(c) Cálculo da figura de intensidade para duas fendas de largura a e distância $d = 4a$, incluindo os efeitos de interferência e difração.

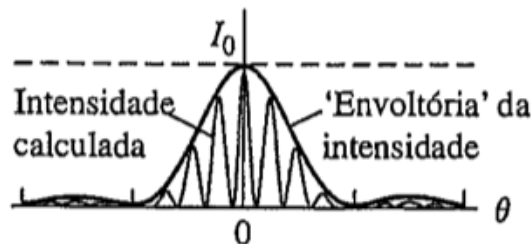


Figura 36.12 Encontrando as intensidades na figura de difração de duas fendas de largura finita.

36.36 Identificação de isótopos por meio do espectro. Isótopos diferentes do mesmo elemento emitem luz com diferentes comprimentos de onda. Um comprimento de onda do espectro de emissão do átomo de hidrogênio é igual a 656,45 nm; para o deutério, o comprimento de onda correspondente é igual a 656,27 nm. a) Qual é o menor número de fendas necessário para separar esses dois comprimentos de onda na segunda ordem? b) Se a rede possui 500 fendas/mm, determine os ângulos e a separação desses dois comprimentos de onda na segunda ordem.

36.53 Considere uma figura de difração de fenda única. O centro do máximo central, cuja intensidade é igual a I_0 , está localizado em $\theta = 0$. a) Designe por θ_+ e θ_- os dois ângulos de cada lado de $\theta = 0$ para os quais $I = \frac{1}{2} I_0$. A diferença $\Delta\theta = |\theta_+ - \theta_-|$ denomina-se *largura completa na metade do máximo* da franja central brilhante da difração. Determine $\Delta\theta$ quando a razão entre a largura da fenda a e o comprimento de onda λ é i) $a/\lambda = 2$, ii) $a/\lambda = 5$, iii) $a/\lambda = 10$. (*Sugestão: sua equação para θ_+ e θ_- não pode ser resolvida analiticamente. Você poderá usar o método das tentativas ou resolvê-la graficamente.*) b) A largura do máximo central pode ser definida de modo alternativo como $2\theta_0$, onde θ_0 é o ângulo referente a cada mínimo ao lado do máximo central. Calcule $2\theta_0$ para cada um dos casos do item (a) e compare com $\Delta\theta$.

36.62 Difração dos raios X do sal. Raios X com 0,125 nm de comprimento de onda são espalhados por uma rede cristalina cúbica (de um cristal de cloreto de sódio), cujo espaçamento entre átomos adjacentes é dado por $a = 0,282$ nm. a) Se considerarmos a difração em planos paralelos a uma face do cubo, em que ângulos θ do feixe incidente em relação aos planos do cristal os máximos devem observados? b) Repita o item (a) para a difração produzida pelos planos mostrados na Figura 36.24a, que estão separados por uma distância $a/\sqrt{2}$.

(a) O espaçamento dos planos é $d = a/\sqrt{2}$.

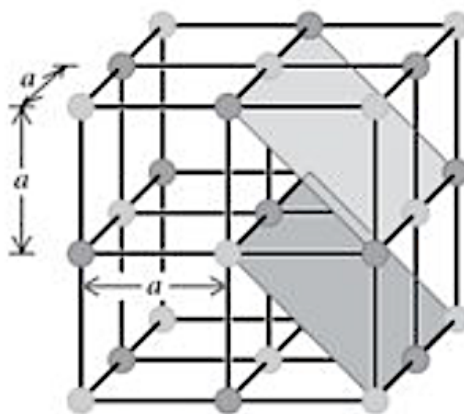


Figura 36.24 Um cristal cúbico e duas famílias de planos cristalinos. Existe também um conjunto de três planos paralelos às faces do cubo separados pela distância a .

36.72 Pesquisa de planetas existentes fora do nosso sistema solar. A agência espacial norte-americana NASA está desenvolvendo um projeto chamado *Planet Imager* (gerador de imagens de um planeta) que permitiria a um astronauta ver detalhes de planetas que estão em órbita ao redor de outras estrelas. Seguindo o mesmo princípio adotado no *Very Large Array* (veja o final da Seção 36.7), o *Planet Imager* usará uma rede de telescópios infravermelhos espalhados ao longo de milhares de quilômetros no espaço. (A luz visível permitiria melhor resolução. Infelizmente, em comprimentos de onda visíveis, as estrelas são tão brilhantes que não é possível observá-las devido ao efeito de ofuscamento. Com o infravermelho, esse problema diminui.) a) Supondo um diâmetro de 6000 km para o *Planet Imager* e que a observação seja feita com radiação infravermelha de comprimento de onda igual a $10\ \mu\text{m}$, qual é a maior distância para que se possa observar detalhes de 250 km de extensão (um tamanho correspondente à área da grande Los Angeles) sobre um planeta? Dê sua resposta em anos-luz (veja o Apêndice E). (*Sugestão*: use o critério de Rayleigh.) b) Para comparar, considere a resolução de um único telescópio infravermelho no espaço, com um diâmetro de 1,0 m e utilizando radiação infravermelha de comprimento de onda igual a $10\ \mu\text{m}$. Qual é o menor detalhe que esse telescópio pode distinguir para pesquisar um planeta orbitando a estrela mais próxima do Sol, a Próxima Centauri, que está a uma distância da Terra de 4,22 anos-luz? Como esse valor se compara com o diâmetro da Terra ($1,27 \times 10^4\ \text{km}$)? E com a distância média entre a Terra e o Sol ($1,50 \times 10^8\ \text{km}$)? Um único

telescópio desse tipo seria capaz de detectar a presença de um planeta como a Terra, em uma órbita de tamanho semelhante à da Terra, em torno de *qualquer* outra estrela? Explique. c) Suponha que o *Planet Imager* seja usado para observar um planeta em órbita em torno da 70 Virginis, uma estrela situada a uma distância da Terra de 59 anos-luz. Um planeta (embora não parecido com a Terra) girando em torno dessa estrela foi de fato detectado não pela observação direta da imagem, e sim pela medida da 'ondulação' produzida pelo movimento do conjunto da estrela e do planeta em torno do centro de massa comum do sistema. Qual é o tamanho do menor detalhe que o *Planet Imager* poderia distinguir sobre o planeta da estrela 70 Virginis? Como esse resultado se compara com o diâmetro de Júpiter ($1,38 \times 10^5$ km)? (Embora se acredite que o planeta da estrela 70 Virginis tenha uma massa 6,6 vezes maior do que a massa de Júpiter, seu raio provavelmente seria aproximadamente igual ao de Júpiter. Isso acontece porque planetas desse tipo devem conter muita matéria sob forma gasosa e não matéria sólida, de modo que esses gases podem ser comprimidos pela própria atração gravitacional das diferentes partes do planeta.)