Capítulo 39(41): A Natureza Ondulatória das Partículas

- Número de aulas: **2 aulas**
- Seções do livro texto: *39.1 Onda de de Broglie; 39.2 Difração de Elétrons; (41.1 a 41.3).*
- Exercícios sugeridos: 39.6(41.6), 39.13(41.13), 39.16(41.10), 39.46(41.32), 39.47(41.33).

39.6 a) Uma partícula não-relativística de massa m possui energia cinética K. Deduza uma expressão para o comprimento de onda de De Broglie da partícula em termos de m e K. b) Qual é o comprimento de onda de De Broglie de um elétron com 800 eV?

39.13 a) Com que velocidade aproximada um elétron deve se deslocar para ter um comprimento de onda que o torne útil para medir a distância entre átomos adjacentes em cristais comuns (cerca de 0,10 nm)? b) Qual é a energia cinética do elétron na parte (a)? c) Qual seria a energia de um fóton do mesmo comprimento de onda que o elétron na parte (b)? d) Quais partículas seriam sensores mais eficazes para estruturas de menor escala, elétrons ou fótons? Por quê?

39.16 Um feixe de elétrons de 188 eV incide perpendicularmente sobre a superfície de um cristal como indicado na Figura 39.4b. O máximo $m = 2$ ocorre para um ângulo $\theta = 60{,}6°$. a) Qual é o espaçamento entre os átomos adjacentes na superfície? b) Em que ângulos ocorrem os demais máximos? c) Para que energia do elétron (em eV) o máximo $m = 1$ ocorre para um ângulo $\theta = 60{,}6°$? Nessa energia existe o máximo $m = 2$? Explique.

(b) Se as ondas espalhadas estão em fase, há um pico na intensidade dos elétrons espalhados.

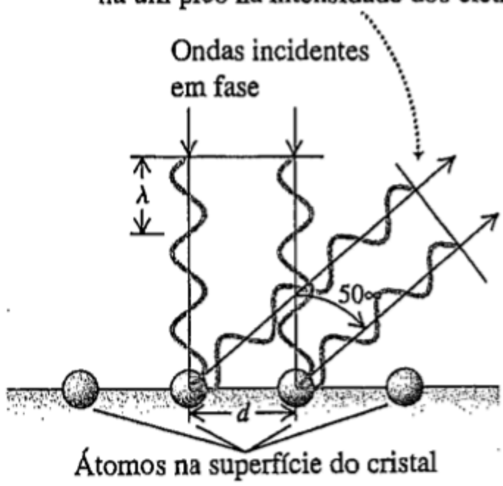

Figura 39.4 (a) Gráfico da intensidade do feixe de elétrons espalhados mostrado na Figura 39.3 em função do ângulo de espalhamento θ. (b) Interferência construtiva entre as ondas dos elétrons espalhados por dois átomos adjacentes quando $d\text{sen}\theta = m\lambda$. No caso mostrado aqui, $\theta = 50°$ e $m = 1$.

39.46 Elétrons com velocidades elevadas são usados para sondar a estrutura dos núcleos dos átomos. Para tais elétrons a relação $\lambda = h/p$ continua válida, porém, devemos usar a expressão relativística para o momento linear, $p = mv/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ · a) Mostre que a velocidade de um elétron que possui o comprimento de onda de De Broglie λ é dada por

$$v = \frac{c}{\sqrt{1 + (mc\lambda/h)^2}}$$

b) A grandeza h/mc é igual a $2{,}426 \times 10^{-12}$ m. (Como vimos na Seção 38.7, essa mesma grandeza aparece na Equação (38.23), a expressão do espalhamento Compton de fótons por elétrons.) Se λ é pequeno em comparação com h/mc, o denominador da expressão encontrada no item (a) é aproximadamente igual a 1, e a velocidade v é aproximadamente igual a c. Nesse caso, é conveniente escrever $v = (1 - \Delta)c$ e expressar a velocidade do elétron em termos de Δ em vez de v. Encontre uma expressão para Δ válida quando $\lambda << h/mc$. (*Sugestão*: use a série binomial $(1 + z)^n = 1 + nz + n(n-1)z^2/2 + \ldots$, válida para $|z| < 1$. c) Qual deve ser a velocidade de um elétron para que seu comprimento de onda de De Broglie seja igual a $1{,}0 \times 10^{-15}$ m, comparável ao diâmetro de um próton? Expresse sua resposta na forma $v = (1 - \Delta)c$, dizendo quanto vale Δ.

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi) \qquad (38.23)$$

(espalhamento Compton)

39.47 a) Qual é o comprimento de onda de De Broglie de um elétron acelerado a partir do repouso por meio de um aumento de potencial igual a 125 V? b) Qual é o comprimento de onda de De Broglie de uma partícula alfa ($q = +2e$, $m = 6{,}64 \times 10^{-27}$ kg) acelerada a partir do repouso por meio de uma diminuição de potencial igual a 125 V?