

Temos $\Delta v/v = h\Delta v/hv = \Delta E/E$. Portanto, $E = \Delta E/(\Delta v/v) = 3,3 \times 10^{-8} \text{ eV}/1,6 \times 10^{-8} = 2,1 \text{ eV}$, onde usamos os resultados dos cálculos efetuados nas partes (b) e (c). ▲

EXEMPLO 3-6

Faz-se uma medida da coordenada y de um elétron, o qual faz parte de um feixe paralelo que se move na direção x , introduzindo-se no feixe uma fenda estreita de largura Δy . Mostre que em consequência é introduzida uma incerteza Δp_y na componente y do momento do elétron tal que $\Delta p_y \Delta y \geq h/2$, como é imposto pelo princípio da incerteza. Faça isso considerando a difração da onda associada ao elétron.

Ao passar através do sistema mostrado na figura 3-10, a onda será difratada pela fenda. O ângulo θ do primeiro mínimo da figura de difração esboçado em (3-10) é dado por $\sin \theta = \lambda/\Delta y$. (Este é outro exemplo da relação geral $\theta \approx \lambda/a$ entre o ângulo de difração, o comprimento de onda e a dimensão característica do aparelho de difração.) Como a propagação da onda governa o movimento da partícula associada, a figura de difração também dá as probabilidades relativas que o elétron tem de alcançar diferentes pontos da chapa fotográfica. Portanto o elétron que passa pela fenda será defletido para um ângulo qualquer entre $-\theta$ e $+\theta$. Embora seu momento na direção y fosse conhecido com grande precisão ($p_y = 0$) antes de passar pela fenda — pois muito pouco se sabia a respeito de sua posição y —, após passar por ela, onde foi feita uma medida de sua posição y , seu momento na direção y pode ter qualquer valor entre $-p_y$ e $+p_y$, com $\sin \theta = p_y/p$. Assim o momento na direção y do elétron tornou-se impreciso pela medida da coordenada y devido à difração da onda do elétron. A incerteza é

$$\Delta p_y \approx p_y = p \sin \theta = p\lambda/\Delta y$$

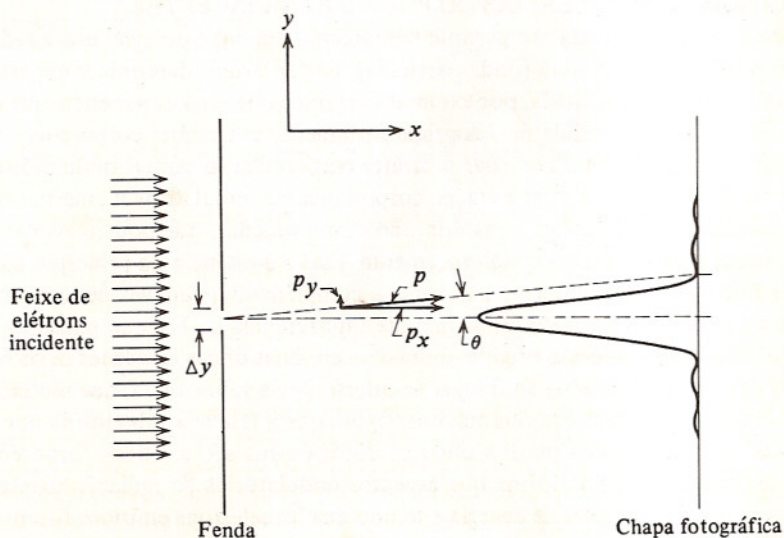


FIGURA 3-10. Medida da coordenada y de um elétron em um feixe paralelo largo, fazendo-o passar através de uma fenda. A intensidade da onda difratada é indicada usando-se a linha que representa a chapa fotográfica como eixo para o traçado da figura.

Usando a relação de de Broglie $p = h/\lambda$ para relacionar o momento da partícula com o comprimento de onda, obtemos

$$\Delta p_y = h/\Delta y$$

ou

$$\Delta p_y \Delta y = h$$