

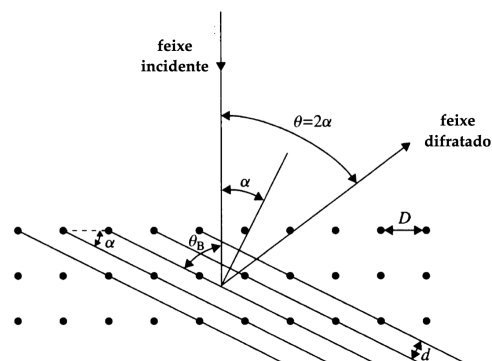
## Física Quântica (4302311) - LISTA 2a

1. E&R Mostre que o comprimento de onda de de Broglie de uma partícula de carga  $e$ , massa de repouso  $m_0$ , se movendo com velocidades relativísticas é dada como função do potencial acelerador  $V$  como

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0eV}} \left( 1 + \frac{eV}{2m_0c^2} \right)^{-1/2}$$

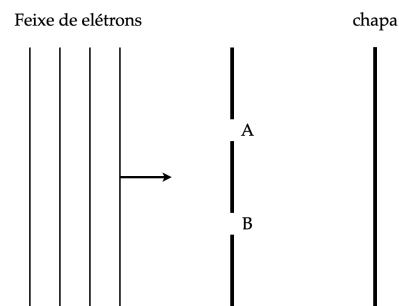
2. Nêutrons térmicos são nêutrons em equilíbrio térmico com a matéria numa dada temperatura. Para uma amostra desses nêutrons num recinto a temperatura ambiente ( $T = 300$  K), calcule o comprimento de onda de de Broglie para um nêutron que se move com velocidade correspondente à energia cinética média por partícula da amostra.
3. E&R Determine em que energia cinética (em eV), a expressão não-relativística para o comprimento de onda de de Broglie estará com um erro de 1% para (a) um elétron e (b) um nêutron. R: 20,5 keV; 37,8 MeV.
4. E&R Faça um gráfico do comprimento de onda de de Broglie em função da energia cinética.
5. E&R Em uma repetição da experiência de Thomson para medir  $e/m$  para o elétron, um feixe de elétrons de  $10^4$  eV é colimado ao passar através de uma fenda com largura de 0,5 mm. Por que o caráter de feixe dos elétrons emergentes não é destruído pela difração de onda eletrônica na fenda?
6. E&R Qual é o comprimento de onda de de Broglie de um átomo de hidrogênio que se move com uma velocidade correspondente à energia cinética média no equilíbrio térmico a  $20^\circ$  C? R: 1,47 Å
7. E&R O espaçamento planar principal em um cristal de cloreto de potássio é 3,14 Å. Compare o ângulo de reflexão de Bragg de primeira ordem, por esses planos, de elétrons com energia cinética 40 keV com o de fótons com energia 40 keV. R:  $0,55^\circ$ ;  $2,83^\circ$
8. Num experimento de difração semelhante àquele realizado por G. P. Thomson, um feixe de elétrons de 150 eV incide sobre um filme fino de material policristalino. Uma chapa fotográfica é colocada 10 cm após o filme e nela formam-se anéis devido à interação do feixe espalhado com o material da chapa. O anel mais intenso observado possui raio de 17,3 cm. Determine o espaçamento entre os planos atômicos responsáveis pela difração dos elétrons nesse experimento. R: 1 Å

9. Considere, como na figura ao lado, elétrons atingindo em ângulo reto a superfície de um cristal de níquel e sofrendo difração de Bragg de primeira ordem num ângulo de Bragg  $\theta_B$ . Dado que a separação atômica no cristal de níquel é de  $D = 2,15 \text{ \AA}$  e que a rede cristalina do níquel é quadrada, calcule:



- (a) o comprimento de onda de de Broglie dos elétrons.  
 (b) a energia cinética dos elétrons.

10. Considere um experimento em que um feixe de elétrons incide sobre uma placa contendo duas fendas (A e B). O comprimento de onda de de Broglie dos elétrons é comparável às dimensões das fendas. Além da placa há uma chapa fotográfica. Para cada um dos seguintes casos, esboce um gráfico representando o número relativo de colisões de elétrons sobre a chapa como função da posição ao longo da chapa e forneça uma justificativa para o seu esboço:



- (a) fenda A aberta, fenda B fechada;  
 (b) fenda B aberta, fenda A fechada;  
 (c) ambas as fendas abertas;
11. Usando o princípio da incerteza, estime a energia cinética mínima (em MeV) de um nucleon (próton ou nêutron) confinado dentro de um núcleo de raio  $R = 5$  Fermi.