



## FSC 5506 - Estrutura da Matéria I

---

### 3a. Lista de exercícios

1. A resolução máxima atingida por um microscópio é limitada apenas pelo comprimento de onda usado; isto é, o menor detalhe que pode ser distinguido é aproximadamente igual ao comprimento de onda. Suponhamos que queiramos "ver" o interior de um átomo. Supondo que o seu diâmetro é  $1 \text{ \AA}$ , isto significa que queremos ter uma resolução de  $0,1 \text{ \AA}$ . (a) Se usarmos um microscópio eletrônico, qual é a energia mínima para os elétrons? (b) Se utilizarmos um microscópio de fótons, qual é a energia necessária para os fótons? Em que região do espectro eletromagnético estão estes fótons? Qual dos microscópio parece mais prático para este objetivo? Explique.
2. Os elétrons de um microscópio eletrônico são acelerados por uma diferença de potencial  $V_0$  que faz com que seu comprimento de onda seja  $0,04 \text{ nm}$ . Qual é o valor de  $V_0$ ?
3. Calcule o comprimento de onda de uma partícula com  $4,5 \text{ keV}$  supondo que se trata (a) de um elétron e (b) de um próton.
4. De acordo com a mecânica estatística, a energia cinética média de uma partícula a uma temperatura  $T$  é  $(3/2)kT$ , onde  $k$  é a constante de Boltzmann. Qual é o comprimento de onda das moléculas de nitrogênio (principal componente do ar) à temperatura ambiente?
5. Um próton se move livremente entre duas paredes rígidas separadas por uma distância  $L = 0,01 \text{ nm}$ . (a) Se o próton é representado por uma onda estacionária unidimensional, com um nó em cada parede, mostre que os valores permitidos do comprimento de onda são dados por  $\lambda = 2L/n$ , onde  $n$  é um número inteiro positivo. (b) Encontre uma expressão geral para a energia cinética do próton e determine os valores desta energia para  $n = 1$  e  $n = 2$ .
6. Informações são transmitidas através de um cabo, na forma de pulsos elétricos, a uma taxa de  $100.000$  pulsos/s. (a) Qual a maior duração que os pulsos podem ter sem que haja superposição entre eles? (b) Para esta duração, qual deve ser a banda passante mínima do receptor?
7. A frequência natural de um certo diapasão é  $880 \text{ Hz}$ . Se o diapasão é golpeado com um pequeno martelo e um quarto de segundo mais tarde é envolvido com uma flanela, qual é, aproximadamente, a faixa de frequências contida no pulso sonoro emitido pelo diapasão?
8. (a) Você é encarregado de montar um experimento de duas fendas usando elétrons de  $5 \text{ eV}$ . Se você deseja que o primeiro mínimo da figura de difração seja observado para um ângulo de  $5^\circ$ , qual deve ser a distância entre as fendas? (b) A que distância das fendas deve estar o plano do detector para que a distância entre os primeiros mínimos de um lado e do outro do máximo central seja de  $1 \text{ cm}$ ?
9. Se um estado excitado de um átomo tem um tempo de vida de  $10^{-7} \text{ s}$ , qual é a indeterminação

da energia dos fótons emitidos por este átomo em uma transição espontânea para o estado fundamental?

10. O  $^{222}\text{Rn}$  decai por emissão de uma partícula  $\alpha$  com um tempo de vida de 3,823 dias. A energia cinética da partícula  $\alpha$  é de 5,490 MeV. Qual é a indeterminação nesta energia?
11. Em uma das histórias de G. Gamow, o herói Mr. Tompkins visita uma "selva quântica" onde  $h$  é muito grande, digamos 50 J·s. Nela, um observador vê passar um leopardo de 2 m de comprimento, 30 kg de massa a 40 m/s. Qual a indeterminação do ponto médio do leopardo? Como seria o aspecto do leopardo nestas circunstâncias?
12. O decaimento de átomos e núcleos a partir de estados excitados muitas vezes deixa o sistema em outro estado excitado de menor energia. (a) Um exemplo é o decaimento do núcleo do  $^{48}\text{Ti}$ . O estado excitado superior tem um tempo de vida de 1,4 ps e o estado excitado inferior um tempo de vida de 3,0 ps. Qual é a indeterminação relativa  $\Delta E/E$  da energia dos raios gama de 1,3117 MeV que são emitidos na transição do estado superior para o inferior? (b) Outro exemplo é a linha  $H_\alpha$  da série de Balmer do hidrogênio. Neste caso, o tempo de vida dos dois estados é praticamente o mesmo,  $10^{-8}$  s. Qual é a indeterminação da energia dos fótons responsáveis pela linha  $H_\alpha$  ?
13. No interior de um núcleo atômico, um nêutron está sujeito aos efeitos da interação nuclear forte e não pode se afastar mais do que aproximadamente 1 fm de outras partículas (prótons e nêutrons) presentes no núcleo. Qual é a energia cinética aproximada de um nêutron confinado a uma região com estas dimensões? Qual seria a energia cinética de um elétron confinado a uma região com as mesmas dimensões?