

## BIK0102-ESTRUTURA DA MATÉRIA- Lista de Exercícios

**Tópico 5 - Introdução à mecânica quântica: a radiação do corpo negro, a hipótese de quantização de Planck e o efeito fotoelétrico. Dualidade onda-partícula, comprimento de onda de De Broglie.**

1) No tubo de imagem de um velho aparelho de TV os elétrons são acelerados por uma diferença de potencial de 25 kV. Qual o comprimento de onda de de Broglie desses elétrons?

Resp.:  $\lambda = 7,75 \times 10^{-12}$  m

2) Os fótons dos raios  $\gamma$  emitidos durante o decaimento nuclear de um átomo de tecnécio-99 usado em produtos radiofarmacêuticos têm energia total igual a 140,511 keV. Calcule o comprimento de onda  $\lambda$  de um fóton desses raios  $\gamma$

Resp.:  $\lambda \approx 8,84$  pm

3) Um carro de massa 1550 kg viaja em uma rodovia a velocidade de 200 km/h. Qual e o comprimento de onda ( $\lambda$ ) do carro?

Resp.:  $\lambda \approx 7,691 \times 10^{-39}$  m

4) Qual é a energia de um *quantum* de luz que tem um comprimento de onda de 11,592 Å?

Resp.:  $E = 1,714 \times 10^{-16}$  J

5) O olho humano é mais sensível a luz verde, de comprimento de onda igual a 505 nm. Verificou-se em experiências que, quando pessoas são mantidas em um quarto escuro até que seus olhos se adaptem à escuridão, um único fóton de luz verde ativará as células receptoras nas camadas externas da retina.

(a) Qual a frequência desse fóton?

(b) Quanta energia (em joule e elétron-volt) ele fornece às células receptoras?

Resp.: (a)  $f \approx 5,94 \times 10^{14}$  Hz; (b)  $E \approx 3,94 \times 10^{-19}$  J = 2,46 eV

6) O comprimento de onda de de Broglie de um elétron é de 28nm. Determine:

(a) o módulo de seu momento linear;

(b) sua energia cinética em Joule e em elétron-Volt;

Resp.: (a)  $2,4 \times 10^{-26}$  kg·m·s<sup>-1</sup>; (b)  $3,16 \times 10^{-22}$  J =  $1,97 \times 10^{-3}$  eV

7) A difração de nêutrons é uma importante técnica para determinar a estrutura das moléculas. Calcule a velocidade de um nêutron que tem comprimento de onda característico de 0,955 Å. (massa do nêutron =  $1,67492716 \times 10^{-24}$  g)

Resp.:  $4,16 \times 10^3$  m/s

8) O que significa “dualidade partícula-onda”? Quais são suas implicações para nossa visão moderna de estrutura atômica?

9) Uma superfície de sódio é iluminada com radiação com um comprimento de onda de 300 nm. A função trabalho para o sódio é de 2,64 eV. Calcule:

(a) A energia cinética dos fotoelétrons ejetados;

(b) O comprimento de onda de corte para o sódio;

Resp.: (a)  $K_{\max} = 2.395 \times 10^{-19} = 1,495 \text{ eV}$  ; (b)  $\lambda \approx 469 \text{ nm}$

10) Qual é a frequência da luz necessária para arrancar elétrons de uma superfície limpa de Platina (função trabalho = 6.35 eV)?

Resp.:  $\nu \approx 1,535 \times 10^{15} \text{ Hz}$

11) Qual é a frequência da luz necessário para arrancar elétrons de uma superfície limpa de Sódio (função trabalho = 2.28 eV)?

Resp.:  $\nu \approx 5,513 \times 10^{14} \text{ Hz}$

12) Qual é o comprimento de onda da luz necessário para arrancar elétrons de uma superfície limpa de Prata (função trabalho = 4,7 eV)?

Resp.:  $\lambda \approx 264 \text{ nm}$

13) Um experimento é montado para demonstrar o efeito fotoelétrico para os metais sódio (Na) e ouro (Au). Para isso, uma radiação incidente com comprimento de onda de 300 nm é utilizada. Assumindo que a função trabalho do sódio tem o valor de  $4 \times 10^{-19} \text{ J}$  e a do ouro  $8 \times 10^{-19} \text{ J}$  por átomo, responda as questões a seguir.

(a) Represente qualitativamente, num único gráfico, como varia a energia cinética dos elétrons ejetados em função da frequência da radiação incidente para os dois metais;

(b) Determine se a radiação com comprimento de onda de 300 nm será capaz de retirar elétrons dos metais em questão.

(c) Se a intensidade da radiação luminosa fosse aumentada, qual seria o efeito sobre o resultado obtido no item "b"? Justifique sua resposta em termos do modelo proposto por Einstein para o efeito fotoelétrico.

14) A função trabalho do metal crômio é 4,37 eV. Que comprimento de radiação deve ser utilizado para provocar a emissão de elétrons com a velocidade de  $1,5 \times 10^3 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ ? Como o efeito fotoelétrico, exemplificado pela ejeção de um elétron pelo crômio, contribui para a elaboração do Modelo Atômico atual? Como é o modelo atômico aceito atualmente?

Resp.:  $E = 1,72 \times 10^{-18} \text{ J}$  e  $\lambda = 115 \text{ nm}$

15) A velocidade de um elétron emitido pela superfície de um metal iluminada por um fóton é  $3,6 \times 10^3 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ . (a) Qual é o comprimento de onda do elétron emitido? (b) A superfície do metal não emite elétrons até que a radiação alcance  $2,50 \times 10^{16} \text{ Hz}$ . Quanta energia é necessária para remover o elétron da superfície do metal? (c) Qual é o comprimento de onda da radiação que causa a foto emissão do elétron? (d) Que tipo de radiação eletromagnética foi usada?

Resp.: (a)  $2,02 \times 10^{-10} \text{ m}$  ; (b)  $1,66 \times 10^{-17} \text{ J}$  ; (c)  $\lambda = 8,6 \text{ nm}$  ; (d) Raios-X

16) (a) Quanta energia radiante é liberada, em  $\text{watt}/\text{cm}^2$ , por um forno elétrico com uma temperatura de 1000 K? (b) Se a área do forno for  $250 \text{ cm}^2$ , que potência, em watts, será emitida?

Resp.: (a)  $5,67 \text{ W}/\text{cm}^2$ ; (b) 1417 W

17) Se o ponto de fusão do ferro é 1540 °C, qual será o comprimento de onda (em nanômetros) que corresponde à intensidade máxima da radiação quando uma peça de ferro funde?

Resp.: 1600 nm

18) Descobriu-se, em 1965, que o universo é atravessado por radiação eletromagnética com o máximo em 1,05 mm (na região das microondas). Qual é a temperatura do universo no “vácuo”?

Resp.: 2,76 K