

FÍSICA IV

PROF. DR. DURVAL RODRIGUES JUNIOR

SUGESTÕES DE EXERCÍCIOS PARA A SEGUNDA AVALIAÇÃO

Como na Biblioteca do Campus I e do Campus II temos bom número de cópias do Halliday e poucas do Serway, os exercícios sugeridos são do Halliday, Vol. 4, 4ª Edição.

- Cap. 42 1E, 4E, 5E, 7P, 9E, 11E, 14P, 17E, 19E, 38E, 41E, 43E, 45E, 48P, 51P, 53P, 57P, 61P.
- Cap. 43 1E, 3E, 6P, 9P, 11P, 12P, 42E, 45E, 47E, 48P, 53P, 55E, 56E, 60E, 63E, 66P, 68P, 71P, 73E, 75E.
- Cap. 44 1E, 2E, 3E, 7E, 9P, 11P, 13P, 16P, 19E, 21E, 23E, 25E, 27P, 30E, 31E, 33E, 41E, 43E, 45E, 47P.
- Cap. 47 1E, 3P, 4E, 9E, 10E, 12E, 13E, 14E, 18E, 20P, 21P, 22P, 23P, 27E, 29E, 30E, 32E, 35P, 36P, 39P, 41P, 44P, 47E, 49P, 50P, 51P, 53E, 57P, 59P, 63E, 65P.
- Cap. 48 1E, 2E, 4E, 7E, 8E, 11P, 13P, 15E, 18P, 19P, 21P, 29E, 34E, 35E, 40E, 41E, 42P, 44P, 47P, 50P, 51P, 52E, 53P.

Física IV

Prof. Dr. Durval Rodrigues Junior

Sugestão de exercícios para P2

Corpo Negro

- 1) Calcular a energia de um fóton cuja frequência seja (a) $6,2 \cdot 10^{14}$ Hz, (b) 3,1 GHz, (c) 46 MHz. Dar as respostas em eV.
Resposta: (a) 2,57 eV, (b) $1,28 \cdot 10^{-5}$ eV, (c) $1,91 \cdot 10^{-7}$ eV.
- 2) Com a lei do deslocamento de Wien, calcular a temperatura superficial de uma estrela gigante vermelha que irradia com o pico de intensidade em $\lambda_{\text{máx}} = 650$ nm.
Resposta: $4,46 \cdot 10^3$ K.
- 3) Qual o comprimento de onda do pico de radiação emitida pelo corpo humano? Admitir que a temperatura do corpo seja 35°C e use a lei do deslocamento de Wien. Em que parte do espectro eletromagnético está este comprimento de onda?
Resposta: $9,35 \mu\text{m}$; infravermelho.

Efeito Fotoelétrico

- 4) A função trabalho do potássio é 2,24 eV. Se uma superfície de potássio metálico for iluminada por luz de comprimento de onda de 480 nm, achar (a) a energia cinética máxima dos fotoelétrons e (b) o limiar de comprimento de onda.
Resposta: (a) 0,350 eV; (b) 555 nm.
- 5) Quando o metal césio for iluminado por luz de comprimento de onda de 500 nm, os fotoelétrons emitidos terão a energia cinética máxima de 0,57 eV. Achar (a) a função trabalho do césio e (b) o potencial frenador se a luz incidente tiver o comprimento de onda de 600 nm.
Resposta: (a) 1,92 eV; (b) 0,159 V.
- 6) Duas fontes de luz são usadas em uma experiência de efeito fotoelétrico que visa determinar a função trabalho de certa superfície metálica. Quando é usada a luz verde de uma lâmpada de mercúrio ($\lambda = 546,1$ nm), o potencial retardador de 1,70 V reduz a fotocorrente a zero. a) Com essa medida qual é a função trabalho desse metal? (b) Qual o potencial frenador que seria observado se fosse usada a luz amarela de um tubo de descarga em hélio ($\lambda = 587,5$ nm) ?
Resposta: (a) 0,571 eV; (b) 1,54 V.

Efeito Compton

- 7) Calcular a energia e o momento de um fóton de comprimento de onda de 700 nm.
Resposta: 1,78 eV; $9,47 \cdot 10^{-28}$ Kg.m/s.
- 8) Qual o ângulo de espalhamento sob o qual o deslocamento do comprimento de onda de um raio X de 1 nm é 0,02%?
Resposta: $23,4^\circ$.
- 9) Um fóton de raios X com 0,03 nm é espalhado por um elétron livre. (a) Se o deslocamento no comprimento de onda do raio X for igual ao comprimento de onda Compton do elétron, qual será a energia cinética do elétron depois da colisão? (b) Qual sua velocidade?
Resposta: (a) 3,10 keV, (b) $0,110c = 32,9 \cdot 10^6$ m/s
- 10) Depois de espalhar o fóton de um raio X com 0,80 nm, um elétron livre recua com velocidade igual a $1,4 \cdot 10^6$ m/s. (a) Qual foi o deslocamento Compton no comprimento de onda do fóton? (b) Sob que ângulo o fóton foi espalhado?
Resposta: (a) $2,88 \cdot 10^{-12}$ m; (b) 101° .

Modelo Quântico do Átomo de Bohr

- 11) Use $r_n = \frac{n^2 \hbar^2}{mke^2}$ para calcular o raio da primeira, da segunda e da terceira órbita de Bohr no hidrogênio.
Resposta: 0,529 Å; 2,12 Å; 4,77 Å.
- 12) (a) Construir o diagrama de níveis de energia do íon He⁺ no qual Z = 2. (b) Qual a energia de ionização do He⁺?
Resposta: (a) $E_n = -\frac{54,4}{n^2} eV$, $n = 1, 2, 3, \dots$; (b) -54,4 eV.
- 13) Qual o raio da primeira órbita de Bohr no (a) He⁺, (b) Li²⁺ e (c) Be³⁺?
Resposta: (a) 0,265 Å; (b) 0,177 Å; (c) 0,132 Å.
- 14) Um fóton é emitido por um átomo de hidrogênio que sofre uma transição do estado n = 6 para o estado n = 2. Calcule (a) a energia, (b) o comprimento de onda e (c) a frequência do fóton emitido.
Resposta: (a) 3,03 eV; (b) 411 nm; (c) $7,32 \cdot 10^{14}$ Hz.
- 15) Ache a energia potencial e a energia cinética de um elétron no primeiro estado excitado do átomo de hidrogênio.
Resposta: -6,80 eV; +3,40 eV.

Propriedades Ondulatórias das Partículas

- 16) Calcular o comprimento de onda de de Broglie de a) um próton à velocidade de 10^6 m/s e b) uma pessoa de 75 kg que esteja correndo a 5 m/s.
Resposta: a) $3,97 \cdot 10^{-13}$ m; b) $1,77 \cdot 10^{-36}$ m.
- 17) Um elétron tem o comprimento de onda de de Broglie igual ao perímetro de um átomo de hidrogênio. Qual a energia cinética do elétron? Como esta energia se compara com a energia do átomo de hidrogênio no seu estado fundamental?
Resposta: 13,6 eV.
- 18) Num microscópio eletrônico, os elétrons são acelerados por 40.000 V. Qual seria, teoricamente, a menor distância entre dois objetos que poderia ser percebida no microscópio?
Resposta: 6,13 pm.
- 19) O poder de resolução de um microscópio é proporcional ao comprimento de onda da radiação usada. Para que seja possível "ver" um átomo, a resolução do microscópio usado deve ser de aproximadamente 10^{-11} m (0,1Å). a) Se forem usados elétrons (microscópio eletrônico), qual a energia cinética mínima que deveria ter os elétrons? b) Se forem usado fótons, qual a energia mínima do fótons para que se tenha resolução de 10^{-11} m?
Resposta: a) 15 keV; b) 124 keV.

Princípio da Incerteza

- 20) Uma fonte de luz é usada para determinar a localização de um elétron num átomo com uma precisão de 0,05 nm. Qual a incerteza na velocidade do elétron?
Resposta: $2,3 \cdot 10^6$ m/s.
- 21) Um próton tem uma energia cinética de 1 MeV. Se o seu momento for medido com uma incerteza de 5%, qual a incerteza mínima na posição?
Resposta: $9,08 \cdot 10^{-14}$ m.

- 22) Um garoto deixa uma pequenina pelota cair do alto de uma escada visando a um alvo no solo. a) mostre que, conforme o princípio da incerteza, o afastamento em relação ao alvo deve ser pelo menos

$$\Delta x = \left(\frac{\hbar}{m} \right)^{1/2} \left(\frac{H}{2g} \right)^{1/4}$$

onde H é a distância vertical inicial de cada pelota em relação ao solo e m a massa de cada pelota.

- b) Se $H = 2 \text{ m}$ e $m = 0,5 \text{ g}$, qual o valor de Δx ?

Resposta: $2,6 \cdot 10^{-16} \text{ m}$.

Introdução à Mecânica Quântica

- 23) Um elétron tem a função de onda

$$\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \text{sen} \left(\frac{2\pi x}{L} \right)$$

Achar a probabilidade de se encontrar o elétron entre $x=0$ e $x=L/4$.

Resposta: 0,250.

- 24) Uma partícula alfa pode ser imaginada como uma partícula que se move numa caixa com 10^{-14} m de largura (o diâmetro aproximadamente do núcleo). Usando este modelo estime a energia e o momento da partícula alfa no seu estado fundamental. A massa da partícula alfa é $4 \times 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Resposta: $0,516 \text{ MeV}$; $3,31 \cdot 10^{-20} \text{ kg.m/s}$

A Equação de Schrödinger

- 25) A função de onda de uma partícula confinada numa caixa unidimensional é dada por

$$\Psi(x) = A \text{sen} \left(\frac{n\pi x}{L} \right)$$

Usar a condição de normalização da função de onda para mostrar que a constante A é dada por

$$A = \sqrt{\frac{2}{L}}$$

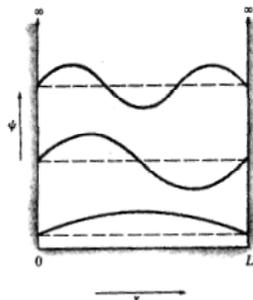
- 26) A função de onda de uma partícula é dada por

$$\Psi(x) = A \cos(kx) + B \text{sen}(kx)$$

onde, A, B e k são constantes. Mostrar que a função de onda é solução da equação de Schrödinger, admitindo que a partícula seja livre, e achar a energia da partícula.

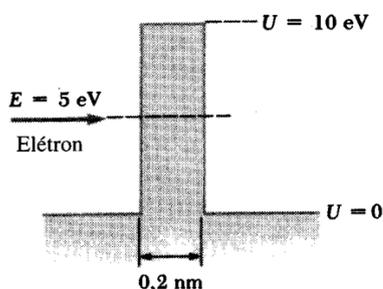
Resposta: $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$

- 27) Suponha que a partícula esteja confinada, no seu estado fundamental, numa caixa com paredes de alturas infinitas, como indicado na figura. Suponha então que a altura da barreira à esquerda seja, num certo instante, reduzida a uma altura finita. a) faça um gráfico qualitativo da função de onda da partícula em um pequeno intervalo de tempo depois do abaixamento. b) se a caixa tiver uma largura L , qual o comprimento de onda da onda que penetra a barreira?



Resposta: b) $2L$.

- 28) Um elétron de 5 eV incide sobre uma barreira que tem 0,2 nm de espessura e 10 eV de altura. a) Qual a probabilidade de o elétron tunelar através da barreira? b) Qual a probabilidade de o elétron ser refletido?



Resposta: $T = 1\%$; $R = 99\%$.

O Átomo de Hidrogênio

- 29) a) Determinar os números quânticos ℓ e m_ℓ do íon de He^+ no estado correspondente a $n = 3$. b) Qual a energia deste estado?
- 30) A função de onda de um elétron, no estado 1s do hidrogênio é

$$\Psi_{1s} = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$$

Qual a distância, ao núcleo H, e, que mais provavelmente se pode encontrar um elétron no estado 1s?

Resposta: $r = a_0$.

- 31)