

## Lista - Introdução à Física Quântica

### Física IV – Prof. Humberto

(exercícios do Halliday-Resnick e Tipler, Vol.4).

1. [H-R-38-8] Em condições ideais, o sistema de visão humano é capaz de perceber luz com um comprimento de onda de 550 nm se os fótons desta luz forem absorvidos pela retina à razão de pelo menos 100 fótons/segundo. Qual a potência luminosa absorvida pela retina nessas condições?

2. [H-R-38-9] Uma lâmpada ultravioleta emite luz com comprimento de onda 400 nm, com uma potência de 400 W. Uma lâmpada infravermelha emite luz com comprimento de onda 700 nm, também com uma potência de 400 W. (a) Qual das duas lâmpadas emite mais fótons por segundo? (b) Quantos fótons por segundo emite cada uma delas.

3. [H-R-38-17] (a) Se a função trabalho de um certo metal é 1,8 eV, qual é o potencial de corte de elétrons ejetados quando uma luz com comprimento de onda de 400 nm incide no metal? (b) Qual é a velocidade máxima dos elétrons ejetados ?

4. [H-R-38-19] (a) Uma placa de alumínio é iluminada por uma luz com comprimento de onda de 200 nm. No alumínio é necessária uma energia de 4,2 eV para que elétrons sejam ejetados. Qual é a energia (a) do elétron ejetado mais rápido. (b) Do elétron mais lento ? (c) Qual o potencial de corte? (d) Qual o comprimento de onda de corte?

5. [H-R-38-28] Um feixe de raios X com comprimento de onda 0,010 nm, no sentido positivo do eixo X, incide em um alvo que contém elétrons quase livres. Para o espalhamento Compton a 180° de um fóton por um desses elétrons, determine: (a) o deslocamento de Compton; (b) a variação da energia do fóton; (c) a energia cinética do elétron após o espalhamento; (d) o ângulo entre o semi-eixo X positivo e a direção do elétron após o espalhamento.

6. [Tipler 35-8] A energia cinética do elétron no estado fundamental do átomo de hidrogênio (estado de menor energia) é 13,6 eV. A sua energia potencial é -27,2 eV e sua energia total é -13,6 eV, o que leva a uma energia de ligação (energia necessária para remover o elétron do átomo) igual a 13,6 eV. Achar o comprimento de onda de de Broglie desse elétron.

7. [Tipler 35-23] Achar a energia do fóton dos três maiores comprimentos de onda da série de Balmer, e calcular os respectivos comprimentos de onda.

8. [Tipler 35-26] Um átomo de hidrogênio está no décimo estado excitado (n=11). De acordo como modelo de Bohr determine; (a) o raio da órbita, (b) o momento angular do elétron, (c) a energia cinética do elétron (d) a energia potencial do elétron (e) a energia total do elétron.

9. [(Tipler) 35-27] Usar a Eq.

$$\lambda = \frac{1,226}{\sqrt{K}}$$

para calcular o comprimento de onda de de Broglie de um elétron que tem as seguintes energias cinéticas: (a) 2,5 eV, (b) 250 eV, (c) 2,50 keV, (d) 250 keV.

10. [(Tipler) 35-31] Em um reator, um neutron térmico tem energia cinética da ordem de 0,02 eV. Calcular o comprimento de onda de de Broglie deste neutron a partir de

$$\lambda = \frac{hc}{\sqrt{2mc^2 K}}$$

onde  $mc^2 = 940 \text{ MeV}$  é a energia de repouso do nêutron.

11. [(H-R) 38-43 (adap)] Calcule o comprimento de onda de

- (a) um fóton com uma energia de 1,00 eV, e um eletron com energia de 1,0 eV.
- (b) um fóton com uma energia de 1,00 keV, e um eletron com energia de 1,0 keV.
- (c) um fóton com uma energia de 1,00 GeV e um eletron com energia de 1,0 GeV.

12. [(H-R) 38-44] Um eletron e um foton têm o mesmo comprimento de onda, 0,20 nm.

- (a) Calcule o momento (em kg.m/s) do eletron e do fóton. (b) Calcule a energia (em eV) do elétron e do fóton.

13. [(H-R) 38-49] Uma partícula não relativística está se movendo 3 vezes mais depressa que um elétron. A razão entre o comprimento de onda de de Broglie da partícula e o comprimento de onda de de Broglie do elétron é de  $1,813 \times 10^{-4}$ . Identifique a partícula, calculando sua massa.

[Equação de Schrödinger]

14. [(H-R) 38-53 (adap)] Mostre que

$$\psi(x) = Ae^{ikx} + Be^{-ikx}$$

é uma solução de

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = -k^2\psi$$

15. [(H-R) 38-55] Mostre que o número de onda  $k$  de uma partícula livre não relativística de massa  $m$  pode ser escrito na forma

$$k = \frac{2\pi\sqrt{2mK}}{h}$$

onde  $K$  é a energia cinética da partícula.

16. [(H-R) 38-57 (adap)] A função de onda

$$\psi(x) = \psi_0 e^{ikx}$$

Descreve uma partícula livre para a qual  $U(x) = 0$  na equação de Schrödinger. Suponha agora que  $U(x) = U_0$ , onde  $U_0$  é uma constante. Mostre que a função de onda acima continua a ser uma solução da equação de Schrödinger mas o valor do número de onda  $k$  da partícula passa a ser dado por

$$k = \frac{2\pi\sqrt{2m(E - U_0)}}{h}$$

17. [H-R-38-59]. Um elétron movendo-se ao longo do eixo  $x$  tem uma incerteza na posição  $\Delta x = 50 \times 10^{-12} \text{ m}$ . Qual é a menor indeterminação possível de  $p_x$ ?

Respostas:

1. [H-R-38-8].  $P = 3,61 \times 10^{-17} \text{ W}$
2. [H-R-38-9] (a) lâmpada infravermelha. (b)  $N_{UV} = 0,81 \times 10^{20}$  fótons/s.  
 $N_{IR} = 1,41 \times 10^{21}$  fótons/s.
3. [H-R-38-17] (a)  $V_{\text{corte}} = 1,3 \text{ V}$ . (b)  $v = 675 \text{ Km/s}$
4. [H-R-38-19] (a) 2,0 eV (b) 0 eV (c) 2,0 eV (d) 295 nm.
5. [H-R-38-28] (a)  $4,86 \times 10^{-3} \text{ nm}$ . (b)  $4,06 \times 10^4 \text{ eV}$  (c)  $4,06 \times 10^4 \text{ eV}$  (d)  $0^\circ$
6. [Tipler 35-8] 0,332 nm
7. [Tipler 35-23] i) 1,89 eV, 656,3 nm ii) 2,56 eV 484,9 nm, iii) 2,85 eV, 433,9 nm
8. [Tipler 35-26] (a) 6,40 nm (b)  $11,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  (c) 0,112 eV (d) -0,225 eV
9. (a) 0,775 nm (b) 0,0775 nm, 0,0245 nm (c) 2,50 keV, (d) 0,00775 nm
10. [(Tipler) 35-31] 0,202 nm
11. [(H-R) 38-43 (adap)] (a) 1240 nm (b) 1,226 nm, (c)  $1,240 \times 10^{-6} \text{ nm}$  (d)  $3,877 \times 10^{-5} \text{ nm}$
12. [(H-R) 38-44] fóton  $3,31 \times 10^{-24} \text{ kg.m/s}$ , elétron  $3,31 \times 10^{-24} \text{ kg.m/s}$  (b) elétron 37,6 eV, fóton  $6,20 \times 10^3 \text{ eV}$ .
13. [(H-R) 38-49]  $1,674 \times 10^{-27} \text{ kg}$  (próton)
14. [(H-R) 38-53 (adap)] literal
15. 15. [(H-R) 38-55] literal
16. 16. [(H-R) 38-57 (adap)] literal
17. 17. [H-R-38-59].  $2,11 \times 10^{-24} \text{ kg.m/s}$  (1,27 u.m.a . nm/s)