

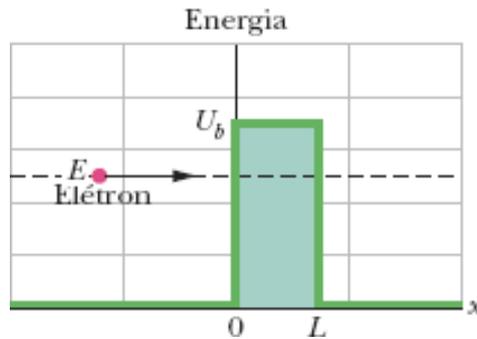
**LISTA 5 FÍSICA IV**  
**Mecânica Quântica EXERCÍCIOS ADICIONAIS (9 edição do Halliday)**

**Respostas no final**  
**Gabaritos na página do professor**

- 38.23 Uma placa de alumínio é iluminada por luz com um comprimento de onda de 200 nm. No alumínio, uma energia de 4,20 eV é necessária para que um elétron seja ejetado. Qual é a energia cinética (a) do elétron ejetado de maior velocidade? (b) E do elétron ejetado de menor velocidade? (c) Qual é o potencial de corte? (d) Qual é o comprimento de onda de corte do alumínio?
- 38.26 A luz solar pode ejetar elétrons da superfície de um satélite em órbita, carregando-o eletricamente; os projetistas de satélites procuram minimizar este efeito usando revestimentos especiais. Suponha que um satélite seja revestido de platina, um metal com uma função trabalho muito elevada ( $\Phi = 5,32$  eV). Determine o maior comprimento de onda da luz solar incidente que é capaz de ejetar elétrons de uma superfície revestida com platina.
- 38.33 Calcule a variação percentual da energia do fóton em uma colisão com um elétron livre inicialmente estacionário ( $v=0$ ) para  $\phi = 90^\circ$  e uma radiação (a) na faixa de micro-ondas, com  $\lambda = 3,0$  cm; (b) na faixa da luz visível, com  $\lambda = 500$  nm; (c) na faixa dos raios X, com  $\lambda = 25$  pm; (d) na faixa dos raios gama, com uma energia de 1,0 MeV por fóton. (e) Qual a sua conclusão a respeito da possibilidade de detectar o deslocamento de Compton nessas regiões do espectro eletromagnético, usando apenas o critério da perda de energia em um único espalhamento fóton-elétron?
- 38.51 A resolução de um microscópio depende do comprimento de onda usado; o menor objeto que pode ser resolvido tem dimensões da ordem do comprimento de onda. Suponha que estamos interessados em “observar” o interior do átomo. Como um átomo tem um diâmetro da ordem de 100 pm, isso significa que devemos ser capazes de resolver dimensões da ordem de 10 pm. (a) Se um microscópio eletrônico for usado para este fim, qual deverá ser, no mínimo, a energia dos elétrons? (b) Se um microscópio ótico for usado, qual deverá ser, no mínimo, a energia dos fótons? (c) Qual dos dois microscópios parece ser mais prático? Por quê?
- 38.54 Determine (a) a energia de um fóton com comprimento de onda de 1,00 nm, (b) a energia cinética de um elétron com comprimento de onda de de Broglie de 1,00 nm, (c) a energia de um fóton com comprimento de onda de 1,00 fm e (d) a energia cinética de um elétron com comprimento de onda de de Broglie de 1,00 fm.
- 38.55 Se o comprimento de onda de de Broglie de um próton é 100 fm, (a) qual é a velocidade do próton? (b) A que diferença de potencial deve ser submetido o próton para chegar a essa velocidade?
- 38.64 É sabido que os elétrons não se comportam como os planetas do sistema solar, movendo-se em órbitas definidas em torno do núcleo. Para compreender por que esse tipo de modelo não é realista, imagine que tentamos “observar” um elétron em órbita usando um microscópio para determinar a posição do elétron com uma precisão da ordem de 10 pm (um átomo típico tem um raio da ordem de 100 pm). Para isso, o comprimento de onda da radiação usada no microscópio deve ser da ordem de 10 pm. (a) Qual é a energia dos fótons correspondentes

a este comprimento de onda? (b) Que energia um desses fótons transfere a um elétron em uma colisão frontal? (c) O que o resultado do item (b) revela a respeito da possibilidade de “observar” um elétron em dois ou mais pontos de uma possível órbita? (Sugestão: A energia de ligação dos elétrons da última camada dos átomos é da ordem de alguns elétrons-volts.)

38.66 Considere uma barreira de energia potencial como a da figura cuja altura  $U_b$  é 6,0 eV e cuja largura  $L$  é 0,70 nm. Qual é a energia de elétrons incidentes para os quais o coeficiente de transmissão é 0,0010?



38.67 Prótons de 3,0 MeV incidem em uma barreira de energia potencial de 10 fm de espessura e 10 MeV de altura. Determine (a) o coeficiente de transmissão  $T$ , (b) a energia cinética  $K_t$  dos prótons que atravessam a barreira por efeito túnel, e (c) a energia cinética  $K_r$  dos prótons que são refletidos pela barreira. Dêuterons (partículas com a mesma carga que o próton e uma massa duas vezes maior) de 3,0 MeV incidem na mesma barreira. Determine os valores de (d)  $T$ , (e)  $K_t$  e (f)  $K_r$  nesse caso.

# RESPOSTAS (numeração da 9 edição Halliday)

16. 10 eV
17. 676 km/s
18. bário e lítio
19. (a) 1,3 V; (b)  $6,8 \times 10^2$  km/s
20.  $9,68 \times 10^{-20}$  A
21. (a) 3,1 keV; (b) 14 keV
22. 1,07 eV
23. (a) 2,00 eV; (b) 0; (c) 2,00 V; (d) 295 nm
24. (a)  $4,12 \times 10^{-15}$  eV·s; (b) 2,27 eV; (c) 545 nm
25. (a) 382 nm; (b) 1,82 eV
26. 233 nm
27. (a) 2,73 pm; (b) 6,05 pm
28. (a) 0,511 MeV/c; (b) 2,43 pm; (c)  $1,24 \times 10^{20}$  Hz
29. (a)  $8,57 \times 10^{18}$  Hz; (b)  $3,55 \times 10^4$  eV; (c) 35,4 keV/c
30. 2,64 fm
31. 300%
32. (a) +4,86 pm; (b) -40,6 keV; (c) 40,6 keV; (d)  $0^\circ$
33. (a)  $-8,1 \times 10^{-9}\%$ ; (b)  $-4,9 \times 10^{-4}\%$ ; (c) -8,9%; (d) -66%
34.  $3,0 \times 10^{-14}$  J
35. (a) 2,43 pm; (b) 1,32 fm; (c) 0,511 MeV; (d) 939 MeV
36. (a) 2,43 pm; (b) 4,86 pm; (c) 0,255 MeV
37. (a) 41,8 keV; (b) 8,2 keV
38. ---
39.  $44^\circ$
40. 1,1 keV
41. (a) 2,43 pm; (b)  $4,11 \times 10^{-6}$ ; (c)  $-8,67 \times 10^{-6}$  eV; (d) 2,43 pm; (e)  $9,78 \times 10^{-2}$ ; (f) -4,45 keV
42. (a) 38,8 pm; (b) 1,24 nm; (c) 906 fm
43. 7,75 pm
44. 9,76 kV
45. (a)  $1,9 \times 10^{-21}$  kg·m/s; (b) 346 fm
46. (a) 0,025 fm; (b)  $2,0 \times 10^2$
47. 4,3  $\mu$ eV
48.  $(4,0 \times 10^{-6})^0$
49. (a) 1,24  $\mu$ m; (b) 1,22 nm; (c) 1,24 fm; (d) 1,24 fm
50. (a)  $3,3 \times 10^{-24}$  kg·m/s; (b)  $3,3 \times 10^{-24}$  kg·m/s; (c) 38 eV; (d)  $6,2 \times 10^3$  eV
51. (a) 15 keV; (b) 120 keV
52. (a) 5,2 fm; (b) não; o comprimento de onda de de Broglie é muito menor que a distância de máxima aproximação
53. A partícula é um nêutron
54. (a) 1,24 keV; (b) 1,50 eV; (c) 1,24 GeV; (d) 1,24 GeV
55. (a)  $3,96 \times 10^6$  m/s; (b) 81,7 kV
56. ---
57. ---
58. (d)  $x = n(\lambda/2)$ , onde  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
59. ---
60. ---
61. ---
62. ---
63.  $2,1 \times 10^{-24}$  kg·m/s
64. (a) 124 keV; (b) 40,5 keV
65. o único valor surpreendente seria 12p.
66. 5,1 eV

## Capítulo 38

1. (a) 2,1  $\mu$ m; (b) infravermelho
2.  $8,6 \times 10^5$  m/s
3.  $1,0 \times 10^{45}$  fótons/s
4.  $1,7 \times 10^{21}$  fótons/m<sup>2</sup>·s
5. 2,047 eV
6. 2,11 eV
7.  $1,1 \times 10^{-10}$  W
8.  $3,3 \times 10^{18}$  fótons/s
9. (a)  $2,96 \times 10^{20}$  fótons/s; (b)  $4,86 \times 10^7$  m; (c)  $5,89 \times 10^{18}$  fótons/m<sup>2</sup>·s
10. (a) 3,61 kW; (b)  $1,00 \times 10^{22}$  fótons/s; (c) 60,2 s
11. (a) a infravermelha; (b)  $1,4 \times 10^{21}$  fótons/s
12.  $3,6 \times 10^{-17}$  W
13.  $4,7 \times 10^{26}$  fótons
14.  $6 \text{ s}^{-1}$
15. 170 nm

67. (a)  $9,02 \times 10^{-6}$ ; (b) 3,0 MeV; (c) 3,0 MeV; (d)  $7,33 \times 10^{-8}$ ; (e) 3,0 MeV; (f) 3,0 MeV  
68. (a)  $10^{104}$  anos; (b)  $2 \times 10^{-19}$  s  
69. (a) -20%; (b) -10%; (c) +15%  
70. (a) não; (b) frentes de onda de extensão infinita, perpendiculares ao eixo  $x$   
71. 5,9  $\mu\text{eV}$   
72. ---  
73. ---  
74. (a) 38,8 meV; (b) 146 pm  
75. (a) 73 pm; (b) 3,4 nm; (c) sim, porque o comprimento de onda médio de de Broglie é menor que a distância média entre eles  
76. (a)  $4,14 \times 10^{-15}$  eV s; (b) 2,31 eV  
77. ---  
78. ---  
79.  $1,7 \times 10^{-35}$  m  
80. (a) não; (b) 544 nm; (c) verde  
81. 0,19 m  
82. ---  
83. ---  
84.  $T = 10^{-2}$ , em que  $x = 7,2 \times 10^{39}$  ( $T$  é extremamente pequeno)