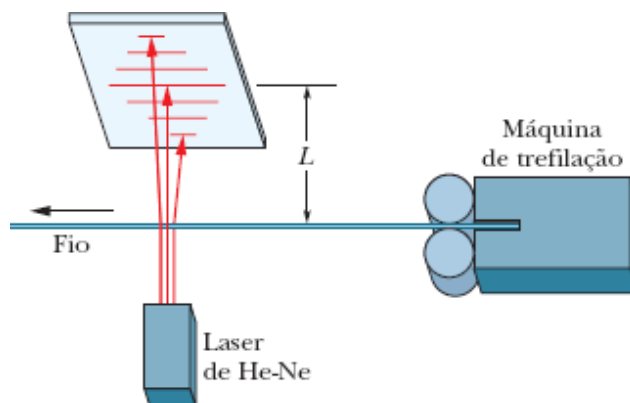


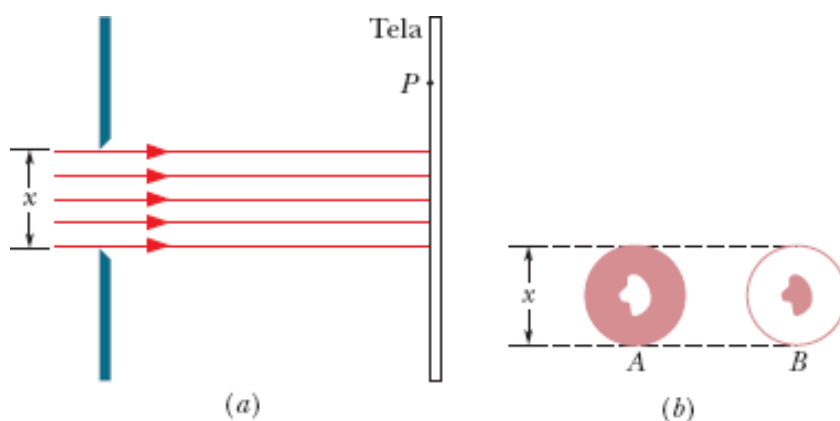
LISTA 3 FÍSICA IV
Difração EXERCÍCIOS ADICIONAIS (9 edição do Halliday)

Respostas no final
Gabaritos na página do professor

- 36.10** Os fabricantes de fios (e outros objetos de pequenas dimensões) às vezes usam um laser para monitorar continuamente a espessura do produto. O fio intercepta a luz do laser, produzindo uma figura de difração parecida com a que é produzida por uma fenda com a mesma largura que o diâmetro do fio (ver figura). Suponha que o fio seja iluminado com um laser de hélio-neônio, com um comprimento de onda de 632,8 nm, e que a figura de difração apareça em uma tela situada a uma distância $L = 2,60$ m do fio. Se o diâmetro desejado para o fio for 1,37 mm, qual deverá ser a distância observada entre os dois mínimos de décima ordem (um de cada lado do máximo central)?



- 36.16 O Princípio de Babinet.** Um feixe de luz monocromática incide perpendicularmente em um furo “colimador”, de diâmetro $x \gg \lambda$. O ponto P está na região de sombra geométrica, em uma tela distante (figura a). Dois objetos, mostrados na figura b, são colocados sucessivamente no furo colimador. O objeto “A” é um disco opaco com um furo central, e o objeto “B” é o “negativo fotográfico” de A (ou seja, onde tinha furo agora é opaco e onde era opaco agora tem furo). Use o conceito de superposição para mostrar que a intensidade da figura de difração no ponto P é a mesma para os dois objetos.

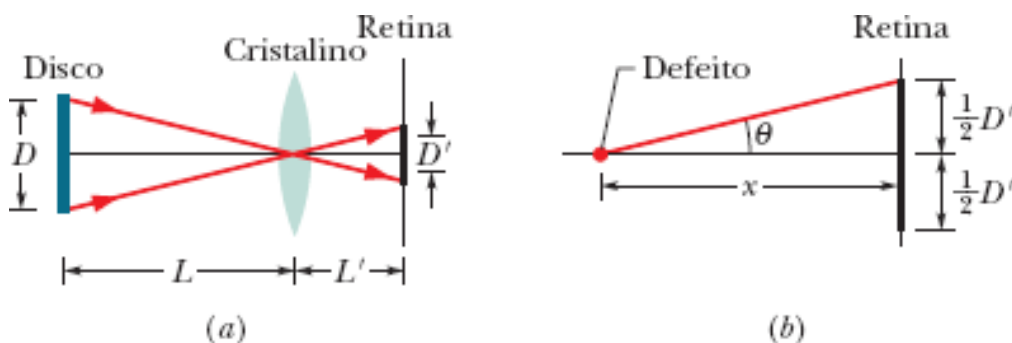


- 36.28** As cores das asas do besouro-tigre (figura) são produzidas pela interferência da luz difratada em camadas finas de uma substância transparente. As camadas estão concentradas em regiões com cerca de 60 μm de diâmetro, que produzem cores diferentes. As cores são uma mistura pontilhista de cores de interferência que varia de acordo com o ponto de vista do observador. De acordo com o critério de Rayleigh, a que distância máxima do besouro deve

estar um observador para que os pontos coloridos sejam vistos separadamente? Suponha que o comprimento de onda da luz é 550 nm e que o diâmetro da pupila do observador é 3,00 mm.

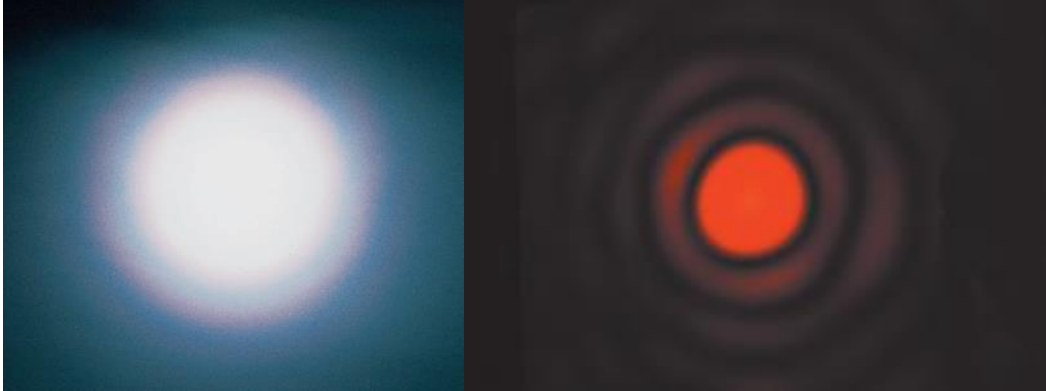


36.30 Moscas volantes. As moscas volantes que vemos quando olhamos para uma folha de papel em branco fortemente iluminada são figuras de difração produzidas por defeitos presentes no humor vítreo que ocupa a maior parte do globo ocular. A figura de difração fica mais nítida quando o papel é observado através de um pequeno orifício. Desenhando um pequeno disco no papel, é possível estimar o tamanho do defeito. Suponha que o defeito difrata a luz da mesma forma que uma abertura circular. Ajuste a distância L entre o disco e o olho (que é praticamente igual à distância entre o disco e o cristalino) até que o disco e a circunferência do primeiro mínimo da figura de difração tenham o mesmo tamanho aparente, ou seja, até que tenham o mesmo diâmetro D' na retina, situada a uma distância $L' = 2,0$ cm do cristalino, como mostra a figura a, na qual os ângulos dos dois lados do cristalino são iguais. Suponha que o comprimento de onda da luz visível é $\lambda = 550$ nm. Se o disco tem um diâmetro $D = 2,0$ mm, está a uma distância $L = 45,0$ cm do olho e o defeito está a uma distância $x = 6,0$ mm da retina (figura b), qual é o diâmetro do defeito?

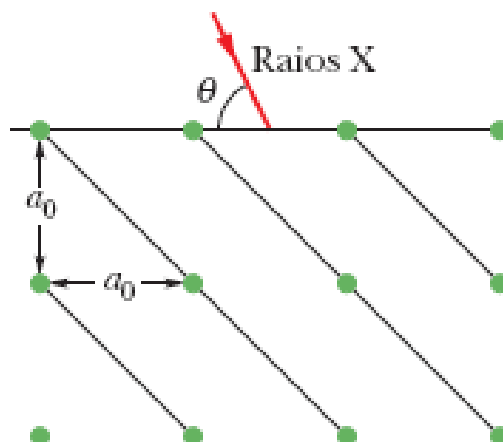


36.34 Um obstáculo de forma circular produz a mesma figura de difração que um furo circular de mesmo diâmetro (Princípio de Babinet veja o problema 16) (a não ser muito perto de $\theta = 0$). As gotas d'água em suspensão na atmosfera são um exemplo desse tipo de obstáculo. Quando observamos a Lua através de gotas d'água em suspensão, como no caso de um nevoeiro, o que vemos é a figura de difração formada por muitas gotas. A superposição dos máximos centrais de difração das gotas forma uma região clara que envolve a Lua e pode ocultá-la totalmente. A fotografia abaixo à esquerda foi tirada nessas condições. Existem dois anéis coloridos em torno da Lua (o anel maior pode ser fraco demais para ser visto na fotografia impressa). O anel menor corresponde à parte externa do máximo central de difração das gotas; o anel maior corresponde à parte externa do primeiro máximo secundário (veja qualquer figura de difração numa abertura circular, como na figura abaixo à direita). A cor é visível porque os anéis estão próximos dos mínimos de difração (anéis escuros). (As cores em outras partes da figura se superpõem e não podem ser vistas.)

- (a) Quais são as cores dos dois anéis? (b) O anel colorido associado ao máximo central na figura da esquerda tem um diâmetro angular igual a 1,35 vez o diâmetro angular da Lua, que é $0,50^\circ$. Suponha que todas as gotas têm o mesmo diâmetro. Qual é o diâmetro aproximado das gotas?



- 36.43** (a) Quantas franjas claras aparecem entre os primeiros mínimos da envoltória de difração à direita e à esquerda do máximo central em uma figura de difração de dupla fenda, se $\lambda = 550$ nm, $d = 0,150$ mm e $a = 30,0$ μm ?
 (b) Qual é a razão entre as intensidades da terceira franja clara e da franja central?
- 36.51** Uma rede de difração com 180 ranhuras/mm é iluminada com uma luz que contém apenas dois comprimentos de onda, $\lambda_1 = 400$ nm e $\lambda_2 = 500$ nm. O sinal incide perpendicularmente na rede. (a) Qual é a distância angular entre os máximos de segunda ordem dos dois comprimentos de onda? (b) Qual é o menor ângulo para o qual dois dos máximos se superpõem? (c) Qual é a maior ordem para a qual máximos associados aos dois comprimentos de onda estão presentes na figura de difração?
- 36.63** Suponha que os limites do espectro visível sejam fixados arbitrariamente em 430 e 680 nm. Calcule o número de ranhuras por milímetro de uma rede de difração em que o espectro de primeira ordem do espectro visível cobre um ângulo de $20,0^\circ$.
- 36.70** Na figura, a reflexão de primeira ordem nos planos indicados acontece quando um feixe de raios X com um comprimento de onda de 0,260 nm faz um ângulo de $63,8^\circ$ com a face superior do cristal. Qual é a dimensão a_0 da célula unitária?



RESPOSTAS (numeração da 9 edição Halliday)

11. 160°
12. (a) $2,33 \mu\text{m}$; (b) 6; (c) $15,2^\circ$; (d) $51,8^\circ$
13. (a) $0,18^\circ$; (b) $0,46 \text{ rad}$; (c) 0,93
14. (a) 0,256; (b) entre o centro e o primeiro mínimo
15. (d) $52,5^\circ$; (e) $10,1^\circ$; (f) $5,06^\circ$
16. ---
17. (b) 0; (c) $-0,500$; (d) $4,493 \text{ rad}$; (e) 0,930; (f) $7,725 \text{ rad}$;
(g) 1,96
18. 30 m
19. (a) 19 cm; (b) maior
20. 53 m
21. (a) $1,1 \times 10^4 \text{ km}$; (b) 11 km
22. (a) 50 m; (b) não; (c) um sinal inconfundível seria a iluminação das cidades no lado escuro da Terra
23. (a) $1,3 \times 10^{-4} \text{ rad}$; (b) 10 km
24. $31 \mu\text{m}$
25. 50 m
26. (a) 32 cm; (b) 2,7 m; (c) uma abertura de 2,7 m é impraticável; a resolução superior dos satélites militares se deve ao processamento das imagens em computador, que é capaz de remover boa parte dos efeitos da turbulência.
27. $1,6 \times 10^3 \text{ km}$
28. 27 cm
29. (a) $8,8 \times 10^{-7} \text{ rad}$; (b) $8,4 \times 10^7 \text{ km}$; (c) 0,025 mm
30. $91 \mu\text{m}$
31. (a) $0,346^\circ$; (b) $0,97^\circ$
32. (a) $6,8^\circ$; (b) não
33. (a) 17,1 m; (b) $1,37 \times 10^{-10}$
34. (a) os dois anéis são vermelhos; (b) 0,13 mm
35. 5
36. 13
37. 3
38. (a) $11,1 \mu\text{m}$; (b) 51; (c) 0° ; (d) $79,0^\circ$
39. (a) $5,0 \mu\text{m}$; (b) $20 \mu\text{m}$
40. 22
41. (a) $7,43 \times 10^{-3}$; (b) entre o mínimo correspondente a $m = 6$ (o sétimo) e o máximo correspondente a $m = 7$ (o sétimo máximo secundário); (c) entre o mínimo correspondente a $m = 3$ (o terceiro) e o mínimo correspondente a $m = 4$ (o quarto)
42. (a) 4; (b) todas as franjas claras múltiplas de quatro
43. (a) 9; (b) 0,255
44. $2 \mu\text{m}$
45. (a) $62,1^\circ$; (b) $45,0^\circ$; (c) $32,0^\circ$
46. 635 nm
47. 3
48. (a) 3; (b) $0,051^\circ$
49. (a) $6,0 \mu\text{m}$; (b) $1,5 \mu\text{m}$; (c) 9; (d) 7; (e) 6
50. 523 nm
51. (a) $2,1^\circ$; (b) 21° ; (c) 11
52. (a) a terceira (que se superpõe com a quarta); (b) a nona; (c) $41,5^\circ$; (d) $67,2^\circ$; (e) $73,1^\circ$
53. (a) 470 nm; (b) 560 nm
54. ---
55. $3,65 \times 10^3$

Capítulo 36

1. (a) 2,5 mm; (b) $2,2 \times 10^{-4} \text{ rad}$
2. 1,41
3. (a) 70 cm; (b) 1,0 mm
4. (a) diminui; (b) 11° ; (c) $0,23^\circ$
5. (a) 700 nm; (b) 4; (c) 6
6. (a) $0,430^\circ$; (b) 0,118 mm
7. $60,4 \mu\text{m}$
8. 41,2 m
9. 1,77 mm
10. 24,0 mm

56. (a) 23 100; (b) $28,7^\circ$
57. (a) $0,032^\circ/\text{nm}$; (b) $4,0 \times 10^4$; (c) $0,076^\circ/\text{nm}$; (d) $8,0 \times 10^4$; (e) $0,24^\circ/\text{nm}$; (f) $1,2 \times 10^5$
58. (a) 56 pm; (b) nenhuma
59. 0,15 nm
60. 491
61. (a) $10 \mu\text{m}$; (b) 3,3 mm
62. (a) $\tan \theta$; (b) 0,89
63. $1,09 \times 10^3$ ranhuras/mm
64. $2,9^\circ$
65. (a) 0,17 nm; (b) 0,13 nm
66. 39,8 pm
67. (a) 25 pm; (b) 38 pm
68. $6,8^\circ$
69. 0,26 nm
70. 0,570 nm
71. (a) $15,3^\circ$; (b) $30,6^\circ$; (c) $3,1^\circ$; (d) $37,8^\circ$
72. (a) 130 pm; (b) 3; (c) 97,2 pm; (d) 4
73. (a) $0,7071a_0$; (b) $0,4472a_0$; (c) $0,3162a_0$; (d) $0,2774a_0$; (e) $0,2425a_0$
74. (a) $1,3 \times 10^{-4}$ rad; (b) 21 m
75. (a) 625 nm; (b) 500 nm; (c) 416 nm
76. $4,84 \times 10^3$
77. 3,0 mm
78. 11
79. ---
80. $30,5 \mu\text{m}$
81. ---
82. ---
83. (a) 13; (b) 6
84. 9,0
85. 59,5 pm
86. 6,1 mm
87. 4,9 km
88. 3,3
89. $1,36 \times 10^4$
90. 53,4 cm
91. 2
92. 4×10^{-13}
93. 4,7 cm
94. 500 nm
95. ---
96. 691 nm
97. 36 cm
98. 164 m
99. (a) a quarta; (b) a sétima