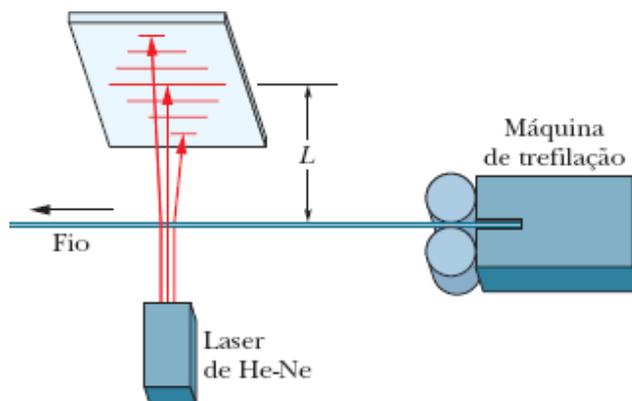


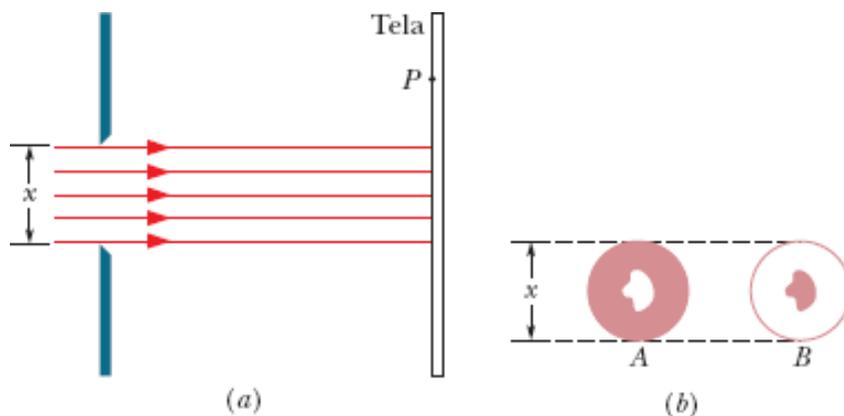
LISTA 3 FÍSICA IV  
Difração EXERCÍCIOS ADICIONAIS (9 edição do Halliday)

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.

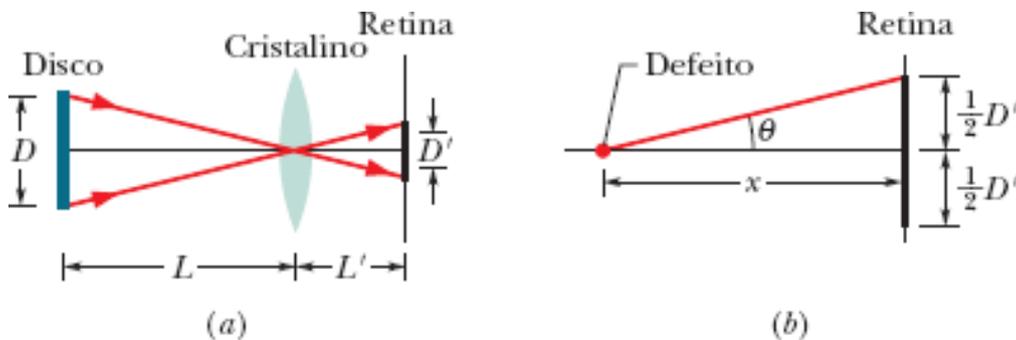


- 36.28** As cores das asas do besouro-tigre (figura) são produzidas pela interferência da luz difratada em camadas finas de uma substância transparente. As camadas estão concentradas em regiões com cerca de 60  $\mu\text{m}$  de diâmetro, que produzem cores diferentes. As cores são uma mistura pontilhista 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.

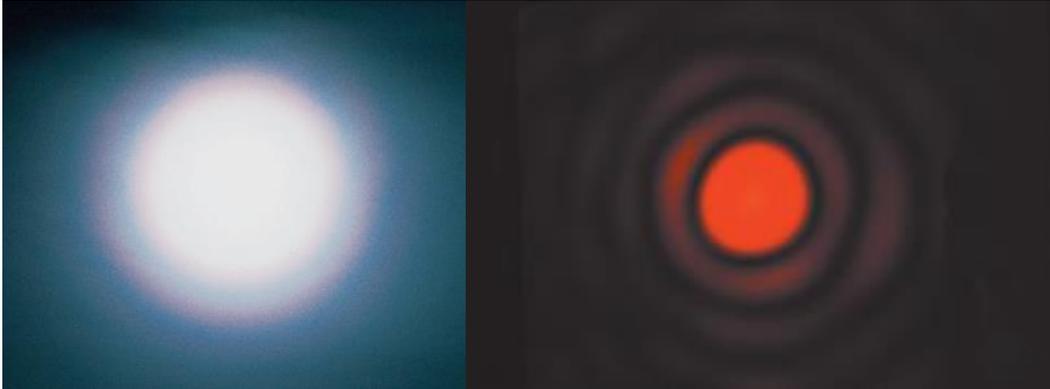


**36.30 Moscas volantes.** As moscas volantes que vemos quando olhamos para uma folha de papel em branco fortemente iluminada são figuras de difração produzidas por defeitos presentes no humor vítreo que ocupa a maior parte do globo ocular. A figura de difração fica mais nítida quando o papel é observado 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?

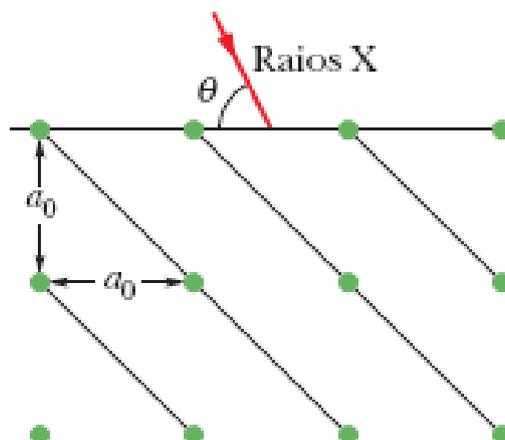


**36.34** Um obstáculo de forma circular produz a mesma figura de difração que um furo circular de mesmo diâmetro (Princípio de Babinet veja o problema 16) (a não ser muito perto de  $\theta = 0$ ). As gotas d'água em suspensão na atmosfera são um exemplo desse tipo de obstáculo. Quando observamos a 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  $a = 30,0$   $\mu\text{m}$ ?  
 (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.  $160^\circ$
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)  $0^\circ$ ; (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)  $21^\circ$ ; (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)  $11^\circ$ ; (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°  
57. (a) 0,032°/nm; (b)  $4,0 \times 10^4$ ; (c) 0,076°/nm; (d)  $8,0 \times 10^4$ ; (e) 0,24°/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°  
65. (a) 0,17 nm; (b) 0,13 nm  
66. 39,8 pm  
67. (a) 25 pm; (b) 38 pm  
68. 6,8°  
69. 0,26 nm  
70. 0,570 nm  
71. (a) 15,3°; (b) 30,6°; (c) 3,1°; (d) 37,8°  
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.  $4 \times 10^{-13}$   
93. 4,7 cm  
94. 500 nm  
95. ---  
96. 691 nm  
97. 36 cm  
98. 164 m  
99. (a) a quarta; (b) a sétima