

Física IV - Difração

LISTA 11: Difração e interferência, experimento de dupla fenda de Young, espectroscopia, etc.

Código: FSC 5194

Professor: Massayuki Kondo, sala 102, Dept. Física, UFSC

Homepage: www.atomobrasil.com

Problema 1

À noite, muitas pessoas veem anéis (conhecidos como halos entópticos) em volta de fontes luminosas intensas, como lâmpadas de rua. Esses anéis são os primeiros máximos laterais de figuras de difração produzidas por estruturas existentes na córnea (ou, possivelmente, no cristalino) do olho do observador. (Os máximos centrais das figuras de difração não podem ser vistos porque se confundem com a luz direta da fonte.) (a) Os anéis aumentam ou diminuem quando uma lâmpada azul é substituída por uma lâmpada vermelha? (b) No caso de uma lâmpada branca, a parte externa dos anéis é azul ou vermelha?

Problema 2

A abaixo mostra uma linha vermelha e uma linha verde pertencentes à mesma ordem da figura de difração produzida por uma rede de difração. Se o número de ranhuras da rede é aumentado (removendo, por exemplo, uma fita adesiva que cobria metade das ranhuras), (a) a meia largura das linhas aumenta, diminui ou permanece constante? (b) A distância entre as linhas aumenta, diminui ou permanece constante? (c) As linhas se deslocam para a direita, se deslocam para a esquerda ou permanecem no mesmo lugar? (d) Para que lado das linhas está a ordem zero da difração?



Figura 1: Espectroscopia por difração

Problema 3

a) A figura 2a mostra as linhas produzidas por duas redes de difração, A e B, para o mesmo comprimento de onda da luz incidente; as linhas pertencem à mesma ordem e aparecem para os mesmos ângulos θ . Qual das redes possui o maior número de ranhuras? b) A figura 2b mostra as linhas de duas ordens produzidas por uma rede de difração usando luz de dois comprimentos de onda, ambos na região vermelha do espectro. Qual dos pares de linhas pertence à ordem com o maior valor de m , o da esquerda ou o da direita? (c) O centro da figura de difração está do lado esquerdo ou do lado direito na figura 2a? (d) O centro da figura de difração está do lado esquerdo ou do lado direito na figura 2b?

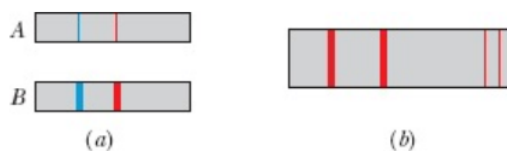


Figura 2: Espectroscopia por difração

Problema 4

Ondas sonoras com uma frequência de 3000 Hz e uma velocidade de 343 m/s passam pela abertura retangular de uma caixa de som e se espalham por um grande auditório de comprimento $d = 100 \text{ m}$. A abertura,

31 que tem uma largura horizontal de 30.0 cm , está voltada para uma parede que fica a 100 metros de distância,
 32 figura 3. Ao longo dessa parede, a que distância do eixo central está o primeiro mínimo de difração, posição
 33 na qual um espectador terá dificuldade para o ouvir o som? (Ignore as reflexões.)

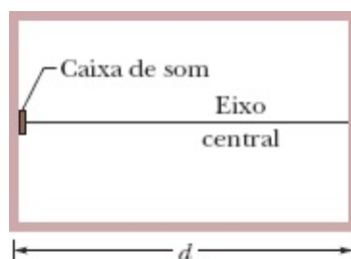


Figura 3: Difração de ondas sonoras

34 Problema 5

35 Os fabricantes de fios (e outros objetos de pequenas dimensões) às vezes usam um laser para monitorar
 36 continuamente a espessura do produto. O fio intercepta a luz do laser, produzindo uma figura de difração
 37 parecida com a que é produzida por uma fenda com a mesma largura que o diâmetro do fio, figura 4.
 38 Suponha que o fio seja iluminado com um laser de hélio-neônio, com um comprimento de onda de $632,8$
 39 nm , e que a figura de difração apareça em uma tela situada a uma distância $L = 2,60\text{ m}$ do fio. Se o diâmetro
 40 desejado para o fio for $1,37\text{ mm}$, qual deverá ser a distância observada entre os dois mínimos de décima
 41 ordem (um de cada lado do máximo central)

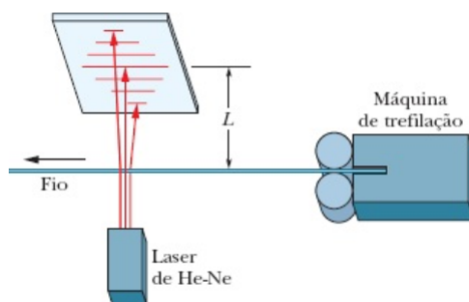


Figura 4: Princípio de Babinet, difração por obstáculo

42 Problema 6

43 Mostre que os valores de α para os quais a intensidade da figura de difração de uma fenda é máxima podem
 44 ser calculados derivando a relação $\frac{I}{I_0} = \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha}\right)^2$ em relação a α e igualando o resultado a zero (lembre-se
 45 que $\alpha = \phi/2$, onde ϕ é a diferença de fase entre fonte diametralmente afastadas), o que leva à equação
 46 $\tan \alpha = \alpha$. Para determinar os valores de α que satisfazem essa equação, grafique a curva $y = \tan \alpha$ e a
 47 linha reta $y = \alpha$ e determine as interseções entre a reta e a curva, ou use uma calculadora para encontrar
 48 por tentativas os valores corretos de α .

49 Problema 7

50 O Princípio de Babinet. Um feixe de luz monocromática incide perpendicularmente em um furo “colima-
 51 dor”, de diâmetro $x \gg \lambda$. O ponto P está na região de sombra geométrica, em uma tela distante como
 52 mostrado na figura abaixo. Dois objetos, mostrados na figura b, são colocados sucessivamente no furo
 53 colimador. A é um disco opaco com um furo central, e B é o “negativo fotográfico” de A. Use o conceito
 54 de superposição para mostrar que a intensidade da figura de difração no ponto P é a mesma para os dois
 55 objetos.

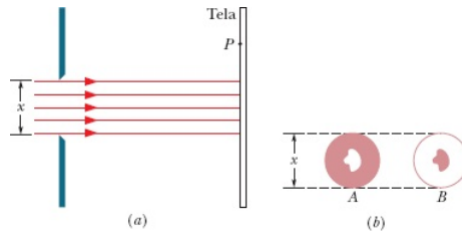


Figura 5: Princípio de Babinet

56 **Problema 8**

57 A largura total à meia altura (LTMA) de um máximo central de difração é definida como o ângulo entre
 58 os dois pontos nos quais a intensidade é igual a metade da intensidade máxima, como mostra a figura
 59 abaixo. (a) Mostre que a intensidade é metade da intensidade máxima para $\sin \alpha^2 = \alpha^2/2$. (b) Verifique se
 60 $\alpha = 1.39rad$ (aproximadamente 80°) é uma solução para a equação transcendental do item (a). (c) Mostre
 61 que a LTMA é dada por $\Delta\theta = 2 \times \text{Arcsen}(0,443\lambda/a)$, em que a é a largura da fenda. Calcule a LTMA do
 62 máximo central para fendas cujas larguras correspondem a (d) $1,00\lambda$, (e) $5,0\lambda$ e (f) $10,0\lambda$.

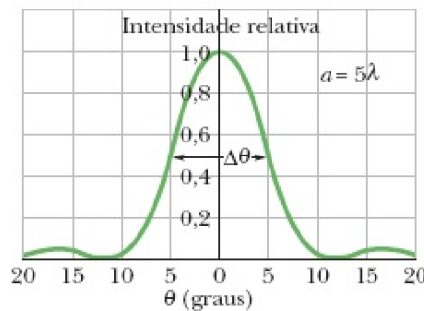


Figura 6: Largura da franja de difração a meia altura

63 **Problema 9**

64 Uma luz com um comprimento de onda de 440 nm passa por um sistema de dupla fenda e produz uma
 65 figura de difração cujo gráfico de intensidade I em função da posição angular θ aparece na figura abaixo.
 66 Determine (a) a largura das fendas e (b) a distância entre as fendas. (c) Verifique se as intensidades máximas
 67 indicadas para as franjas de interferência com $m = 1$ e $m = 2$ estão corretas.

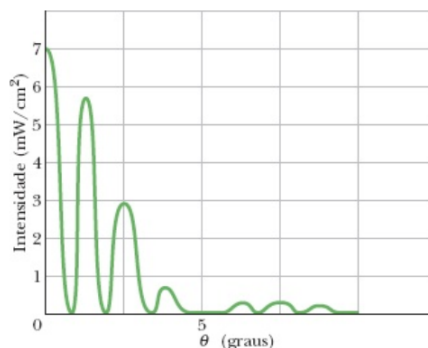


Figura 7: Reflexão de luz incidente

68 **Problema 10**

69 Suponha que os limites do espectro visível sejam fixados arbitrariamente em 430 e 680 nm. Calcule o
 70 número de ranhuras por milímetro de uma rede de difração em que o espectro de primeira ordem do espectro

71 visível cobre um ângulo de 20.08° .

72 Problema 11

73 A linha D do espectro do sódio é um dubleto com comprimentos de onda 589,0 e 589,6 nm. Calcule o
74 número mínimo de ranhuras necessário para que uma rede de difração resolva este dubleto no espectro de
75 segunda ordem

76 Problema 12

77 A abaixo mostra um gráfico da intensidade em função da posição angular θ para a difração de um feixe
78 de raios X por um cristal. A escala do eixo horizontal é definida por $\theta_s = 2,00^\circ$. O feixe contém dois
79 comprimentos de onda e a distância entre os planos refletora é 0,94 nm. Determine (a) o menor e (b) o
80 maior comprimento de onda do feixe.

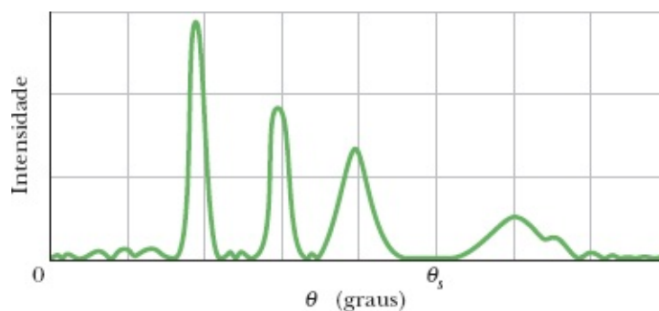


Figura 8: Difração de raios X por dois feixes de comprimentos de onda diferentes

81 _____

82 **Observação:** Com base nos conceitos discutidos em aula, aconselho que escolham mais alguns problemas
83 dos livros citados nas referências bibliográficas.

84 Referências

85 **bibliografia:** 1) Halliday/Resnick/Krane (Física IV) 10^a edição. 2) TIPLER, Volume 2, Eletricidade e
86 Magnetismo e óptica, Terceira edição. 3) MOYSES NUSSENZVEIG Física (IV), 4) JAMES HARTLE
87 (Relatividade Geral) 5) BERNARD SCHUTZ (A first course in General Relativity) 2^a edição, 6) Modern
88 Optics - Robert Guenther, editora Wiley.