Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física
Departamento de Física
FIS01044
UNIDADE III

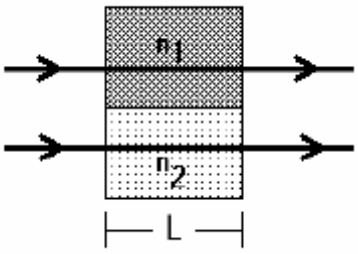
Interferência

Lista de Problemas

Problemas extraídos de "HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de física 4: ótica e física moderna.** 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996, cap. 40". O número do problema no original é indicado entre parêntesis.

1) (1) O comprimento de onda da luz amarela de sódio no ar é 589 nm.
   a) Qual é a freqüência?
   b) Qual é o comprimento de onda em um vidro cujo índice de refração é 1,52?
   c) A partir dos resultados (a) e (b), determine a velocidade da luz neste vidro.
   (Resposta: (a) $5{,}1\times10^{14}$ Hz; (b) 387,5 nm; (c) $1{,}97\times10^{8}$ m/s.)

2) (11) Na figura abaixo, duas ondas luminosas no ar de comprimento de onda 400 nm estão inicialmente em fase. A primeira atravessa um bloco de vidro de espessura L e índice de refração $n_1 = 1{,}60$. A segunda atravessa um bloco de plástico com a mesma espessura e índice de refração $n_2 = 1{,}50$.
   a) Qual é o menor valor de L para que as ondas saiam dos blocos com uma diferença de fase de 5,65 rad?
   b) Se as ondas forem superpostas em uma tela, qual será o tipo de interferência resultante?
   (Resposta: (a) 3,60 μm; (b) $I/I_{max} = 90{,}3$ %.)



3) (12) Na figura do Probl. 2, duas ondas têm um comprimento de onda de 500 nm no ar. Determine a diferença de fase em comprimentos de onda, depois que as ondas atravessarem os meios 1 e 2, se:
   a) $n_1 = 1{,}50$, $n_2 = 1{,}60$ e $L = 8{,}50$ μm;
   b) $n_1 = 1{,}62$, $n_2 = 1{,}72$ e $L = 8{,}50$ μm;
   c) $n_1 = 1{,}59$, $n_2 = 1{,}79$ e $L = 3{,}25$ μm.
   d) Suponha que, em cada uma destas situações, as ondas sejam sobrepostas em uma tela. Descreva os tipos de interferências produzidas.
   (Resposta: (a) 1,7; (b) 1,7; (c) 1,3.)

4) (13) Na figura do Probl. 2, duas ondas luminosas de comprimento de onda 620 nm estão inicialmente defasadas de π rad. Os índices de refração do meio são $n_1 = 1{,}45$ e $n_2 = 1{,}65$.
   a) Qual o menor valor de L para que as ondas estejam em fase depois de passar pelos dois meios?
   b) Qual o segundo menor valor de L para que isto aconteça ?
   (Resposta: (a) 1,55 μm; (b) 4,65 μm.)

5) (15) Duas fendas paralelas a 7,70 μm de distância uma da outra são iluminadas com luz verde monocromática de comprimento de onda 550 nm. Calcule a posição angular da franja clara de terceira ordem ($m = 3$) (a) em radianos e (b) em graus.
   (Resposta: (a) 0,216 rad; (b) 12,40°.)

6) (17) Se a distância d entre as fendas em uma experiência de Young é multiplicada por dois, por que fator deve ser multiplicada a distância D até a tela de observação, para que o espaçamento entre as franjas continue o mesmo ?
   (Resposta: por um fator de 2.)

7) (18) A experiência de Young é executada com luz azul-esverdeada de comprimento de onda 500 nm. A distância entre as fendas é 1,20 mm e a tela de observação está a 5,40 m das fendas. Qual é o espaçamento entre as franjas claras ?
   (Resposta: 2,25 mm.)

8) (20) Em uma experiência de Young executada com a luz amarela do sódio ($\lambda = 589$ nm), o espaçamento entre as franjas de interferência é de $3{,}50\times10^{-3}$ rad. Para que comprimento de onda o espaçamento angular será 10% maior ?
   (Resposta: 648 nm.)

9) (21) Em uma experiência de Young, a distância entre as fendas é 100 vezes o valor do comprimento de onda da luz usada para iluminá-las.
   a) Qual é a separação angular em radianos entre o máximo de interferência central e o máximo mais próximo?
   b) Qual é a distância entre esses máximos, se a tela de observação estiver a 50,0 cm de distância das fendas ?
   (Resposta: (a) 0,01 rad, (b) 5,00 mm.)

10) (23) Em uma experiência de Young, usando-se a luz amarela do sódio ($\lambda = 589$ nm), o espaçamento entre as franjas de interferência é de 0,20°. Qual será o espaçamento entre as franjas se todo o conjunto for mergulhado em água ($n = 1{,}33$)?
   (Resposta: 0,15°.)

11) (24) Em uma experiência de Young, a distância entre as fendas é 5,0 mm, e as fendas estão a 1,0 m da tela de observação. Duas figuras de interferência podem ser vistas na tela, uma produzida por uma luz com comprimento de onda de 480 nm e outra por uma luz com comprimento de onda de 600 nm. Qual é a distância na tela entre as franjas de terceira ordem ($m = 3$) das duas figuras de interferência?
   (Resposta: 0,072 mm.)

12) (25) Em uma experiência de Young realizada com ondas na água, as fontes de vibração estão em fase, e a distância entre elas é 120 mm. A distância entre dois máximos adjacentes, medida a

2,00 m dos vibradores, é 180 mm. Se a velocidade das ondas é 25,0 cm/s, calcule a freqüência das vibradores.

(Resposta: 23,1 Hz.)

13) (26) Se a distância entre o primeiro e o décimo mínimo de interferência em uma experiência de Young é 18 mm, a distância entre as fendas é 0,15 mm e a distância das fendas à tela é 50 cm, qual é o comprimento de onda da luz usada para produzir a figura de interferência ?

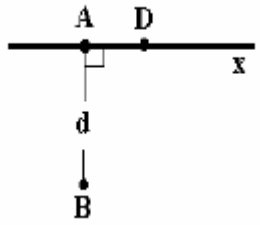
(Resposta: 600 nm.)

14) (33) Em uma experiência de Young, uma das fendas é coberta com uma lâmina de vidro com índice de refração 1,4, e a outra, com uma lâmina de vidro de índice de refração 1,7. O ponto da tela onde ficava o máximo central, antes de serem colocadas as lâminas de vidro, passa a ser ocupado pelo que era a franja clara correspondente a $m = 5$. Supondo que $\lambda = 480$ nm e que as duas placas possuem a mesma espessura t, determine o valor de t.

(Resposta: 8,0 μm.)

15) (40) A e *B* na figura abaixo são fontes pontuais de ondas eletromagnéticas de comprimento de onda 1,00 m. Elas estão em fase, separadas por uma distância $d = 4{,}00$ m e emitem ondas com a mesma potência. Se um detector *D* é deslocado para a direita ao longo do eixo x a partir do ponto *A*, a que distância de *A* os primeiros três máximos de interferência são detectados ? A intensidade do mínimo mais próximo é exatamente zero? Justifique. (*Sugestão*: A intensidade de uma onda produzida por uma fonte pontual diminui com a distância à partir da fonte.).

(Resposta: (a) 1,17; 3,00; 7,50; (b) Não, por falta de simetria.)



16) (47) Uma onda luminosa de comprimento de onda 585 nm incide perpendicularmente em uma superfície de sabão ($n = 1{,}33$) de espessura 1,21 μm suspensa no ar. A luz refletida pelas duas superfícies do filme sofre interferência destrutiva ou construtiva ?

(Resposta: construtiva.)

17) (48) Uma onda luminosa de comprimento de onda 624 nm incide perpendicularmente em uma película de sabão (com $n = 1{,}33$) suspensa no ar. Quais são as duas menores espessuras do filme para os quais as ondas refletidas pelo filme sofrem interferência construtiva ?

(Resposta: (a) 117,3 nm; (b) 351,9 nm.)

18) (50) A lente de uma câmara com índice de refração maior do que 1,30 é revestida com um filme fino transparente de índice de refração 1,25. Quer-se eliminar por interferência a reflexão de uma luz com comprimento de onda λ que incide perpendicularmente à lente. Determine a menor espessura possível do filme em função de λ.

(Resposta: 0,2 λ.)

19) (51) Um filme fino suspenso no ar tem 0,410 μm de espessura e é iluminado com luz branca perpendicularmente à sua superfície. O índice de refração do filme é 1,50. Para que

comprimentos de onda a luz visível refletida nas duas superfícies do filme sofrerá interferência construtiva?

(Resposta: 492 nm.)

20) (52) Os diamantes de imitação usados em jóias são feitos de vidro com índice de refração 1,50. Para que reflitam melhor a luz, costuma-se revesti-los com uma camada de monóxido de silício de índice de refração 2,00. Determine a menor espessura possível da camada para que uma onda de comprimento de onda 560 nm e incidência perpendicular sofra interferência construtiva ao ser refletida pelas suas duas superfícies.

(Resposta: 70 nm.)

21) (61) Um filme fino de acetona (índice de refração n = 1,25) cobre uma placa grossa de vidro (índice de refração n = 1,50). O conjunto é exposto à luz branca, com incidência perpendicular. Uma interferência destrutiva da onda refletida é observada para um comprimento de onda de 600 nm, e uma interferência construtiva é observada para 700 nm. Determine a espessura do filme de acetona.

(Resposta: 840 nm.)

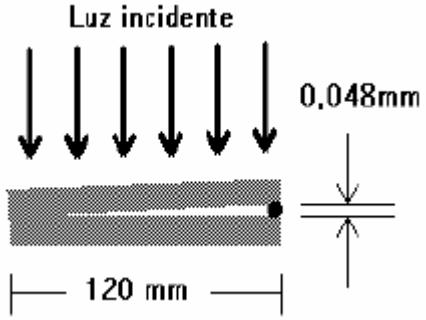
22) (62) Uma gota de óleo (n = 1,20) flutua na superfície da água (n = 1,33), como é mostrado na figura abaixo, e é observada de cima por luz refletida.

a) As regiões externas (menos espessas) da gota correspondem a uma região clara ou escura ?
b) Qual a espessura aproximada da gota no ponto em que é observada a terceira região azul a partir da borda da gota ?
c) Por que as cores gradualmente desaparecem à medida que a espessura do óleo aumenta?

(Resposta: (a) clara; (b) 594 nm tomando λ_{azul} = 475 nm; (c) Pense!)

23) (65) Na figura abaixo, uma fonte de luz de comprimento de onda 680 nm ilumina perpendicularmente duas placas de vidro de 120 mm de largura que se tocam em uma das extremidades e estão separadas por um fio de 48,0 μm de diâmetro na outra extremidade. Quantas franjas claras aparecem nesta extensão de 120 mm ?

(Resposta: 141.)



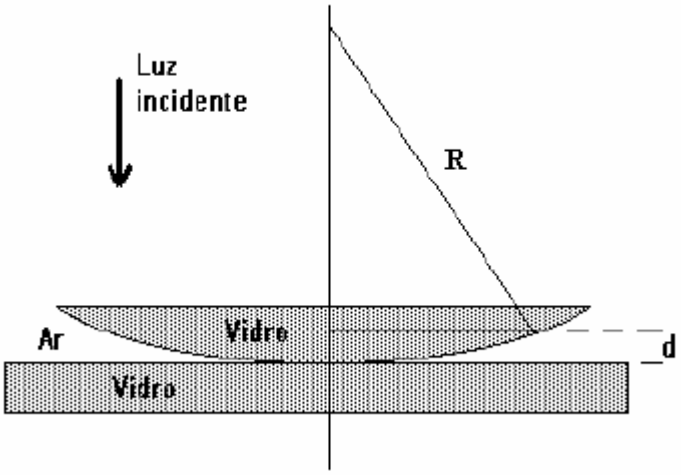
24) (66) Na figura acima, uma fonte de luz branca é usada para iluminar as placas.

a) Por que a região próxima do ponto onda as placas se tocam parece escura quando é observada de cima ?
b) À direita da região escura, em que parte do espectro visível ocorre a interferência destrutiva mais próxima?
c) Qual a cor vista por um observador no ponto em que essa interferência destrutiva ocorre?
(Resposta: (a) diferença de fase de ;(b) violeta; (c) verde.)

25) (70) Duas placas de vidro tocam-se ao longe de apenas uma das bordas. Uma luz de comprimento de onda de 480 nm incide perpendicularmente e é refletida pela superfície inferior da placa de cima e pela superfície superior da placa de baixo, produzindo uma série de franjas de interferência. Qual é a variação da distância entre as placas do ponto onde é observada a sexta franja até o ponto em que é observada a décima-sexta?
(Resposta: 2,4 μm.)

26) (71) Duas placas de vidro tocam-se ao longe de apenas uma das bordas. O conjunto é iluminado com luz monocromática e 4.001 franjas escura são observadas na luz refletida. Quando o ar entre as placas é retirado, formando-se vácuo, apenas 4.000 linhas são observadas. Use esse resultado para calcular o índice de refração do ar.
(Resposta: 1,00025.)

27) (72) A figura abaixo mostra uma lente com raio de curvatura R pousada em uma placa de vidro iluminada de cima por uma luz de comprimento de onda λ. Associadas à espessura variável d do filme de ar, aparecem franjas de interferência circulares (os chamados anéis de Newton). Determine os raios r dos círculos que correspondem aos máximos de interferência supondo que $r/R << 1$
(Resposta: $[(2m + 1)\, R/2]^{1/2}$.)

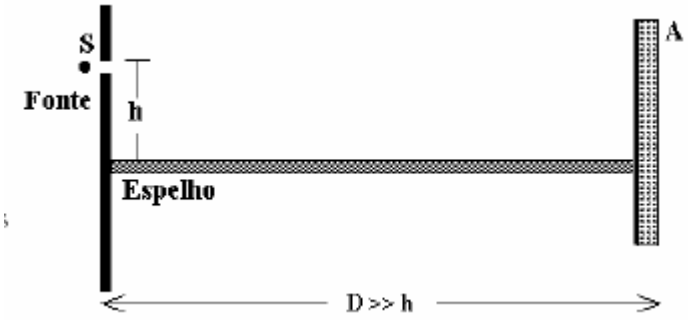


28) (74) Os anéis de Newton podem ser usados para determinar o raio de curvatura de uma lente. Os raios dos anéis claros de ordem n e $n + 20$ têm 0,162 cm e 0,368 cm, respectivamente, quando o conjunto é iluminado por uma luz de comprimento de onda de 546 nm. Calcule o raio de curvatura da superfície inferior da lente.
(Resposta: 1,0 m.)

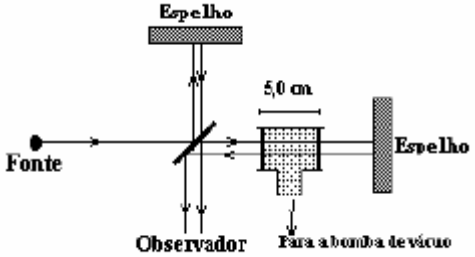
29) (77) Na figura abaixo, uma luz monocromática de comprimento de onda λ difrata-se através de uma fenda estreita S situada em uma tela opaca. Do outro lado, existe um espelho plano

perpendicular à tela e localizado a uma distância vertical *h* da fenda. A luz que sai da fenda e chega a *A* interfere com a luz que é primeiro refletida pelo espelho e, então, atinge *A*.

a) Qual é a variação da fase da luz refletida por causa da reflexão?
b) A franja de interferência que corresponde a uma diferença nula entre as distâncias percorridas pelos dois raios luminosos é clara ou escura?
c) Considerando a imagem da fenda *S* produzida pelo espelho, encontre expressões que permitam determinar as posições das franjas claras e escuras. Este sistema que permite obter uma figura de interferência usando apenas uma fenda é chamado de espelho de Lloyd.
(Resposta: (a) π; (b) escura; (c) $2h\ \text{sen}\theta = m\lambda$ (mínimos); $2h\ \text{sen}\theta = (m+1/2)\ \lambda$ (máximos).)



30) (78) Se o espelho M_2 de um interferômetro de Michelson sofre um deslocamento de 0,233 mm, as franjas se deslocam de 792 posições. Qual o comprimento de onda da luz responsável pela figura de interferência?
(Resposta: 588 nm.)

31) (79) Um filme fino de índice de refração n = 1,40 é colocado em um dos braços de um interferômetro de Michelson , perpendicularmente aos raios luminosos. Se isso faz com que as franjas se desloquem de sete posições, quando o comprimento da luz é de 589 nm, qual a espessura do filme?
(Resposta: 5154 nm.)

32) (80) Uma câmara selada com 5,0 cm de comprimento e janelas de vidro é colocada em um dos braços de um interferômetro de Michelson, como na figura abaixo. Uma luz de comprimento de onda λ = 500 nm é usada. O ar é lentamente removido da câmara com o auxílio de uma bomba de vácuo. Isso faz com que as franjas se desloquem de 60 posições.A partir desses dados, determine o índice de refração do ar à pressão atmosférica.
(Resposta: 1,0003.)