

Capítulo 35

35-55

**PENSE** O índice de refração do óleo é maior que o do ar, porém menor que o da água.

**EXPRESSE** Vamos chamar os índices de refração do ar, do óleo e da água de  $n_1$ ,  $n_2$  e  $n_3$ , respectivamente. Como  $n_1 < n_2$  e  $n_2 < n_3$ , as duas superfícies produzem uma mudança de fase de  $\pi$  rad. Como a onda refletida na segunda superfície percorre uma distância adicional de  $2L$ , e  $L$  é a espessura da mancha de óleo, a diferença de fase entre as ondas refletidas nas duas superfícies é

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda_2}(2L)$$

em que  $\lambda_2 = \lambda/n_2$  é o comprimento de onda da luz no óleo. A condição para que haja interferência construtiva é

$$\frac{2\pi}{\lambda_2}(2L) = 2m\pi$$

ou

$$2L = m \frac{\lambda}{n_2}, \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

**ANALISE** (a) Para  $m = 1, 2$  e  $3$ , os comprimentos de onda correspondentes à intensidade máxima são

$$\lambda = \frac{2n_2L}{m} = \frac{2(1,20)(460 \text{ nm})}{m} = 1104 \text{ nm}, 552 \text{ nm}, 368 \text{ nm}$$

Note que apenas o comprimento de onda de 552 nm (verde) está dentro do intervalo de comprimentos de onda da luz visível.

(b) A transmissão é máxima quando a reflexão é mínima, ou seja, quando a interferência dos raios refletidos é destrutiva. A condição para que haja interferência destrutiva é

$$2L = \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{n_2} \Rightarrow \lambda = \frac{4n_2L}{2m+1}$$

o que, para  $m = 1, 2$  e  $3$ , corresponde a  $\lambda = 2208$  nm, 736 nm e 442 nm. Note que apenas o comprimento de onda de 442 nm (violeta) está no intervalo de comprimentos de onda da luz visível, embora deva se esperar uma certa contribuição do vermelho, já que o comprimento de onda de 736 nm está muito próximo do intervalo de comprimentos de onda da luz visível.

**APRENDA** Os raios luminosos refletidos por um material sofrem uma variação de fase de  $\pi$  rad ( $180^\circ$ ) se o índice de refração do material é maior que o do meio no qual a luz estava se propagando e não sofrem uma variação de fase se o índice de refração do material é menor do que o do meio no qual a luz estava se propagando. Os raios luminosos refratados não sofrem variação de fase.

**PENSE** Existe uma pequena diferença entre o comprimento de onda no ar e o comprimento de onda no vácuo.

**8** SELEÇÃO DE PROBLEMAS SOLUCIONADOS

**EXPRESSE** Seja  $\phi_1$  a diferença de fase das ondas nos dois braços do interferômetro quando a câmara contém ar, e seja  $\phi_2$  a diferença de fase quando a câmara é evacuada. Se  $\lambda$  é o comprimento de onda no vácuo, o comprimento de onda no ar é  $\lambda/n$ , sendo  $n$  o índice de refração do ar. Isso significa que

$$\phi_1 - \phi_2 = 2L \left[ \frac{2\pi n}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda} \right] = \frac{4\pi(n-1)L}{\lambda}$$

na qual  $L$  é o comprimento da câmara. O fator de 2 aparece porque a luz atravessa a câmara duas vezes, uma vez a caminho de um espelho e outra vez depois de ser refletida pelo espelho. Como cada deslocamento de uma franja corresponde a uma variação de fase de  $2\pi$  rad, se as franjas se deslocam  $N$  posições quando a câmara é evacuada,

$$\frac{4\pi(n-1)L}{\lambda} = 2N\pi.$$

**ANALISE** Explicitando  $n$  na equação anterior, obtemos

$$n = 1 + \frac{N\lambda}{2L} = 1 + \frac{60(500 \times 10^{-9} \text{ m})}{2(5,0 \times 10^{-2} \text{ m})} = 1,00030.$$

**APRENDA** O interferômetro permite medir com precisão o índice de refração do ar (e também de outros gases).