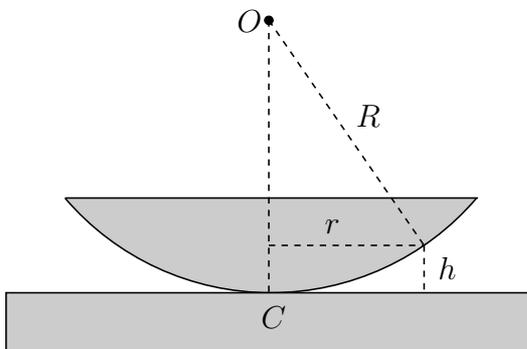
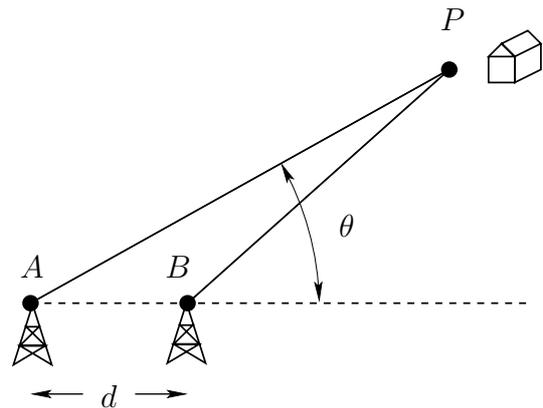


1. Para reduzir a intensidade da luz refletida em instrumentos ópticos aplica-se recobrimento antirefletor com índice de refração  $n$  intermediário entre o ar e o vidro. (a) Determine as espessuras  $d$  para os quais a luz de comprimento de onda  $\lambda$  formando ângulo de reflexão  $\theta$  interferem destrutivamente. (b) Determine a expressão para a espessura mínima no caso da incidência normal. (c) Qual é a espessura mínima do recobrimento antirefletor de  $\text{MgF}_2$  ( $n = 1,38$ ) para reduzir a refletividade para  $\lambda = 550 \text{ nm}$ , que está no meio do espectro visível?

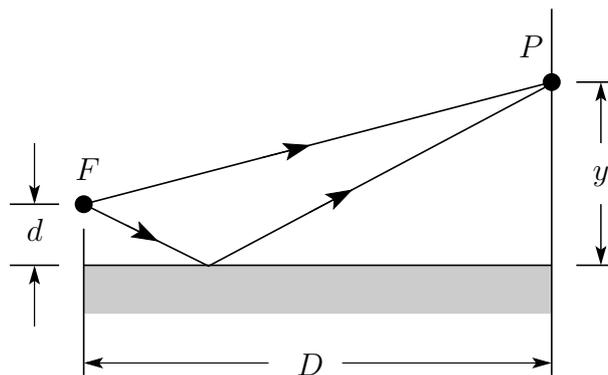
2. Uma pessoa mora num ponto  $P$  a 20 km de uma estação de rádio que transmite em 1,1 Mhz a partir de uma antena em  $A$ . Uma segunda antena que emite sinal idêntico à primeira é construída num ponto  $B$  distando  $d = 100 \text{ m}$  de  $A$ . As retas  $AP$  e  $BP$  formam um ângulo de  $\theta = 15^\circ$ . Determine a intensidade do sinal  $I$  em  $P$  em termos da intensidade antiga  $I_0$ . O sinal melhorou?



3. Considere a experiência dos *anéis de Newton* na qual uma lente plano-convexa de raio de curvatura  $R$  é colocada em contato com uma superfície plana de vidro e iluminada numa incidência perpendicular. (a) Determine a relação entre o raio  $r$  e a altura  $h$  na vizinhança do ponto de contato ( $h \ll R$ ). (b) Determine o raio  $r_m$  do  $m$ -ésimo anel escuro, visto na luz refletida, com luz monocromática de comprimento de onda  $\lambda$ .

4. Uma lâmina de água de sabão (índice de refração  $n = 1,33$ ) colocada num aro vertical escorre para baixo formando uma cunha. Observada por reflexão com uma luz de comprimento de onda  $\lambda = 589 \text{ nm}$ , incidente perpendicularmente, verifica-se que há uma franja escura no topo e 4 franjas escuras por cm na lâmina. Calcule o ângulo de abertura da cunha em radianos.

5. Na experiência do *espelho de Lloyd* observa-se num anteparo a interferência entre a luz que vai diretamente de uma fonte puntiforme  $F$  a um ponto  $P$  do anteparo, e a luz que vai de  $F$  a  $P$  refletindo-se num espelho plano. A distância de  $F$  ao espelho é  $d$  e de  $F$  ao anteparo é  $D \gg d$ . Determine as distâncias  $y$  em relação ao espelho onde são observadas franjas brilhantes (interferência construtiva) para luz de comprimento de onda  $\lambda$ .



6. Na *experiência de Young* coloca-se uma lâmina delgada transparente de índice de refração  $n$  na frente de uma das fendas. Isso provoca um deslocamento de  $m$  franjas na figura de interferência (a franja central brilhante desloca-se para a posição que era ocupada pela franja brilhante de ordem  $m$ ). O comprimento de onda da luz é  $\lambda$ . Qual é a espessura  $t$  da lâmina?
7. Para explicar as cores das manchas de óleo no asfalto molhado, considere uma camada de óleo de índice de refração  $n = 1,5$  boiando sobre a água. O asfalto absorve a luz transmitida através do óleo e da água. Suponha que a espessura da camada de óleo é igual ao comprimento de onda  $\lambda_1$  da luz violeta no ar, e que se observa a luz refletida numa incidência perpendicular. (a) Mostre que há um mínimo de reflexão para a luz violeta. (b) O comprimento de onda  $\lambda_2 = 2\lambda_1$  corresponde a uma luz vermelha. Mostre que para a luz vermelha há um máximo de reflexão.

## Respostas

- (a)  $d = (2m + 1) \frac{\lambda}{4n\sqrt{1 - \sin^2 \theta/n^2}}$ ,  $m = 0, 1, 2, \dots$  (b)  $d = \frac{\lambda}{4n}$ . (c) 99,6 nm.
- $I = 0,78I_0$ .
- (a)  $h \simeq \frac{r^2}{2R}$ . (b)  $r_m = \sqrt{R\lambda m}$ ,  $m = 0, 1, 2, \dots$
- $8,8 \times 10^{-5}$  rd.
- $y = \frac{\lambda D}{4d}(2m - 1)$ ,  $m = 1, 2, 3, \dots$
- $t = \frac{\lambda m}{n - 1}$ .