

## CAPÍTULO 4 – INTERFERÊNCIA

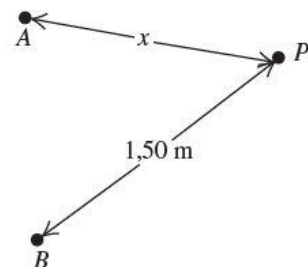
(\*) Capítulo 35 do Livro Texto

### 4ª LISTA DE EXERCÍCIOS

#### 1 - Exercícios

##### 1.1 – Interferência e fontes coerentes

1- (Exercício 1 – Livro Texto) Dois alto-falantes pequenos A e B, afastados um do outro por 1,40 m, estão enviando som com comprimento de onda de 34 cm em todas as direções e todos em fase. Uma pessoa no ponto P parte equidistante dos dois alto-falantes e caminha de modo que esteja sempre a 1,50 m do alto-falante B (Figura ao lado). Para quais valores de  $x$  o som que essa pessoa escuta será (a) construtivo, (b) destrutivo? Limite sua solução aos casos onde  $x \leq 1,50$  m.



2- (Exercício 4 – Livro Texto) **Interferência de ondas de rádio.** Duas antenas de rádio A e B irradiam em fase. A antena B está a 120 m à direita da antena A. Considere um ponto Q ao longo da extensão da linha reta que une as duas antenas, situado a uma distância de 40 m à direita da antena B. A frequência, e, portanto, o comprimento de onda, das ondas emitidas pode variar. (a) Qual é o maior comprimento de onda para o qual pode existir interferência destrutiva no ponto Q? (b) Qual é o maior comprimento de onda para o qual pode haver interferência construtiva no ponto Q?

3- (Exercício 6 – Livro Texto) Duas fontes de luz podem ser ajustadas para emitir luz monocromática com qualquer comprimento de onda na região visível. As duas fontes são coerentes, separadas por uma distância de  $2,04 \mu\text{m}$ , e estão alinhadas com um observador, de modo que a distância entre uma das fontes e o observador é  $2,04 \mu\text{m}$  maior que a distância entre a outra fonte e o observador. (a) Para qual comprimento de onda na região visível (de 380 nm até 750 nm) o observador verá a luz mais forte, em decorrência da interferência construtiva? (b) Qual seria a resposta para o item (a), supondo que as fontes não estivessem alinhadas com o observador, porém a distância entre uma das fontes e o observador continuasse sendo  $2,04 \mu\text{m}$  maior que a distância entre a outra fonte e o observador? (c) Em que comprimentos de onda visíveis haverá interferência destrutiva no local onde o observador se encontra?

##### 1.2 – Interferência da luz produzida por duas fontes

4- (Exercício 8 – Livro Texto) Uma luz coerente com comprimento de onda de 450 nm incide sobre uma fenda dupla. Em um anteparo a 1,80 m de distância, a distância entre as franjas escuras é 3,90 mm. Qual é o espaçamento entre as fendas?

5- (Exercício 12 – Livro Texto) Uma luz coerente com comprimento de onda de 400 nm passa por duas fendas muito estreitas que estão separadas por 0,200 mm, e o padrão de interferência é observado sobre um anteparo a 4,00 m das fendas. (a) Qual é a largura (em mm) da máxima interferência central? (b) Qual é a largura da franja brilhante de primeira ordem?

6- (Exercício 13 – Livro Texto) Duas fendas muito estreitas estão a uma distância de  $1,80 \mu\text{m}$  uma da outra e a  $35,0 \text{ cm}$  de um anteparo. Qual é a distância entre a primeira e a segunda linhas escuras da figura de interferência quando as fendas são iluminadas com luz coerente de  $\lambda = 550 \text{ nm}$ ? (Dica: o ângulo  $\theta$  na equação  $d \sin \theta = (m + 1/2)\lambda$  onde  $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , não é pequeno.)

7- (Exercício 16 – Livro Texto) Uma luz coerente de frequência  $6,32 \times 10^{14} \text{ Hz}$  passa por duas fendas estreitas e incide sobre uma tela a  $85,0 \text{ cm}$  de distância. Você nota que a terceira franja brilhante ocorre a uma distância de  $\pm 3,11 \text{ cm}$  de ambos os lados da franja brilhante central. (a) A que distância estão as duas fendas? (b) A que distância da franja brilhante central ocorrerá a terceira franja escura?

### 1.3 – Intensidade das figuras de interferência

8- (Exercício 17 – Livro Texto) Em um padrão de interferência com fenda dupla, a intensidade no pico da interferência máxima central é  $I_0$ . (a) Qual é a intensidade em um ponto da figura de interferência projetada em que a diferença de fase entre as ondas das duas fendas é  $60,0^\circ$ ? (b) Qual é a diferença entre os caminhos de uma luz de  $480 \text{ nm}$  proveniente das duas fendas em um ponto em que a diferença de fase é  $60,0^\circ$ ?

9- (Exercício 22 – Livro Texto) Duas fendas espaçadas por  $0,0720 \text{ mm}$  estão a  $0,800 \text{ m}$  de uma tela. Uma luz coerente de comprimento de onda  $\lambda$  passa pelas duas fendas. Em seu padrão de interferência na tela, a distância do centro do máximo central até o primeiro mínimo é de  $3,00 \text{ mm}$ . Se a intensidade no pico de um máximo central é igual a  $0,0600 \text{ W/m}^2$ , qual é a intensidade nos pontos da tela que estão a (a)  $2,00 \text{ mm}$  e (b)  $1,50 \text{ mm}$  do centro do máximo central?

### 1.4 – Interferência em películas finas

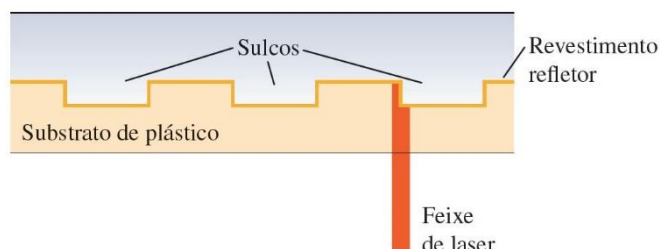
10- (Exercício 23 – Livro Texto) Qual deve ser a espessura da película mais fina com  $n = 1,42$  que devemos usar como revestimento sobre uma placa de vidro ( $n=1,52$ ) para que ocorra interferência destrutiva da componente vermelha ( $650 \text{ nm}$ ) na reflexão de um feixe de luz branca que incide no ar sobre a placa?

11- (Exercício 25 – Livro Texto) Duas placas retangulares planas de vidro estão apoiadas uma sobre a outra sobre a superfície de uma mesa. Uma fina folha de papel é colocada entre as extremidades das placas de modo que se forme uma cunha de ar entre as placas. As placas são iluminadas perpendicularmente por um feixe de luz de  $546 \text{ nm}$ , proveniente de uma lâmpada de vapor de mercúrio. Formam-se 15 franjas de interferência por centímetro. Calcule o ângulo da cunha.

12- (Exercício 29 – Livro Texto) A película de uma bolha de sabão tem o mesmo índice de refração da água, ou seja,  $n = 1,33$ . Na parte interna e na parte externa da bolha existe ar. (a) Qual é o comprimento de onda (no ar) da luz mais fortemente refletida em um ponto em que a espessura da película é igual a  $290 \text{ nm}$ ? A que cor isso corresponde? (Veja a Tabela ao lado) (b) Repita o item (a) considerando a espessura da película igual a  $340 \text{ nm}$ .

De 380 a 450 nm	Violeta
De 450 a 495 nm	Azul
De 495 a 570 nm	Verde
De 570 a 590 nm	Amarelo
De 590 a 620 nm	Laranja
De 620 a 750 nm	Vermelho

13- (Exercício 31 – Livro Texto) **Aparelho de CD.** Um disco compacto (CD) é lido de sua parte inferior por um laser semiconductor de comprimento de onda igual a 790 nm, que passa por um substrato de plástico com índice de refração igual a 1,8. Quando o feixe encontra um sulco, parte do feixe é refletida pelo sulco e parte pela região plana entre os sulcos, de forma que esses dois feixes interferem um no outro (Figura ao lado). Qual deve ser a profundidade mínima do sulco para que a parte do feixe refletida em um sulco cancele a parte do feixe refletida na região plana? (É esse processo de cancelamento que permite ao aparelho reconhecer o início e o fim de um sulco.)



### 1.5 – O interferômetro de Michelson

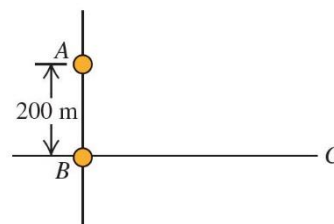
14- (Exercício 34 – Livro Texto) Jânio inicialmente usa um interferômetro de Michelson com luz de 606 nm proveniente de uma **lâmpada de criptônio-86**. Ele conta 818 franjas atravessando uma linha de referência no campo visual quando o espelho é deslocado, afastando-se dele. A seguir, Linda substitui a lâmpada de criptônio por uma luz de 502 nm, filtrada de uma **lâmpada de hélio**, e o espelho é deslocado, aproximando-se dela. Ela também conta 818 franjas, porém o deslocamento das franjas em seu campo visual é feito em sentido contrário ao do deslocamento observado por Jânio. (a) Até que distância cada pessoa deslocou o espelho? (b) Qual foi o deslocamento total do espelho?

### 2 - Problemas

15- (Exercício 37 – Livro Texto) **Revestindo lentes de óculos.** Lentes de óculos podem ser revestidas nas superfícies internas para reduzir o reflexo da luz casual no olho. Se as lentes são de vidro de cristal com índice de refração de 1,62 e o revestimento for de flúor com índice de refração de 1,432, (a) qual é a espessura mínima da película necessária nas lentes para cancelar a luz com comprimento de onda de 550 nm refletida em direção ao olho na incidência perpendicular? (b) Outros comprimentos de onda da luz visível serão cancelados ou aumentados na luz refletida?

16- (Exercício 41 – Livro Texto) Suponha que você ilumine duas fendas estreitas com uma luz monocromática coerente no ar e descubra que elas produzem sua primeira **interferência mínima** em  $35,20^\circ$  em ambos os lados da faixa brilhante central. Então você mergulha essas fendas em um líquido transparente e as ilumina com a mesma luz. Agora você descobre que a primeira mínima ocorre em  $\pm 19,46^\circ$ . Qual é o índice de refração desse líquido?

16- (Exercício 43 – Livro Texto) Duas antenas de rádio irradiam em fase e estão localizadas nos pontos A e B separados por uma distância de 200 m (Figura ao lado). As ondas de rádio têm uma frequência igual a 5,80 Hz. Um receptor de rádio é deslocado de B, sendo movido ao longo de uma reta perpendicular ao segmento que liga os pontos A e B (reta BC da Figura ao lado). A que distâncias de B ocorrerá



interferência destrutiva? (Nota: a distância entre o receptor e a fonte não é grande em comparação com a distância entre as fontes, de modo que a Equação  $d \sin \theta = (m + 1/2)\lambda$  onde  $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , não pode ser aplicada.)

17- (Exercício 48 – Livro Texto) A luz de um laser com comprimento de onda de 510 nm está atravessando o ar e brilha com incidência normal na extremidade plana de uma barra plástica transparente que possui  $n=1,30$ . A extremidade da barra possui um revestimento fino de um material transparente, com índice de refração de 1,65. Qual é a espessura mínima (diferente de zero) do revestimento (a) para a qual existe transmissão máxima da luz na barra; (b) para a qual a transmissão na barra é minimizada?

18- (Exercício 51 – Livro Texto) Depois que um feixe de laser passa por duas fendas estreitas paralelas, as primeiras franjas totalmente escuras formam um ângulo de  $\pm 19,0^\circ$  com a direção original do feixe, vistas sobre um anteparo distante das fendas. (a) Qual é a razão entre a distância de uma fenda à outra e o comprimento de onda da luz que ilumina as fendas? (b) Qual é o menor ângulo, relativamente à direção original do feixe de laser, em que a intensidade da luz é  $\frac{1}{10}$  da intensidade máxima sobre a tela?