

CAPÍTULO 5 – DIFRAÇÃO

(*) Capítulo 36 do Livro Texto

5ª LISTA DE EXERCÍCIOS

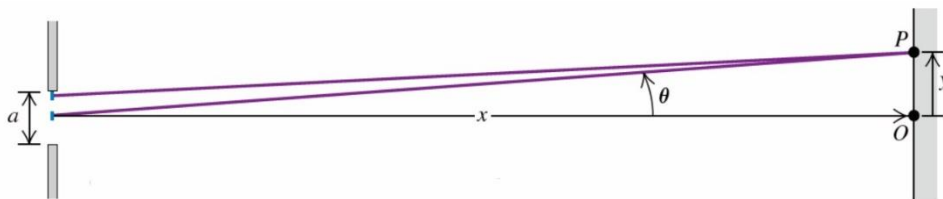
1 - Exercícios

1.1 Difração produzida por uma fenda simples

1- (Exercício 1 – Livro Texto) Uma luz monocromática proveniente de uma fonte distante incide sobre uma fenda com $0,750 \text{ mm}$ de largura. Sobre o anteparo, a uma distância de $2,00 \text{ m}$ da fenda, verifica-se que a distância entre o primeiro mínimo e o máximo central da figura de difração é igual a $1,35 \text{ mm}$. Calcule o comprimento de onda da luz.

2- (Exercício 4 – Livro Texto) Uma luz de comprimento de onda igual a 633 nm , proveniente de uma fonte distante, incide sobre uma fenda com largura de $0,750 \text{ mm}$, e a figura de difração resultante é observada sobre um anteparo situado a uma distância de $3,50 \text{ m}$ da fenda. Qual é a distância entre as duas primeiras franjas escuras localizadas de cada lado da franja clara central?

3- (Exercício 5 – Livro Texto) A difração ocorre com qualquer tipo de onda, inclusive ondas sonoras. Um som de frequência elevada e comprimento de onda igual a $9,00 \text{ cm}$, proveniente de uma fonte distante, passa através de uma fenda estreita com largura igual a $12,0 \text{ cm}$. Um microfone é colocado a uma distância de $8,00 \text{ m}$ diretamente em frente ao centro da fenda, correspondendo ao ponto O mostrado na figura abaixo. A seguir, o microfone é deslocado em uma direção perpendicular à reta que liga o ponto O ao centro da fenda. Para quais distâncias em relação ao ponto O a intensidade detectada pelo microfone será igual a zero?



3- (Exercício 8 – Livro Texto) Uma radiação eletromagnética monocromática de comprimento de onda λ vinda de uma fonte distante passa por uma fenda. A figura de difração é observada em um anteparo a $2,50 \text{ m}$ da fenda. Se a largura do máximo central é de $6,00 \text{ mm}$, qual é a largura a da fenda se o comprimento de onda for (a) 500 nm (luz visível); (b) $50,0 \text{ mm}$ (radiação infravermelha); (c) $0,500 \text{ nm}$ (raios X)?

3- (Exercício 11 – Livro Texto) Um feixe de luz vermelha de comprimento de onda igual a 633 nm proveniente de um laser de hélio-neônio passa por uma fenda com largura de $0,350 \text{ mm}$. A figura de difração é observada sobre um anteparo situada a uma distância de $3,00 \text{ m}$ da fenda. Defina a largura de uma franja clara como a distância entre os dois mínimos existentes de cada lado da respectiva franja. (a) Qual é a largura da franja clara central? (b) Qual é a largura da primeira franja clara situada de cada lado da franja central?

1.2 - Intensidade na difração produzida por uma fenda simples

4- (Exercício 14 – Livro Texto) Uma luz monocromática proveniente de uma fonte distante possui comprimento de onda $\lambda = 620 \text{ nm}$ e passa por uma fenda com largura igual a $0,450 \text{ mm}$. A figura de difração é observada sobre um anteparo situado a uma distância de $3,00 \text{ m}$ da fenda. Em termos da intensidade I_0 no pico do máximo central, qual é a intensidade da luz sobre o anteparo em pontos cujas distâncias do centro ao máximo central são: (a) $1,00 \text{ mm}$? (b) $3,00 \text{ mm}$? (c) $5,00 \text{ mm}$?

5- (Exercício 16 – Livro Texto) Uma luz monocromática de comprimento de onda de 592 nm , vinda de uma fonte distante, passa por uma fenda com $0,0290 \text{ mm}$ de largura. Na figura de difração resultante, a intensidade no centro do máximo central ($\theta = 0^\circ$) é $4,00 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$. Qual é a intensidade em um ponto no anteparo que corresponde a $\theta = 1,20^\circ$?

1.2 - Fendas múltiplas

6- (Exercício 18 – Livro Texto) Raios paralelos de uma luz monocromática com comprimento de onda de 568 nm iluminam duas fendas idênticas e produzem uma figura de interferência sobre um anteparo localizado a $75,0 \text{ cm}$ das fendas. Os centros das fendas estão afastados em $0,640 \text{ mm}$ e a largura de cada fenda é igual a $0,434 \text{ mm}$. Se a intensidade no centro do máximo central for $5,00 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$, qual é a intensidade em um ponto no anteparo que está a $0,900 \text{ mm}$ do centro do máximo central?

7- (Exercício 22 – Livro Texto) Uma luz de laser de comprimento de onda de $500,0 \text{ nm}$ ilumina duas fendas idênticas, produzindo uma figura de interferência sobre um anteparo a $90,0 \text{ cm}$ das fendas. As faixas claras estão a $1,00 \text{ cm}$ de distância uma da outra, e as terceiras faixas claras em ambos os lados do máximo central estão ausentes na figura. Encontre a largura e a distância entre as duas fendas.

1.3 - A rede de difração

8- (Exercício 23 – Livro Texto) Quando a luz de um laser com comprimento de onda de $632,8 \text{ nm}$ passa por uma rede de difração, os primeiros pontos claros ocorrem a $\pm 17,8^\circ$ do máximo central. (a) Qual é a densidade de linha, ou frequência espacial $f = 1/d$, em (*linhas/cm*) dessa rede? (b) Quantos pontos claros adicionais existem além dos primeiros pontos claros e em que ângulos eles ocorrem?

9- (Exercício 24 – Livro Texto) Uma luz monocromática incide normalmente sobre uma rede de transmissão plana. O máximo de primeira ordem na figura de interferência fica a um ângulo de $11,3^\circ$. Qual é a posição angular do máximo de quarta ordem?

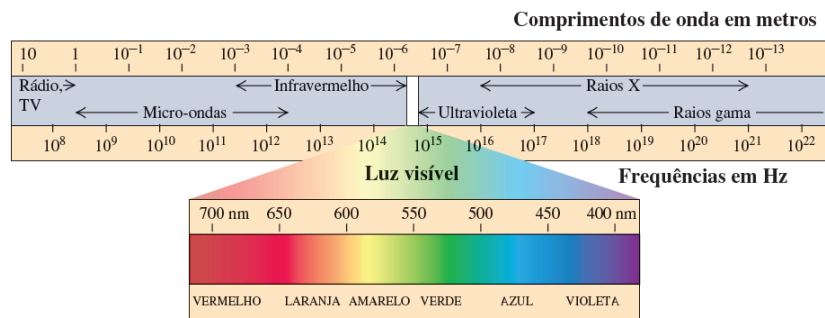
10- (Exercício 26 – Livro Texto) Se uma rede de difração produz uma faixa clara de terceira ordem para a luz vermelha (de comprimento de onda de 700 nm) a $65,0^\circ$ do máximo central, em que ângulo estará a faixa clara de segunda ordem para a luz violeta (de comprimento de onda de 400 nm)?

11- (Exercício 29 – Livro Texto) (a) Qual é o comprimento de onda da luz desviada na primeira ordem de um ângulo de $13,5^\circ$ por uma rede de transmissão que possui 5.000 fendas/cm ? (b) Qual é o desvio na segunda ordem para esse comprimento de onda? Suponha incidência perpendicular.

12- (Exercício 33 – Livro Texto) (a) A luz proveniente de um arco de ferro possui diversos comprimentos de onda. Dois deles são $\lambda = 587,9782 \text{ nm}$ e $\lambda = 587,8002 \text{ nm}$. Você deseja separar essas duas linhas espectrais na primeira ordem usando uma rede com $1,20 \text{ cm}$ de comprimento. Qual é o menor número de fendas por centímetro que essa rede deve ter?

1.4 – Difração de Raios X

13- (Exercício 34 – Livro Texto) Se os planos de um cristal são $3,50 \text{ \AA}$ (onde \AA é a unidade Angstrom que vale $1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$) de distância, (a) que comprimento de onda de ondas eletromagnéticas é necessário para que o primeiro máximo de interferência na reflexão de Bragg ocorra quando as ondas incidem sobre os planos com um ângulo de $22,0^\circ$ e em que parte do espectro eletromagnético essas ondas se encontram? (Veja a figura ao lado.) (b) Em que outros ângulos ocorrerão fortes máximos de interferência?



14- (Exercício 36 – Livro Texto) Raios X monocromáticos incidem sobre um cristal para o qual o espaçamento dos planos atômicos é de $0,440 \text{ nm}$. O máximo de primeira ordem na reflexão de Bragg ocorre quando os raios X incidente e refletido formam um ângulo de $39,4^\circ$ com os planos do cristal. Qual é o comprimento de onda dos raios X?

1.5 – Orifícios circulares e poder de resolução

15- (Exercício 37 – Livro Texto) Uma luz monocromática de comprimento de onda igual a 620 nm passa por um orifício circular com diâmetro de $7,4 \mu\text{m}$. A figura de difração resultante é observada sobre um anteparo situada a uma distância de $4,5 \text{ m}$ do orifício. Qual é o diâmetro do disco de Airy sobre o anteparo?

16- (Exercício 40 – Livro Texto) Se você consegue ler a última linha do quadro no exame de vista de seu oftalmologista, o poder de resolução de seu olho corresponde a cerca de um minuto de arco, equivalente a $1/60$ do grau. Caso esse poder de resolução seja limitado por efeitos de difração, a que diâmetro efetivo D do sistema óptico de seu olho essa resolução corresponde? Use o critério de Rayleigh e suponha $\lambda = 550 \text{ nm}$.

17- (Exercício 43 – Livro Texto) **Hubble versus Arecibo.** O Telescópio Espacial Hubble tem uma abertura de $2,4\text{ m}$ e focaliza luz visível ($380\text{—}750\text{ nm}$). O rádio telescópio de Arecibo, em Porto Rico, apresenta 305 m de diâmetro (está montado no vale de uma montanha) e focaliza ondas de rádio com um comprimento de onda de 75 cm . (a) Em condições ótimas de visibilidade, qual é a menor cratera que cada um desses telescópios poderia focalizar na Lua? (b) Se o Telescópio Espacial Hubble precisasse ser usado em um trabalho de vigilância, qual seria a órbita mais alta sobre a superfície da Terra que ele poderia manter para ainda ser capaz de distinguir a placa (não as letras e os números, apenas a placa) de um carro no solo? Suponha condições de visibilidade ideais, de modo que a resolução seja limitada pela difração.

2 - Problemas

18- (Exercício 47 – Livro Texto) **Espessura do fio de cabelo humano.** Embora tenhamos discutido sobre difração produzida em uma fenda única somente para o caso de uma fenda, um resultado semelhante pode ser observado quando a luz contorna um objeto fino e reto, como um fio de cabelo. Nesse caso, a é a largura do fio. Por medições de laboratório com um fio de cabelo humano, descobriu-se que, quando um raio de luz com comprimento de onda de $632,8\text{ nm}$ foi iluminado sobre um único fio de cabelo, a luz da difração foi vista em um anteparo a $1,25\text{ m}$ de distância, com as primeiras franjas escuras em cada lado do ponto claro central afastadas por uma distância de $5,22\text{ cm}$. Qual é a espessura do fio de cabelo?

19- (Exercício 49 – Livro Texto) A luz de um laser de comprimento de onda de $632,8\text{ nm}$ normalmente incide em uma fenda com $0,0250\text{ mm}$ de largura. A luz transmitida é vista sobre um anteparo distante onde a intensidade no centro da franja clara central é $8,50\text{ W/m}^2$. (a) Encontre o número máximo de franjas totalmente escuras sobre o anteparo, supondo que o anteparo seja grande o bastante para mostrar todas. (b) Em que ângulo ocorre a franja escura mais distante do centro? (c) Qual é a intensidade máxima da franja clara que ocorre imediatamente antes da franja escura do item (b)? Dê o ângulo aproximado em que essa franja ocorre, supondo que ela esteja na metade do ângulo formado com a franja escura em ambos os lados da franja.

20- (Exercício 51 – Livro Texto) **Medindo o índice de refração.** Uma fenda estreita iluminada por uma luz de frequência f produz sua primeira faixa escura em um ângulo de $38,2^\circ$ no ar. Quando todo o dispositivo (fenda, anteparo e espaços intermediários) é imerso em um líquido transparente desconhecido, as primeiras faixas escuras da fenda ocorrem com um ângulo de $21,6^\circ$. Encontre o índice de refração do líquido.

21- (Exercício 54 – Livro Texto) Uma fenda com largura de $0,360\text{ mm}$ é iluminada por raios luminosos paralelos cujo comprimento de onda é 540 nm . A figura de difração é observada sobre um anteparo situada a uma distância de $1,20\text{ m}$ da fenda. A intensidade no centro do máximo central ($\theta = 0^\circ$) é igual a I_0 . (a) Qual é a distância sobre o anteparo entre o centro do máximo central e o primeiro mínimo? (b) Qual é a distância sobre o anteparo entre o centro do máximo central e o ponto para o qual $I = I_0/2$?

22- (Exercício 57 – Livro Texto) Qual é o maior comprimento de onda que pode ser observado na terceira ordem para uma rede de difração de transmissão contendo 9200 fendas/cm ? Suponha incidência perpendicular.

23- (Exercício 61 – Livro Texto) Uma lâmina de vidro é coberta por uma cobertura opaca muito fina. No meio dessa lâmina existe um arranhão fino de $0,00125 \text{ mm}$ de espessura. A lâmina é totalmente imersa abaixo da superfície de um líquido. Raios paralelos de uma luz coerente monocromática, com comprimento de onda de 612 nm no ar, atingem a lâmina em direção perpendicular à sua superfície, passando pelo arranhão. Um anteparo é colocado no líquido a uma distância de $30,0 \text{ cm}$ da lâmina e paralela a ela. Você observa que as primeiras franjas escuras nos dois lados da franja central clara no anteparo estão afastadas por $22,4 \text{ cm}$. Qual é o índice de refração do líquido?