

## CAPÍTULO 3 – ÓPTICA GEOMÉTRICA

(\*) Capítulo 34 do Livro Texto

### 3ª LISTA DE EXERCÍCIOS

#### 1 - Exercícios

##### 1.1 – Reflexão e refração em superfícies planas

1- (Exercício 2 – Livro Texto) A imagem de uma árvore cabe precisamente em um espelho plano com 4,0 cm de altura quando o espelho é mantido a uma distância de 35,0 cm do olho. A árvore está a uma distância de 28,0 m do espelho. Qual é a altura da árvore?

##### 1.2 – Reflexão em superfícies esféricas

2- (Exercício 5 – Livro Texto) Um objeto com 0,60 cm de altura é colocado a uma distância de 16,5 cm do lado esquerdo de um espelho côncavo que possui raio de curvatura igual a 22,0 cm. (a) Faça um diagrama dos raios principais mostrando a formação da imagem. (b) Determine a posição, o tamanho e a natureza (real ou virtual) da imagem.

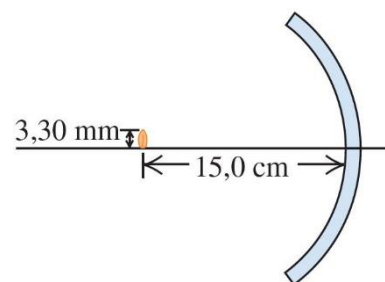
3- (Exercício 6 – Livro Texto) Repita o Exercício 2 para o caso de um espelho convexo.

4- (Exercício 8 – Livro Texto) Um objeto está a uma distância de 18,0 cm do centro de um enfeite prateado esférico de 6,0 cm de diâmetro de uma árvore de Natal. Determine a posição e a ampliação dessa imagem.

5- (Exercício 11 – Livro Texto) Um espelho de barbear esférico e côncavo possui raio de curvatura igual a 32,0 cm. (a) Qual é a ampliação do rosto de uma pessoa que está a 12,0 cm à esquerda do vértice do espelho? (b) Onde a imagem se forma? Ela é real ou virtual? (c) Faça um diagrama dos raios principais mostrando a formação da imagem.

6- (Exercício 13 – Livro Texto) **Espelho dental.** Uma dentista usa um espelho curvo para ver os dentes da parte superior da boca. Suponha que ela queira uma imagem direita com uma ampliação de 2,0 quando o espelho está a 1,25 cm de um dente. (Considere, neste problema, que o objeto e a imagem estão dispostos ao longo de uma linha reta.) (a) Que tipo de espelho (côncavo ou convexo) é necessário? Use um diagrama de raios para decidir, sem fazer nenhum cálculo. (b) Quais devem ser a distância focal e o raio de curvatura desse espelho? (c) Faça um diagrama dos raios principais para verificar sua resposta no item (b).

7- (Exercício 15 – Livro Texto) A fina concha de vidro mostrada na Figura ao lado possui uma forma esférica com um raio de curvatura de 12,0 cm, e suas duas superfícies podem funcionar como espelhos. Uma semente com 3,30 mm de altura é colocada a 15,0 cm do centro do espelho, ao longo de seu eixo óptico, como mostra a figura. (a) Calcule o local e a altura da imagem dessa semente. (b) Suponha agora que a concha seja invertida. Determine o local e a altura da imagem da semente.



### 1.3 – Refração em uma superfície esférica

8- (Exercício 17 – Livro Texto) Um grão de poeira está imerso em uma camada de gelo a uma distância de 3,50 cm abaixo da superfície do gelo ( $n = 1,309$ ). Qual é a profundidade aparente do grão quando observado normalmente de cima para baixo?

9- (Exercício 21 – Livro Texto) Um aquário esférico. Um pequeno peixe tropical está no centro de um aquário esférico com diâmetro de 28,0 cm e totalmente preenchido de água. (a) Determine a posição aparente e a ampliação do peixe em relação a um observador na parte externa do aquário. Despreze os efeitos da fina parede do aquário. (b) Um amigo aconselha ao dono do aquário que não o mantenha exposto aos raios solares porque o peixe poderia ficar cego quando estivesse nadando próximo ao foco formado pelos raios solares paralelos. O foco realmente se forma no interior do aquário?

10- (Exercício 24 – Livro Texto) A extremidade esquerda de um longo bastão de vidro com diâmetro de 8,0 cm e índice de refração igual a 1,60 é uma superfície hemisférica convexa com raio de 4,0 cm. Um objeto em forma de seta com uma altura de 1,50 mm é colocado ortogonalmente ao eixo do bastão a uma distância de 24,0 cm à esquerda do vértice da superfície convexa. Determine a posição e a altura da imagem da seta formada pelos raios paraxiais que incidem sobre a superfície convexa. A imagem é direita ou invertida?

11- (Exercício 25 – Livro Texto) Repita o Exercício 10 considerando que a extremidade esquerda do bastão seja uma superfície hemisférica côncava com raio igual a 4,0 cm.

### 1.4 – Lentes delgadas

12- (Exercício 28 – Livro Texto) Uma lente forma a imagem de um objeto. A distância entre o objeto e o vértice da lente é 16,0 cm. A imagem se forma a 12,0 cm do vértice e do mesmo lado onde se encontra o objeto. (a) Qual é a distância focal da lente? A lente é convergente ou divergente? (b) Se o objeto possui uma altura de 8,50 mm, qual é a altura da imagem? A imagem é direita ou invertida? (c) Faça um diagrama dos raios principais.

13- (Exercício 31 – Livro Texto) Uma lente convergente forma a imagem de um objeto real de 8,0 mm de altura. A imagem está 12,0 cm à esquerda da lente, é direita e possui 3,40 cm de altura. Qual é a distância focal da lente? Onde o objeto está situado?

14- (Exercício 31 – Livro Texto) Uma lente delgada biconvexa possui superfícies com raios de curvatura iguais em módulo e medindo 2,50 cm. Olhando através dessa lente, você observa que ela forma a imagem de uma árvore distante 1,87 cm da lente. Qual é o índice de refração da lente?

15- (Exercício 41 – Livro Texto) Um objeto de 1,20 cm de altura está 50,0 cm à esquerda de uma lente convergente de 40,0 cm de distância focal. Uma segunda lente convergente, possuindo distância focal de 60,0 cm, situa-se 300,0 cm à direita da primeira lente ao longo do mesmo eixo ótico. (a) Encontre a posição e a altura da imagem (chame-a  $I_1$ ) formada pela lente com uma distância focal de 40,0 cm. (b)  $I_1$  agora é o objeto para a segunda lente. Determine o local e a altura da imagem produzida pela segunda lente. Esta é a imagem final produzida pela combinação de lentes.

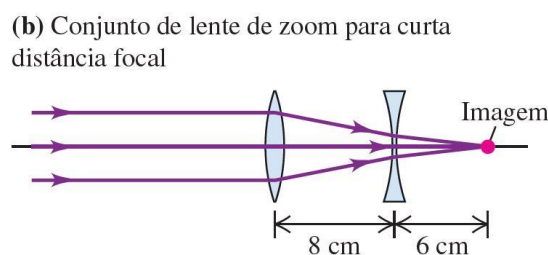
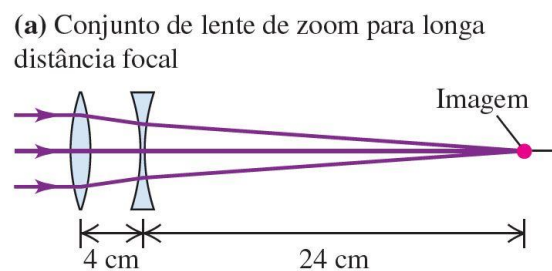
16- (Exercício 43 – Livro Texto) Duas lentes delgadas, com uma distância focal de módulo 12,0 cm, sendo a primeira divergente e a segunda convergente, estão separadas por uma distância de 9,00 cm. Um objeto de 2,50 mm de altura é colocado 20,0 cm à esquerda da primeira lente (divergente). (a) A que distância dessa primeira lente a imagem final é formada? (b) A imagem final é real ou virtual? (c) Qual é a altura da imagem final? Ela é direita ou invertida?

17- (Exercício 44 – Livro Texto) **As lentes do olho.** O cristalino do olho humano é uma lente biconvexa feita de material contendo índice de refração de 1,44 (embora varie). Sua distância focal no ar é aproximadamente 8,0 mm, que também varia. Vamos considerar que os raios de curvatura de suas duas superfícies possuem o mesmo módulo. (a) Encontre os raios de curvatura dessa lente. (b) Se um objeto de 16 cm de altura é colocado a 30,0 cm do cristalino, onde estaria o foco da lente e qual altura a imagem teria? Essa imagem é real ou virtual? É direita ou invertida? (Nota: os resultados obtidos aqui não são estritamente exatos, pois o cristalino está envolto em fluidos que têm índices de refração diferentes do índice do ar.)

### 1.5 – Câmeras

18- (Exercício 47 – Livro Texto) Quando ajustamos o foco de uma câmera, a lente se aproxima ou se afasta do sensor digital de imagem. Se você está fotografando um amigo que está 3,90 m distante da lente, usando uma câmera com a lente regulada para uma distância focal de 85 mm, qual é a distância entre a lente e o sensor? Se a altura do seu amigo é 175 cm e o filme é de 24 mm x 36 mm, a imagem do seu amigo ficará inteira?

19- (Exercício 48 – Livro Texto) **Lente de zoom.** Considere o modelo simples de lente de zoom apresentado na Figura 34.43a. A lente convergente possui distância focal  $f_1 = 12$  cm e a lente divergente possui distância focal  $f_2 = -12$  cm. A distância entre as lentes mostradas na Fig. (a) abaixo é de 4 cm. (a) Para um objeto distante, onde se forma a imagem produzida pela lente convergente? (b) A imagem da lente convergente serve de objeto para a lente divergente. Qual é a distância do objeto para a lente divergente? (c) Onde se forma a imagem final? Compare sua resposta com a Fig. (a) ao lado. (d) Repita os itens (a), (b) e (c) para a situação indicada na Fig. (b) ao lado, na qual a distância entre as lentes é de 8 cm.



20- (Exercício 49 – Livro Texto) Uma lente de câmera possui distância focal de 180,0 mm e diâmetro de abertura de 16,36 mm. (a) Qual é o número  $f$  da lente? (b) Se a exposição correta de uma certa cena é  $1/30$  para  $f/11$ , qual é exposição correta para  $f/2,8$ ?

## 1.6 – O Olho

21- (Exercício 52 – Livro Texto) **Lentes de contato.** As lentes de contato são colocadas diretamente sobre o globo ocular. Portanto, a distância entre o olho e um objeto (ou imagem) é a mesma que a distância entre a lente e esse objeto (ou imagem). Uma pessoa pode ver bem objetos distantes, mas seu ponto próximo é 45,0 cm de seus olhos em vez dos normais 25,0 cm. (a) Essa pessoa é míope ou hipermetrópe? (b) Que tipo de lente (convergente ou divergente) é necessário para corrigir sua visão? (c) Se as lentes corretivas forem lentes de contato, que distância focal a lente deve ter e qual a sua potência em dioptrias?

22- (Exercício 53 – Livro Texto) **Óculos comuns.** Os óculos comuns geralmente são usados 2,0 cm à frente do globo ocular. Suponha que a pessoa do Exercício 21 prefira óculos comuns em vez de lentes de contato. Nesse caso, lentes de que distância focal são necessárias para corrigir sua visão, e qual a sua potência em dioptrias?

23- (Exercício 54 – Livro Texto) Uma pessoa pode ver claramente de perto, mas não consegue focalizar objetos que estão além de 75,0 cm. Ela decide usar lentes de contato para corrigir sua visão. (a) Essa pessoa é míope ou hipermetrópe? (b) Que tipo de lente (convergente ou divergente) é necessário para corrigir sua visão? (c) Que distância focal a lente deve ter e qual a sua potência em dioptrias?

### 1.7 – A lupa

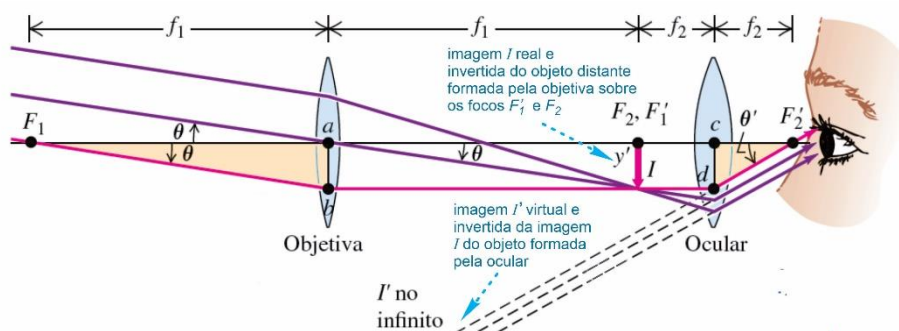
24- (Exercício 56 – Livro Texto) Uma lente delgada com distância focal de 6,0 cm é usada como lupa simples. (a) Qual é a ampliação angular da imagem obtida com essa lente quando o objeto está sobre o seu foco? (b) Quando um objeto é examinado através dessa lente, até que distância ele pode se aproximar da lente? Considere que a imagem vista pelo olho seja formada sobre o ponto próximo que está a 25,0 cm do olho e que a lente esteja muito próxima do olho.

### 1.8 – Microscópios e telescópios

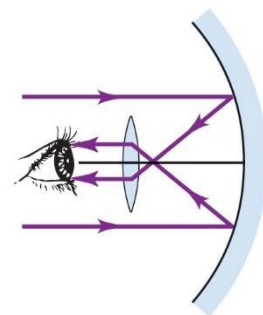
25- (Exercício 59 – Livro Texto) A distância focal da ocular de um certo microscópio é 18,0 mm. A distância focal da objetiva é 8,00 mm. A distância entre a objetiva e a ocular é 19,7 cm. A imagem final formada pela ocular se encontra no infinito. Considere que todas as lentes apresentam o comportamento de lentes delgadas. (a) A que distância da objetiva o objeto deve ser visto? (b) Qual é o módulo da ampliação linear produzida pela objetiva? (c) Qual é a ampliação angular total produzida pelo microscópio?

26- (Exercício 60 – Livro Texto) **Resolução de um microscópio.** A objetiva de um microscópio com distância focal de 5,0 mm forma uma imagem a uma distância de 160 mm de seu segundo foco. A ocular possui distância focal igual a 26,0 mm. (a) Qual é a ampliação angular do microscópio? (b) O olho nu consegue distinguir dois pontos nas vizinhanças do ponto próximo quando a distância entre os pontos é aproximadamente igual a 0,10 mm. Qual é a separação mínima que pode ser observada (ou resolvida) com esse microscópio?

27- (Exercício 62 – Livro Texto) A ocular de um telescópio refrator (veja a Figura abaixo) possui uma distância focal de 9,00 cm. A distância entre a objetiva e a ocular é 1,20 m e a imagem final se encontra no infinito. Qual é a ampliação angular do telescópio?



28- (Exercício 63 – Livro Texto) Um telescópio refletor, mostrado na Figura ao lado, deve ser construído usando-se um espelho esférico com raio de curvatura igual a 1,30 m e uma ocular com distância focal igual a 1,10 cm. A imagem final se forma no infinito. (a) Qual deve ser a distância entre o vértice do espelho e a ocular para um objeto situado no infinito? (b) Qual será a ampliação angular?



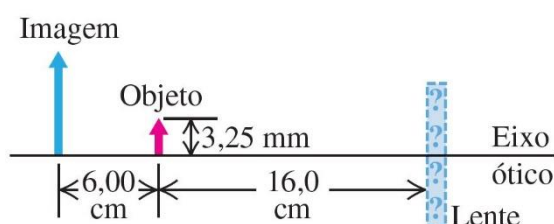
## 2 - Problemas

29- (Exercício 68 – Livro Texto) Uma lâmpada está a uma distância de 3,0 m de uma parede. Você deve usar um espelho côncavo para projetar a imagem da lâmpada na parede, de modo que a imagem seja 3,5 vezes maior que o objeto. Qual deve ser a distância entre o espelho e a parede? Qual deve ser seu raio de curvatura?

30- (Exercício 71 – Livro Texto) **Espelho retrovisor.** Um espelho do lado do passageiro de um carro é convexo e possui raio de curvatura cujo valor absoluto é 18,0 cm. (a) Outro carro é visto nesse espelho e está a uma distância de 9,0 m atrás do espelho. Se a altura desse carro é 1,5 m, qual é a altura da imagem? (b) O espelho contém uma frase alertando que os objetos nele vistos estão mais próximos do que parecem. Por que isso ocorre?

31- (Exercício 75 – Livro Texto) Qual deve ser o índice de refração de uma esfera transparente para que os raios paraxiais provenientes de um objeto no infinito sejam focalizados no vértice da superfície oposta ao ponto de incidência?

32- (Exercício 81 – Livro Texto) A Figura ao lado mostra um objeto e sua imagem formada por uma lente delgada. (a) Qual é a distância focal da lente e qual é o tipo de lente (convergente ou divergente)? (b) Qual é a altura da imagem? Ela é real ou virtual?



33- (Exercício 82 – Livro Texto) Uma barra transparente com 30,0 cm de comprimento é cortada formando um plano em uma extremidade e uma superfície hemisférica de raio igual a 10,0 cm na outra extremidade. Um pequeno objeto é colocado no interior da barra em um ponto do eixo equidistante das extremidades da barra, ou seja, a 15,0 cm da extremidade plana e a 15,0 cm do vértice da extremidade curva. Quando observado através da extremidade plana, o objeto está a uma profundidade aparente de 8,20 cm da extremidade plana. Qual é a profundidade aparente quando a barra é observada através da extremidade curva?

34- (Exercício 84 – Livro Texto) Os raios de curvatura das superfícies de uma lente delgada convergente em forma de menisco são dados por  $R_1 = +12,0$  cm e  $R_2 = +28,0$  cm. Seu índice de refração é 1,60. (a) Determine a posição e o tamanho da imagem de um objeto em forma de seta com altura de 5,0 mm, perpendicular ao eixo da lente, situado a uma distância de 45,0 cm à esquerda da lente. (b) Uma segunda lente delgada convergente, com a mesma distância focal, é colocada a uma distância de 3,15 m à direita da primeira lente. Determine a posição e o tamanho da imagem final. A imagem final é direita ou invertida em relação ao objeto original? (c) Repita o item (b) considerando a segunda lente a uma distância de 45,0 cm à direita da primeira e mantendo inalterados os demais valores.

35- (Exercício 88 – Livro Texto) Uma tela é colocada a uma distância  $d$  à direita de um objeto. Uma lente convergente com distância focal  $f$  é posicionada entre o objeto e a lente. Em termos de  $f$ , qual é o menor valor de  $d$  para que uma imagem esteja focalizada na tela?

36- (Exercício 93 – Livro Texto) Um espelho esférico convexo cuja distância focal possui módulo igual a 24,0 cm é colocado a uma distância de 20,0 cm à esquerda de um espelho plano. Um objeto com altura de 0,250 cm é colocado na metade da distância entre a superfície do espelho plano e o vértice do espelho esférico. O espelho esférico forma muitas imagens do objeto. Quais são as duas imagens do objeto formadas pelo espelho esférico que estão mais próximas dele, e qual é a altura de cada imagem?

37- (Exercício 99 – Livro Texto) Um homem com um ponto próximo de 85 cm, mas com uma excelente visão distante, normalmente usa óculos corretivos, mas os perdeu durante uma viagem. Felizmente, ele ainda possui seus óculos antigos como reserva. (a) Se as lentes dos óculos antigos possuem uma potência de +2,25 dioptrias, qual é seu ponto próximo (medido a partir do olho) quando ele está usando os óculos antigos apoiados 2,0 cm à frente do seu olho? Qual seria seu ponto próximo se os óculos antigos fossem lentes de contato?