

Óptica Foice 01

Matheus Ponciano

6 Fevereiro 2021

Introdução

Essa é a primeira e possivelmente única lista de óptica geométrica até a fase final da seletiva. Questões que recomendo fazer pois fornecem um melhor entendimento de outras questões serão marcadas com um "•", e questões que talvez precisem de bastante "conta" e ou difíceis serão marcadas com um "!".

1 Lentes

1.1 •Sanduiche

Uma lente delgada com índice de refração n e os raios de curvatura R_1 e R_2 , está localizada na interface entre os dois meios de índice de refração n_1 e n_2 vistos na figura abaixo. Se S_1 e S_2 são as distancias do objeto e imagem respectivamente, pergunta se:

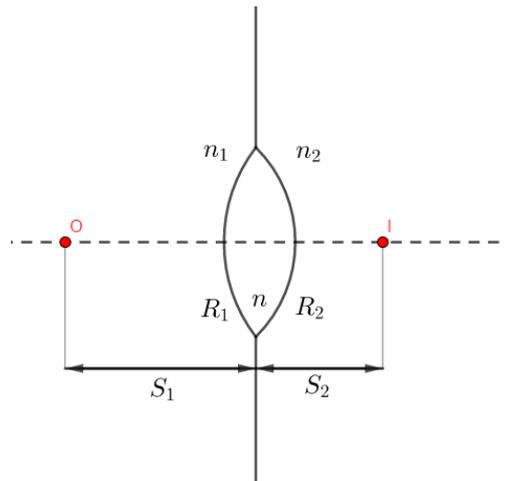


Figura 1: Problema 1.1

a) Utilizando a lei de Snell para pequenos ângulos de incidência na superfície R_1 mostre que $\frac{n_1}{S_1} + \frac{n}{S'_1} = \frac{n - n_1}{R_1}$ onde S'_1 representa o ponto imagem do objeto em relação a superfície R_1 .

b) As distâncias focais f_1 e f_2 .

c) Mostre que $\frac{f_1}{S_1} + \frac{f_2}{S_2} = 1$.

d) Mostre que no caso de $n_1 = n_2$ obtém se a relação $\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} = \frac{1}{f}$.

1.2 Ébic

Presbiopia é uma condição ocular associada ao envelhecimento do olho humano caracterizada por diminuição progressiva da capacidade de focar nitidamente objetos a curta distância. Caso uma pessoa possua miopia, a sua faixa de visão nítida fica limitada entre um ponto distante menor que infinito e um ponto próximo maior que 25cm . Para acomodar tais problemas de visão, foram inventadas lentes bifocais, que podem ser vista num esquema na Figura 2. Basicamente, funciona como a junção de duas metades de lentes convergentes e divergentes.

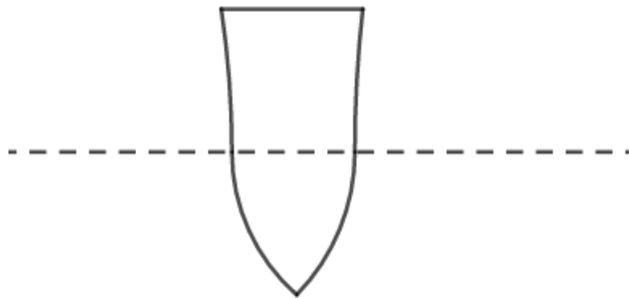


Figura 2: problema 1.2

a) Epylau possui graves problemas de visão. Determine os poderes focais em di da sua lente bifocal se a sua faixa de visão vai de 75 cm à 40 cm .

b) Determine as posições e alturas das imagens feitas por uma caneta de 15 cm parado em pé em cima de uma mesa (isso é possível??) a $2,4\text{ m}$ da lente, assumindo que a ponta da caneta está no eixo principal da lente.

c) Epylau percebe que a caneta está prestes a cair e começa a correr a $3,0\text{ m/s}$ para tentar segurá-la. Determine as velocidades instantâneas das imagens formadas.

1.3 !Longo cilindro do oculista Paulo

Paulo possui uma lente espessa de comprimento L , índice de refração n e raios R_1 e R_2 .

Determine:

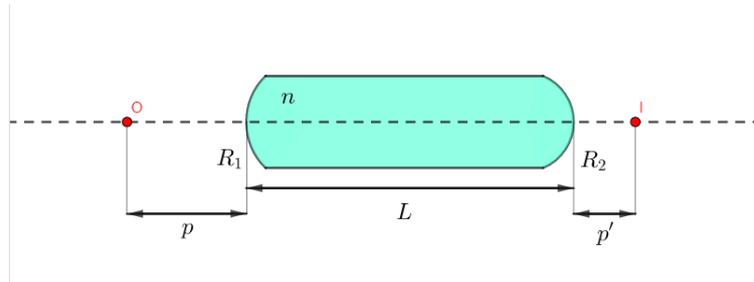


Figura 3: Problema 1.3

a) A relação entre a distância do objeto O à borda esquerda p com a distância da imagem I à borda direita p' . (Não precisa simplificar, pode chegar numa relação de frações contudo que os termos p e p' estejam em lados diferentes.)

b) O foco do objeto f_o e foco da imagem f_i para essa lente.

2 Lei de Snell

2.1 •Meio de índice variando

Nessa questão, vamos analisar as relações entre o ângulo do feixe de luz com o gradiente do meio para situações específicas.

a) Para o caso plano demonstrado na Figura 4, demonstre que $n_i \sin(\theta_i) = cte$

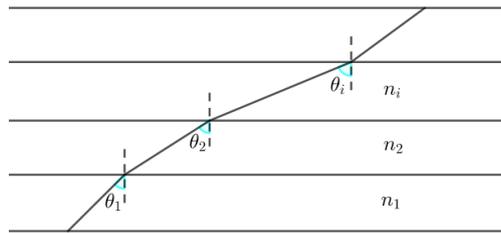


Figura 4: Problema 2.1 a)

b) Um feixe de luz que estava em um meio de índice de refração n_o incide quase perpendicularmente em um recipiente com uma solução que possui um índice de refração $n(x)$, onde x é a coordenada sentido da normal do recipiente. Sabendo que a trajetória do feixe pode ser descrita por: $y(x) = k \ln \left(\frac{x}{x_o} \right)$. Determine $n(x)$ em função das constantes dadas: n_o, k

c) Para o caso circular demonstrado na Figura 5, demonstre que $R_i n_i \sin(\theta_i) = cte$

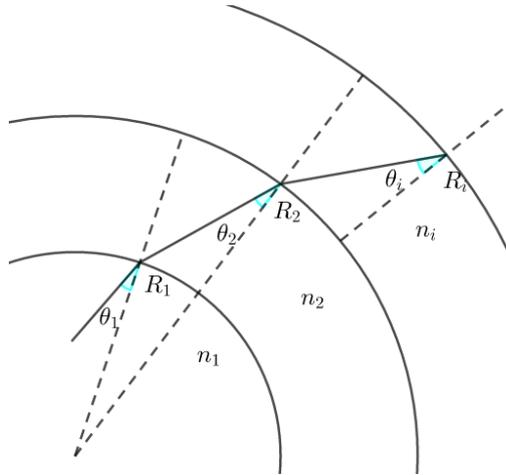


Figura 5: Problema 2.1 c)

d) Em um planeta esférico, o índice de refração da atmosfera, em função da altitude h acima da superfície, varia de acordo com a fórmula $n(h) = \frac{n_o}{1 + \varepsilon h}$ onde n_o e ε são constantes. Curiosamente, qualquer feixe de laser, direcionado horizontalmente, mas a uma altura arbitrária, descreve uma trajetória que circula o planeta. Qual é o raio do planeta?

2.2 Tem que considerar o vidro!

Doutor Solari possui um prisma triangular com ângulo de abertura A , e índice de refração desconhecido n . O prisma está cercado por ar. Sendo os ângulos de incidência e o de saída dados por θ_1 e θ_2 respectivamente, e os ângulos de deflexão δ_1 e δ_2 , com δ sendo a deflexão total do feixe.

a) Determine o ângulo de deflexão δ em função de A , θ_1 e θ_2 .

b) Doutor Solari mediu o ângulo de abertura A e determinou experimentalmente que há apenas 1 ângulo de incidência θ que causa o mínimo desvio. Com essas informações e utilizando de aproximações, determine o índice de refração do prisma para $A = 15^\circ$ e $\theta = 23^\circ$.

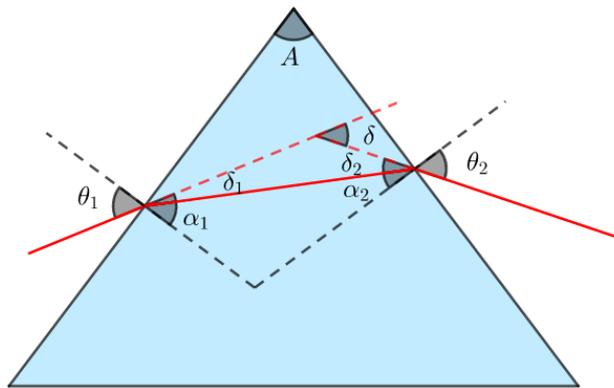


Figura 6: Problema 2.2)

2.3 !Maciel

Um homem alto, bonito e forte, está de pé na borda de uma piscina e olha para uma pedra que está no fundo. A profundidade da piscina é igual a H . Em qual distância, a partir da superfície da água, a imagem da pedra é formada, considerando que a linha de visão faz um ângulo θ com a normal à superfície?

3 Caminho Óptico

$$(CO = \int_A^B nds)$$

3.1 • Não pode dioptra

Na Figura 7, podemos ver uma lente de face circular com um raio R , índice de refração n e espessura e . Determine a distância f do ponto focal à face plana.

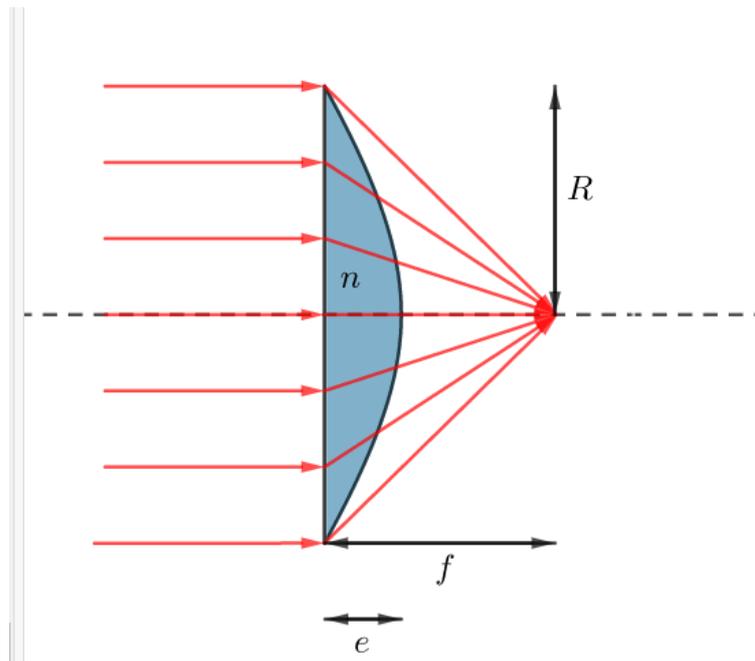


Figura 7: Problema 3.1

3.2 !Óptica um tanto geométrica

a) Um feixe luminoso paralelo abandona o vácuo em direção a uma superfície contendo um meio com índice de refração n . Encontre a equação dessa superfície sabendo que o feixe é trazido ao foco a uma distância f a partir do vértice. Qual é o raio máximo de um feixe que ainda pode ser focado?

b) Considere agora que o feixe vem do meio com índice de refração n e todos os raios de luz são focados no vácuo. Qual é a equação da nova superfície? Considere simetria de rotação em torno do eixo do feixe.

4 Construções Geométricas

4.1 •Linha Focal

a) Mostre que a imagem de uma linha reta criada por uma lente delgada é também uma linha reta. Considere apenas geometria bidimensional, isto é, assuma que o eixo óptico da lente e a linha reta estão no mesmo plano (x, y) . Dica: use o sistema de eixos coordenados onde a origem coincide com o centro da lente e represente linhas algebricamente $(y = ax + b)$.

b) Na figura, desenhe a imagem da linha dada e indique qual parte da imagem é virtual e qual é real.

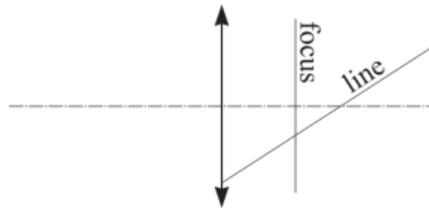


Figura 8: Problema 4.1 b)

c) Um fotógrafo quer tirar uma foto de um campo de flores. A fim de obter uma imagem onde todas as flores (tanto próximas quanto distantes) são nítidas, ele tem que usar uma lente com recursos de mudança de inclinação. O campo de flores (o qual se estende efetivamente para o infinito) e a imagem de sua borda distante, junto com o plano da imagem, estão representados na Figura 2. Encontre a posição da lente. O comprimento focal é dado em escala.

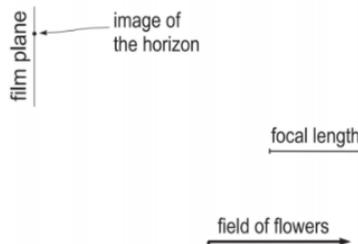


Figura 9: Problema 4.1 c)

4.2 •Quadrado Troncho

O quadrilátero mostrado na Figura 10 é a imagem real de um quadrado formada por uma lente delgada ideal. Tanto o quadrado quanto o eixo óptico da lente estão no mesmo plano da imagem. Determine a posição da lente e a orientação do seu eixo óptico.

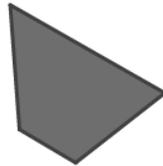


Figura 10: Problema 4.2

4.3 Elipse Generada

A elipse mostrada na Fig 11 é a imagem real de uma circunferência formada por uma lente delgada ideal. O ponto indicado na figura é a imagem do centro da circunferência, a lente e a elipse pertencem ao mesmo plano. Determine a posição e a orientação da lente.

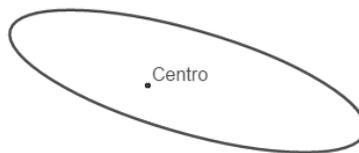


Figura 11: Problema 4.2

4.4 !Ibagens

A Figura 12 mostra um objeto em forma de elipse com focos F_1 e F_2 posicionado em um plano que contém ao eixo óptico de uma lente convergente. Considere ele como sendo translúcido ou com uma leve inclinação acima do plano indicado, o que permite que da superfície toda iluminada tenha raios saindo que atingem à lente e, portanto, formam a figura indicada como imagem. Temos indicado o centro da lente, mas não sua posição angular em volta dele, nem a distância focal.

a) Trace linhas na figura para determinar ao plano que contém à lente. Indique-o com um segmento.

b) Indique o ponto focal imagem da lente, ou seja, o ponto onde raios paralelos ao eixo óptico que viessem do infinito devem se encontrar.

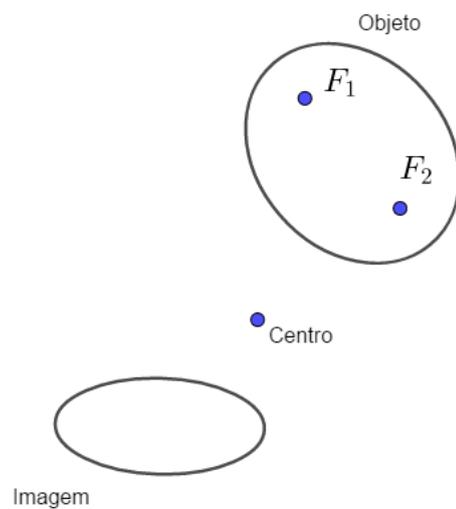


Figura 12: Problema 4.3

5 Fotos

5.1 • Óptica com foto?

Na Figura 13, tem um meio cilindro feito de vidro posto em cima de um papel listrado (a distância entre linhas é sempre a mesma). Determine o índice de refração do vidro.

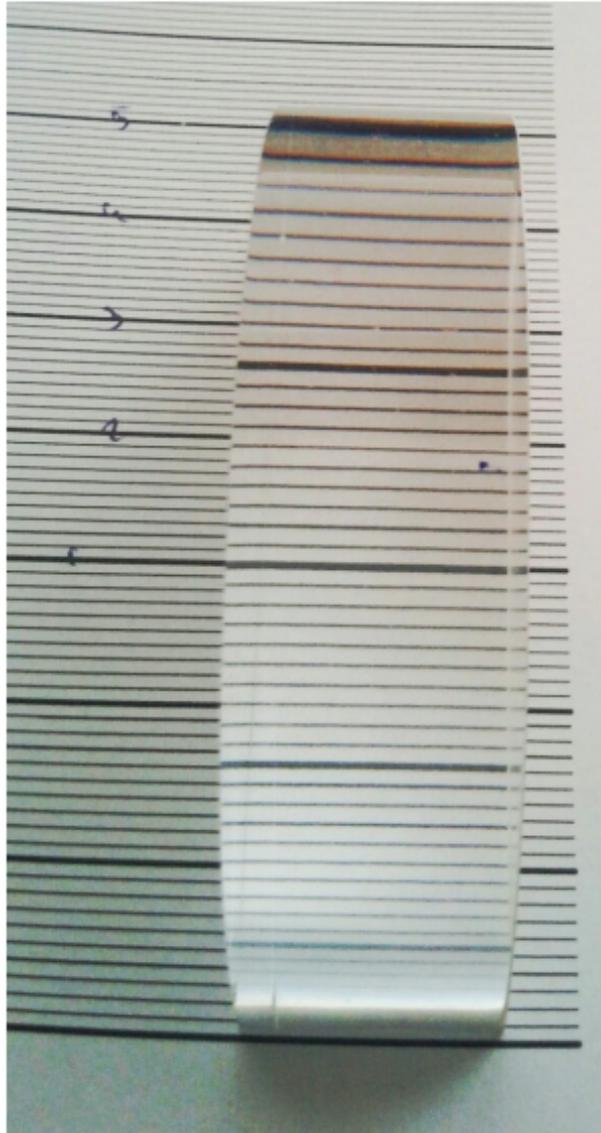


Figura 13: Problema 5.1

5.2 ●!De férias com a régua

Qual é o diâmetro da lente da câmera utilizada para tirar a foto da Figura 14? Considere a câmera como sendo apenas uma lente e um anteparo.



Figura 14: Problema 5.2

5.3 Dragão de Komodo

Pode ser ver na Figura 15 uma foto de um dragão debaixo d'água. O comprimento do dragão é $l = 8 \text{ cm}$ e sua altura média (não considerando a crista) é $h = 3 \text{ cm}$. O diâmetro do fundo da bacia é $d = 10 \text{ cm}$ e o ângulo entre a mesa e o lado da bacia é de 60° . O índice de refração da água é $n = 1.33$. A foto foi tirada de forma que a câmera estivesse apontada diretamente ao longo da superfície da água. No que se pede a seguir, o ângulo com o horizonte ao observar algum ponto da imagem do dragão é definida como o ângulo entre a superfície horizontal da água (ou qualquer outra superfície horizontal) e a linha reta do olho até aquele ponto da imagem.



Figura 15: Problema 5.3

- a) Qual é o maior ângulo de visagem abaixo do horizonte por qual se pode ver o reflexo do dragão causada pela superfície de água?
- b) Qual é o maior ângulo de visagem acima do horizonte pela qual o reflexo pode ser visto?