

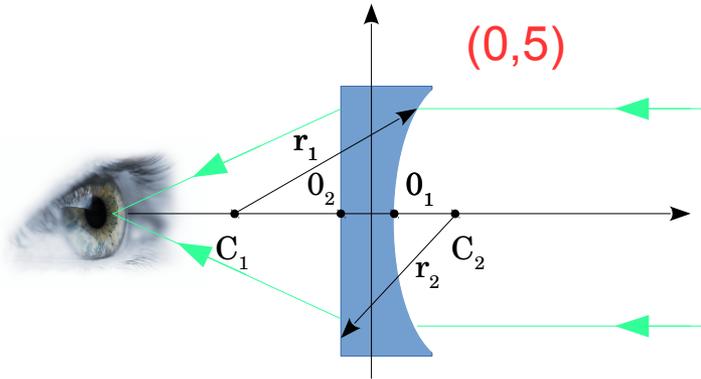
# Prova 1 Noturno – ÓPTICA (1.2018)

Prof. Herculano Martinho

16 de março de 2018

**Questão 1** Uma pessoa não pode perceber com clareza objetos além de 50 cm. a) Qual seria a distância focal da lente prescrita para corrigir esse problema de acomodação? b) Qual a potência dessa lente? c) Supondo que essa lente seja fabricada com uma face plana de material policarbonato ( $n=1,586$ ), qual será o raio de curvatura da outra superfície?

**RESOLUÇÃO:**



a) A solução para este problema de acomodação envolve trazer as imagens do infinito até o ponto onde pode ser focalizado pelo olho, o que ocorre em 50 cm. Então,

$$p = \infty; q = 50 \quad (0,5)$$

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{50} \quad \boxed{\rightarrow f = -50 \text{ cm}} \quad (0,5)$$

Lente divergente

b) A potência será  $P = \frac{1}{|f|} = \frac{1}{0,50} = 2 \text{ dioptrias} \quad (0,5)$

c) Observando o esquema de traçado dos raios, temos  $r_1 > 0; r_2 = \infty$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{(-50)} = (1,586 - 1) \left( \frac{1}{\infty} - \frac{1}{r_1} \right) \rightarrow r_1 = -(-50) \times 0,586 \quad \boxed{\rightarrow r_1 = 29,3 \text{ cm}}$$

(0,25)

(0,25)

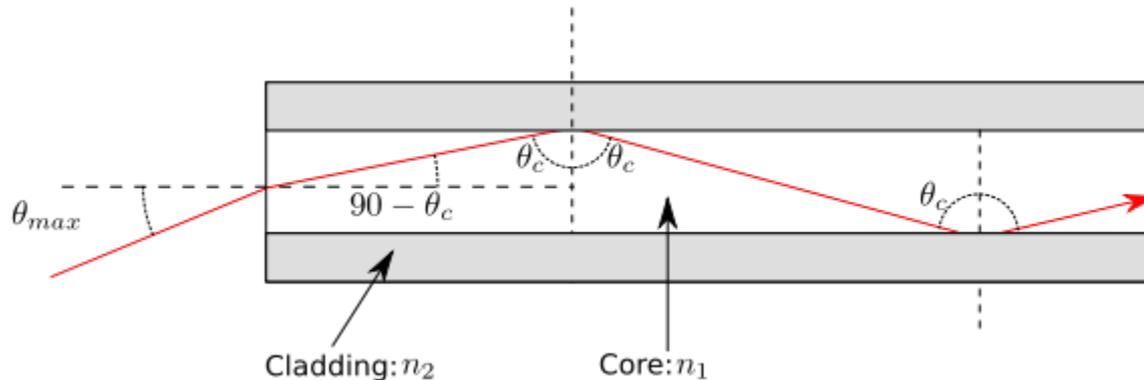
# Prova 1 Noturno – ÓPTICA (1.2018)

Prof. Herculano Martinho

16 de março de 2018

**Questão 2** Explique o princípio de funcionamento de uma fibra óptica. Demonstre que a abertura numérica é dada por

$n \sin \theta_{\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ , onde  $n$ ,  $n_1$  e  $n_2$  são os índices de refração do ar e dos materiais interno e externo, respectivamente.



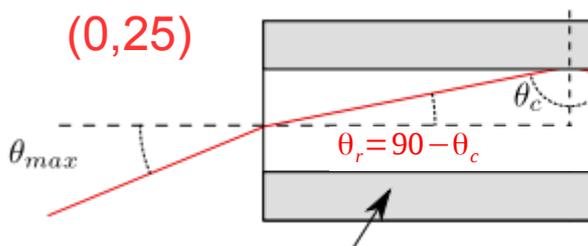
**RESOLUÇÃO:**

A fibra óptica funciona utilizando-se do fenômeno de reflexão total interna. Constitui-se por uma fibra interna ou núcleo (índice de refração  $n_1$ ), recoberta por uma camada externa de índice de refração  $n_2$ . Como  $n_1 > n_2$  há sempre uma fração da luz que incide em ângulo maior do que o ângulo crítico, permitindo que o feixe viaje praticamente sem perdas. (0,5)

De fato, o feixe com maior ângulo a ser admitido entrará com incidência de  $\theta_{\max}$ . Assim, na primeira refração, a lei de Snell implica

$$n \sin(\theta_{\max}) = n_1 \sin(\theta_r) = n_1 \sin(90^\circ - \theta_c) = n_1 \cos(\theta_c) \quad (0,5)$$

(0,25)



O ângulo crítico vale  $\sin(\theta_c) = n_2/n_1$ . Usando a relação  $\sin^2(\theta_c) + \cos^2(\theta_c) = 1$ , Teremos  $\cos(\theta_c) = \sqrt{1 - \sin^2(\theta_c)} = \sqrt{1 - (n_2/n_1)^2}$  que substituída na eq. (1) fornece

$$n \sin(\theta_{\max}) = n_1 \sqrt{1 - (n_2/n_1)^2} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (0,5)$$

# Prova 1 Noturno – ÓPTICA (1.2018)

Prof. Herculano Martinho

16 de março de 2018

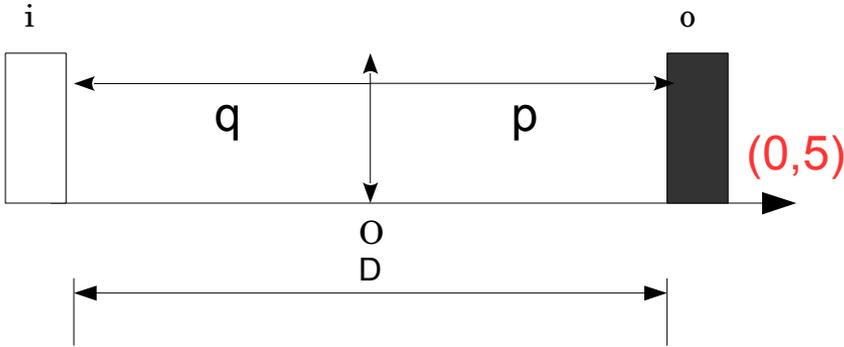
**Questão 3** Considere o experimento envolvendo formação de imagens e lentes que você realizou.

a) foi observado que uma imagem real era sempre formada para duas posições da lente convergente. Demonstre que as duas posições estão separadas por  $d = \sqrt{D(D-4f)}$  onde  $D$  é a distância fixa do objeto à tela e  $f$  o comprimento focal da lente.

b) o que ocorre para o caso de uma lente divergente?

c) Supondo que a lente é constituída por material com  $n = 1,55$  com raios de curvatura iguais a 150 mm, encontre (i) o foco  $f$ ; (ii) diga se esta é convergente ou divergente; (iii) para distancia fixa do a objeto à tela de  $D = 900$  mm encontre as posições onde se formarão imagens reais; (iv) faça um diagrama dos raios.

a) Pela observação do esquema do experimento, vemos que a distância  $D$  vale  $D = p - q$ , pois  $q < 0$ . Logo,  $p = D + q$ .

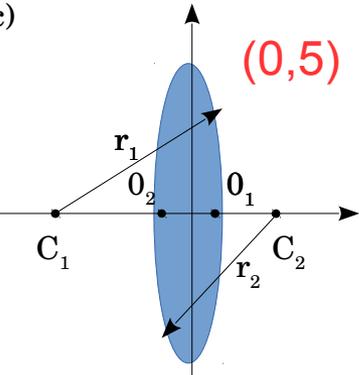


$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{D+q} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{-D}{q(D+q)} = \frac{1}{f} \rightarrow q^2 + qD + fD = 0 \quad (0,5)$$

$$q = \frac{-D \pm \sqrt{\Delta}}{2} \rightarrow d = \sqrt{\Delta}$$

Como  $\Delta = D^2 - 4fD$ ,  $d = \sqrt{D(D-4f)}$  (0,5)

b) Neste caso  $\Delta > D$  e uma das imagens se formará fora da tela, não sendo observada (0,25)



i)  $r_1 = -150$  mm (superfície convexa para o raio incidente)

$r_2 = +150$  mm (superfície concava para o raio incidente)

$$\rightarrow \frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \rightarrow \frac{1}{f} = (1,55-1) \left( \frac{1}{150} - \frac{1}{-150} \right) \quad (0,25)$$

$\rightarrow f = 136$  mm (0,25)

ii)  $f > 0$ : convergente (0,5)

$$\text{iii) } q = \frac{-900 \pm \sqrt{900(900-4 \times 136)}}{2}$$

$q = -167$  mm ;  $-733$  mm  
(0,25) (0,25)

# Prova 1 Noturno – ÓPTICA (1.2018)

Prof. Herculano Martinho

16 de março de 2018

**Questão 3** Considere o experimento envolvendo formação de imagens e lentes que você realizou.

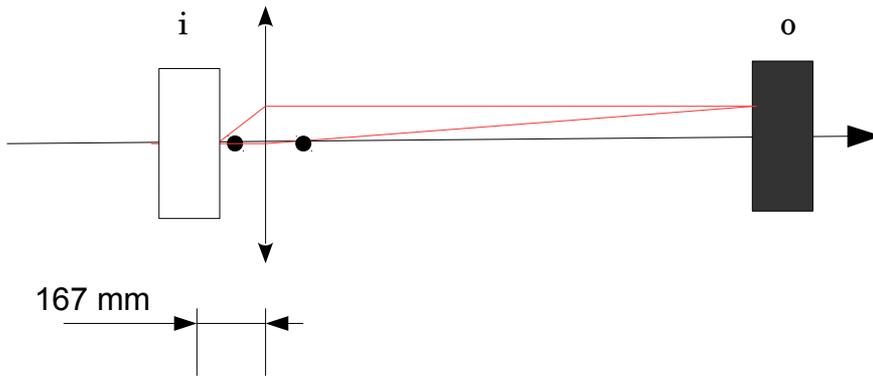
a) foi observado que uma imagem real era sempre formada para duas posições da lente convergente. Demonstre que as duas posições estão separadas por  $d = \sqrt{D(D-4f)}$  onde  $D$  é a distância fixa do objeto à tela e  $f$  o comprimento focal da lente.

b) o que ocorre para o caso de uma lente divergente?

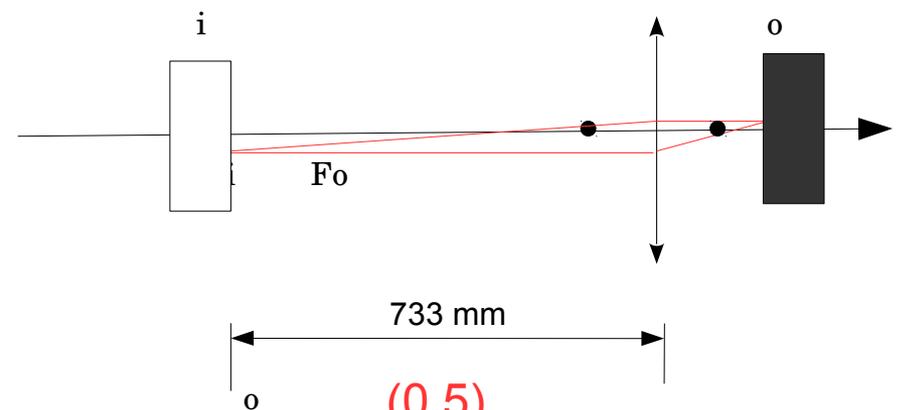
c) Supondo que a lente é constituída por material com  $n = 1,55$  com raios de curvatura iguais a 150 mm, encontre (i) o foco  $f$ ; (ii) diga se esta é convergente ou divergente; (iii) para distancia fixa do a objeto à tela de  $D = 900$  mm encontre as posições onde se formarão imagens reais; (iv) faça um diagrama dos raios.

**RESOLUÇÃO (cont.):**

b)  
iv)



(0,5)



(0,5)