

FÍSICA

com Rogério Andrade

Lentes esféricas



LENTE ESFÉRICAS

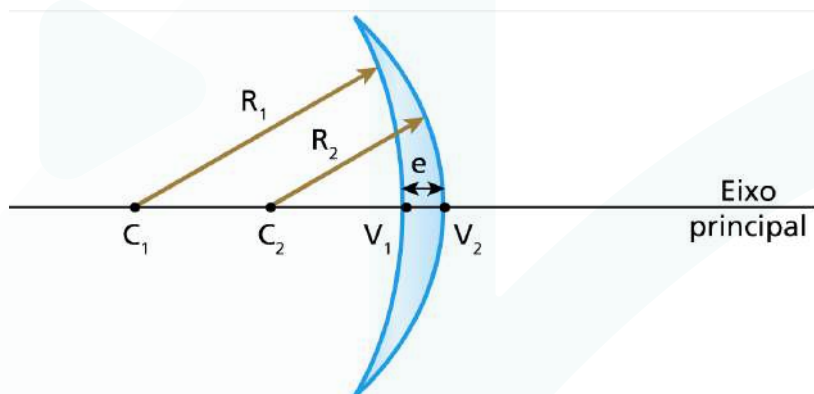
INTRODUÇÃO

As lentes estão presentes no nosso dia a dia. Temos lentes nos óculos, na máquina fotográfica, na luneta, no telescópio, no microscópio e em outros instrumentos óticos.

O que é uma lente esférica?

É um sistema constituído de dois dióptros esféricos ou um dióptro esférico e um plano, nos quais a luz sofre duas refrações consecutivas.

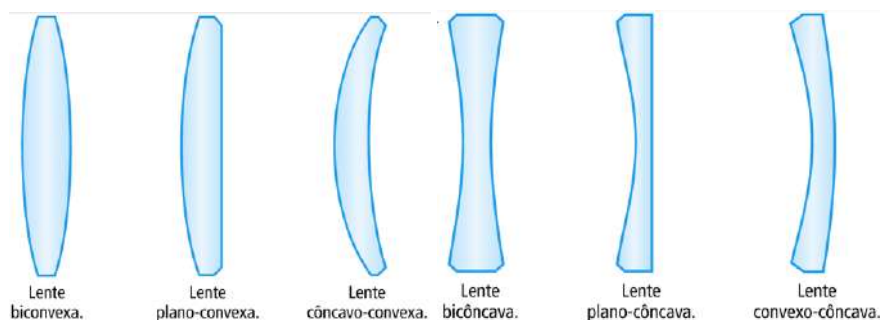
Elementos de uma lente esférica



- * C_1 e C_2 são os centros de curvatura das faces da lente.
- * R_1 e R_2 são os raios de curvaturas das faces da lente.
- * A reta $\vec{C_1C_2}$ é o eixo principal (ou eixo óptico) da lente. Esse eixo é normal às faces da lente.
- * O segmento $\vec{V_1V_2}$ determina a espessura (e) da lente

CLASSIFICAÇÃO DAS LENTES

Quanto à forma das lentes



CÁLCULOS E NOTAS

Observe que as lentes são denominadas côncavas ou convexas, conforme se apresentam para o observador. A denominação de uma lente é realizada, indicando em primeiro lugar a natureza da face menos curva, ou seja, aquela que se apresenta com maior raio de curvatura.

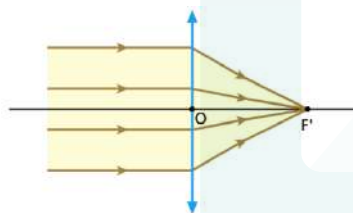
OBS.:

Nós estudaremos as lentes esféricas como sendo **delgadas**, ou seja, quando a sua espessura for desprezível em relação aos raios de curvatura.

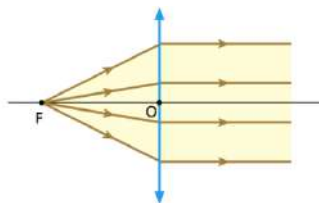
QUANTO AO COMPORTAMENTO ÓPTICO

Lente convergente

Quando um feixe de raios paralelos ao eixo principal, incide sobre uma lente convergente, emerge convergindo os raios de luz para um ponto denominado **foco imagem F'** .



A distância do foco F' à lente é a **distância focal imagem f'** . Fisicamente o foco imagem F' significa o ponto onde está localizada a imagem de um objeto situado no infinito. Como a lente é constituída de dois dioptrios, há um segundo foco que é denominado **foco objeto F** .

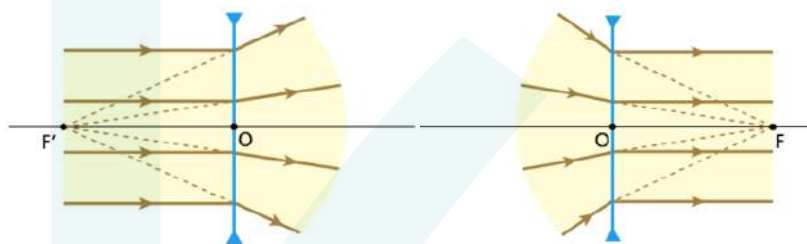


A distância do foco objeto F à lente é a distância focal objeto f . Esta distância f é simétrica à distância focal f' . Fisicamente o foco objeto F significa o ponto onde está localizado o objeto de uma imagem no infinito. Como os focos são reais, as distâncias focais objeto f e imagem f' serão consideradas positivas para lentes convergentes.

Na situação mais comum de nosso dia a dia ($n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$) são lentes convergentes as lentes biconvexa, plano-convexa e côncavo-convexa. (lentes de bordas finas)

Lente divergente

Quando um feixe de raios de luz, paralelos ao eixo principal, incide em uma lente divergente, ele emerge divergindo os raios de luz. Prolongando os raios divergentes, estes se interceptam no ponto F' denominado foco imagem da lente. O foco objeto F da lente divergente é obtido pelo prolongamento dos raios incidentes. O significado físico desses focos são os mesmos para lentes convergentes.



São lentes divergentes: as lentes bicôncava, plano-côncava e convexo-côncava

Na prática reconhecemos se uma lente é divergente ou convergente do seguinte modo: quando o bordo da lente tem menor espessura que a região central da lente é uma lente convergente; quando o bordo da lente tem maior espessura que a região central, é uma lente divergente.



VERGÊNCIA DE UMALENTE (V)

Se você observar uma receita de óculos você lerá as medidas, por exemplo, + 5 di ou - 5 di e assim por diante. O que significam estas medidas? Estas medidas indicam as vergências das lentes. A vergência V de uma lente é uma grandeza que corresponde ao inverso da distância focal da lente:

$$V = \frac{1}{f}$$

A unidade de medida usual é a DIOPTRIA (di) que corresponde ao inverso do metro (m^{-1}).

Quando a lente é divergente a distância focal é NEGATIVA, portanto, a vergência também será NEGATIVA. Quando a lente for convergente, a vergência será POSITIVA.

Equação dos fabricantes de lentes (Equação de Halley)

A equação dos fabricantes de lentes relaciona a distância focal f e a vergência V com os raios de curvatura R_1 e R_2 e o índice de refração relativo $n_{\text{lente/meio}}$. A equação é:

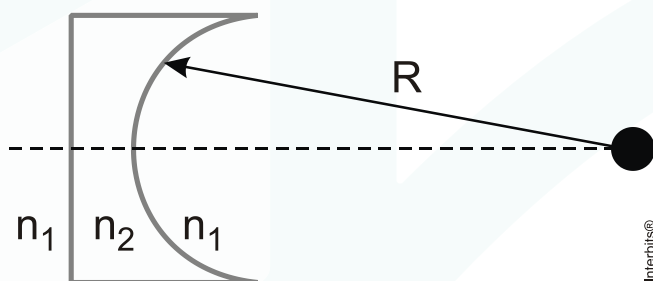
$$V = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{lente}}}{n_{\text{meio}}} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Convenção

Para a face convexa considera o raio de curvatura POSITIVO e para a face côncava o raio de curvatura NEGATIVO.

EXEMPLO 1

Uma lente plano-côncava, mostrada na figura a seguir, possui um raio de curvatura R igual a 30 cm. Quando imersa no ar ($n_1 = 1$), a lente comporta-se como uma lente divergente de distância focal f igual a - 60 cm. **Assinale a alternativa que corresponde ao índice de refração n_2 dessa lente.**

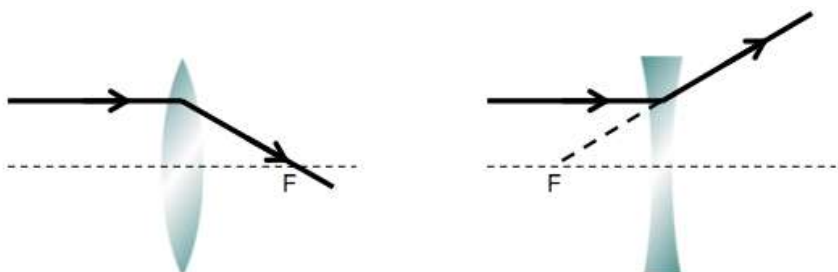


- a) 0,5
- b) 1,0
- c) 1,5
- d) 2,0
- e) 2,5

PROPRIEDADES DOS RAIOS INCIDENTES

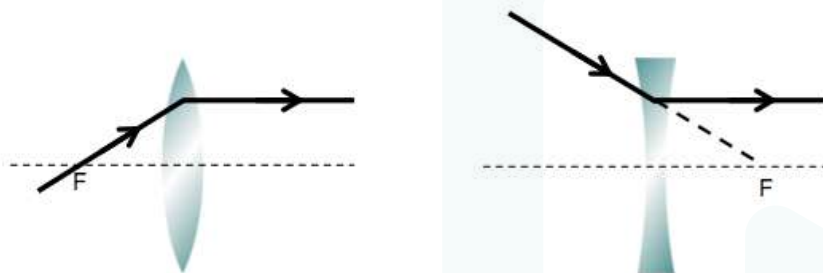
São utilizados três raios para a construção de imagens

Raio 1: Raio que incide paralelo ao eixo principal refrata passando pelo foco imagem.



CÁLCULOSENOTAS

Raio 2: Raio que incide passando pelo foco objeto, refrata paralelo ao eixo principal.

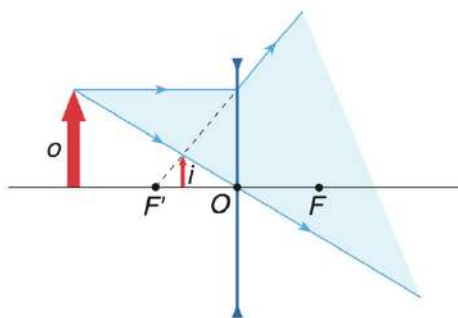


Raio 3: Raio que incide passando pelo centro ótico da lente, não sofre desvio.



CONSTRUÇÃO DE IMAGENS EM LENTES ESFÉRICAS

Lente divergente

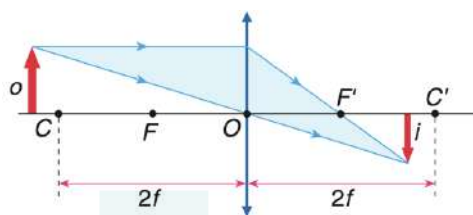


Características da Imagem

Menor
Virtual
Direita

Lente convergente

Objeto além da dupla distância focal

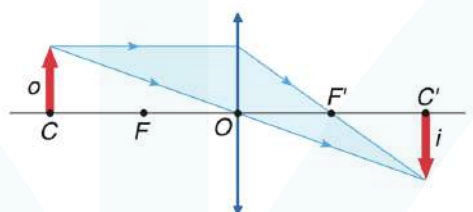


Características da Imagem

Menor
Real
Invertida

A situação apresentada é o esquema da formação de uma imagem em uma máquina fotográfica.

Objeto sobre a dupla distância focal



Características da Imagem

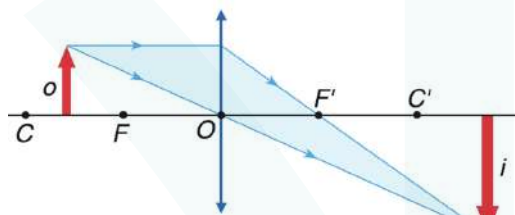
Mesmo tamanho
Real
Invertida

A situação representa o esquema de uma máquina copiadora (xerográfica) sem ampliação.



CÁLCULOSENOTAS

Objeto entre a dupla distância focal e a distância focal.

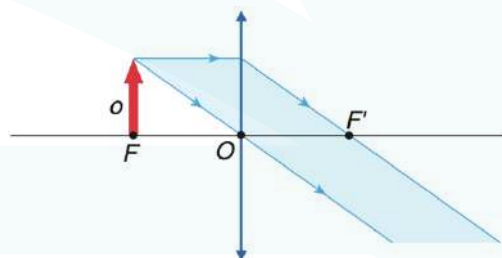


Características da Imagem

**Maior
Real
Invertida**

A situação apresentada para uma lente convergente é o esquema de um projetor de filmes ou slides.

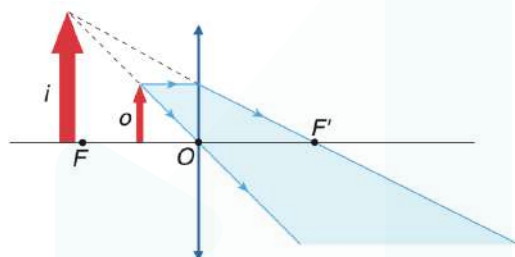
Objeto na distância focal.



Características da Imagem

Imagem imprópria

Objeto situado entre o foco e o vértice.



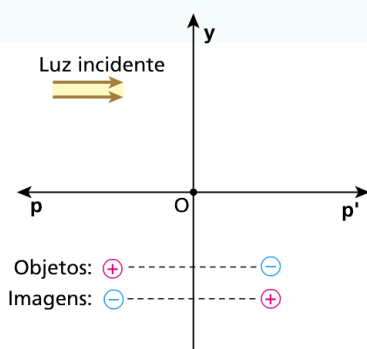
Características da Imagem

**Maior
Virtual
Direita**

EQUAÇÕES DE GAUSS

Dadas a posição e a altura de um objeto relativamente a uma lente delgada, a posição e a altura da imagem podem ser determinadas analiticamente. Para isso, adotaremos o seguinte sistema de coordenadas, chamado referencial de Gauss:

- * **origem:** centro óptico da lente;
- * **eixo das abscissas:** direção do eixo principal e sentido contrário ao da luz incidente para os objetos e a favor do da luz incidente para as imagens;
- * **eixo das ordenadas:** direção da perpendicular ao eixo principal e sentido ascendente.



$f > 0 \Rightarrow$ Lente Convergente

$f < 0 \Rightarrow$ Lente Divergente

$p' > 0 \Rightarrow$ Imagem Real

$p' < 0 \Rightarrow$ Imagem Virtual

$h_i > 0 \Rightarrow$ Imagem Direita

$h_i < 0 \Rightarrow$ Imagem Invertida

EQUAÇÕES DE GAUSS

Equação dos pontos

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Aumento linear transversal

$$A = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-p'}{p}$$

CÁLCULOSENOTAS

EXEMPLO 2

Uma câmara fotográfica artesanal possui uma única lente delgada convergente de distância focal 20 cm. Você vai usa-la para fotografar uma estudante que está em pé a 100 cm da câmara. Qual deve ser a distância, em centímetros, da lente ao filme, para que a imagem completa da estudante seja focalizada sobre o filme?

- a) 25 b) 30 c) 50 d) 75 e) 100

**ANOTAÇÕES****CÁLCULOSENOTAS**

Estamos juntos nessa!



C U R S O
FERNANDA PESSOA
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.