

Nome	RA	Curso/Turma
Vitor Hugo Ferrari Ribeiro	112481	Física / 34
Giovanna Maria Nogueira	112479	Física / 34

Experimento VI

Lentes

Objetivos: Determinação da distância focal (f) e caracterização das imagens formadas por lentes: convergente e divergente

Observação:

- Antes de iniciar os experimentos de óptica certifique-se que todos componentes estejam fixados em seus respectivos suportes e posicionados de forma adequada ao banco óptico, quando necessário. Não toque diretamente com os dedos nas faces das lentes, caso necessário limpe as superfícies com um papel macio sem a utilização de solventes;
- Procure sempre colocar os centros de todos os elementos à mesma altura;
- Para deslocar a imagem, lateralmente, aplique uma pequena rotação no espelho;
- Para deslocar a imagem, verticalmente, levante ou abaixe a lente.

I. Lente convergente biconvexa

A. Medida direta: Objeto no infinito ($o \rightarrow \infty$)

Coloque a lente convergente (L_1) e o anteparo (A), nos respectivos suportes. Sobre a mesa, oriente L_1 para a seta (objeto) no fundo da sala, ou para um outro objeto distante. Com o anteparo atrás da lente (Fig. 1), desloque o mesmo até obter uma imagem nítida do objeto. Meça com a trena a distância (i) do anteparo à lente, e anote na Tabela I. f_c é a distância focal da lente convergente biconvexa ($f_c = i$).

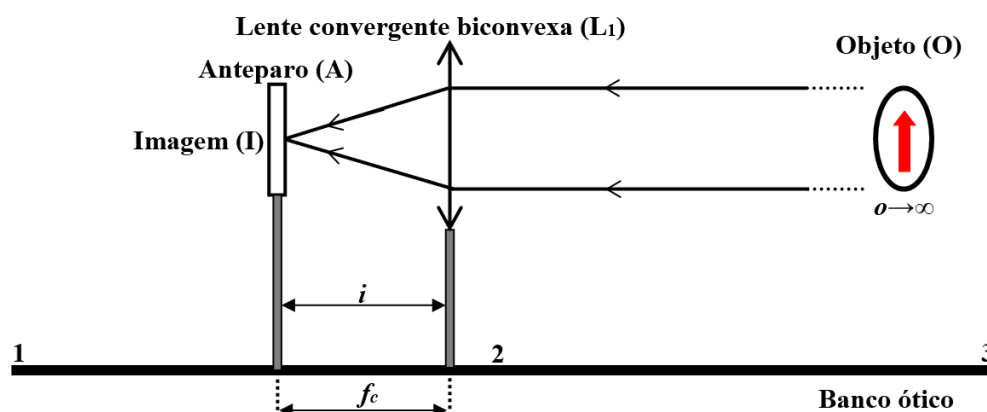


Figura 1. Montagem experimental para obtenção da distância focal de uma lente convergente biconvexa com o objeto no infinito.

B. Medida direta: Objeto no foco ($o = f$) – Método da autocolimação

Numa das extremidades do banco óptico coloque a fenda (objeto - O) iluminado pelo lâmpada e na outra extremidade o espelho plano, interceptando o feixe de luz, em seguida introduza a lente L_1 , conforme mostra a Fig.2. Aproxime L_1 , em direção ao objeto de modo que os raios refletidos pelo espelho retornem através da L_1 e

formem a imagem do objeto ao lado do mesmo. Meça e anote, na Tabela I, a distância entre o objeto/imagem e a lente.

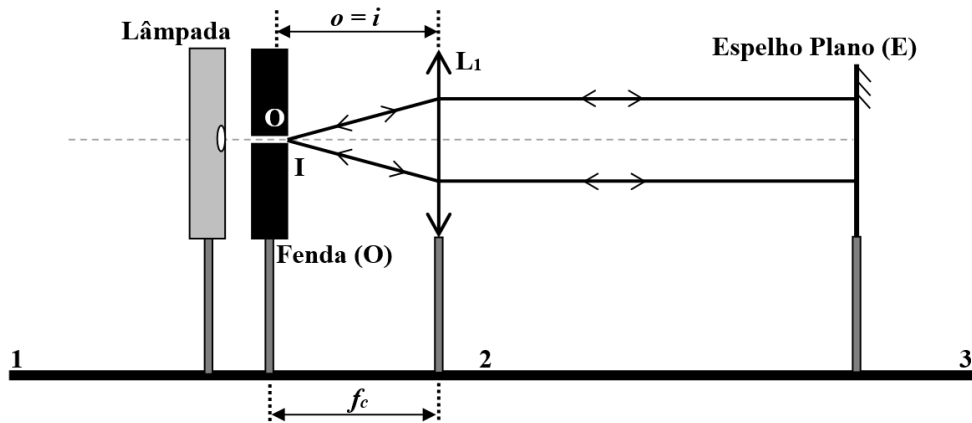


Figura 2. Montagem experimental para obtenção da distância focal de uma lente convergente biconvexa com o objeto no foco.

C. Medida direta: Imagem no foco ($i = f$) – Método do ponto focal

Substitua a L_1 por uma lente plano-convexa (L_{pc}). Ajuste a posição da mesma até obter, pelo método da autocolimação, um feixe paralelo de luz, na direção do banco óptico (Fig. 3(a)). Substitua o espelho pela lente L_1 e insira o anteparo, no banco óptico, conforme a Fig. 3(b). Desloque a lente L_1 e/ou o anteparo, até obter uma imagem nítida do objeto no anteparo. Meça e anote, na Tabela I, a distância da lente L_1 ao anteparo.

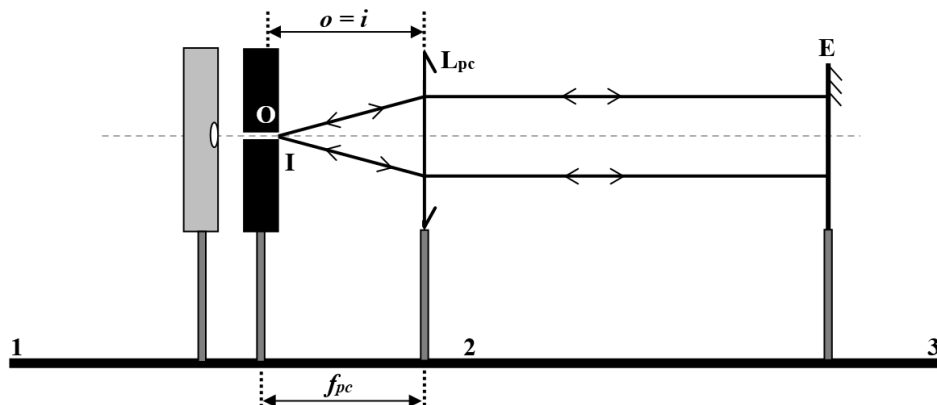


Figura 3(a).

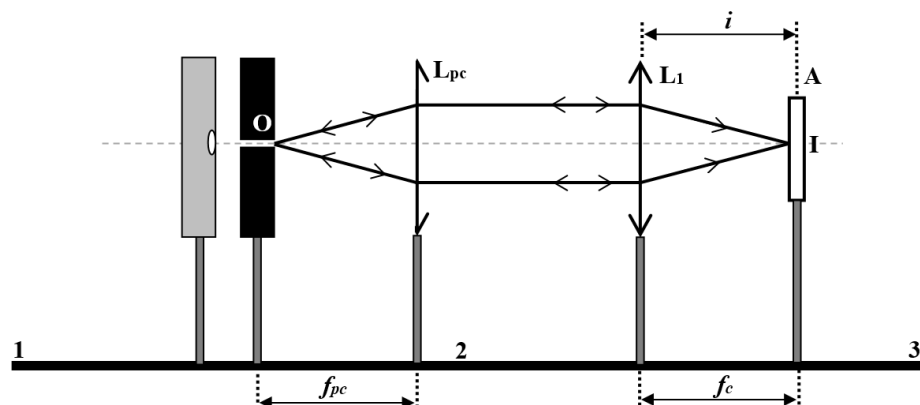


Figura 3(b). Montagem experimental para obtenção da distância focal de uma lente convergente biconvexa com a imagem formada no foco.

D. Medida indireta: ($i > o$) e ($i < o$)

Retire a lente plano-convexa. Aproxime a lente L_1 do anteparo, até obter uma imagem nítida e diminuída (Fig. 4(a)). Meça e anote, na Tabela II, as distâncias da lente L_1 ao objeto (o) e de L_1 até o anteparo (i). Em seguida, desloque agora a lente L_1 em direção ao objeto (Fig. 4(b)), até obter uma imagem nítida e aumentada no anteparo. Meça novamente as distâncias o e i e anote na Tabela II.

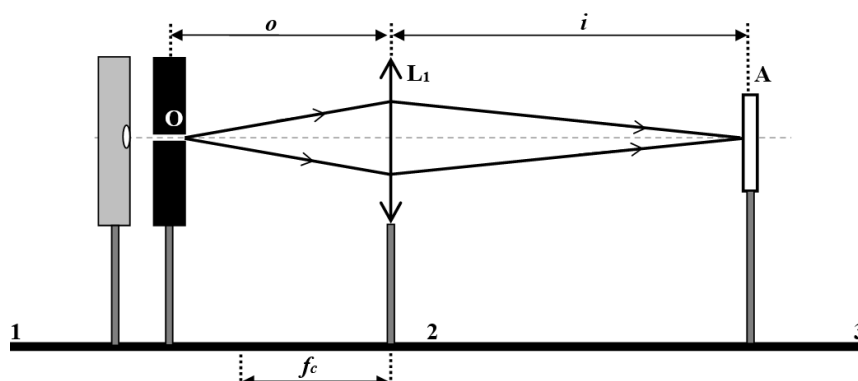


Figura 4(a). Montagem experimental para obtenção da distância focal de uma lente convergente biconvexa por medida indireta.

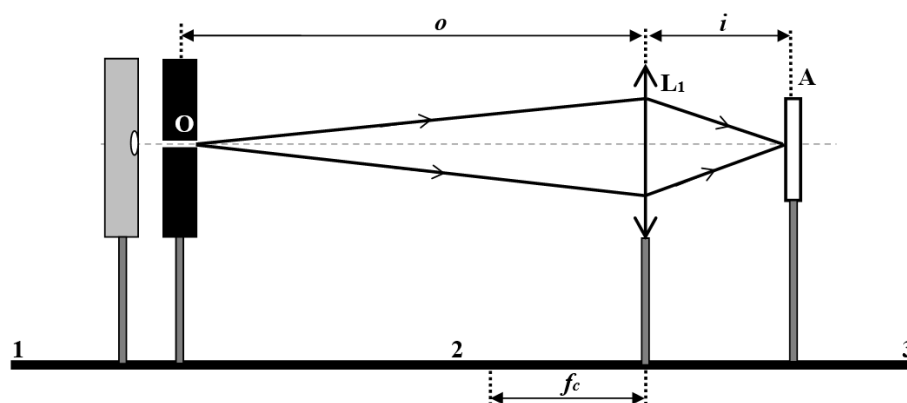


Figura 4(b). Montagem experimental para obtenção da distância focal de uma lente convergente biconvexa por medida indireta.

II. Lente divergente bicôncava

E. Medida indireta: Objeto no infinito ($o \rightarrow \infty$) – Vergência de um sistema de lentes de justapostas

Justaponha uma lente divergente bicôncava (L_2) à lente biconvexa L_1 . Não apertar muito as lentes.

Sobre a mesa e, como no método A, oriente o sistema de lentes justapostas (Fig. 5) para algum objeto distante. Procure captar uma imagem nítida do objeto, no anteparo. Meça a distância (i) do anteparo à parte central do sistema de lentes e anote na Tabela III. Está é, também, a distância focal do sistema ($F = i$).

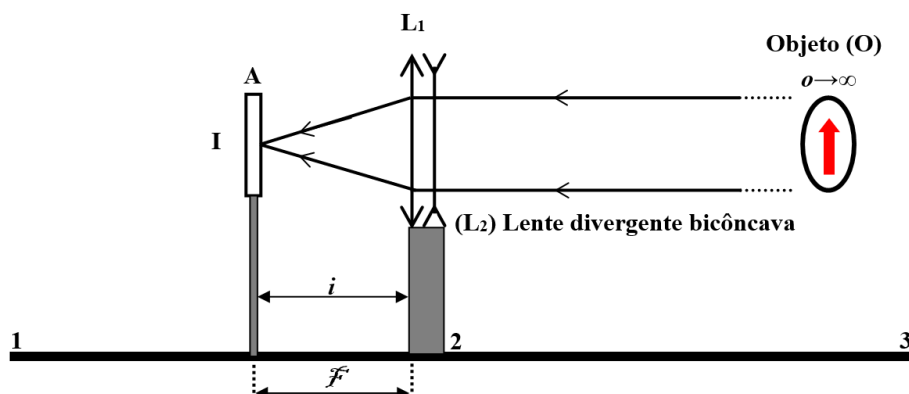


Figura 5. Montagem experimental para a medida da distância focal de uma lente divergente bicôncava com lentes justapostas.

F. Medida indireta: Objeto virtual para uma lente divergente.

Ilumine o objeto O com a lâmpada, posicionando a lente biconvexa L_1 e o anteparo A_1 no banco ótico até obter uma imagem nítida em A_1 (Fig. 6(a)). **Dica:** Posicione a lente L_1 a uma distância duas vezes maior que sua f_c , com relação ao objeto O_1 . Meça a distância (i_1) do A_1 à lente L_1 e anote na Tabela III. Coloque agora, a lente biconcava L_2 entre a lente biconvexa L_1 e o anteparo A_1 , a uma distância maior que a distância focal da lente biconvexa (f_c) obtida no item “E”, conforme mostra a Fig. 6(b). Se não houver espaço suficiente, afaste o anteparo A_1 , e não a lente L_2 . Ajuste o anteparo A_1 , para obter uma imagem nítida no mesmo. Meça a distância (i_2) do anteparo A_1 à lente biconcava L_2 e a distância (d) entre as lentes e, anote na Tabela III.

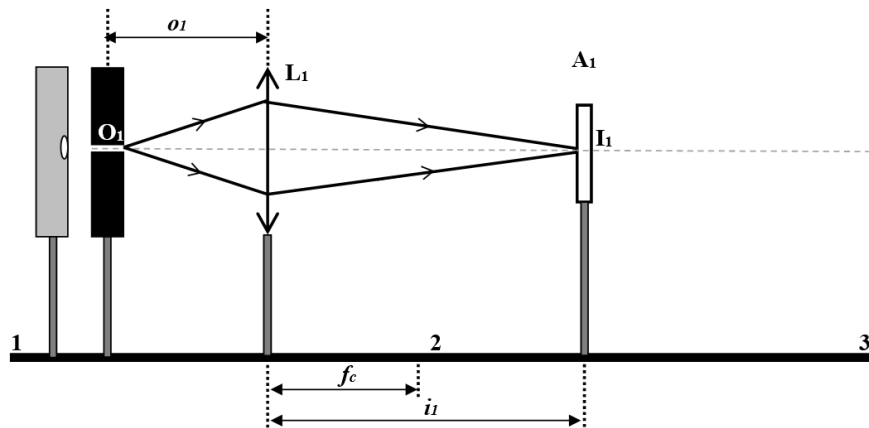


Figura 6(a). Montagem experimental para a formação de uma imagem real por uma lente convergente biconvexa.

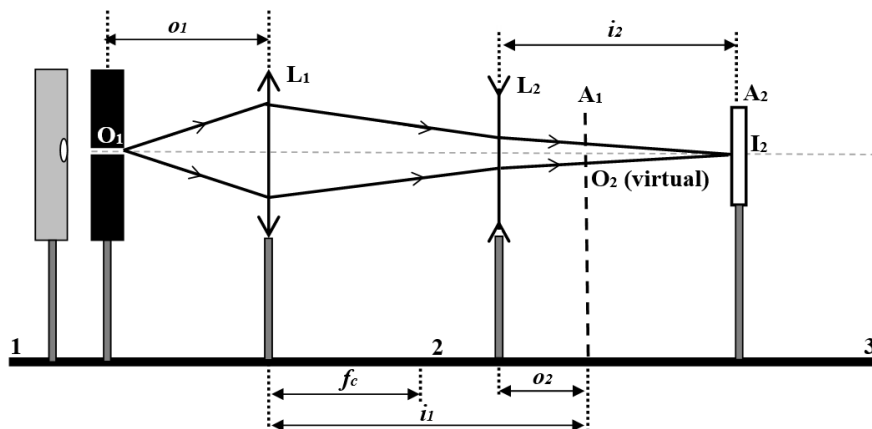


Figura 6(b). Montagem experimental para a obtenção da distância focal de uma lente divergente bicôncava utilizando um objeto virtual.

G. Experimento complementar para medida indireta em uma lente divergente: Objeto virtual para uma lente divergente.

Em seguida posicione a lente divergente (L_2) entre L_1 e A_1 nas posições P_1 , P_2 e P_3 indicadas na Fig.7, respectivamente. Note que P_1 , L_1 está mais próxima de A_1 , em P_2 mais próxima de F_1 e em P_3 entre o vértice e o foco de L_1 . Obtenha as imagens (I_2) para cada posição, e anote suas medidas na Tabela III. **Observação:** a) Mantenha fixa a distância entre O_1 e L_1 ; b) imagem virtual e objeto virtual fornecem valores negativos com relação à posição da lente.

Tabela I: Dados para a lente convergente para os métodos de medida direta:

Medida Direta		
Objeto no infinito	Autocolimação	Ponto focal Imagem
$(o \rightarrow \infty)$	$(o = f)$	$(i = f)$
o	o	o
$i = 15,00 \pm 0,05 \text{ cm}$	$i = 15,04 \pm 0,05 \text{ cm}$	$i = 15,01 \pm 0,05 \text{ cm}$
$f = 15,00 \pm 0,05 \text{ cm}$	$f = 15,04 \pm 0,05 \text{ cm}$	$f = 15,01 \pm 0,05 \text{ cm}$

Tabela II: Dados para a lente convergente para o método de medida indireta:

Medida Indireta	
Imagem>Objeto	Imagem<Objeto
$o = 23,60 \pm 0,05 \text{ cm}$	$o = 45,70 \pm 0,05 \text{ cm}$
$i = 45,20 \pm 0,05 \text{ cm}$	$i = 23,80 \pm 0,05 \text{ cm}$
$f = 15,50 \pm 0,05 \text{ cm}$	$f = 15,65 \pm 0,05 \text{ cm}$

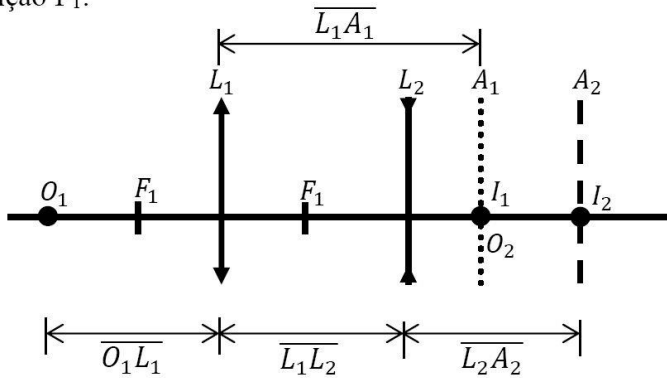
Tabela III: Dados para a lente divergente:

Objeto Real ($o \rightarrow \infty$) (lentes justapostas)						
F (cm)		f_c (cm)		f_d (cm)		
94,00 \pm 0,05		15,00 \pm 0,05		−17,85 \pm 0,05		
Objeto Virtual						
Posição da L_2	$\overline{O_1 L_1}$ (cm)	$\overline{L_1 A_1}$ (cm)	$\overline{L_1 L_2}$ (cm)	f_2 (cm)	$\overline{L_2 A_2}$ (cm)	o_2 (cm)
P_1	28,00 \pm 0,05	14,00 \pm 0,05	24,00 \pm 0,05	−14,07 \pm 0,05	34,60 \pm 0,05	−10,00 \pm 0,05

$$o_2 = \overline{L_1 A_1} - \overline{L_1 L_2}$$

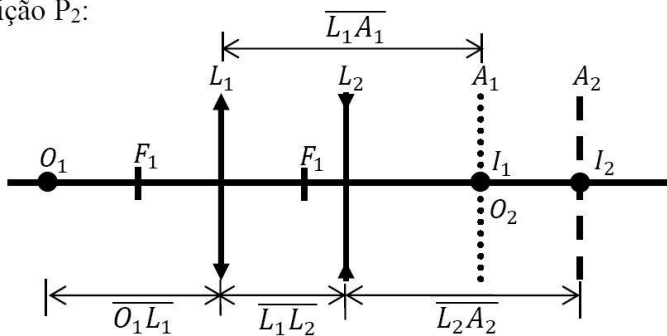
Baseado nos dados da Tabela III calcule o valor da distância focal da lente divergente (f_d) e descreva as características das imagens obtidas:

Posição P₁:



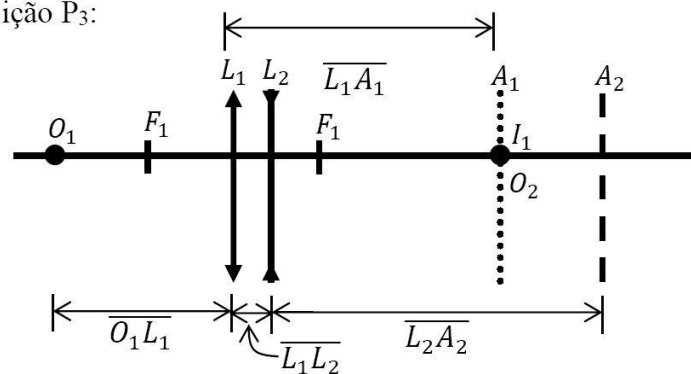
Resposta

Posição P₂:



Resposta

Posição P₃:



Resposta

Legenda:

O_1 : Objeto para lente convergente (L_1);

F_1 : Foco imagem e objeto de L_1 ;

A_1 : Anteparo para a formação da imagem de L_1 ;

I : Imagem do O_1 ;

O_2 : Objeto virtual para a lente divergente (L_2)

I_2 : Imagem do O_2 .

Discussão dos dados obtidos:

- 1) **Complete as tabelas I e II. Compare os valores obtidos para distância focal (f) da lente biconvexa pelos diferentes métodos. Discuta quais dos métodos fornece o valor para distância focal mais próximo ao valor nominal (15 cm).**

Analisando os dados da tabela I e comparando com o valor nominal do foco da lente biconvexa, percebemos que os dados foram bem condizentes com a realidade, se mostrando muito próximos dos valores esperados, com ênfase quando o objeto estava infinito, apresentando uma medida de foco exatamente igual ao valor nominal da lente.

- 2) **Utilizando a equação para lente delgada, mostre que a distância focal medida pelo método de autocolimação é relativa ao ponto focal objeto (F_o).**

A equação:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$$

Analisando quando objeto está sob a distância focal, temos:

$$\frac{1}{o} = 0$$

Logo, temos que sob essas condições a formação deve ocorrer no infinito:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{\infty}$$

Logo:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{o} \rightarrow f = o$$

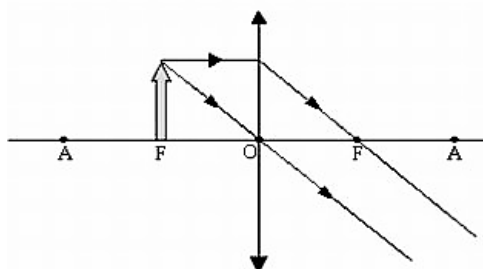
Sendo assim, concluímos que distância focal é relativa a distância do objeto.

- 3) **Por que no método de medida indireta existem duas posições para a lente, nas quais se observa a imagem no anteparo?**

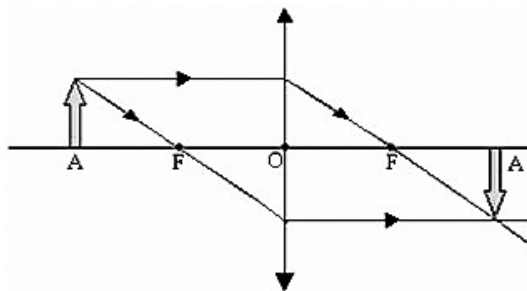
Esse fenômeno acontece, pois existem duas possíveis formações de imagem quando o objeto não está sobre o foco; uma dessas posições é antes do foco e a outra é depois do foco, vale ressaltar que é possível observar que a distância do objeto e distância da imagem alternaram entre si, ou seja a distância do objeto se torna a distância da imagem, e a distância da imagem se torna distância do objeto.

- 4) **Para todos os métodos utilizados para a lente convergente, faça a determinação gráfica da imagem utilizando o diagrama de raios principais.**

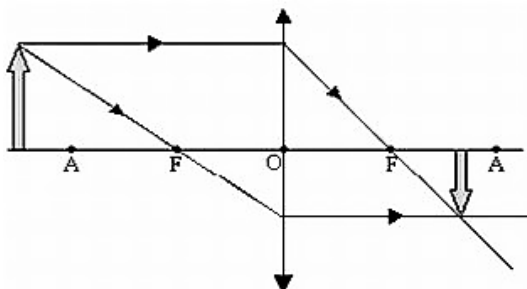
Método da Autocolimação (Objeto Sobre o Foco)



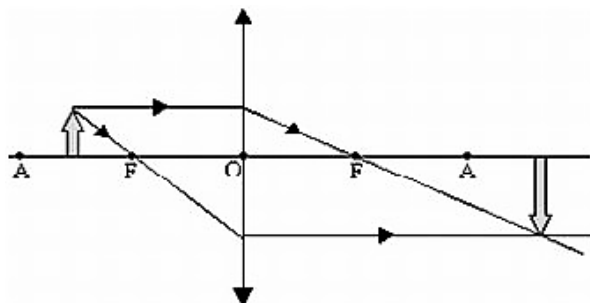
Objeto Sobre o Antifoco



Objeto Além do Antifoco ($i < 0$)



Objeto Entre o Antifoco e o Foco ($i > 0$)



- 5) Complete a tabela III. Compare os valores obtidos para a distância focal da lente divergente nos diferentes métodos (E e F) e o seu valor nominal.

Comparando os dados obtidos experimentalmente $f_d = -17,85 \text{ cm}$ e $f_2 = -14,07 \text{ cm}$ com o valor nominal da lente divergente -20 cm ; temos os seguintes valores para o desvio percentual:

$$D_{\%f_d} = 10,75 \%$$

$$D_{\%f_2} = 29,65 \%$$

- 6) Faça a determinação das imagens, usando o diagrama de raios principais, para o método “E” ($o \rightarrow \infty$).

