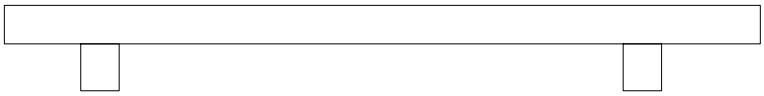
Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciencias Exatas e Tecnologicas - DCET
Curso de Física - Bacharelado e Licenciatura
Laboratório de Física IV
Prof. Fernando Tamariz Luna

Título do Experimento: Determinação de distâncias focais

Para a determinação de distâncias focais é necessário dispor de um feixe de raios paralelos: Para isso, usam-se um banco ótico (Fig 01) e,os seguintes acessórios (Fig 02):



Banco Otico

Fig 01

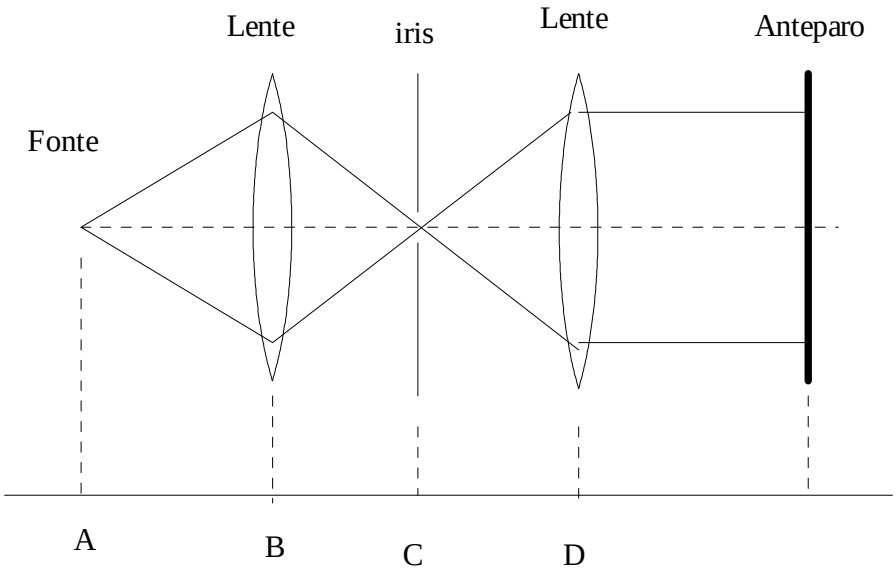


Fig02

a) fonte luminosa;

b) lente convergente;

c) íris com pequenha abertura;

d) lente convergente de distância focal CD.

Ajusta-se aposição da lente condensadora (B) de modo a obeter-se na íris(C) a convergencia dos raios luminosos provindos da fonte (A) (em geral procura-se focalizar o filamento da lampada no plano da íris)

Intersepta-se esse fixe luminoso cônico com uma lente convergente (D) e ajusta-se a posição desta de modo que CD seja a distância focal dessa lente. Isto acontecendo, o feixe de luz que emerge da lente (D) será paralelo, o que se verifica deslocando um anterparo sobre o banco ótico.

As distâncias focais dos vários elementos óticos (espelhos côncavos, convexos, lentes delgadas convergentes e divergentes e associações de lentes) podem ser determinadas por diversos métodos, alguns dos quais descreveremos a seguir:

A. *Espelhos côncavos*: Método de feixe de raios paralelos

B. *Espelhos convexos*: Método de Hartmann

C. *Lentes delgadas convergentes*:

- **a)** Método da equação dos focos conjugados
- **b)** Método do objeto no infinito

D. *Lentes delgadas divergentes:*

- **a)** Método da equação dos focos conjugados
- **b)** Método do objeto no infinito.

A. Espelhos côncavos: Método de feixe de raios paralelos

Para se determinar a distância focal de um espelho côncavo necessita-se de (fig 03)

E = écran com dois pequenos orificios (M e N)

G = espelho côncavo

Coloca-se num feixe de raios paralelos o écran (E) e, em seguida, o espelho côncavo (G) . Por dois orificios MN do écran passarão dois pincéis luminosos, que são paralelos. Esses dois feixes incidindo na parte central do espelho irão refletir-se e convergir em um ponto, que é o foco do espelho. Deixando-se o espelho fixo e deslocando-se o écran (E), acha-se o ponto exato (F), onde os dois feixes refletidos se encontram. Medindo-se por meio de um compasso a distância FG, tem-se a distância focal procurada.

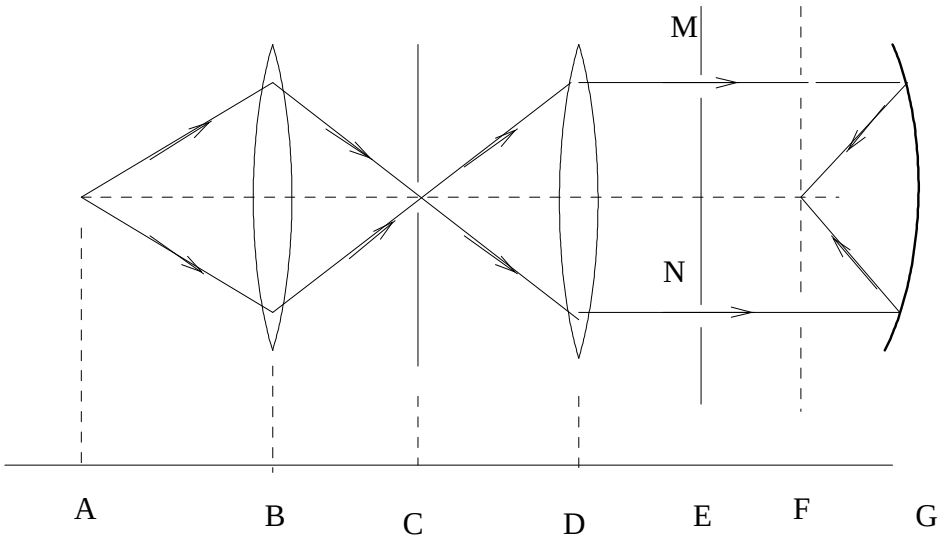


Fig03

B. Espelhos convexos: Método de Hartmann

Utiliza-se um feixe de raios paralelos que é interceptado por um écran de dois orifícios M e N (Fig 04). Os dois feixes paralelos irão incidir no espelho convexo e, refletindo-se, encontrarão o écran nos pontos A e B. O prolongamento desses raios refletidos será o foco virtual do espelho.

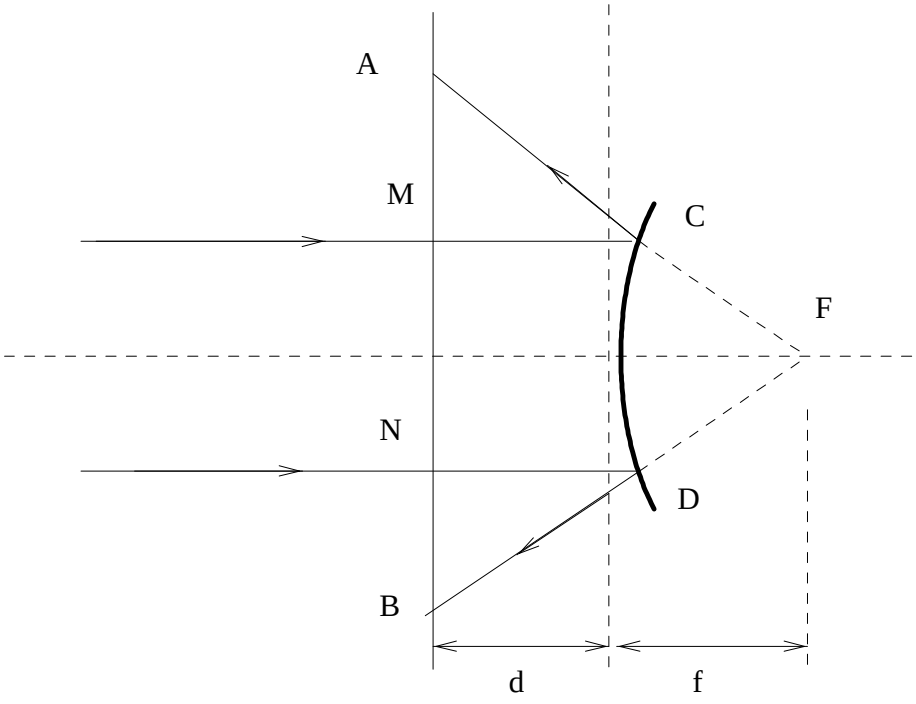


Fig04

Para se determinar a posição de F, que é virtual, utiliza-se o seguinte método: devemos

levar em consideração as condições de aproximação de gauss, de modo a considerarmos os triângulos AFB e CDF semelhantes, e de onde tiramos:

$$\frac{AB}{CD} = \frac{d+f}{f} \qquad \text{ou} \qquad f = \frac{d}{\frac{AB}{CD} - 1} \tag{1}$$

C. Lentes delgadas divergentes:

a) Método da equação dos focos conjugados

Dispoem-se, em um banco ótico, os elementos seguintes:

F - Fonte luminosa

A - fenda micrométrica —(objeto)

L - lente convergente

A' - ocular micrométrica

como mostra a Fig 05.

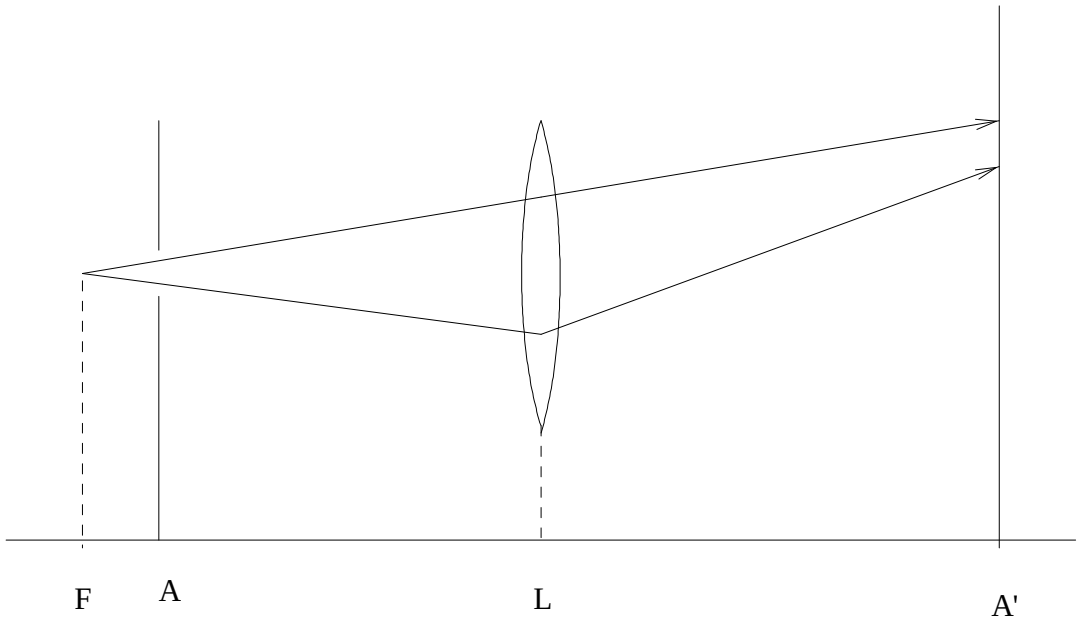


Fig05

Deslocando-se o anteparo $A\prime$, obtém-se a imagem real do objeto A. Medem-se então, na escala do banco, as distâncias do objeto à lente (x_1) e da imagem à lente (x_2), e aplica-se a equação dos focos conjugados.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} \tag{2}$$

Nota: A dificuldade apresentada por esse método está na determinação exata da posição da imagem, uma vez que é difícil determinar a posição em que está exatamente focalizada. É importante que as distâncias x_1 e x_2 sejam bem diferentes uma da outra.

b) Método do objeto no infinito

Intersepta-se um feixe de raios paralelos (fig06) com a lente convergente (L). Os raios luminosos paralelos, ao atravessarem a lente, irão convergir no anteparo E, ou em uma ocular micrométrica, em um ponto que será o foco da lente. Medindo-se na escala do banco a distância entre a lente e o anteparo, tem-se a distância focal da lente convergente em estudo.

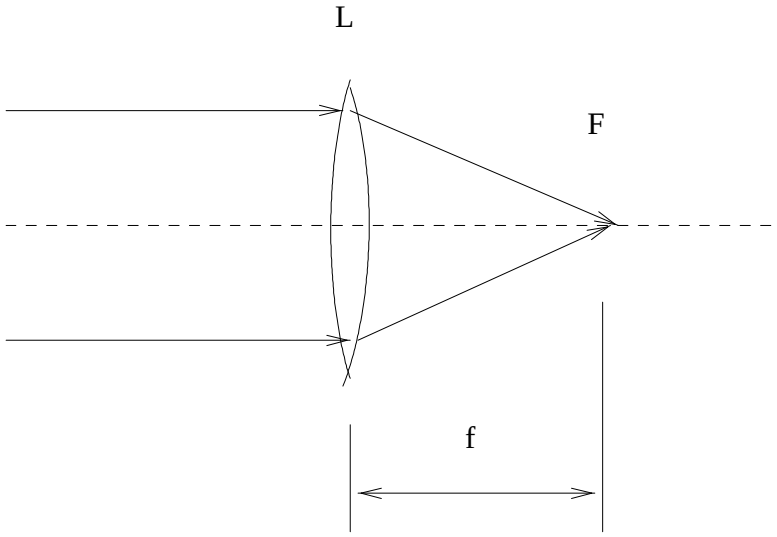


Fig06

D. Lentes delgadas divergentes:

a) Método da equação dos focos conjugados.

no caso de lentes divergentes, obtêm-se sempre imagens virtuais de objetos realis, necessitando-se, portanto, de algus artifícios para a determinação da distância focal.

Para aplicar-se a equação dos focos conjugados, por exemplo, é necessário criar-se um objeto virtual, para que se possa obter uma imagem real pela lente divergente.

Colocando-se no banco ótico os seguintes elementos, na ordem da figura abaixo ($Fig07$) :

F-Fonte luminosa

A- fenda micrométrica

L_1-lente convergente

L_2-lente divergente

$A\prime$-ocular micrométrica

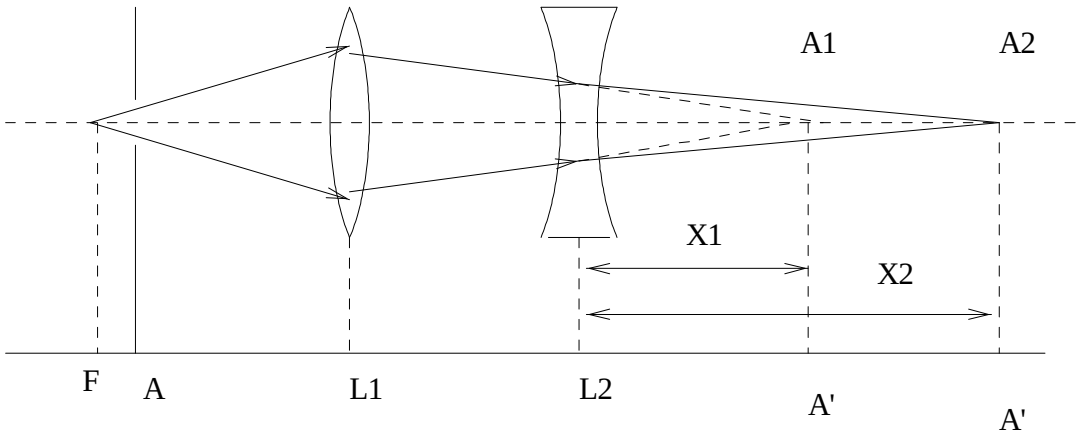


Fig07

Por meio da lente L_1, obtém-se uma imagem real A_1 que irá funcionar como objeto virtual para a lente L_2. Para isso, a distância de A_1 a L_1 deve ser superior à distância focal da lente L_2. A imagem real A_1 será um objeto virtual de L_2 quando colocarmos L_2 entre L_1 e A_1. Observa-se-á uma imagem real de A_1, deslocando-se a ocular até encontrar A_2.

Determinando-se, na escala do banco ótico, as distâncias x_1 do objeto virtual à lente divergente (por diferença) e x_2 da imagem real à lente divergente, calcula-se a distância focal da lente divergente em estudo, aplicando:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} \tag{3}$$

Nota: deve-se levar em conta o sinal algébrico de cada abscissa.

b) Método do objeto infinito

Utiliza-se o mesmo feixe de raios paralelos já citado.

Nesse feixe coloca-se, como mostra a Fig 08, um anteparo (A_1) com dois pequenos orifícios (ou uma íris de pequena abertura), uma lente divergente (L) e um anteparo (A_2).

Para achar o valor da distância focal f, consideremos na figura abaixo os triângulos semelhantes, ABC e ADE. temos:

$$\frac{DE}{BC} = \frac{AG}{AF} = \frac{AF + AG}{AF} = \frac{f + d}{f} \tag{4}$$

Os dados medidos experimentalmente são: DE, BC, $FG = d$

Como

$$AF = f \tag{5}$$

tem-se

$$\frac{DE}{BC} = 1 + \frac{d}{f} \qquad \text{ou} \qquad f = \frac{d}{\frac{DE}{BC} - 1} \tag{6}$$

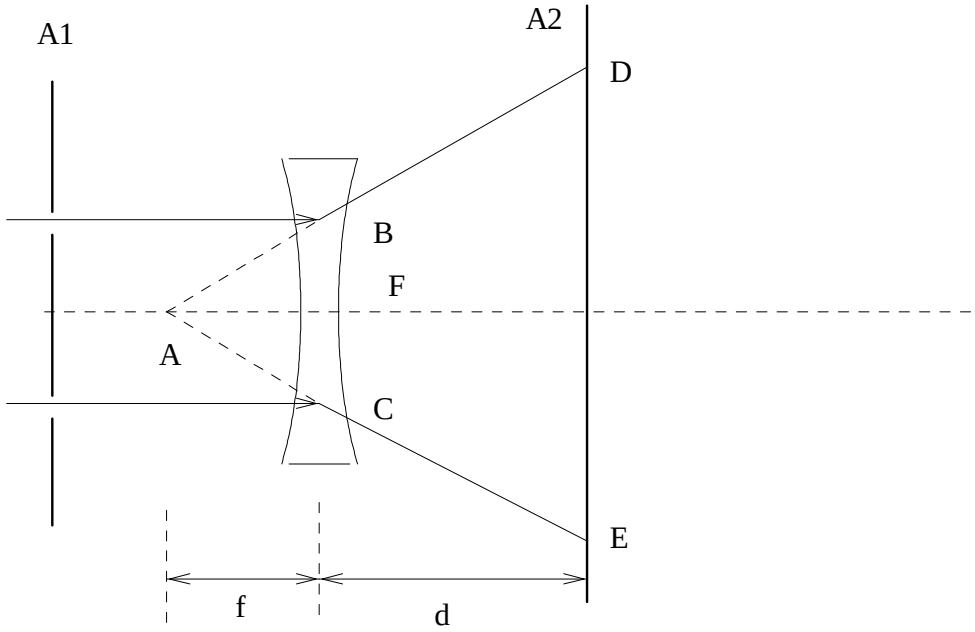


Fig08

ver as referências:([1],[2], [3] e [4])

---

[1] F. A. Jenkins and H. E. White; *Fundamentals of Optics*, McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS, FOUR EDITION, 1981

[2] E. Hecht and A. Zajac; *Optics*, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1979

[3] D. Halliday, R. Resnick e J. Walker; Fundamentos de Física "*Ótica e Física Moderna*", 4ta, edição- LTC- Livros técnicos e Científicos Editora S. A.

[4] J. Goldemberg, Física Geral e Experimental, Vol 3, COMPANHIA EDITORA NACIONAL; EDITORA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.