FOCOMÉTRIE

On se propose de déterminer la distance focale d’une lentille mince.

A. LENTILLES MINCES CONVERGENTES

I. MÉTHODES RAPIDES MAIS PEU PRÉCISES

Placer la lanterne munie de l’objet (lettre F sur un cadre de diapositive) à une extrémité du banc et un écran blanc à l’autre extrémité. Placer une lentille convergente (de distance focale 10 cm par exemple) sur un support, l’ensemble est engagé sur le rail du banc d’optique en veillant à ce que le plan moyen de la lentille soit perpendiculaire à l’axe du banc. Rapprocher lentement la lentille vers l’écran de manière à former l’image la plus petite possible. La distance lentille-écran donne valeur très approximative de la distance focale.
S’il est possible de viser un objet très éloigné (paysage, Soleil) on aura une valeur plus précise que dans le cas précédent.

II. MÉTHODE DE SILBERMANN

Déplacer en même temps la lentille et l’écran de façon à obtenir une image de même taille que celle de l’objet, la lentille devant être à égale distance de l’objet et de l’écran. Former l’image la plus nette possible sur l’écran. La distance objet-écran est égale à 4 fois la distance focale.

III. MÉTHODE DE BESSEL

1. Placer la lanterne munie de l’objet (lettre F sur un cadre de diapositive) à une extrémité du banc et un écran blanc à 1,20 m de l’objet. Placer une lentille convergente (de distance focale 10 cm par exemple) sur un support, l’ensemble est engagé sur le rail du banc d’optique en veillant à ce que le plan moyen de la lentille soit perpendiculaire à l’axe du banc. A partir de la lanterne, déplacer lentement la lentille jusqu’à l’écran.
On sait qu’il n’existe que deux positions de la lentille permettant d’obtenir une image nette.
On désigne par D la distance objet-écran et par d la distance entre les deux positions de la lentille.
On peut démontrer que

$$\boxed{f' = \frac{\left(D^2 - d^2\right)}{4.D}}$$

2. Faire varier D, prendre maintenant 1,50 m puis 1,80 m. Effectuer les mesures et déterminer la distance focale de la lentille.
3. Comparer les 3 valeurs, ainsi obtenues, de la distance focale de la lentille.

IV. MÉTHODE PAR AUTOCOLLIMATION

Placer la lanterne munie de l’objet (lettre F sur un cadre de diapositive) à une extrémité du banc. Placer une lentille convergente (de distance focale 10 cm par exemple) sur un support, l’ensemble est engagé sur le rail du banc d’optique en veillant à ce que le plan moyen de la lentille soit perpendiculaire à l’axe du banc.
A l’arrière de la lentille, plaquer un petit miroir plan de façon à renvoyer la lumière à travers la lentille en direction de la lanterne.
Déplacer l’ensemble lentille-miroir de façon à former une image, sur le support de l’objet, égale en taille à celle de l’objet.
La distance objet-lentille est égale à la distance focale de la lentille.

B. LENTILLES MINCES DIVERGENTES : MÉTHODE DE BADAL

1. Premier montage: sans la lentille divergente

On utilise deux lentilles convergentes L_1 et L_2 de foyers objets respectifs F_1 et F_2, et de foyers images respectifs F_1' et F_2'.
On met un objet A (lettre F) sur l'axe optique au foyer objet F_1 de la première lentille L_1. Pour ceci on utilisera l'autocollimation.
Son image se trouve en $A' = F_2'$, le foyer image de L_2. Noter la position de A'.

2. Second montage: avec la lentille divergente

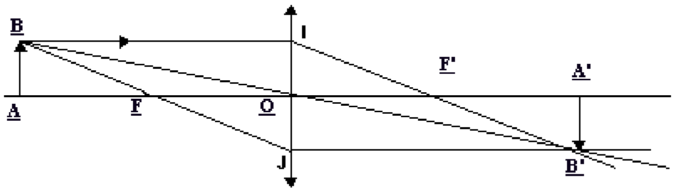
On intercale entre les deux lentilles convergentes la lentille divergente L de focale inconnue au foyer objet F_2 de L_2. (L_2 se trouvera à égale distance de la lentille divergente et de l'image A').
La nouvelle image de A se trouve en A''.

3. Détermination de la distance focale de la lentille divergente

Pour déterminer la focale inconnue f ' de la lentille divergente, il suffit ensuite de mesurer la distance A'A'' entre les deux images successives, et de se souvenir de la focale de la seconde lentille convergente ($f'_2 = O_2A'$), en utilisant la relation :

$$\boxed{f' = -\frac{f'^2_2}{A'A''}}$$

Méthode de Bessel (Démonstration)



Toutes les grandeurs sont algébriques, en choisissant comme sens positif celui du trajet de la lumière.
L'objet et l'écran doivent être à une distance invariable D =AA'

La relation de conjugaison s'écrit : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$, donc $\frac{1}{(\overline{OA} + \overline{AA'})} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

soit en réduisant au même dénominateur $\frac{-D}{\overline{OA}.(\overline{OA} + D)} = \frac{1}{f'}$ et $-D.f' = OA^2 + D.\overline{OA}$

On obtient l'équation du second degré : $OA^2 + D.\overline{OA} + D.f' = 0$

Pour qu'il y ait des solutions il faut que le discriminant soit positif soit :

$$D^2 - 4D.f' > 0 \quad \text{ou} \quad D > 4f'$$

Les solutions qui correspondent aux deux positions O_1 et O_2 de la lentille sont :

$\overline{O_1A} = \frac{-D + \sqrt{D^2 - 4D.f'}}{2}$ et $\overline{O_2A} = \frac{-D - \sqrt{D^2 - 4D.f'}}{2}$

La distance O_1 O_2 est désignée par d :

$d = \overline{O_1A} + \overline{AO_2} = \overline{O_1A} - \overline{O_2A}$ soit $d = \sqrt{D^2 - 4D.f'}$

et en élevant au carré $d^2 = D^2 - 4D.f'$

Soit la relation qu'il fallait démontrer : $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$