

TP 5 – Lentilles minces et mesures de focales

Matériel : banc optique gradué, lentille +200mm et -100mm, miroir plan, supports, écran, source de lumière, lettre objet, viseur.

Ce TP est centré sur des méthodes de mesures de la focale f' d'une lentille.

I Introduction

1 – Proposer une méthode rapide pour estimer l'ordre de grandeur de la focale de la lentille convergente dont vous disposez. Cette méthode n'utilisera que la lentille et les néons du plafond.

Faire un schéma optique de la situation sur votre compte rendu, décrire ce que vous faites, et donner le résultat de votre mesure.

II Déterminer une distance focale par autocollimation

On garde la lentille précédente. On souhaite encore déterminer sa longueur focale f' . Un moyen simple est d'utiliser la méthode par autocollimation. On place pour cela un miroir plan derrière la lentille, et on réalise l'image d'un objet à l'aide du système optique lentille+miroir.

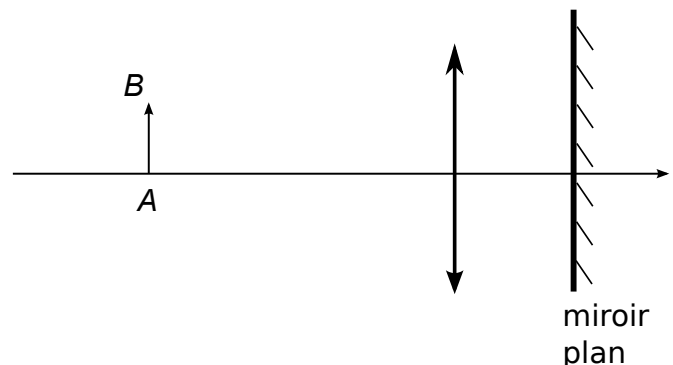
On montre alors que lorsque l'objet est dans le plan focal objet de la lentille, alors son image est dans le même plan que l'objet, et ceci indépendamment de la distance entre miroir et lentille.

La distance objet-lentille est alors égale à la distance focale de la lentille (puisque l'objet est dans son plan focal objet).

2.a – Déterminer expérimentalement la focale de la lentille utilisée, ainsi que l'incertitude sur la mesure. On expliquera comment on procède, et d'où provient l'incertitude.

2.b – Montrer théoriquement, par un tracé de rayons, que lorsque l'objet est dans le plan focal on a bien une image dans ce même plan.

(Remarque : On peut aussi montrer que le grandissement est alors de -1.)



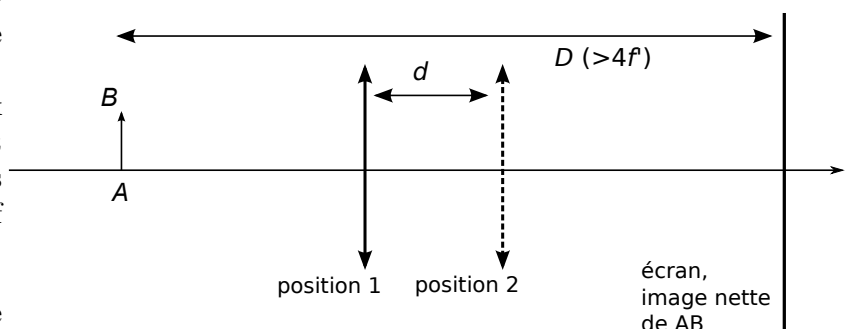
III Déterminer une longueur focale par la méthode de Bessel

Dans cette méthode, on place l'objet à une distance fixe D de l'écran, et c'est la lentille que l'on déplace.

On peut montrer que si $D > 4f'$, il existe deux positions de la lentille pour lesquelles on obtient une image nette sur l'écran. Ces deux positions sont séparées par une distance d qui vérifie (cf exercice TD) :

$$\frac{d^2}{D^2} = 1 - \frac{4f'}{D}$$

Si $D < 4f'$, on ne peut pas obtenir une image nette sur l'écran.



3 – Déterminer expérimentalement la focale de la lentille utilisée, ainsi que l'incertitude sur la mesure.

→ On expliquera comment on procède. Pour mesurer d et D , cf ci-dessous.

Pour mesurer la distance d entre les deux positions de la lentille, on procédera de façon classique avec le banc optique gradué.

En revanche, la mesure de la distance D entre l'objet et l'écran manque de précision si on procède de même, car il est difficile de savoir exactement où est l'objet projeté sur le banc optique. Il faut alors utiliser un viseur optique (cf encadré).

Méthode : utilisation d'un viseur optique

Un viseur est un système optique donnant une image nette d'un objet situé à une distance d de sa première lentille, et **seulement** à cette distance là.

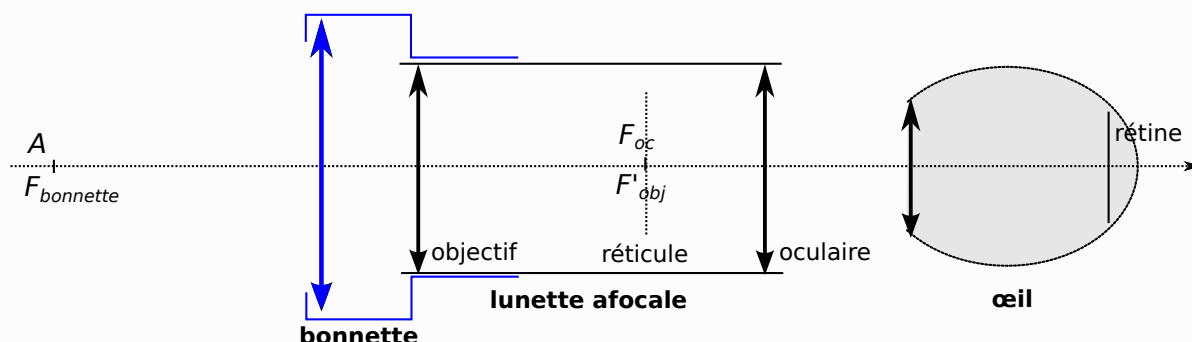
Principe :

Il est constitué d'une lunette afocale (donc deux lentilles, l'objectif et l'oculaire, placés tels que $F'_{\text{objectif}} = F_{\text{oculaire}}$ et qui donne une image à l'infini d'un objet à l'infini), et d'une bonnette (une lentille convergente). Il y a en plus un réticule (une simple croix) dans la lunette, dans le plan de $F'_{\text{objectif}} = F_{\text{oculaire}}$.

Soit donc un objet A .

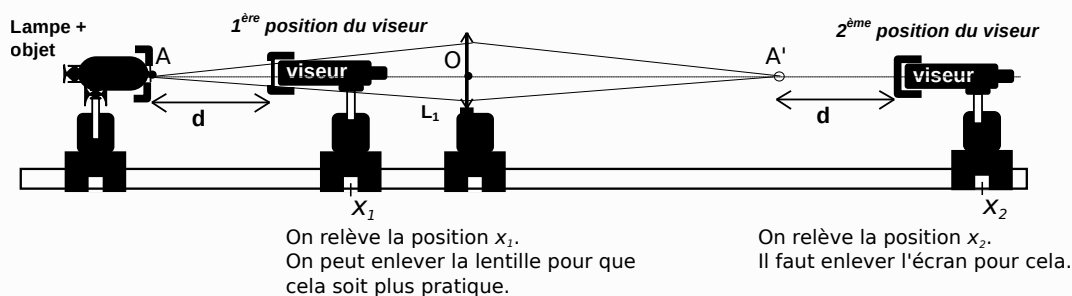
- Si A est placé au foyer objet de la bonnette, alors on a : $A \xrightarrow{\text{bonnette}} \text{faisceau parallèle} \xrightarrow{\text{lunette afocale}} \text{faisceau parallèle}$, donc on a une image A' à l'infini que l'œil voit net sans accommoder. L'œil voit en plus la croix (le réticule net, puisque vu son placement son image est aussi à l'infini).
- En revanche, si A n'est pas au foyer objet de la bonnette, on a $A \xrightarrow{\text{bonnette}} A'_{\text{distance finie}} \xrightarrow{\text{lunette afocale}} A'_{\text{distance finie}}$ et l'œil n'arrive pas à accommoder sur A' (il est en dehors de la plage d'accommodation) : l'image est floue.

→ Compléter le schéma du viseur sur le compte-rendu en traçant deux rayons partant de l'objet A .



Utilisation :

On s'en sert pour mesurer précisément des longueurs sur le banc optique. Le principe est expliqué sur le schéma ci-dessous.



On cherche $D = AA' = x_2 - x_1$, puisque d est le même tout le temps. La mesure est ainsi précise.

IV Cas d'une lentille divergente

4.a – Reprendre la méthode de Bessel et l'adapter pour mesurer la focale d'une lentille divergente.

Indication : lorsqu'on accole deux lentilles, on obtient une lentille équivalente dont la vergence vaut la somme des deux précédentes.