

Formation et observation d'images à l'infini : utilisation de la lunette autocollimatrice

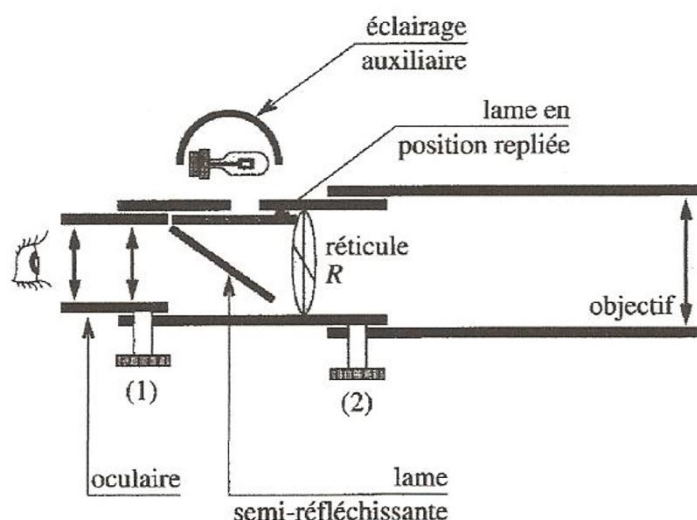
I Objectifs

- Utiliser une lunette autocollimatrice pour :
 - 1) Reconnaître un faisceau parallèle ;
 - 2) Utiliser un faisceau parallèle ;
- Continuer à se familiariser avec un viseur à frontale fixe.
- Utiliser la calculatrice pour réaliser des régressions linéaires.

II S'approprier

A Principe de la lunette

La lunette autocollimatrice permet de réaliser un faisceau de lumière parallèle. Elle est constituée d'un objectif, d'un réticule R et d'un oculaire. Entre l'oculaire et le réticule est disposée une lame semi-réfléchissante, inclinée à 45° par rapport à l'axe optique du dispositif et éclairée par une petite ampoule (éclairage auxiliaire).



B Théorème des vergences

Considérons deux lentilles minces \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 de centres optiques respectifs O_1 et O_2 et de distances focales images respectives f'_1 et f'_2 . On suppose que ces deux lentilles sont accolées si bien que leurs centres optiques sont confondus : $O_1 \equiv O_2 \equiv O$. Soit un objet AB conjugué à son image A_2B_2 par le doublet de lentilles. Par ailleurs, on introduit A_1B_1 l'image intermédiaire. Nous pouvons alors écrire la relation de conjugaison de Descartes pour chacune des lentilles :

$$\frac{1}{OA_1} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'_1} \quad \text{et} \quad \frac{1}{OA_2} - \frac{1}{OA_1} = \frac{1}{f'_2}$$

Sommons terme à terme ces deux relations. Il vient alors :

$$\frac{1}{OA_2} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2}$$

Si bien que tout se passe comme si le système optique était équivalent à une unique lentille mince de distance focale image f'_{eq} tel que :

$$\frac{1}{f'_{\text{eq}}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2}$$

Soit encore, en terme de vergences : $V_{\text{eq}} = V_1 + V_2$

Remarque : Même si cette relation n’est pas explicitement au programme, il est bon de connaître cette propriété.

III Réaliser : réglage de la lunette autocollimatrice

A Réglage de l’oculaire

Même principe que pour régler le viseur :

- 1) Allumer la lampe latérale de la lunette qui éclaire le réticule. **Attention** elle doit être alimentée en 6 V alternatif. Sinon vous risquez de l’endommager.
- 2) Régler l’oculaire à votre vue : mettre au point le réticule en agissant sur l’ocillon de l’oculaire grâce à la vis (1). Ce réglage est personnel et nécessaire avant toute manipulation ; La lunette est réglée quand on voit les deux fils croisés nets.

B Réglage de la lunette sur l’infini

On effectue ce réglage pour obtenir un faisceau de lumière parallèle. Il se fait à l’aide d’un miroir plan.

Démarche à suivre :

- 1) Placer la lame semi-réfléchissante interne de telle façon que la lumière sorte de l’objectif (loquet argenté). Pour cela, vérifier qu’un faisceau lumineux est visible en mettant votre main à la sortie de la lunette.
- 2) Placer sur l’objectif (immédiatement après la lunette) le petit miroir plan.
- 3) Observer l’image en retour du réticule : déplacer l’ensemble oculaire par rapport à l’objectif de façon à ce que cette image en retour soit aussi nette que l’objet, en agissant sur la bague moletée (2) de la lunette.

On vient alors de réaliser un réglage par autocollimation. Ainsi, on s’assure que le réticule est au foyer objet de l’objectif.

La lunette peut ainsi être utilisée :

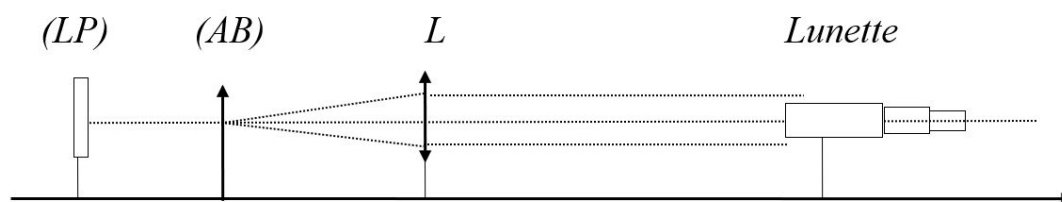
- Pour reconnaître un faisceau parallèle (1er montage),
- Comme source de faisceau parallèle (2ème montage).

IV Valider

A Détermination d’une distance focale

L’objectif de cette partie est de déterminer la distance focale d’une lentille expérimentalement (focométrie) par reconnaissance d’un faisceau parallèle en utilisant la lunette autocollimatrice.

IV.A.1 Montage



- 1) Prendre comme objet AB , la plaque constituée des lettres F sur support translucide et prendre une lentille de distance focale 10 cm ou 20 cm. Éclairer l'objet AB avec la lampe spectrale (LP). Cette lampe doit être allumée une dizaine de minutes avant l'expérience pour chauffer. Interposer un dépoli devant la lampe pour limiter la luminosité et protéger vos yeux.
- 2) Réaliser le montage ci-dessus, en mettant la lunette à droite de la lentille, sa place a peu d'importance. La lame semi-réfléchissante à l'intérieur de la lunette doit être rétractée.
- 3) Déplacer la lentille pour voir dans la lunette autocollimatrice l'image $A'B'$ de AB nette sur le réticule : $A'B'$ est alors à l'infini donc AB est dans le plan focal objet de la lentille.

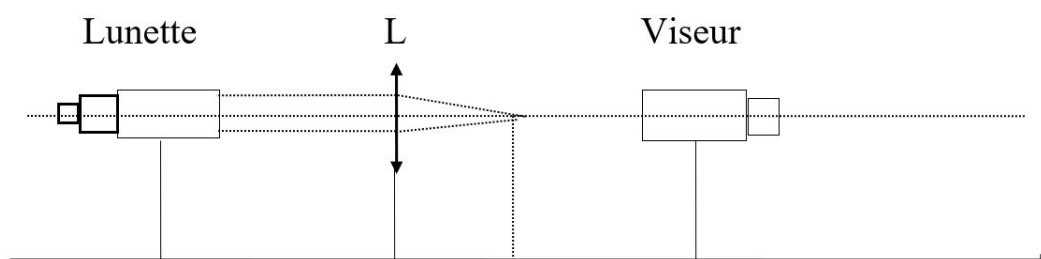
IV.A.2 Mesure de la distance focale

On peut alors estimer la distance focale f' de la lentille en mesurant grâce au réglet fixé sur le banc optique la distance entre l'objet et la lentille. Si vous constatez un désaccord trop grand entre la valeur prévue et la valeur obtenue, essayez de trouver la cause de l'erreur systématique qui est créée par le montage. Ce montage est moins précis que celui vu au TP précédent pour déterminer la distance focale d'une lentille, mais il est également bien plus rapide !

Vérifier que la position de la lunette n'a pas d'importance en la déplaçant sur le banc optique, ce qui montre l'existence d'un faisceau de lumière parallèle.

B Vérification du théorème des vergences

IV.B.1 Montage



- 1) Éteindre la lanterne utilisée dans le montage précédent. La source secondaire de la lunette autocollimatrice est maintenant la source de lumière ; La mettre à gauche sur le banc d'optique. Elle doit toujours être réglée sur l'infini. Interposer une lentille convergente entre la lunette et un viseur à frontale fixe. Soignez vos alignements.
- 2) Repérer la position du viseur à frontale fixe permettant d'observer la face de sortie de la lentille (mettre un petit morceau de papier sur cette face ou la mine de votre crayon). On notera cette position x_0 .
- 3) Ensuite, viser l'image du réticule avec le viseur et relever la position x_R du viseur à frontale fixe correspondante sur le banc optique. Vous chercherez cette position en éloignant le viseur d'environ la distance focale de la lentille par rapport à la position x_0 précédemment obtenue.

- 4) En déduire la distance focale f' de la lentille.
- 5) Refaire la manipulation avec les différentes lentilles convergentes dont vous disposez. Vous ordonnerez vos résultats dans un tableau où vous préciserez pour chaque lentille la distance focale f' constructeur (celle inscrite sur les montures) et expérimentale (celle que vous venez de mesurer).

IV.B.2 Validation du théorème des vergences

- 1) Prendre la lentille convergente de distance focale connue $+8\delta$.
- 2) Associer à cette lentille (en les disposant accolées à la première), une par une, les autres lentilles dont vous disposez (convergentes ou divergentes).
- 3) En utilisant la méthode précédente, mesurer la distance focale totale f'_{tot} pour chaque association de lentilles, et en déduire la vergence expérimentale de l'ensemble.
- 4) Réaliser au moins cinq associations différentes. Pour chacune des associations réalisées, vous complèterez un tableau contenant les colonnes suivantes : vergence de la lentille ajoutée / vergence totale théorique du doublet / x_0 / distance focale expérimentale / vergence totale expérimentale. La distance x_0 est considéré comme étant la position du viseur lorsque l'on vise le centre optique des deux lentilles accolées. Il est mesuré comme la valeur moyenne des positions des faces externes des deux lentilles accolées.
- 5) Réaliser ensuite une régression linéaire à la calculatrice de la vergence totale expérimentale en fonction de la vergence ajoutée pour chacune des lentilles.
- 6) Relever les valeurs de a (coefficient directeur), b (ordonnée à l'origine) et r (coefficient de corrélation) données par la calculatrice.
- 7) Ces valeurs de a et b vous semblent-elles cohérentes ? La valeur de r traduit-elle un bon modèle ?