

Les lentilles convergentes

1. Trier les lentilles proposées en deux groupes : les convergentes et les divergentes (proposer 3 méthodes différentes).

I. Visualisations d'images.

2. Placer l'objet (la lettre lumineuse) 20 cm avant la lentille +8 δ. À l'œil nu, essayer de déterminer la position de l'image (en plaçant son œil à environ 60 cm après la lentille).

Lorsqu'on place un écran diffusant là où se situe l'image, cet écran est éclairé par l'image. Pour localiser une image, il suffit de déplacer un écran derrière la lentille jusqu'à ce qu'il soit éclairé de façon nette (non floue) par l'image.

3. En conservant l'objet à 20 cm de la lentille +8 δ, déterminer avec précision la position de l'image à l'aide d'un écran diffusant.

4. Sans déplacer l'objet ni l'écran, remplacer la lentille +8 δ par la +20 δ et, en ne déplaçant que la lentille (en la rapprochant de l'objet), réaliser une projection correcte sur l'écran.

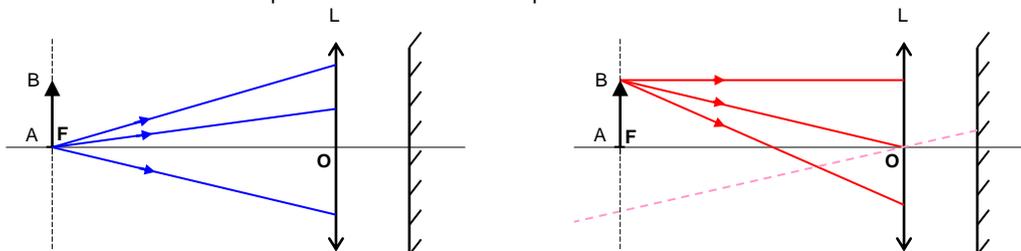
II. Focométrie par autocollimation.

5. Calculer la distance focale attendue pour la lentille notée +5 δ.

On peut déterminer la distance focale d'une lentille convergente par autocollimation :

- un miroir plan est placé derrière la lentille ;
- l'objet est placé devant la lentille, à une distance telle qu'il soit au même endroit que sa propre image (cet objet sert alors d'écran et est éclairé de façon nette par sa propre image) ;
- l'objet est alors de le plan focal objet et la distance focale f' est alors la distance objet-lentille : $f' = OA$.

6. Justifier cette méthode en complétant le schéma et les phrases :



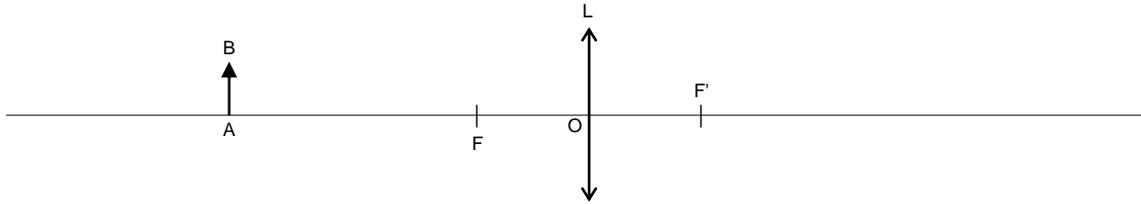
- l'objet est dans le plan focal objet donc la lumière ressort de la lentille
- le miroir réfléchit le faisceau de lumière parallèle
- la lumière revient sur la lentille sous forme de faisceau parallèle donc elle ressort de la lentille
- (c'est-à-dire là où se trouve

7. Mesurer la distance focale de la lentille +5 δ par autocollimation et comparer à la valeur attendue.

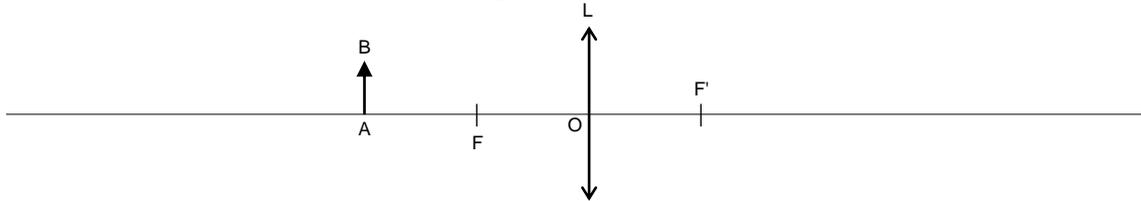
III. Caractéristiques de l'image dans différents cas.

8. Après avoir mesuré la distance focale de la lentille de vergence +8 δ, déterminer expérimentalement les caractéristiques de l'image dans les 5 cas suivants puis compléter chaque schéma pour faire apparaître l'image :

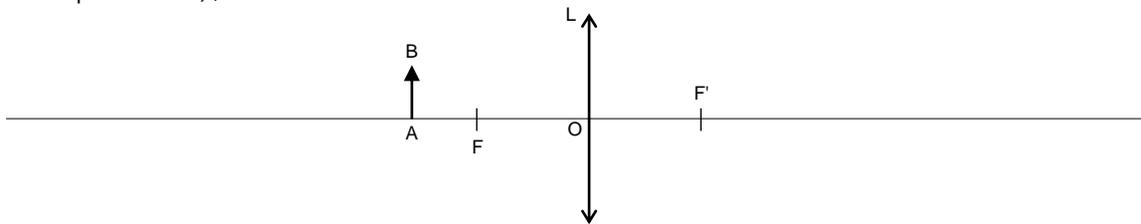
a) L'objet est situé à une distance de la lentille supérieure à 2 fois sa distance focale f' (par exemple à 45 cm)



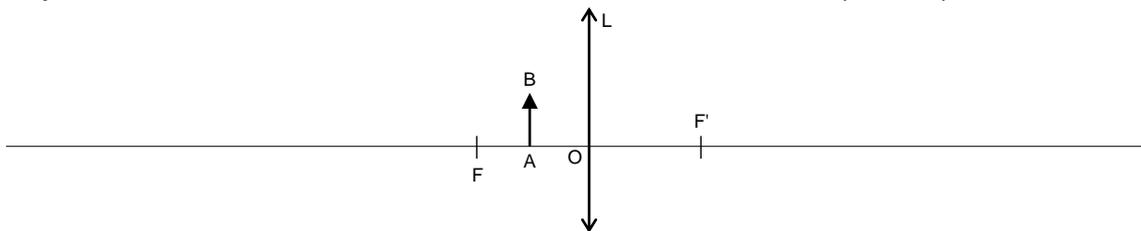
b) L'objet est situé à une distance de la lentille égale à 2 fois sa distance focale f' ;



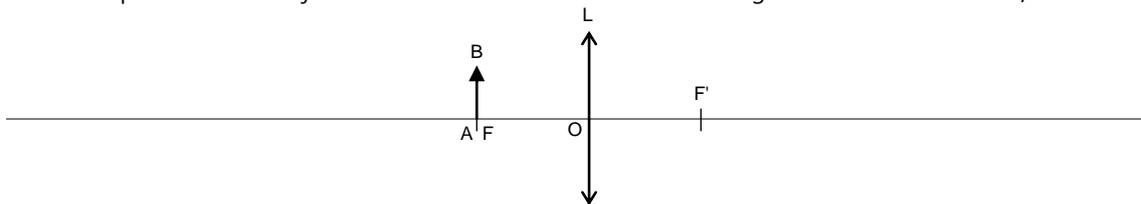
c) L'objet est situé à une distance de la lentille comprise entre sa distance focale f' et 2 fois cette distance focale (par exemple à 18 cm) ;



d) L'objet est situé à une distance de la lentille inférieure à sa distance focale f' (par exemple à 7 cm).



e) Prévoir ce qu'il en est si l'objet est situé à une distance de la lentille égale à sa distance focale f' .



IV. Application aux projections.

9. Parmi les situations précédentes, quelles sont celles qui permettent la projection de l'image d'un objet sur un écran ?

10. Parmi les situations précédentes, laquelle choisira-t-on pour réaliser la projection de l'image agrandie d'un petit objet ?

11. Mettre en œuvre cette dernière situation en plaçant :

- comme objet un quadrillage millimétré à l'extrémité gauche du banc optique (à la graduation 0) ;
- un écran diffusant blanc à l'autre extrémité du banc optique (à la dernière graduation) ;
- une lentille de vergence $+8 \delta$.

12. Déterminer alors expérimentalement (et avec précision) le grandissement.

13. Quelles sont les principales sources d'erreur sur la mesure de ce grandissement ?

14. Sans faire de mesure mais en observant le résultat, indiquer comment évolue le grandissement si la lentille de vergence $+8 \delta$ est remplacée par une moins convergente ? Et par une de $+20 \delta$?

V. Autre application.

15. La situation d) de la question 8 (où l'objet est situé à 7cm de la lentille par exemple) est celle d'un instrument d'optique très simple. Quel est cet instrument d'optique ?

16. Réaliser les expériences permettant de déterminer les conditions sur la position de l'objet pour que la lentille de vergence $+8 \delta$ serve de loupe.

17. Quelle différence obtient-on si on remplace la lentille de vergence $+8 \delta$ par une de $+20 \delta$?

VI. Comparaison de techniques de focométrie.

a) Autocollimation.

18. Mesurer à 10 reprises la distance focale de la lentille $+8 \delta$ par autocollimation (en déréglant tous les réglages après chaque nouvelle mesure).

À partir des résultats obtenus, estimer la distance focale et son incertitude-type (en s'aidant du tableur-grapheur Regressi) et écrire le résultat.

b) Méthode de Bessel.

On peut déterminer la distance focale f' d'une lentille convergente avec la méthode de Bessel :

- placer l'écran à une distance D de l'objet supérieure à $4 \times f'$;

- repérer les deux positions de la lentille pour lesquelles l'image se forme sur l'écran et mesurer la distance d entre ces deux positions ;

- la distance focale f' est alors : $f' = \frac{D^2 - d^2}{4 \cdot D}$.

19. Mesurer la distance focale de la lentille $+5 \delta$ avec la méthode de Bessel. La distance objet-écran sera par exemple de 150 cm.

20. Mesurer à 10 reprises la distance focale de la lentille $+8 \delta$ avec la méthode de Bessel (en déréglant tous les réglages après chaque nouvelle mesure). La distance objet-écran sera par exemple de 100 cm.

À partir des résultats obtenus, estimer la distance focale et son incertitude-type (en s'aidant du tableur-grapheur Regressi) et écrire le résultat.

c) Comparaison des deux méthodes.

21. Quelle méthode de focométrie semble donner les meilleurs résultats de mesure ?

22. Les résultats donnés par ces deux méthodes de focométrie sont-ils compatibles ?

d) Autre méthode.

23. En utilisant la principale propriété du foyer image F' , proposer une expérience permettant de mesurer la distance focale de la lentille $+5 \delta$.

24. Réaliser un faisceau de lumière cylindrique parallèle à l'axe optique avec la lentille $+8 \delta$ (en s'aidant de la méthode d'autocollimation).

25. Se servir de ce faisceau cylindrique pour mesurer la distance focale de la lentille $+5 \delta$.

Les lentilles convergentes

Liste du matériel

Dans une salle avec rideaux efficaces.

Au bureau :

- machine à fumée (si elle est disponible)

Pour chaque poste : (9 postes)

- ordinateur avec Regressi
- lampe de poche (ou lampe sur pied)
- banc optique (nouveau modèle noir Twinse)
- provenant de la valise d'optique
 - objet lumineux (lanterne avec lettre "P") avec son cavalier et son alimentation électrique
 - écran blanc avec son cavalier
 - 2 porte-lentilles avec leurs cavaliers et leurs attaches pour les lentilles
 - support porte-prisme
 - quadrillage fin (1 mm) (disques adaptés aux porte-lentilles et aux lanternes)
 - diaphragmes de 3 diamètres différents (adaptés aux porte-lentilles)
- soit un total de **4 cavaliers**
- jeu de lentilles :
 - +2 δ (+500 mm)
 - +5 δ (+200 mm) (ou, à défaut, +4 δ (+250 mm))
 - +8 δ (+125 mm)
 - +10 δ (+100 mm)
 - +20 δ (+50 mm)
 - 2 δ (– 50 cm) (pas nécessairement adapté au banc optique)
 - 3 δ (– 33 cm) (pas nécessairement adapté au banc optique)
 - 10 δ (– 100 mm)
- miroir rectangulaire (pouvant être posé sur la tranche)
- mètre ruban (ou règle graduée s'ils ne sont pas disponibles)