

Les lentilles convergentes Éléments de correction

1. Les lentilles convergentes ont une vergence positive, ont les bords plus minces que leur centre, grossissent les objets proches.

Les lentilles divergentes ont une vergence négative, ont les bords plus épais que leur centre, rapetissent les objets proches.

I. Visualisations d'images.

2. À l'œil nu, il est très difficile de déterminer avec précision la position de l'image.

3. Pour localiser une image, il suffit de déplacer un écran derrière la lentille jusqu'à ce qu'il soit éclairé de façon non floue par l'image.

L'image est par exemple située 33,3 cm après la lentille.

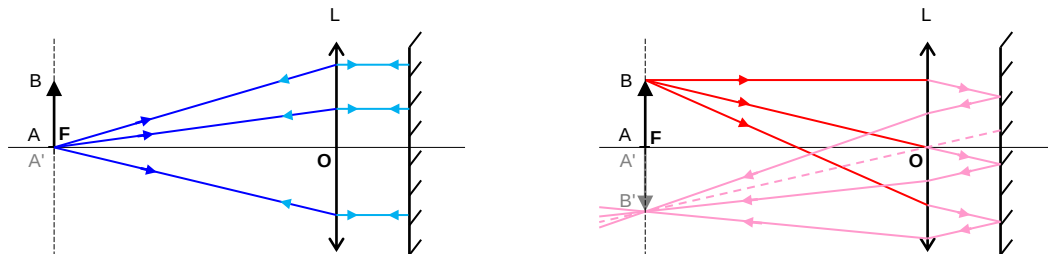
4. RAS

II. Focométrie par autocollimation.

5. Pour la lentille notée +5 δ la distance focale est $f' = \frac{1}{C} = \frac{1}{5 \delta} = 0,2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$

a) Autocollimation.

6.



En effet :

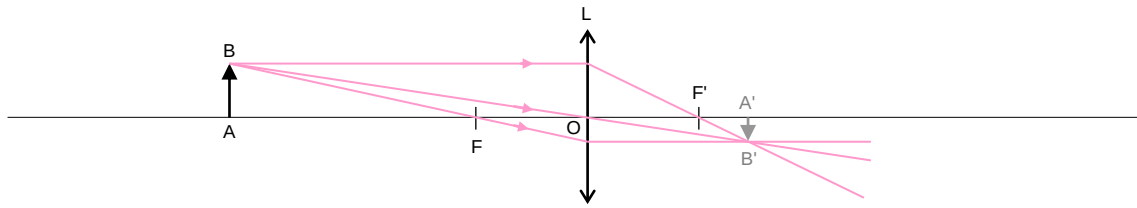
- l'objet est dans le plan focal objet donc la lumière ressort de la lentille sous forme de faisceau parallèle ;
- le miroir réfléchit le faisceau de lumière parallèle sous forme de faisceau parallèle ;
- la lumière revient sur la lentille sous forme de faisceau parallèle donc elle ressort de la lentille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

7. On mesure une distance focale généralement proche de la valeur calculée en question 5.

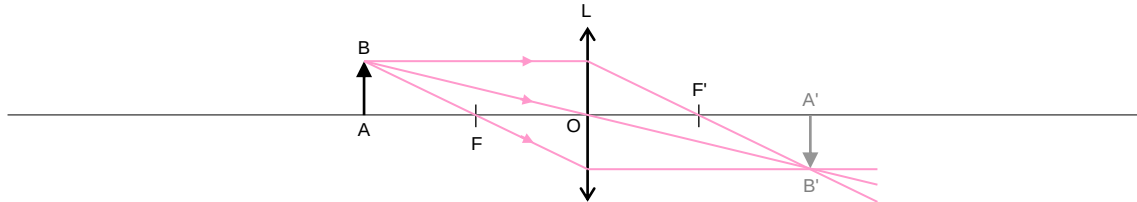
III. Caractéristiques de l'image dans différents cas.

8. La distance focale (par exemple mesurée par autocollimation) est d'environ 12,5 cm.

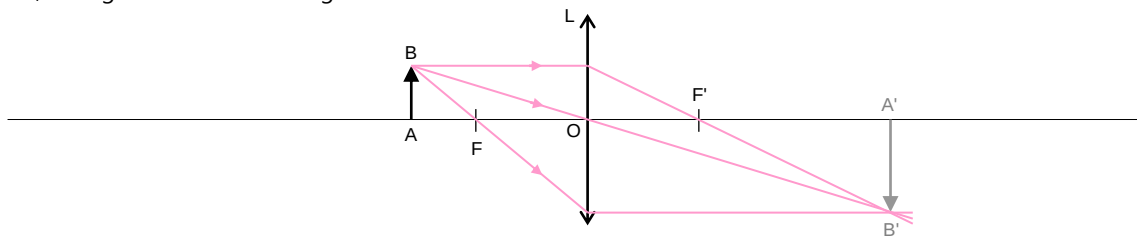
a) Lorsque l'objet est situé à une distance de la lentille supérieure à 2 fois sa distance focale, l'image est renversée et rétrécie



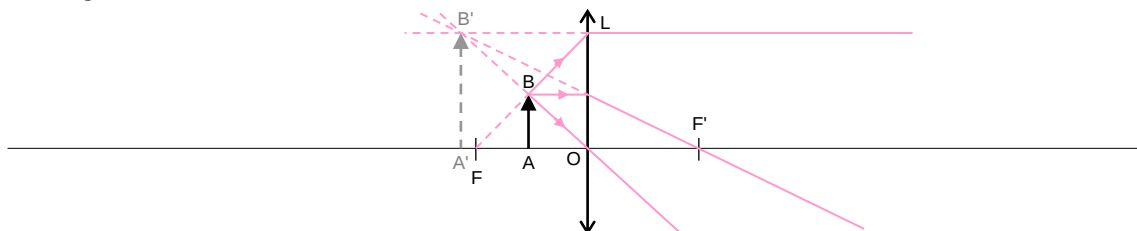
b) Lorsque l'objet est situé à une distance de la lentille égale à 2 fois sa distance focale (donc 25 cm), l'image est renversée et de la même taille que l'objet



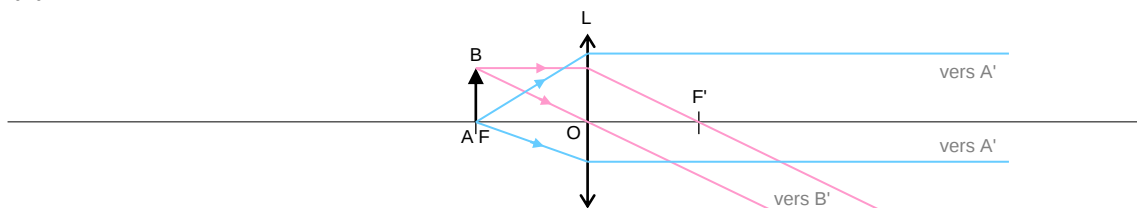
c) Lorsque l'objet est situé à une distance de la lentille comprise entre sa distance focale et 2 fois cette distance focale, l'image est renversée et agrandie



d) Lorsque l'objet est situé à une distance de la lentille inférieure à sa distance focale, l'image est virtuelle, droite et agrandie



e) Lorsque l'objet est situé à une distance de la lentille égale à sa distance focale (donc 12,5 cm), l'image est à l'infini



IV. Application aux projections.

9. On peut placer un écran pour qu'il soit éclairé par l'image A'B' dans les cas a), b) et c) uniquement : pour avoir la projection de l'image d'un objet sur un écran, l'objet doit être situé à une distance de la lentille supérieure à sa distance focale f' (l'objet AB doit être placé avant le foyer objet F).

10. Parmi les trois situations précédentes, celle où l'image est plus grande que l'objet est la situation c) : pour avoir la projection d'une **image agrandie** sur un écran, l'objet doit être situé à une distance de la lentille comprise entre sa distance focale f' et $2 \times f'$.

11. L'objet doit être situé à une distance de la lentille comprise entre les distances f' et $2 \times f'$ donc entre 12,5 cm et 25 cm environ.

Sinon, RAS.

12. Le grandissement, en valeur absolue, est $|g| = \frac{\text{taille de l'image}}{\text{taille de l'objet}} = \frac{A'B'}{AB}$

Pour plus de précision on ne mesure pas la hauteur de l'image de 1 carreau mais de l'image d'un assez grand nombre de carreaux.

L'image de 15 carreaux mesure 18,75 cm donc l'image de 1 carreau mesure $18,75 / 15 = 1,25$ cm

et 1 carreau de l'objet mesure 1 mm

$$|g| = \frac{A'B'}{AB} = \frac{1,25 \text{ cm}}{1 \text{ mm}} = \frac{12,5 \text{ mm}}{1 \text{ mm}} = 12,5$$

donc l'image est 12,5 fois plus grande que l'objet.

13. Les principales sources d'erreur sur la mesure de ce grandissement sont la précision de la règle graduée et la précision de l'expérimentateur pour la mesure de la taille de l'image, de la position de l'objet et de la position de l'écran. Mais aussi la précision avec laquelle est connue la taille d'un carreau de l'objet.

14. Si on utilise une lentille moins convergente (de vergence plus petite), le grandissement est plus faible.

Si on utilise une lentille plus convergente (de vergence plus grande), le grandissement est plus important.

V. Autre application.

15. La situation d) est celle d'une loupe.

16. Plus la lentille est éloignée de l'objet et plus elle grossit... jusqu'à une distance de 12,5 cm environ (après quoi le résultat obtenu est flou). Ces 12,5 cm correspondent à la distance focale f' de la lentille.

Pour que la lentille serve de loupe il faut donc que l'objet soit à une distance inférieure à la distance focale f' .

17. Si on utilise comme loupe une lentille plus convergente (de vergence plus grande), cette loupe grossit plus.

VI. Comparaison de techniques de focométrie.

a) Autocollimation.

18. On trouve par exemple :

n° mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f' (cm)	12,70	12,70	12,65	12,75	12,75	12,75	12,60	12,55	12,50	12,70

avec la calculatrice ou le tableur Regressi, on trouve moyenne $\bar{f}' = 12,665$ cm

et écart-type de l'échantillon $s_{f'} = 0,088$ cm

donc incertitude-type $u(f') = \frac{s_{f'}}{\sqrt{n \text{ mesure}}} = \frac{0,088}{\sqrt{10}} = 0,028$ cm

on retiendra donc $f'_{\text{auto}} = 12,665$ cm avec $u(f') = 0,028$ cm

b) Méthode de Bessel.

19. RAS (voir question suivante).

20. On trouve par exemple :

n° mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D (cm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
position 1 (cm)	15,20	15,40	15,30	15,25	15,30	15,20	15,35	15,30	15,15	15,15
position 2 (cm)	84,60	84,55	84,65	84,60	84,70	84,85	84,80	84,70	84,75	84,80
d (cm)	69,40	69,15	69,35	69,35	69,40	69,65	69,45	69,40	69,60	69,65
f' (cm)	12,96	13,05	12,98	12,98	12,96	12,87	12,94	12,96	12,89	12,87

avec la calculatrice ou le tableur Regressi, on trouve moyenne $\bar{f'} = 12,945$ cm

et écart-type de l'échantillon $s_{f'} = 0,054$ cm

donc incertitude-type $u(f') = \frac{s_{f'}}{\sqrt{nb \text{ mesure}}} = \frac{0,054}{\sqrt{10}} = 0,017$ cm

on retiendra donc $f'_{\text{Bessel}} = 12,945$ cm avec $u(f') = 0,017$ cm

c) Comparaison des deux méthodes.

21. L'incertitude-type est plus faible avec la seconde méthode. C'est donc cette méthode (celle de Bessel) qui donne les meilleurs résultats.

22. L'écart entre les deux valeurs retenues est $f'_{\text{Bessel}} - f'_{\text{auto}} = 12,945 - 12,665 = 0,28$ cm

ce qui est très supérieur à l'incertitude-type ($u(f') = 0,028$ cm) donc ces deux méthodes de focométrie ne sont pas compatibles. Nous n'avons probablement pas travaillé dans de bonnes conditions.

d) Autre méthode.

23. Lorsque la lumière arrive sur la lentille sous forme de faisceau parallèle (l'objet est à l'infini), l'image se forme dans le plan focal image (donc à la distance f' de la lentille).

Pour mesurer la distance focale de la lentille, il suffit donc de prendre un objet suffisamment éloigné de la lentille et de chercher son image avec un écran. La distance focale est alors la distance lentille écran.

On peut placer un objet lumineux à l'autre bout de la salle (mais cette distance risque d'être insuffisante !) ou utiliser le Soleil (si les conditions s'y prêtent) ou créer un faisceau de lumière parallèle.

24. Pour réaliser un faisceau de lumière cylindrique, il faut utiliser un diaphragme circulaire assez petit comme objet et le placer dans le plan focal objet de la lentille (donc ici à environ 12,5 cm de la lentille, position obtenue avec plus de précision par autocollimation). On obtient alors un faisceau de lumière parallèle (comme si la lumière sortant de la lentille provenait de l'infini).

Pour que la lumière soit en plus parallèle à l'axe optique, il suffit que le diaphragme circulaire soit sur l'axe optique (donc à la même hauteur que la lentille)

25. On applique la méthode décrite au début de cette dernière partie.