

Exercices

Exercices d'application

5 minutes chrono !

1. Mots manquants

- transparents ; rétine
- le centre optique
- à l'axe optique
- le foyer objet
- $\overline{OF'}$
- l'ensemble des milieux transparents; la rétine; l'iris.

2. QCM

- le cristallin
- parallèle à l'axe optique
- 0,5 m
- dans le plan focal image de la lentille
- virtuelle
- une lentille convergente, un écran, un diaphragme

Mobiliser ses connaissances

L'oeil réel (§1 du cours)

3. 1 : cornée ; 2 : iris ; 3 : pupille ; 4 : cristallin ; 5 : rétine.

4. a. Les milieux transparents sont la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée.
b. L'image d'un objet se forme sur la rétine.
c. Le contrôle de la quantité de lumière pénétrant dans l'œil est effectué par l'iris qui donne un diamètre plus ou moins grand à la pupille.

Modélisation des lentilles minces convergentes (§2 du cours)

5. Le rayon 1 passe par le point noté O appelé centre optique et n'est pas dévié.

Le rayon incident 2, parallèle à l'axe optique, donne un rayon émergent qui passe par le point noté F' , appelé foyer image de la lentille. Tous les rayons incidents parallèles à l'axe optique donnent des rayons émergents qui convergent en F' .

Le rayon incident 3 passe par le point noté F , appelé foyer objet de la lentille. Tous les rayons incidents qui passent par F donnent des rayons émergents parallèles à l'axe optique.

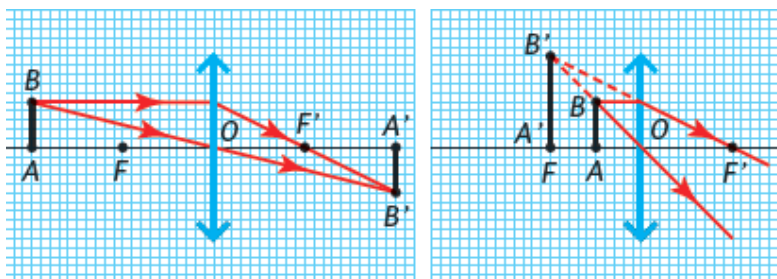
6. a. La distance focale d'une lentille est définie par la mesure algébrique $\overline{OF'}$; la vergence est l'inverse de la distance focale : $C = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'}$ en dioptrie (δ) et f' en mètre (m).

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

b. La distance focale de la lentille L_2 est de 20 cm : des rayons de lumière incidents parallèles à l'axe optique de L_2 convergent à 20 cm de son centre.

La lentille L_1 de 10 δ a pour distance focale $f = 1/10 = 0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$. Donc des rayons de lumière incidents parallèles à l'axe optique de L_1 convergent à 10 cm de son centre : L_1 est plus convergente que L_2 .

7. a. et b. B' est à l'intersection de deux rayons particuliers : le rayon qui passe par O et celui qui, parallèle à l'axe optique, donne un rayon qui passe par F' .



8. Une image réelle est obtenue à l'intersection des rayons émergents de la lentille alors qu'une image virtuelle est obtenue à l'intersection de leur prolongement.

Les constructions graphiques ci-dessous illustrent les deux cas.

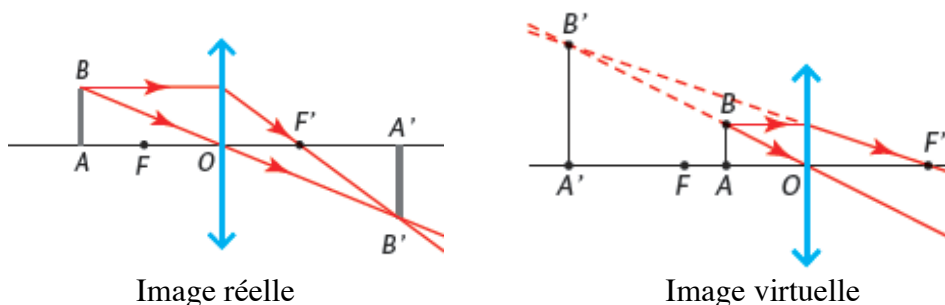


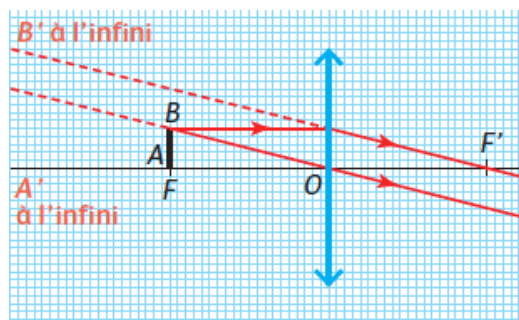
Image réelle

Image virtuelle

Utiliser ses compétences

9. La personne observe un objet avec une lentille jouant le rôle de loupe ; le point A de l'objet noté AB est soit entre F et O , soit confondu avec le point F .

L'image est virtuelle.



10. a. Les trois éléments qui constituent l'œil réduit sont un diaphragme, une lentille mince convergente et un écran.

b. Ces éléments correspondent respectivement à l'iris, à l'ensemble des milieux transparents (dont la cornée et le cristallin) et à la rétine.

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

11. L'échelle verticale est de 1 : le diamètre de la lentille est de 2 cm.

L'échelle horizontale est de 1/10 : la distance focale est $f = \overline{OF'} = 15$ cm.

Par définition, la vergence est $C = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f}$, C en dioptrie (δ) et f en mètre (m).

$$C = \frac{1}{0,15} = 6,7 \delta.$$

12. Par définition de la valeur algébrique :

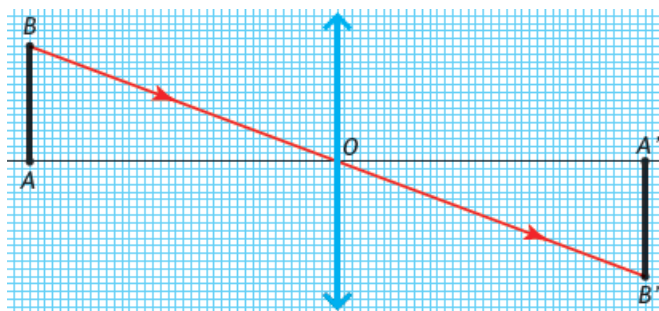
$$\overline{OA} = -120 \text{ mm} ;$$

$$\overline{OA'} = 86 \text{ mm} ;$$

$$\overline{OF'} = -50 \text{ mm}.$$

La distance focale $f = \overline{OF'} = -\overline{OF} = 50$ mm.

13. a. Un rayon de lumière passant par le centre optique O n'est pas dévié. Le rayon issu du point objet B et qui arrive au point image B' sans être dévié coupe l'axe optique au point O .



La lentille est orthogonale à l'axe optique.

b. Un rayon de lumière incident et parallèle à l'axe donne un rayon émergent qui passe par F' , foyer image de la lentille : rayon tracé en bleu sur le schéma.

Le rayon passant par le foyer objet F donne un rayon émergent parallèle à l'axe optique ; rayon tracé en vert sur le schéma.

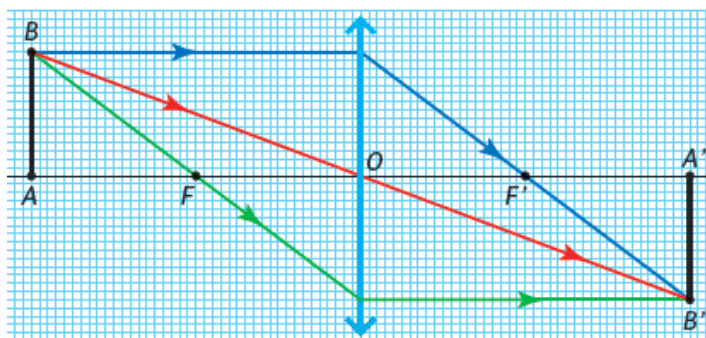
On vérifie que le foyer objet F est symétrique de F' par rapport à O .

Par construction, O est au milieu de AA' et F' est au milieu de OA' .

$$OA' = \frac{AA'}{2}.$$

$$OF' = \frac{OA'}{2} = \frac{AA'}{4} = \frac{1,0}{4} = 0,25 \text{ m}.$$

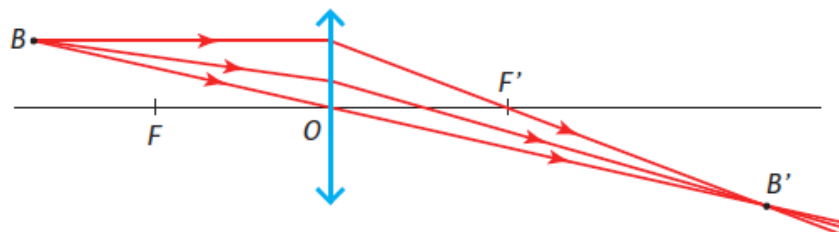
Par définition, la distance focale est la mesure algébrique $\overline{OF'}$. $\overline{OF'} = f = 0,25$ m.



Exercices d'entraînement

14. Exercice résolu dans le manuel.

15.



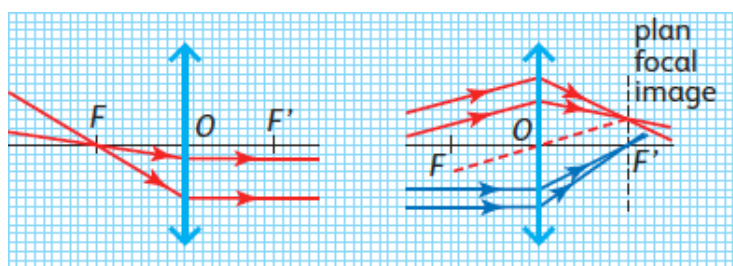
a. On note le point objet B , le point image B' , les foyers F et F' et O , le centre optique de la lentille.

Le rayon de lumière issu de B et qui est parallèle à l'axe optique passe par F' ; F est symétrique de F' par rapport à O .

Le rayon de lumière issu de B qui n'est pas dévié passe par O .

b. Tout rayon issu du point objet B donne un rayon émergent qui passe par B' .

16.

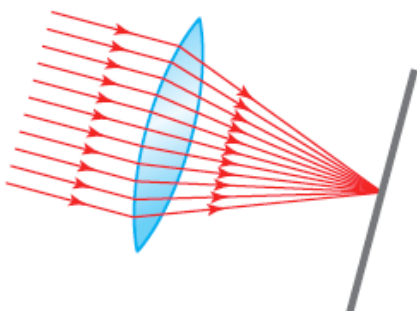


Le premier tracé utilise la propriété du foyer objet : les rayons qui passent par F donnent des rayons émergents parallèles à l'axe optique.

Le deuxième tracé en bleu utilise la propriété du foyer image : les rayons parallèles à l'axe optique donnent de rayons qui convergent en F' .

Le troisième tracé en rouge correspond à des rayons parallèles entre eux mais non parallèles à l'axe optique : les rayons émergents convergent en un point du plan focal image de la lentille. Ce point est à l'intersection de ce plan et du rayon parallèle passant par O et qui n'est pas dévié.

17. a. La lentille est convergente, l'expérience met en évidence l'existence du foyer image.



b.

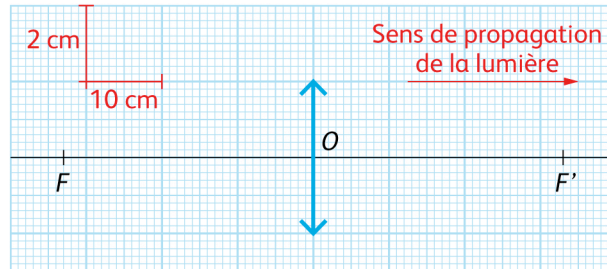
c. Le faisceau lumineux converge après traversée de la lentille sur la feuille de papier, il y a échauffement dû à la concentration sur une petite surface des rayons du Soleil.

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

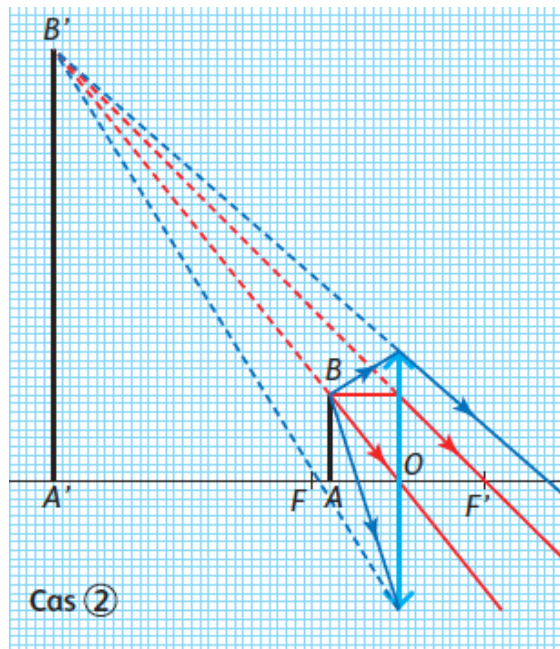
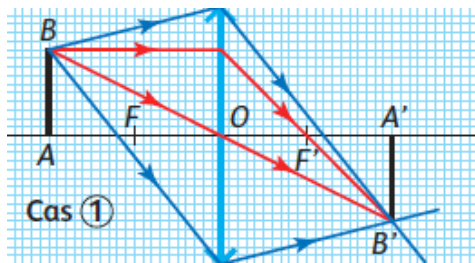
18. La distance focale est $f = \frac{1}{C}$ avec $C = 3,0 \text{ } \delta$; $f = \frac{1}{3,0} = 0,33 \text{ m}$.

Échelle horizontale : 1 cm pour 10 cm (échelle 1/10).

Échelle verticale : 1 cm pour 2 cm (échelle 1/2).



19. a. Échelle verticale : 1 cm pour 1 cm (échelle 1).
 Échelle horizontale : 1 cm pour 10 cm (échelle 1/10).

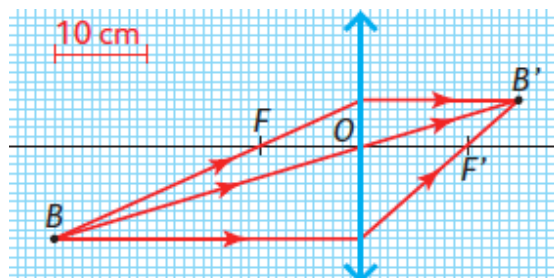


b. Cas 1 : $\overline{OA'} = 20,0 \text{ cm}$ et $A'B' = 1,0 \text{ cm}$. L'image est renversée et réelle.

Cas 2 : $\overline{OA'} = -40,0 \text{ cm}$ et $A'B' = 5,0 \text{ cm}$. L'image est droite et virtuelle.

c. Les rayons de lumière issus du point B et s'appuyant sur le bord de la lentille sont tracés en bleu sur les schémas ci-dessus.

20. Le tracé du rayon de lumière qui n'est pas dévié donne la position de O ; les deux autres rayons donnent la position des foyers.



Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

Par lecture graphique et en tenant compte de l'échelle : $\overline{OF'} = 11 \text{ cm}$.

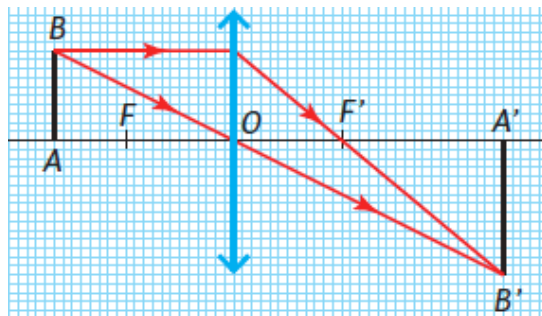
La distance focale de la lentille est : $f = 11 \text{ cm}$.

La vergence est par définition : $C = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f}$; C en dioptrie (δ) et f en mètre (m).

$$C = \frac{1}{0,11} = 9,0 \delta.$$

21. a. et b. Échelle verticale : 1 cm pour 1 cm (échelle 1).

Échelle horizontale : 1 cm pour 10 cm (échelle 1/10).



c. Par lecture graphique et en tenant compte de l'échelle : $\overline{OF'} = 12 \text{ cm}$.

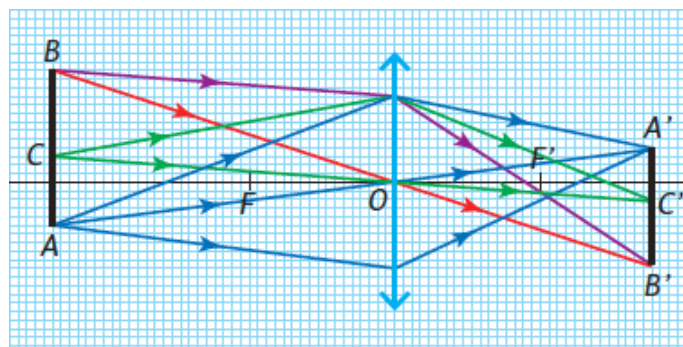
La distance focale de la lentille est : $f = 12 \text{ cm}$.

22. Le rayon dessiné en violet et issu de B donne un rayon émergent qui passe par l'image de B , noté B' .

- Le rayon issu de A passant par O n'est pas dévié et donne la position de son image, notée A' : l'image $A'B'$ étant plane et orthogonale à l'axe optique, le point A' est à l'intersection de ce rayon et de la droite orthogonale à l'axe optique passant par B' .

Les deux rayons dessinés en bleu et issus de A convergent en A' .

- Le rayon issu de C passant par O n'est pas dévié et donne la position de son image, notée C' sur $A'B'$. Le rayon dessiné en vert et issu de C converge en C' .



Exercices de synthèse

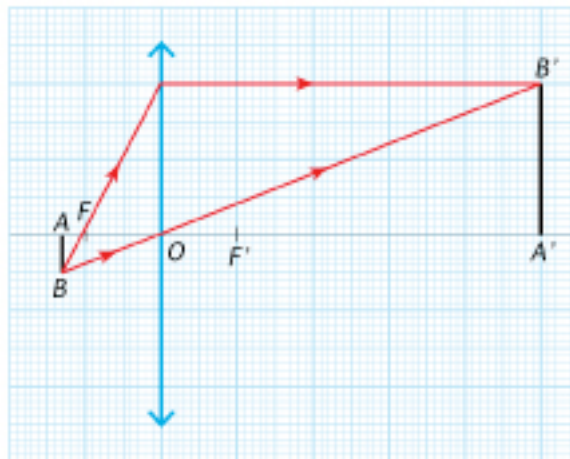
23. a. L'image obtenue sur un écran est réelle. Pour une position donnée de l'écran par rapport à la lentille, il existe une seule position possible de l'objet.

b. La distance focale de la lentille est : $f' = \frac{1}{5,0} = 0,20$ m.

Le diamètre de la lentille et la taille de l'objet sont choisis arbitrairement.

Échelle verticale : 1 cm pour 1 cm (échelle 1).

Échelle horizontale : 1 cm pour 20 cm (échelle 1/20).



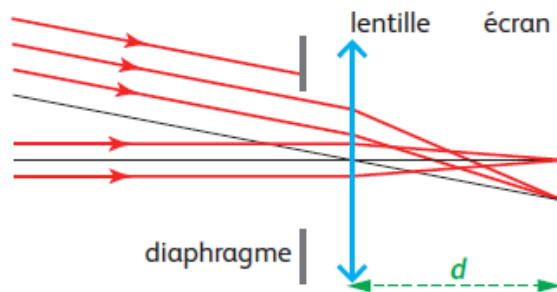
D'après la construction et en tenant compte de l'échelle : $\overline{OA} = -25$ cm.
 L'objet est situé à 25 cm avant la lentille.

24. a. Les images se forment sur la rétine.

b. Les trois éléments qui constituent l'œil réduit sont un diaphragme, une lentille mince convergente et un écran.

Ces éléments correspondent respectivement à l'iris, à l'ensemble des milieux transparents (dont la cornée et le cristallin) et à la rétine.

c.

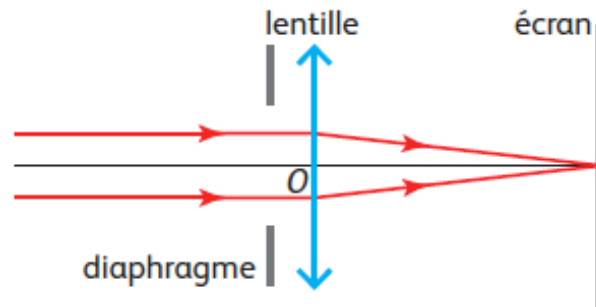


d. La vergence est par définition : $C = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'}$, avec f' en mètre.

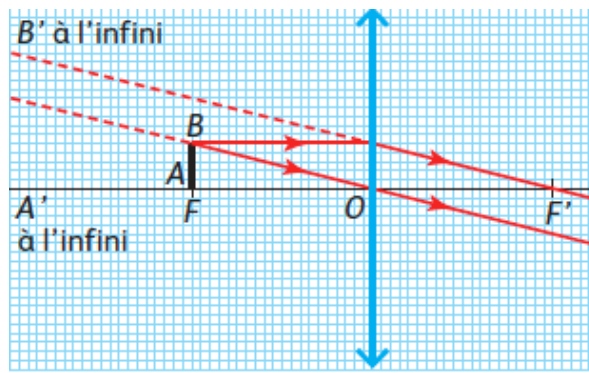
$$C = \frac{1}{17 \times 10^{-3}} = 59 \text{ } \delta.$$

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

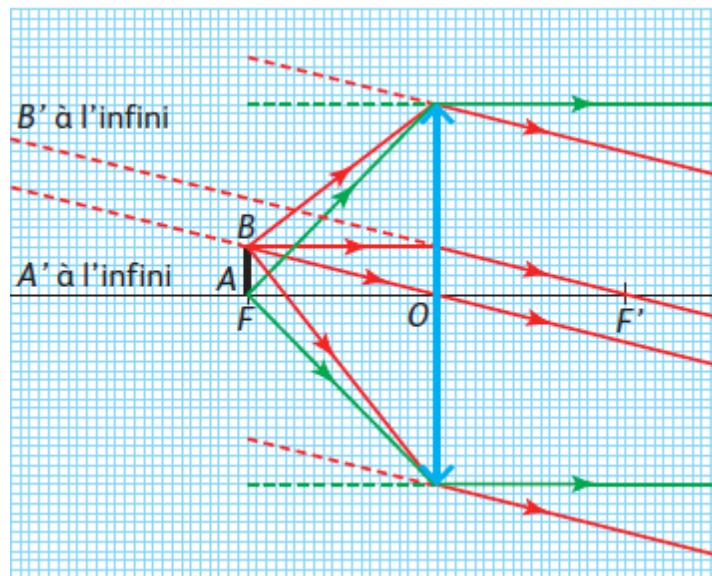
25. a. L'image d'un point objet situé à l'infini se forme sur la rétine dans un œil sans défaut.
 b. L'image d'un point objet situé à l'infini se forme en avant de la rétine dans un œil myope.



26. a. Échelle verticale : 1 cm pour 1 cm (échelle 1).
 Échelle horizontale : 1 cm pour 5 cm (échelle 1/5).



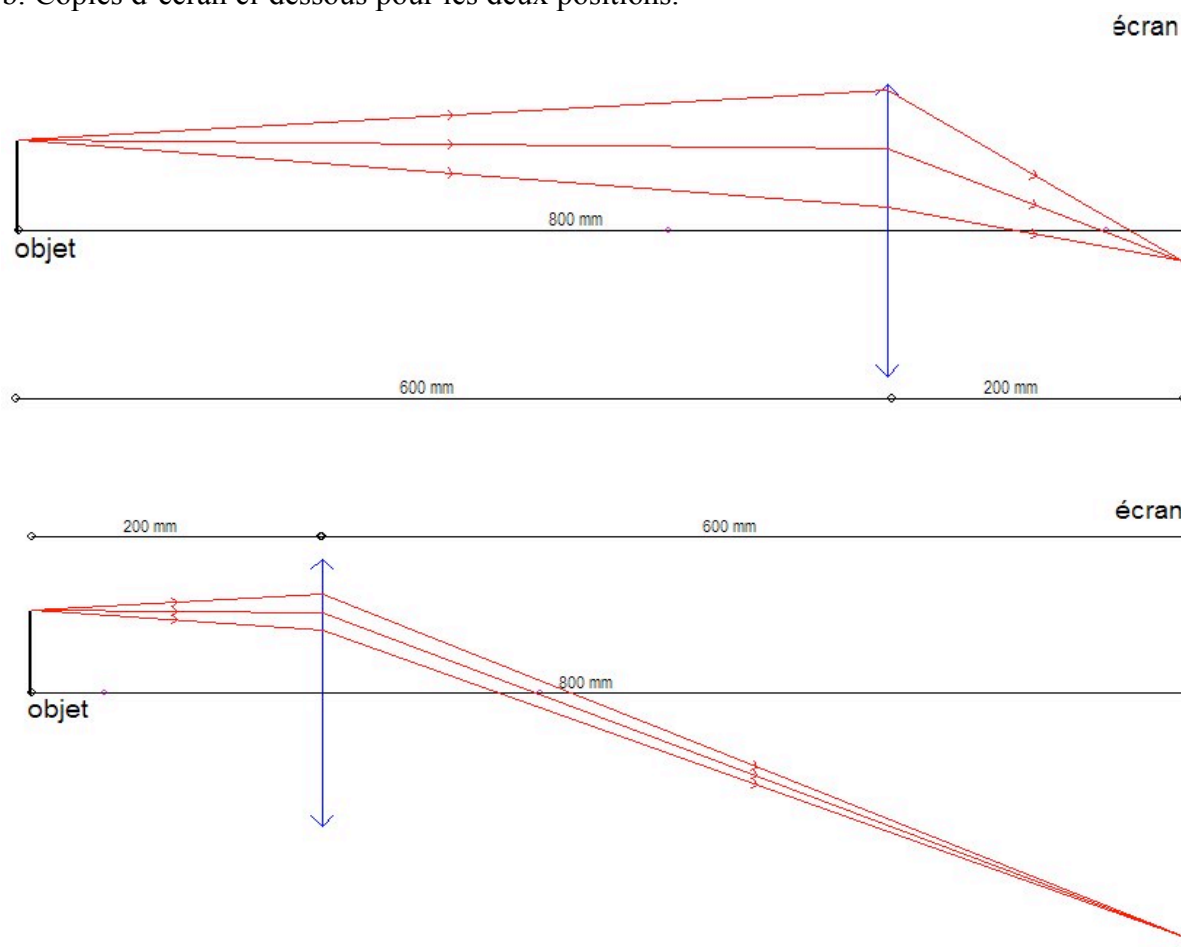
- L'image $A'B'$ est à l'infini et elle est droite et virtuelle.
 b.



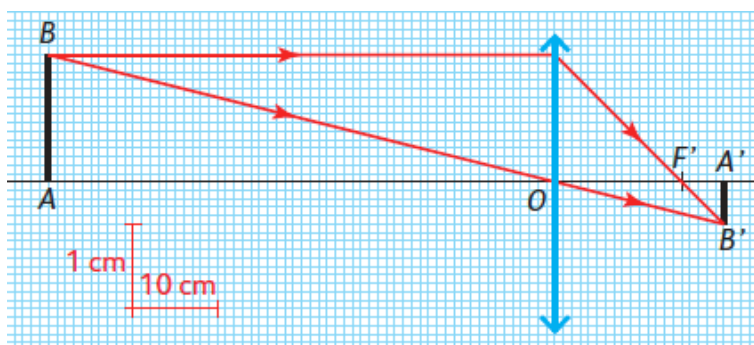
- c. L'image n'est pas observable sur un écran. Elle est observable par l'œil d'un observateur qui se place dans la zone commune aux deux faisceaux issus de A et de B .
 d. La lentille ainsi utilisée joue le rôle de « loupe » ; elle fournit à l'observateur une image droite et agrandie de l'objet.

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

27. a. Pour une distance donnée entre l'objet et l'écran, il existe deux positions de la lentille donnant des tailles différentes selon la distance objet-lentille utilisée.
 b. Copies d'écran ci-dessous pour les deux positions.



- c. La construction en tenant compte de la taille de l'objet et de la taille de l'image donne :
 $OF' = f = 15 \text{ cm}$.



28. a. L'objet et l'image sont du même côté de la lentille ; l'image est virtuelle.

- b. La distance focale de la lentille est $f = \frac{1}{C}$.

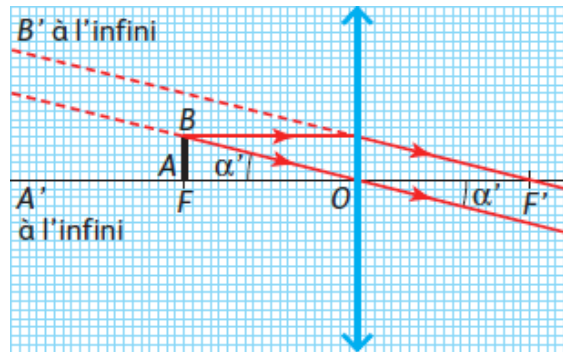
$$f = \frac{1}{20} = 5,0 \times 10^{-2} \text{ m} = 5,0 \text{ cm}.$$

L'objet noté AB doit être à 5,0 cm de la lentille ou à moins à 5,0 cm, soit A en F ou A entre F et O .

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

c. L'image observée est à l'infini lorsque A est placé au foyer objet F donc à 5,0 cm de la lentille.

Le schéma ci-dessous est réalisé sans souci d'échelle.



d. L'angle α' est l'angle que font les rayons émergents de la lentille avec l'axe optique (schéma ci-dessus).

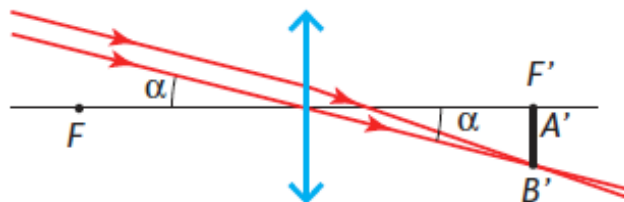
Dans le triangle OAB : $\tan \alpha' = \frac{AB}{OF} = \frac{AB}{f'}$, $\tan \alpha' = \frac{3,0}{50}$ soit $\alpha' \approx \tan \alpha' = 6,0 \times 10^{-2} \text{ rad}$.

Lorsque l'objet est regardé à l'oeil nu en se plaçant à une distance $d = 25 \text{ cm}$: $\tan \alpha = \frac{AB}{d}$,

$\tan \alpha = \frac{3,0}{250}$ soit $\alpha \approx \tan \alpha = 1,2 \times 10^{-2} \text{ rad}$.

e. Le grossissement de la loupe est donnée par : $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{6,0}{1,2} = 5,0$.

29. a. L'image d'un objet très éloigné (à l'infini) se forme dans le plan focal image de la lentille (schéma ci-dessous).



Dans le triangle $OA'B'$, $\tan \alpha = \frac{A'B'}{OF'}$. Soit $A'B' = f' \times \tan \alpha = \frac{1}{C} \times \tan \alpha$.

Pour avoir la plus grande valeur de $A'B'$, on choisit la plus grande valeur de f' et donc la plus petite vergence :

$$C = 2 \delta \text{ soit } f' = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m.}$$

b Le diamètre apparent est l'angle α : $\tan \alpha = \frac{AB}{f'} = \frac{4,5 \times 10^{-3}}{0,5}$, soit $\alpha \approx \tan \alpha = 9 \times 10^{-3} \text{ rad}$

avec $1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi}$, $\alpha = 0,5^\circ = 30'$.

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

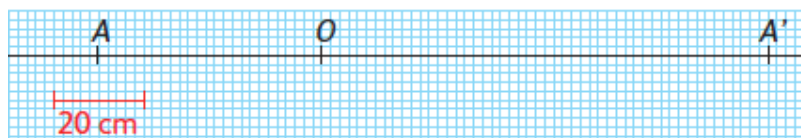
30. a. *L'image est-elle réelle ou virtuelle ?*

L'image étant renversée, elle se forme à droite de la lentille : elle est à l'intersection des rayons émergents, elle est réelle.

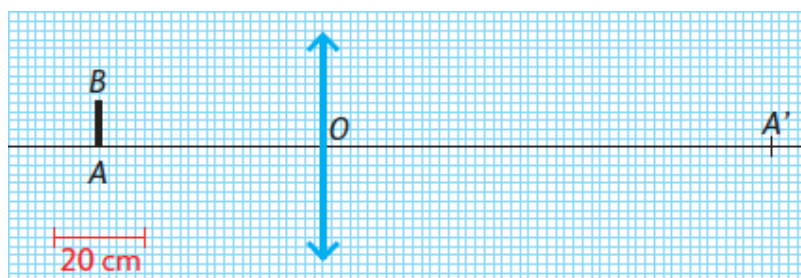
b. Quel est le signe de \overline{OA} ? de $\overline{OA'}$?

Porter les points O , A et A' sur un axe en précisant l'échelle choisie.

\overline{OA} est négatif et $\overline{OA'}$ est positif.



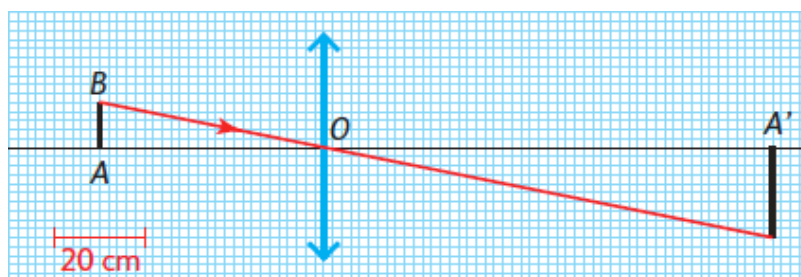
c. Compléter le schéma en indiquant la lentille et l'objet AB (de taille quelconque).



d. Rappeler la propriété du centre optique et en déduire la position de B' .

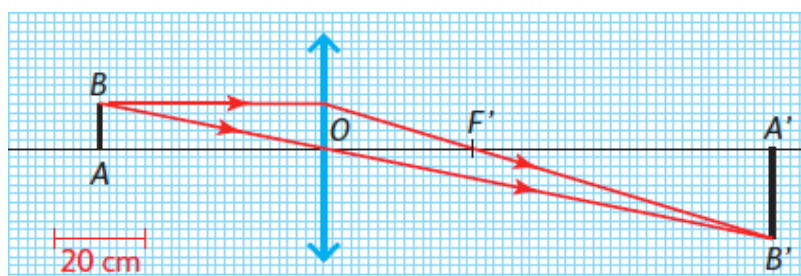
Un rayon de lumière qui passe par le centre optique O n'est pas dévié.

La lentille donne de l'objet AB une image $A'B'$ plane et orthogonale à l'axe optique d'où le point B' sur le schéma ci-dessus.



e. En utilisant la propriété du foyer image, déterminer la position de F' .

Le rayon de lumière issu de B et parallèle à l'axe optique arrive en B' et par le foyer image F' de la lentille.



f. Utiliser l'échelle choisie pour estimer la distance focale de la lentille. Définir la vergence et calculer sa valeur.

La distance OF' sur le schéma est de 1,65 cm.

En tenant compte de l'échelle : $OF' = 1,65 \times 20 = 33$ cm.

La distance focale de la lentille est définie par la mesure algébrique $\overline{OF'}$. $\overline{OF'} = f = 33$ cm.

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 1. Œil, lentilles minces et images.

La vergence est par définition : $C = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'}$, C en dioptrie (δ) et f' en mètre (m).

$$C = \frac{1}{0,33} = 3,0 \delta.$$