

Corrigés des exercices

Tableau des capacités exigibles par exercice

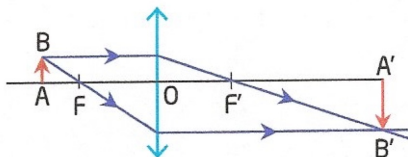
Capacité exigible	5 minutes chrono et QCM	Exercices résolus	Exercices rapides	Appliquer	S'entraîner	Objectif Première
Caractériser les foyers d'une lentille mince convergente à l'aide du modèle du rayon lumineux.	3, 8	41	21, 22 23	24, 25	43, 47	
Utiliser le modèle du rayon lumineux pour déterminer graphiquement la position, la taille et le sens de l'image réelle d'un objet-plan réel donnée par une lentille mince convergente.	4, 5, 9 10, 11 13, 39		28	31, 32 36, 37 42	44, 47 49 51, 52	53, 54
Définir et déterminer géométriquement un grandissement.	12, 14, 38		27, 29 30	31, 36	52	53, 54
Modéliser l'œil.	1, 6, 7		15, 16	17, 18 37	45, 51	
Produire et caractériser l'image réelle d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente.		41			50	
✓MATHS Utiliser le théorème de Thalès.			27	35		
✓MESURE ET INCERTITUDES Exploiter une série de mesures, discuter de l'influence du protocole et/ou évaluer une incertitude-type pour comparer des résultats.					46	

Exercices 1 à 12

Corrigés dans le manuel.

13 Construire une image APPLICATION

Il faut tracer à partir de B deux rayons particuliers : celui qui arrive parallèlement à l'axe optique et celui qui passe par le foyer objet. Ces deux rayons émergent de la lentille en passant par B' image de B. Tracer ensuite A' sur l'axe optique à la verticale de B'.



14 Calculer un grandissement APPLICATION

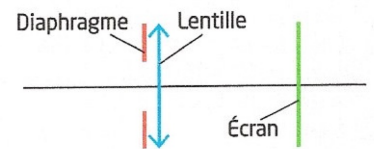
L'image A'B' est réelle et renversée. On peut calculer le grandissement à partir de la relation : $\gamma = -\frac{A'B'}{AB}$.

$$\text{A.N. : } \gamma = -\frac{12,0 \text{ cm}}{3,0 \text{ cm}} = -4,0.$$

Le grandissement est sans unité. Il indique que l'image est quatre fois plus grande que l'objet et qu'elle est renversée (signe -).

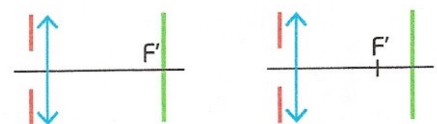
15 ORAL Le modèle de l'œil réduit comprend :

- un diaphragme, qui joue le rôle de l'iris ;
- une lentille mince convergente, qui joue le rôle de l'ensemble cornée-cristallin ;
- un écran qui joue le rôle de la rétine.



16 Quand l'objet est à l'infini, l'image est dans le plan focal image de la lentille mince convergente. Comme l'image est également sur l'écran qui simule la rétine, le foyer image est sur l'écran (intersection de l'axe optique et de l'écran (schéma de gauche ci-dessous).

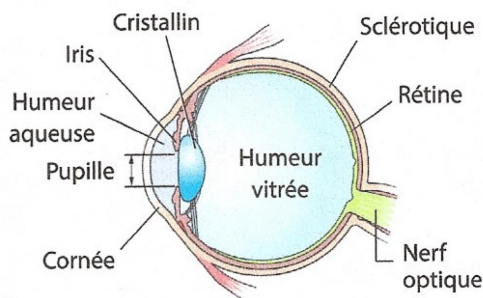
Quand l'objet est rapproché, pour que l'image se forme toujours sur l'écran, la distance focale de la lentille doit diminuer. Le foyer se trouve sur l'axe optique en avant de la rétine (schéma de droite).



Il n'est pas possible de déterminer la position exacte du foyer image sans réaliser de construction, mais il est plus près de l'écran que de la lentille.

17 Corrigé dans le manuel.

18 Légender un schéma



19 Déterminer une distance focale

De la relation : $C = \frac{1}{f'}$, on déduit $f' = \frac{1}{C}$.

A.N. : $f' = \frac{1}{20,0 \delta} = 5,00 \times 10^{-2} \text{ m} = 5,00 \text{ cm}$.

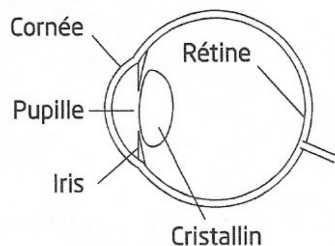
La vergence n'est pas explicitement citée dans les capacités exigibles, c'est pourquoi son expression en fonction de la distance focale est toujours donnée.

20 Réaliser un schéma simplifié

L'organe touché par la cataracte est le cristallin qui devient opaque avec l'âge. La DMLA est une dégénérescence de la rétine liée à l'âge également.

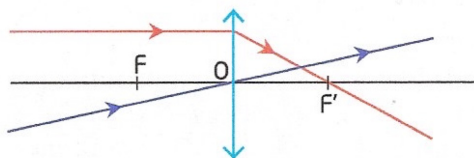
L'anisocorie touche l'iris : les pupilles des deux yeux n'ont pas le même diamètre.

Un schéma simplifié de l'œil réel est demandé. Un dessin à main levée convient.

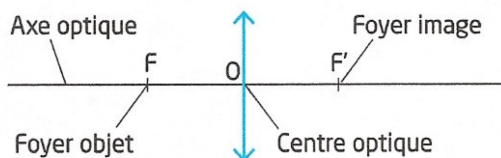


21 ORAL Le rayon lumineux qui passe par le centre optique traverse la lentille sans être dévié.

Le rayon qui arrive parallèlement à l'axe optique sur la lentille émerge en passant par le foyer image.

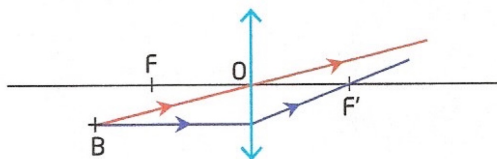


22



23 Le rayon lumineux qui passe par le centre optique n'est pas dévié.

Le rayon lumineux qui émerge en passant par F' arrive sur la lentille parallèlement à l'axe optique.



24 Calculer des longueurs

La distance qui sépare le foyer objet du centre optique est la distance focale. Le foyer objet est donc à 50 mm du centre optique.

La distance entre le foyer objet et le foyer image est de 10 cm, puisque les deux foyers sont symétriques l'un de l'autre par rapport au centre optique.

25 Identifier des erreurs

Corrigé dans le manuel.

26 Convertir en unités S.I.

a. $C = \frac{1}{f'}$

A.N. : $C = \frac{1}{17,0 \times 10^{-3} \text{ m}} = 58,8 \delta$.

b. La nouvelle vergence vaut 59,8 δ. $f' = \frac{1}{C}$.

A.N. : $f' = \frac{1}{59,8 \delta} = 1,67 \times 10^{-2} \text{ m} = 16,7 \text{ mm}$.

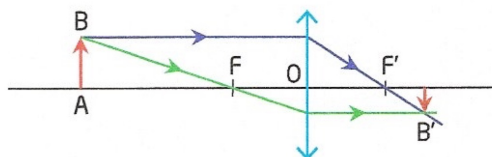
27 ORAL Dans les triangles rouges OAB et OA'B', en utilisant le théorème de Thalès :

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{OB'}{OB}$$

Par définition, le grandissement de la lentille vaut : $\gamma = -\frac{A'B'}{AB}$.

On en déduit $\gamma = -\frac{OA'}{OA}$.

28 Il est préférable de tracer les rayons qui passent par les foyers et de garder le rayon qui passe par le centre pour vérifier la construction. En effet, le point image B' est d'autant mieux localisé que l'angle formé par les rayons qui le déterminent est grand. Les élèves n'ayant aucun autre moyen que la construction pour déterminer la position de l'image, puisque la formule de conjugaison est au programme de 1^{re}, il faut que la construction soit la plus précise possible.



29 L'image est renversée, donc $\gamma = -\frac{A'B'}{AB}$.

A.N. : $\gamma = -\frac{4,0 \text{ cm}}{2,0 \text{ cm}} = -2,0$.

30 L'image est renversée puisque le grandissement est négatif. Pour calculer la taille de l'image, la valeur absolue du grandissement suffit.

$$|\gamma| = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow A'B' = |\gamma| \times AB.$$

A.N. : $A'B' = 0,5 \times 4,0 \text{ cm} = 2,0 \text{ cm}$.

31 Déterminer graphiquement un grandissement

Corrigé dans le manuel.

Une correction en vidéo est également disponible sur le site sirius.nathan.fr.

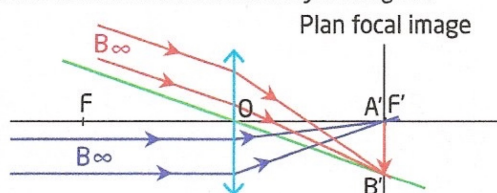
Là encore, on peut vérifier que la construction est correcte en traçant le segment BB' . Il doit passer par le centre optique. Il y a trois possibilités de tracer deux des trois rayons nécessaires à la construction de l'image. Le choix de tracer les rayons passant par les foyers se justifie par le fait que ces rayons forment entre eux un angle plus grand que lorsqu'on considère le rayon qui passe par le centre optique et un autre et, dans ces conditions, le point d'intersection est mieux défini.

32 Déterminer l'image d'un objet à l'infini

a. L'objet étant à l'infini, l'image donnée par la lentille mince convergente se situe dans le plan focal image.

b. Le rayon lumineux (en vert sur le schéma ci-dessous) qui passe par le centre de la lentille permet de construire le point B' image du point B .

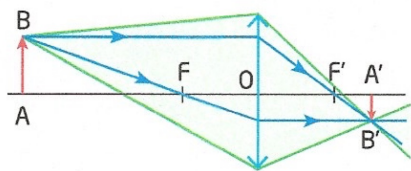
c. Le point A' est confondu avec le foyer image F' .



On peut demander aux élèves de tracer le prolongement des rayons rouges et violets après la lentille pour vérifier qu'ils ont bien compris que tous les rayons qui proviennent du même point objet convergent au même point image.

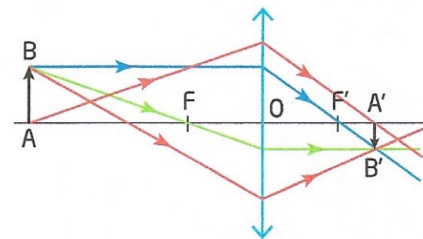
33 Apprendre à construire un faisceau lumineux

Il faut se rappeler que tout rayon issu d'un point objet converge vers le point image après avoir traversé la lentille. Tous les rayons issus de B passent par B' . Les deux rayons qui limitent le faisceau sont ceux qui passent par les bords de la lentille. Après avoir tracé ces deux rayons (en vert sur le schéma ci-dessous), il faut hachurer ou colorier l'espace compris entre ces deux rayons.



34 Compléter un schéma

Le rayon rouge issu de A converge vers le point A' après avoir traversé la lentille. Le rayon issu de B passe par B' image du point B .



35 Utiliser le théorème de Thalès

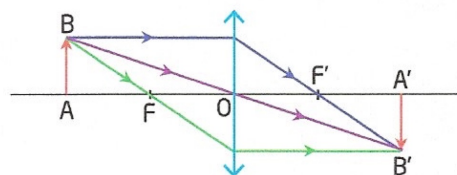
Corrigé dans le manuel.

36 In english please

a. L'image est réelle. Elle est donc renversée et, d'après le texte, de même taille que l'objet.

b. Voir schéma ci-dessous.

c. Il faut tracer le rayon lumineux qui va de B à B' sans être dévié. On sait que ce rayon passe par le centre optique. Le centre optique est à l'intersection de ce rayon avec l'axe optique.



d. Utilisons la formule du grandissement :

$$\gamma = -\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}. \text{ On en déduit : } \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}.$$

Comme les objets $A'B'$ et AB ont la même taille, $OA' = OA$: le point O est bien au centre du segment $[AA']$.

37 Utiliser le modèle de l'œil réduit

Corrigé dans le manuel.

Exercices 38 à 40

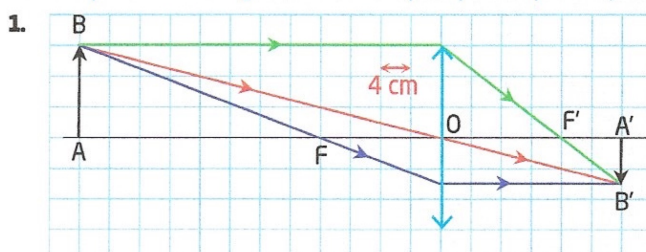
Corrigés dans le manuel.

41 Déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente

Corrigé dans le manuel.

42 Réaliser le schéma d'un montage optique

Le schéma n'est pas à l'échelle demandée, mais les proportions sont respectées : l'image est deux fois plus petite que l'objet.



2. Le rayon lumineux qui va de B à B' sans être dévié intercepte l'axe optique matérialisé par le rayon AA' et permet de déterminer

le centre optique de la lentille. Le rayon lumineux issu de B qui arrive parallèlement à l'axe optique et celui qui ressort parallèlement à l'axe optique en passant par B' permettent de déterminer les foyers.

3. Par lecture graphique en tenant compte de l'échelle horizontale, on trouve $f' = 16$ cm, $AO = 48$ cm et $OA' = 24$ cm.

43 Tri des lentilles

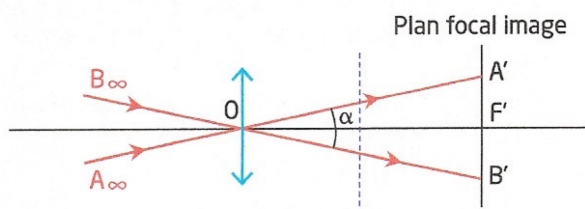
a. Plus une lentille est convergente, c'est-à-dire plus elle a une courte distance focale, plus ses faces sont bombées. Il est donc possible, au toucher ou à la vue, de distinguer une lentille de 5 cm de distance focale d'une lentille de 20 cm de distance focale.

b. Quand les distances focales sont voisines, la distinction est plus difficile. Le professeur peut alors proposer une autre méthode : former sur un mur l'image d'un paysage vu à travers une fenêtre. Le paysage peut être considéré à l'infini. Son image se forme donc dans le plan focal image de la lentille. On forme successivement sur le mur avec les deux lentilles l'image du paysage et on regarde quelle est la lentille qui est le plus près du mur : il s'agit de la lentille de plus petite distance focale.

44 Observation du Soleil

a. Le Soleil est à l'infini. Son image se forme dans le plan focal image de la lentille.

Considérons un point A en dessous du Soleil et un point B diamétralement opposé au point A. Les images respectives A' et B' de ces deux points objets sont dans le plan focal image de la lentille, comme le montre le schéma ci-dessous.



Plus la distance focale est petite, plus le plan focal image est proche de la lentille (pointillés bleus) et plus l'image A'B' du Soleil est petite. Il faut donc choisir la lentille qui a la plus grande distance focale, ici $f'_2 = 100$ cm.

b. Si α est petit, ce qui est le cas ici, et exprimé en radian, alors $A'B' = \alpha \times f'$.

Il faut donc convertir α en radian : $A'B' = \frac{0,5^\circ \times \pi \text{ rad}}{180^\circ} \times 100 \text{ cm} = 0,87 \text{ cm}$.

L'image du Soleil est très petite, de taille inférieure à 1 cm.

En plus, cette image est très brillante et donc inobservable. Avec une lentille de distance focale beaucoup plus petite, la surface de l'image est pratiquement ponctuelle et l'énergie lumineuse concentrée en un point peut brûler l'écran (technique utilisée pour allumer du feu un jour où il y a du Soleil et probablement à l'origine du mot « foyer »).

45 Correction d'un œil hypermétrope

1. Quand l'œil est au repos, le cristallin n'est pas assez convergent et le foyer image de la lentille se trouve derrière la rétine.

2. a. $C_e = \frac{1}{f'_e}$ et $C_h = \frac{1}{f'_h}$.

$$\text{A.N. : } C_e = \frac{1}{17,0 \times 10^{-3} \text{ m}} = 58,8 \delta.$$

$$C_h = \frac{1}{18,0 \times 10^{-3} \text{ m}} = 55,6 \delta.$$

b. D'après les données $C = C_e - C_h$.

$$\text{A.N. : } C = 58,8 - 55,6 = 3,2 \delta.$$

$$\text{On en déduit : } f' = \frac{1}{C}.$$

$$\text{A.N. : } f' = \frac{1}{3,2 \delta} = 31 \text{ cm}.$$

Ce calcul n'est valable que pour des lentilles accolées, c'est-à-dire des lentilles de contact.

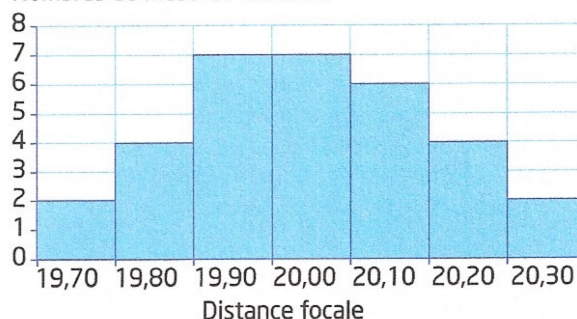
46 Résultats d'une série de mesures

DIFFÉRENCIATION

a. Les résultats présentés dans le tableau montrent que la distance focale de la lentille mince convergente est voisine de 20 cm. C'est aussi ce qu'indique le constructeur. La dixième mesure donne pour la distance focale $f' = 12,5$ cm. Ce résultat est manifestement une erreur de lecture ou de mesure : il faut l'écartier.

b. Le fichier corrigé est téléchargeable sur le site sirius.nathan.fr. L'histogramme obtenu est donné ci-dessous :

Nombres de mesures réalisées



La valeur moyenne est égale à : $f' = 20,02$ cm.

L'écart-type de la série de mesures est égal à 0,19 cm.

L'incertitude-type est égale à 0,03 cm.

c. Le résultat de la mesure est $f' = 20,02$ cm, avec une incertitude-type $u(f') = 0,03$ cm. Sachant que l'incertitude-type fournit une estimation de l'étendue des valeurs, que l'on peut raisonnablement attribuer à la grandeur, le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence $f' = 20,0$ cm.

47 Mise au point

1. Un paysage est un objet situé à l'infini. Son image se forme dans le plan focal image de l'objectif. Pour recevoir l'image, le capteur doit donc être à 50 mm du centre optique.

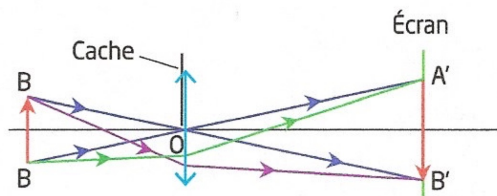
2. a. Quand l'objet s'approche de la lentille, l'image s'éloigne. La distance entre le centre optique et l'image augmente.

b. Il faut donc éloigner l'objectif du capteur pour faire la mise au point.

48 Des lettres sur un écran

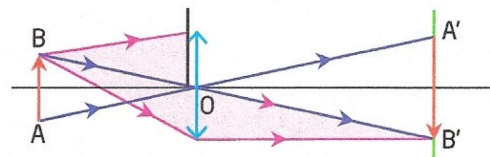
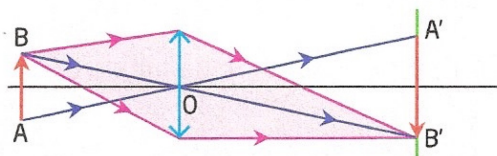
1. L'image réelle qui se forme sur l'écran est renversée. L'élève voit donc la lettre W.

2. a. Regardons le montage de dessus :



Avec ou sans cache, la taille de l'image est inchangée. Elle est définie par les deux rayons qui passent par le centre optique ; mais même si le centre optique est caché, il y a toujours des rayons (en vert et en violet sur le schéma) qui convergent en A' et B'.

b. Observons le faisceau lumineux issu de B avec ou sans cache.



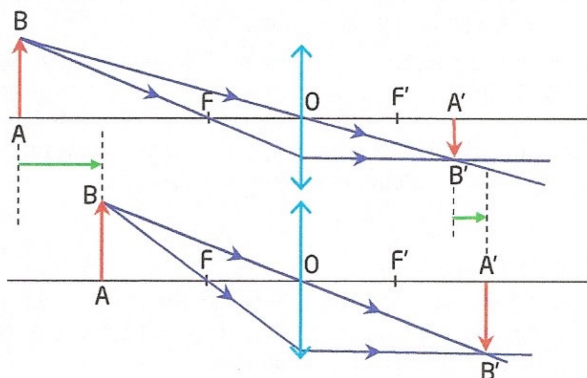
On constate qu'il y a moins de lumière qui arrive en B quand il y a le cache : l'image est donc moins lumineuse.

De nombreux élèves sont persuadés qu'en cachant la moitié de la lentille, on ne voit que la moitié de l'image sur l'écran et après la résolution de cet exercice, tous ne seront pas convaincus que ce n'est pas vrai. Il reste à faire l'expérience pendant une séance de TP pour convaincre les plus septiques.

49 Retour sur l'ouverture du chapitre

DIFFÉRENCIATION

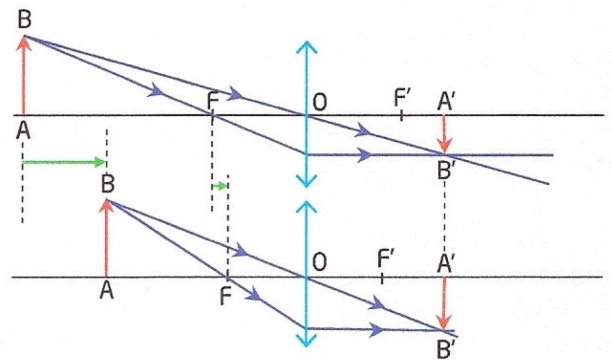
a. Voir schéma ci-dessous.



Les déplacements de l'objet et de l'image se font dans le même sens (flèches vertes), mais ils ne sont pas égaux. Cette situation présente deux inconvénients :

- il faut de la place, surtout si l'objet s'approche beaucoup ;
- pour déplacer l'objectif par rapport au capteur qui est fixe, il faut un moteur ; cela prend de la place et consomme de l'énergie.

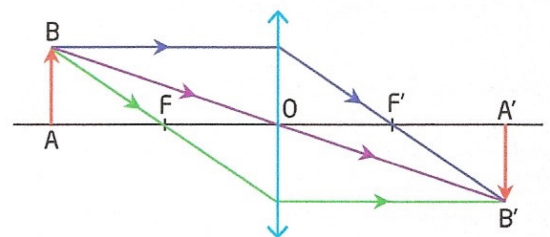
b. Pour que l'image reste à la même distance de la lentille, il faut que la distance focale diminue quand l'objet s'approche de la lentille (flèches vertes).



50 Méthode de Silbermann

a. L'image réelle est renversée.

b. Il faut tracer le rayon lumineux qui va de B à B' sans être dévié. On sait que ce rayon passe par le centre optique. Le centre optique est à l'intersection de ce rayon avec l'axe optique.



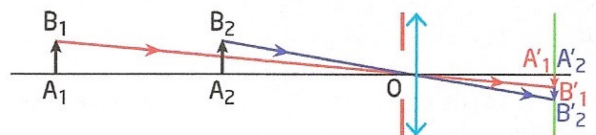
Pour déterminer les foyers, il faut tracer le rayon issu de B qui arrive sur la lentille parallèlement à l'axe optique (rayon violet) et le rayon qui émerge parallèlement à l'axe optique en passant par B' (rayon vert).

c. On constate graphiquement que la distance focale de la lentille est égale au quart de la distance objet-image.

51 Accommodation de l'œil

a. Quand un objet est vu net par l'œil, l'image se forme sur la rétine.

b.



c.



d. Le rayon lumineux issu de B (1 ou 2) qui arrive parallèlement à l'axe de la lentille émerge en passant par le foyer image et B' (1 ou 2).

On constate sur le schéma que le foyer image se rapproche du centre optique (flèche verte) quand l'objet s'approche de la lentille : la distance focale diminue.

e. Le cristallin change de forme : il devient plus « bombé » quand sa distance focale diminue.

52 Photographie du phare de l'île Vierge

a. L'image du phare est renversée (horizontalement et verticalement), car elle est de l'autre côté de la lentille par rapport au phare et les rayons lumineux qui passent par le centre optique ne sont pas déviés.

b. Le grandissement est négatif. $|\gamma| = \frac{A'B'}{AB}$.

$$\text{A.N. : } |\gamma| = \frac{20,0 \times 10^{-3} \text{ m}}{82,5 \text{ m}} = 2,42 \times 10^{-4}.$$

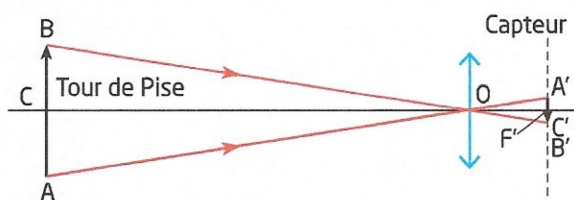
c. Si l'on considère que le phare est à l'infini, son image se forme dans le plan focal image de l'objectif. La distance objectif-capteur est donc de 50,0 mm.

d. Utilisons la relation de grandissement : $|\gamma| = \frac{OA'}{OA} \Rightarrow OA = \frac{OA'}{|\gamma|}$.

$$\text{A.N. : } OA = \frac{50,0 \text{ mm}}{2,42 \times 10^{-4}} = 2,06 \times 10^5 \text{ mm} = 206 \text{ m}.$$

L'hypothèse que le phare est suffisamment éloigné est vérifiée. On peut le considérer à l'infini.

53 La tour de Pise TÂCHE COMPLEXE



La tour de Pise étant considérée à l'infini, on sait que son image se forme dans le plan focal de la lentille mince convergente qui modélise l'objectif de l'appareil photo. Pour calculer la distance qui sépare réellement la tour de Pise du photographe, on peut utiliser le grandissement, ou plutôt sa valeur absolue : $|\gamma| = \frac{OC'}{OC}$.

OC' est connue (35,0 mm). Pour calculer OC , il faut calculer le grandissement d'une autre façon.

Cherchons quelle est la taille de l'image sur le capteur.

Sur le document fourni, la tour mesure 8,4 cm, la hauteur de la photo étant de 10,2 cm.

Les 10,2 cm correspondent aux 36 mm du capteur (l'appareil photo est tenu verticalement puisque l'image fournie est plus haute que large). On en déduit : $A'B' = \frac{36 \text{ mm} \times 8,4 \text{ cm}}{10,2 \text{ cm}} = 30 \text{ mm}$.

La valeur absolue du grandissement peut aussi s'exprimer sous la forme : $|\gamma| = \frac{A'B'}{AB}$.

$$\text{A.N. : } |\gamma| = \frac{30 \times 10^{-3} \text{ m}}{58 \text{ m}} = 5,2 \times 10^{-4}.$$

On peut alors calculer la distance demandée : $OC = \frac{OC'}{|\gamma|}$.

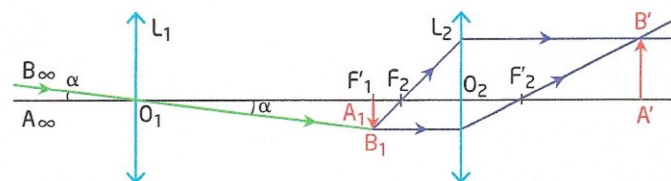
$$\text{A.N. : } OC = \frac{35,0 \times 10^{-3} \text{ m}}{5,2 \times 10^{-4}} = 68 \text{ m}.$$

Le photographe est à 68 m de la tour de Pise. Cette distance est très grande devant la distance focale de l'objectif. L'hypothèse d'une tour à l'infini est justifiée.

54 Observation de l'image du Soleil sur un écran

1. Le document indique que l'objectif est une lentille de grande distance focale, alors que l'oculaire possède une petite distance focale. Il faut donc choisir la lentille qui a la plus grande distance focale, soit la lentille L_1 .

2. Le schéma a été réalisé à une échelle plus petite. (Pour le réaliser à l'échelle 1/10, il faut placer la feuille A4 horizontalement, comme indiqué dans l'énoncé.)



3. L'image A_1B_1 se situe dans le plan focal image de la lentille L_1 puisque l'objet AB est à l'infini. L'image est construite sur le schéma ci-dessus avec une hauteur de 0,5 cm, ce qui correspond à une échelle verticale 1/2.

4. a. Voir schéma ci-dessus.

b. On peut déterminer de deux façons différentes le grandissement.

Le calcul est fait ici avec un schéma à l'échelle 1/10.

$$\gamma = -\frac{A'B'}{A_1B_1} \quad \text{ou} \quad \gamma = -\frac{O_2A'}{O_2A_1}.$$

$$\text{A.N. : } \gamma = -\frac{2,0 \text{ cm}}{1,0 \text{ cm}} = -2,0 \quad \text{ou} \quad \gamma = -\frac{6,0 \text{ cm}}{3,0 \text{ cm}} = -2,0.$$

c. En utilisant les **DONNÉES** : la relation $d = \alpha \times D$, avec α en rad, se traduit par : $A_1B_1 = \alpha \times f_1$.

$$\text{A.N. : } A_1B_1 = 8,7 \times 10^{-3} \times 80,0 \text{ cm} = 0,70 \text{ cm} = 7,0 \text{ mm}.$$

Pour avoir la taille de $A'B'$, il suffit de multiplier par la valeur absolue du grandissement : $A'B' = |\gamma| \times A_1B_1$.

$$\text{A.N. : } A'B' = 2,0 \times 7,0 \text{ mm} = 14 \text{ mm}.$$