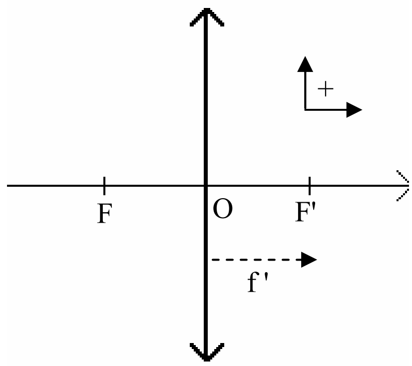
1
Les instruments d'optique

1. LES ACCESSOIRES : LENTILLES ET MIROIRS

1.1. Lentilles minces convergentes

Qu'est-ce que c'est ?

Une lentille mince est caractérisée par trois points singuliers et deux grandeurs :



O centre optique
F foyer principal objet
F' foyer principal image, symétrique de F par rapport à O.

Distance focale

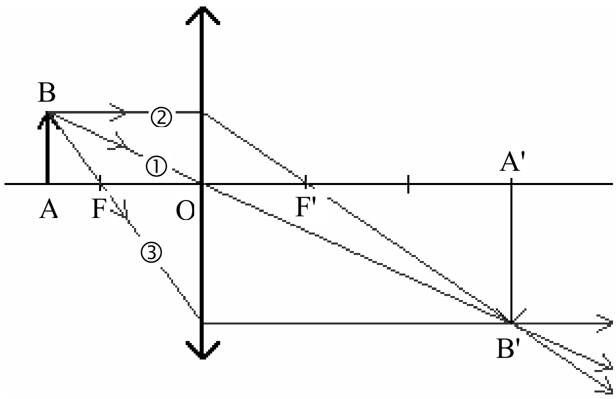
$$\boxed{f'(m) = \overline{FO} = \overline{OF'} > 0}$$

Vergence

$$\boxed{C(\delta) = \frac{1}{f'} > 0}$$

Comment tracer ?

Une lentille donne d'un objet AB une image A'B'.



Règles de construction :

Le rayon ① passant par le centre optique O n'est pas dévié.
Le rayon ② parallèle à l'axe optique ressort en passant par le foyer image F'.
Le rayon ③ passant par le foyer objet F ressort parallèlement à l'axe optique.

Et on retient aussi …

Si l'image se situe après la lentille $(\overline{OA'} > 0)$, elle est **réelle** et récupérable sur un écran ; si elle se situe avant la lentille $(\overline{OA'} < 0)$, elle est **virtuelle** et non récupérable sur un écran, elle est observable uniquement à l'œil placé après la lentille.

On se rappelle : le réel est tracé en plein et le virtuel en pointillé.

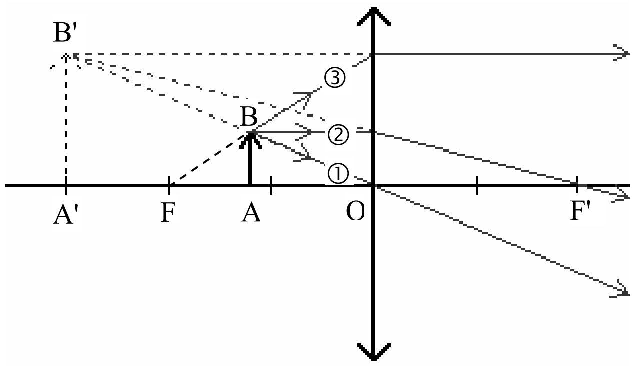


Schéma d'une loupe

Comment calculer ?

Attention : toutes les grandeurs sont algébriques, il faut donc être vigilant quant aux signes imposés par l'orientation des axes.

Relation de conjugaison

$$\boxed{\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'} = C}$$

Et on retient surtout ...
Un objet à l'infini donne une image dans le plan focal image.
Un objet dans le plan focal objet donne une image à l'infini.

Relation de grandissement

$$\boxed{\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}}$$

On dit que ...
Si $\gamma > 0$, l'image est **droite** ; si $\gamma < 0$, l'image est **renversée**.

Remarque

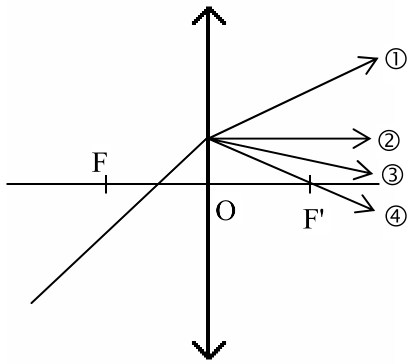
Pour obtenir une bonne image, une lentille doit être utilisée dans les **conditions de Gauss**, c'est-à-dire avec des rayons proches du centre optique et peu inclinés par rapport à l'axe optique.

✍ Exercice d'application 1

Répondre par vrai ou faux à ces affirmations en justifiant sa réponse.

1. Une lentille convergente de focale 10,0 cm a une vergence de 0,1 dioptrie.
2. Une lentille convergente permet de grossir un objet.
3. On peut reconnaître une lentille convergente au toucher : elle est plus mince au centre que sur les bords.
4. Pour être bien utilisée, une lentille doit être diaphragmée.

5. Le rayon émergent correspondant au rayon incident est le rayon 3.



6. Si l'objet est à l'infini, alors l'image est au foyer de la lentille.
7. Une image que l'on ne peut pas recueillir sur un écran est virtuelle.
8. Si le grandissement est négatif, alors l'image est droite.
9. Une lentille de vergence 8 δ est plus convergente qu'une lentille de 2 δ.
10. Plus la distance focale augmente, plus la lentille est convergente.
11. L'image n'est virtuelle que pour un objet situé dans le plan focal objet de la lentille.
12. D'un objet situé à 40 cm en avant d'une lentille convergente de vergence 3 δ, on obtient une image réelle plus grande que l'objet, droite et située 2 m après la lentille.

Corrigé

1. f ' = 10,0 cm = 0,10 m donc $C = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0{,}1} = 10\ \delta$.

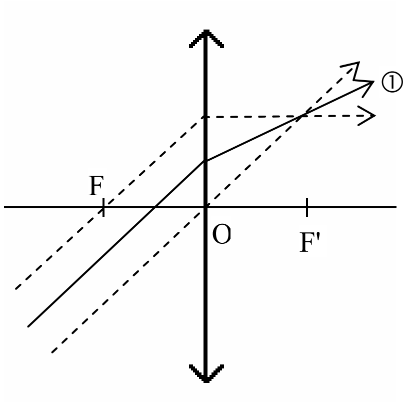
⇒ **Affirmation fausse**.

2. **Vrai** ! à condition de l'utiliser comme on utilise une loupe.

3. **Faux**, c'est l'inverse.

4. **Vrai**, on est alors dans les conditions de Gauss.

5. Un rayon parallèle au rayon incident passant par O n'est pas dévié, un autre passant par F émerge parallèlement à l'axe optique ; les trois rayons doivent converger en un point donc le bon rayon est le 1.



⇒ **Affirmation fausse.**

6. C'est en réalité dans le plan focal image de la lentille que se forme l'image.
⇒ **Affirmation fausse.**

7. **Vrai**, par définition.

8. $\gamma < 0$ donc l'image et l'objet sont de sens contraire, l'image est renversée.
⇒ **Affirmation fausse.**

9. Plus C est élevé, plus la lentille est convergente ; $8\ \delta > 2\ \delta$ donc
⇒ **Affirmation vraie.**

10. Si f ' augmente, alors C diminue donc la lentille est moins convergente.
⇒ **Affirmation fausse.**

11. Si l'objet est dans le plan focal objet de la lentille alors l'image est virtuelle à l'infini. Mais on obtient aussi une image virtuelle en plaçant l'objet entre F et O.
⇒ **Affirmation fausse.**

12. Il faut appliquer la relation de conjugaison $\dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{\overline{OA}} = \dfrac{1}{\overline{OF'}} = \dfrac{1}{f'} = C$

soit $\dfrac{1}{\overline{OA'}} = C + \dfrac{1}{\overline{OA}}$ avec $\overline{OA} = -40\,\text{cm} = -0{,}40$ m

Application numérique : $\dfrac{1}{\overline{OA'}} = 3 + \dfrac{1}{-0{,}4} = 3 - 2{,}5 = 0{,}5 \Leftrightarrow$

$$\boxed{\overline{OA'} = \frac{1}{0,5} = 2\ \text{m}}$$

L'image est bien réelle à 2 m de la lentille.
En ce qui concerne la taille de l'image, on utilise la formule de grandissement soit
$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$
Application numérique :

$$\boxed{\gamma = \frac{2}{-0,4} = -5}$$

L'image est effectivement plus grande que l'objet ($|\gamma| > 1$) mais renversée ($\gamma < 0$).

$\Rightarrow$ **Affirmation fausse.**

✍ Exercice d'application 2

Un objet situé au double de la distance focale devant une lentille occupe une position particulière.

1. Montrer quelle est cette particularité en calculant la position de l'image.
2. En déduire la distance séparant l'objet et l'image.
3. Calculer le grandissement dans cette situation et décrire l'image.
4. Comment évoluent la position et la taille de l'image si l'objet s'éloigne de la lentille (on pourra s'aider d'un schéma) ?
5. Même question si l'objet se rapproche de la lentille.

Corrigé

1. On utilise la relation de conjugaison dans le cas où $\overline{OA} = -2f'$.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'} = C \Leftrightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{-2f'} = \frac{1}{2f'} \Leftrightarrow$$

$$\boxed{\overline{OA'} = 2f'}$$

L'image est en position symétrique de celle de l'objet par rapport à la lentille.

2. La distance séparant l'objet et l'image vaut alors

$$\overline{AA'} = \overline{AO} + \overline{OA'} = \overline{OA'} - \overline{OA} = 2f' - (-2f') = 4f'$$

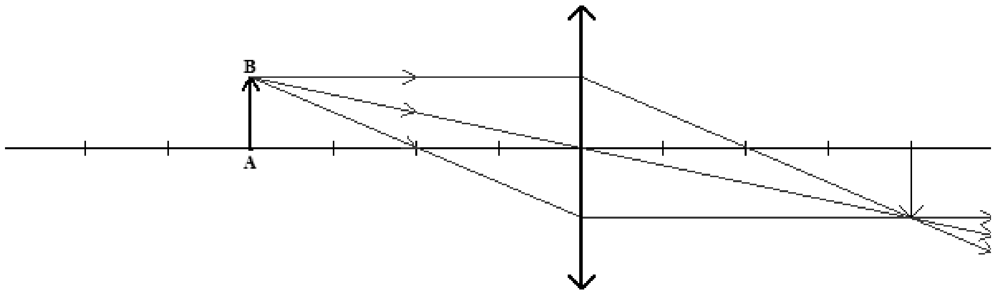
$$\boxed{D = 4f'}$$

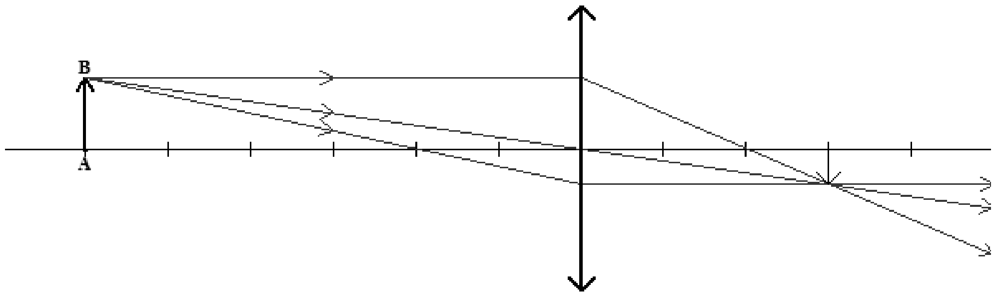
3. La relation de grandissement donne $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{2f'}{-2f'} = -1$

$$\boxed{\gamma = -1}$$

L'image est renversée de même taille que l'objet.

4. Si l'objet s'éloigne alors $\overline{OA}$ diminue (car négatif) donc $\overline{OA'}$ diminue et γ aussi, l'image se rapproche de la lentille et devient plus petite que l'objet.





5. Inversement, si l'objet se rapproche, l'image s'éloigne de la lentille et grandit.

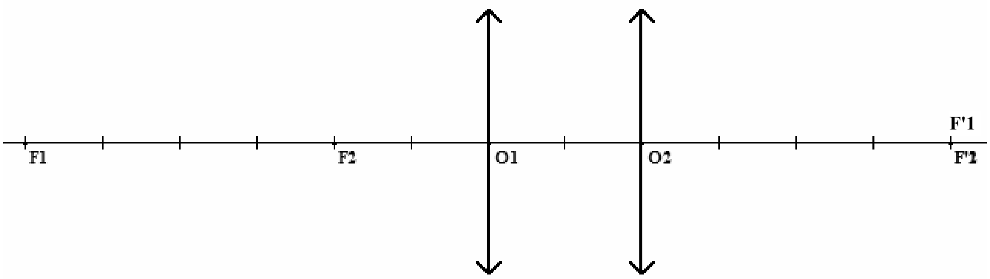
✍ Exercice d'application 3

Un oculaire fonctionne comme une loupe mais est en fait constitué de deux lentilles minces convergentes, de même axe optique, distantes de 2 cm. La première, côté objet, a une focale de 6 cm et la seconde, côté œil, a une focale de 4 cm.

1. Sur un schéma, placer les lentilles et leurs foyers respectifs.
   Que remarque-t-on ?
   On place un objet à 1,5 cm de la face avant de l'oculaire.
2. Quelle est la position de l'image A_1B_1 donnée par la lentille 1 ?
3. Quel rôle joue A_1B_1 pour la lentille 2 ? Où se situe-t-elle par rapport à cette lentille ?
4. En déduire la position de l'image A_2B_2 donnée par la lentille 2.
5. Compléter le schéma en traçant la marche de quelques rayons issus de B.

Corrigé

1. On remarque que les foyers image sont superposés



2. On applique la relation de conjugaison à la lentille 1.

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f'_1} \Leftrightarrow \frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{\overline{O_1A}}$$

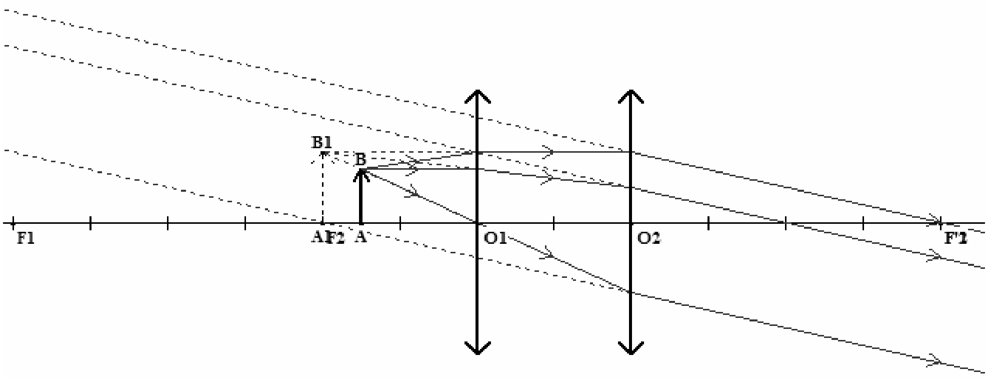
Application numérique : $\frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{-1,5} = -0,5 \Leftrightarrow$

$$\boxed{\overline{O_1A_1} = -2 \text{ cm}}$$

3. L'image A_1B_1 joue le rôle d'objet pour la lentille 2 et se situe dans le plan focal objet de la lentille 2.

4. A_1B_1 se situant dans le plan focal objet de la lentille 2 donne une image A_2B_2 virtuelle située à l'infini.

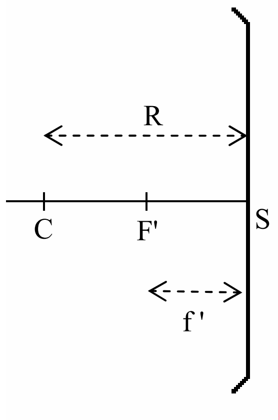
5. On construit l'image A_1B_1 à partir des trois rayons classiques. Le rayon horizontal qui pénètre dans la lentille 2 ressort en passant par F'$_2$. On prolonge les deux autres rayons parallèlement à ce dernier car l'image A_2B_2 est à l'infini.



1.2. Miroirs sphériques concaves

Qu'est-ce que c'est ?

Un miroir sphérique est caractérisé par trois points singuliers et deux grandeurs :



C centre de courbure
S sommet
F' foyer principal.

Rayon de courbure

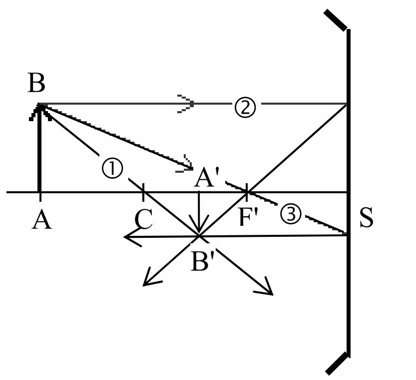
$$R(m) = SC$$

Distance focale

$$\boxed{f'(m) = SF' = \frac{SC}{2} = \frac{R}{2}}$$

Comment tracer ?

Un miroir donne d'un objet AB une image A'B'.



Règles de construction :
Le rayon ① passant par le centre optique C n'est pas dévié.

Le rayon ② parallèle à l'axe optique se réfléchit en passant par le foyer F'.
Le rayon ③ passant par le foyer F' se réfléchit parallèlement à l'axe optique.

Remarque

Si on sait faire les constructions avec les lentilles, on sait faire celles avec les miroirs (on utilise les mêmes rayons).

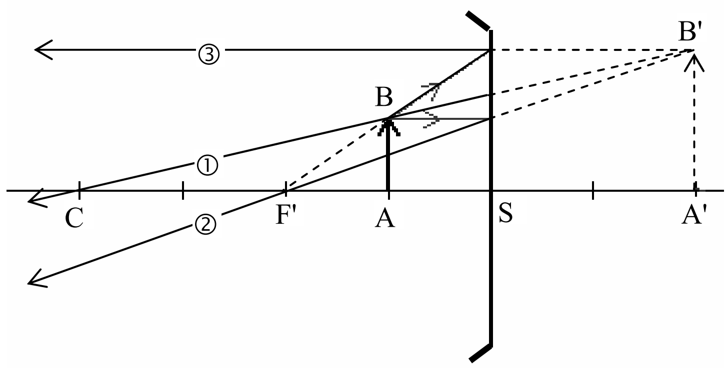
Attention : ne pas confondre le centre C et le sommet S !

✍ Exercice d'application 4

1. Construire l'image d'un objet situé entre le foyer et le sommet d'un miroir sphérique convergent.
2. Donner les caractéristiques de cette image.
3. Quel est l'intérêt d'utiliser un miroir dans cette situation ?

Corrigé

1. Il faut tracer les trois rayons de construction suivant les règles, puis les prolonger dans le virtuel afin d'obtenir leur intersection commune.



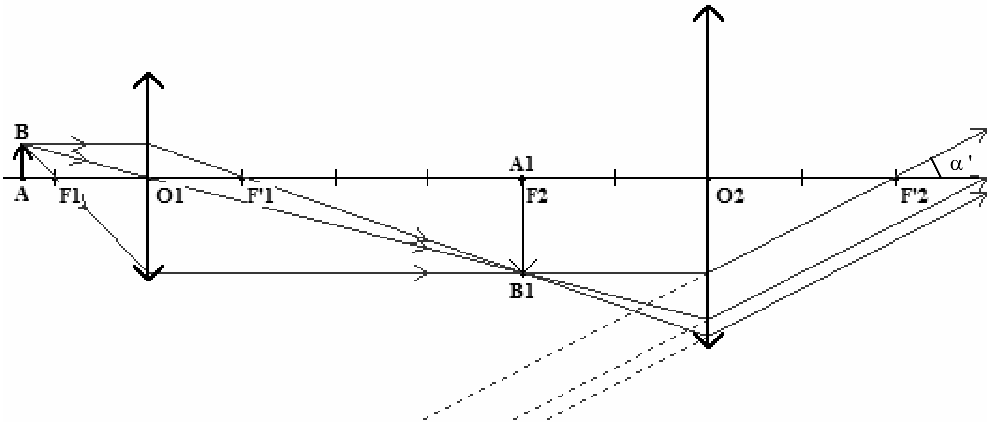
2. L'image est virtuelle (car on ne peut pas la recueillir sur un écran), droite (car de même sens que l'objet) et grossie.

3. C'est l'utilisation en miroir de beauté, qui permet de grossir les traits de celui qui s'y observe.

2. VOIR PETIT : LE MICROSCOPE

2.1. Constitution

Un microscope est constitué de deux lentilles minces convergentes, celle proche de l'objet, L_1, très convergente, est l'**objectif**, celle proche de l'œil, L_2, est l'**oculaire**.
L'intervalle optique est la distance $\Delta = \overline{F'_1 F_2}$.
D'un objet plan AB, l'objectif donne une image intermédiaire A_1B_1, réelle, qui sert d'objet pour l'oculaire qui en donne l'image définitive A_2B_2, virtuelle.

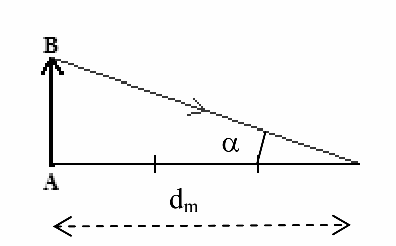


Pour que l'œil ne fatigue pas c'est-à-dire n'accommode pas, il faut que A_2B_2 soit à l'infini ce qui impose A_1B_1 dans le plan focal objet de L_2.

2.2. Grossissement

On le note G et il est défini par $\boxed{G = \frac{\alpha'(\text{rad})}{\alpha(\text{rad})}}$, nombre sans dimension.

α est le **diamètre apparent** de l'objet c'est-à-dire l'angle sous lequel on observe l'objet AB à l'œil nu à la distance minimale de vision distincte normale soit 25 cm.



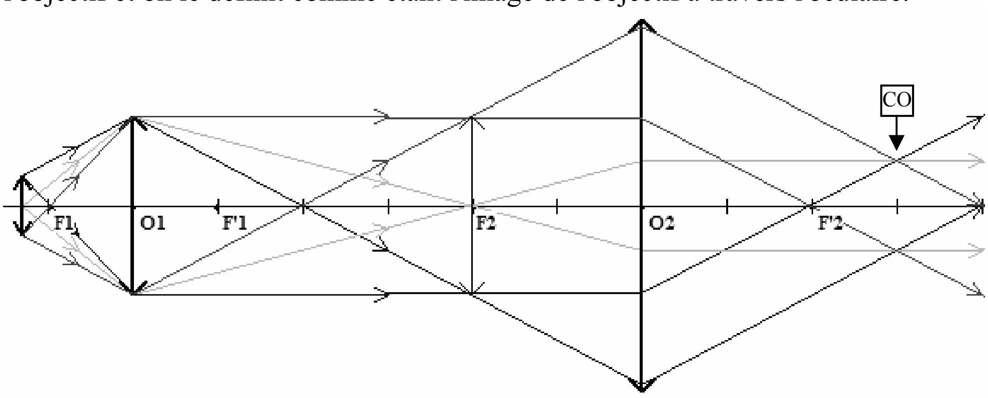
$$\alpha(\text{rad}) = \frac{AB}{d_m} = \frac{AB(m)}{0{,}25}$$

α' est le **diamètre apparent de l'image** A_2B_2 c'est-à-dire l'angle sous lequel on observe cette image à travers le microscope (cf. schéma du 2.1.).

$$\alpha'(\text{rad}) = \frac{A_2B_2(m)}{O_2F_2(m)} = \frac{A_2B_2}{f'_2}$$

2.3. Cercle oculaire

Il faut placer l'œil proche du cercle oculaire (CO) car c'est le disque dans lequel passe toute la lumière entrant dans le microscope ; il est donc limité par la taille de l'objectif et on le définit comme étant l'image de l'objectif à travers l'oculaire.



✍ Exercice d'application 5

Un microscope possède un objectif 40× ($\gamma_1 = -40$) de focale $f'_1 = 4$ mm et un oculaire 10× ($G_2 = \frac{C_2}{4} = 10$) ; son intervalle optique vaut $\Delta = \overline{F'_1 F_2} = 17$ cm.

1. Calculer la distance $\overline{O_1A}$ de mise au point pour obtenir une image intermédiaire dans le plan focal objet de l'oculaire. En déduire que l'objet est très proche du foyer objet de l'objectif.

2. Où se situe l'image définitive ? Quelle est sa nature ? Est-elle droite ou renversée par rapport à l'objet ?
3. Montrer que le grossissement du microscope est donné par $G = |\gamma_1|.G_2$ puis le calculer.
4. Le plus petit détail vu au microscope correspond à un diamètre apparent $\alpha' = 3.10^{-4}$ rad. Quelle est la taille de l'image intermédiaire correspondante ?
5. En déduire la taille de l'objet correspondant.

Corrigé

1. L'image intermédiaire étant dans le plan focal de l'oculaire, A_1 est confondu avec F_2. En appliquant la relation de grandissement à l'objectif on obtient

$$\overline{O_1A} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\gamma_1} = \frac{\overline{O_1F_2}}{\gamma_1} = \frac{\overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1F_2}}{\gamma_1} = \frac{f'_1 + \Delta}{\gamma_1}$$

$$\boxed{\overline{O_1A} = \frac{f'_1 + \Delta}{\gamma_1}}$$

Application numérique : $\overline{O_1A} = \dfrac{4 + 170}{-40} = -4{,}35\ \text{mm}$

$$\boxed{\overline{O_1A} = -4{,}35\ \text{mm}}$$

soit un objet placé 0,35 mm avant F_1.

2. Puisque l'image intermédiaire, qui sert d'objet pour l'oculaire, est placée dans le plan focal objet de celui-ci, alors l'image définitive se situera à l'infini. Elle est virtuelle (on ne peut pas la recueillir sur un écran) et renversée par rapport à l'objet.

3. En se reportant à la figure du résumé, on a

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_1B_1/f'_2}{AB/d_m} = \frac{A_1B_1}{AB}.\frac{d_m}{f'_2} = |\gamma_1|.\frac{1/4}{1/C_2} = |\gamma_1|.\frac{C_2}{4} = |\gamma_1|.G_2$$

$$\boxed{G = |\gamma_1|.G_2}$$

Application numérique : $G = 40 \times 10 = 400$

$$\boxed{G = 400}$$

💣 *La démonstration est effectuée avec des valeurs absolues en mètre.*

4. $\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{f'_2}$ donc $A_1B_1 = \alpha'.f'_2 = \dfrac{\alpha'}{C_2} = \dfrac{\alpha'}{4G_2}$

$$\boxed{A_1B_1 = \frac{\alpha'}{4G_2}}$$

Application numérique : $A_1B_1 = \frac{3.10^{-4}}{4\times 10} = 7{,}5\ \mu m$.

$$\boxed{A_1B_1 = 7{,}5\ \mu m}$$

5. D'après la formule de grandissement de l'objectif, le plus petit détail observable a une taille telle que $AB = \frac{A_1B_1}{|\gamma_1|}$.

$$\boxed{AB = \frac{A_1B_1}{|\gamma_1|}}$$

Application numérique : $AB = \frac{7{,}5}{40} = 0{,}187\ \mu m = 187\ nm$.

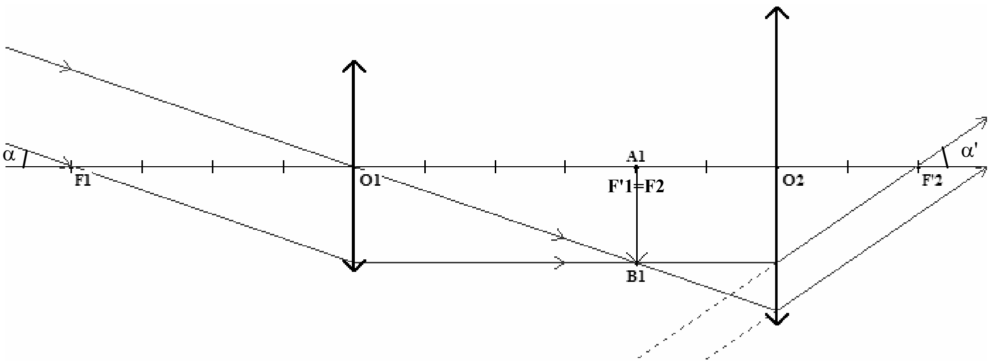
$$\boxed{AB = 187\ nm}$$

3. VOIR LOIN : LA LUNETTE ET LE TELESCOPE

Ce sont des instruments destinés à observer des objets lointains. D'un objet à l'infini, ils vont donner une image définitive virtuelle également à l'infini : on dit que ce sont des systèmes **afocaux**.
On notera α le diamètre apparent de l'objet c'est-à-dire l'angle sous lequel on observe l'objet à l'œil nu et α', le diamètre apparent de l'image, c'est-à-dire l'angle sous lequel on observe l'image à travers l'instrument.

3.1. La lunette astronomique

Elle est constituée de deux lentilles minces convergentes, celle par laquelle entre la lumière, L_1, de grande focale, sert d'**objectif** et celle proche de l'œil, L_2, est l'**oculaire**.



L'image intermédiaire réelle A_1B_1 est dans le plan focal objet de l'oculaire qui est confondu avec le plan focal image de l'objectif.

La longueur de la lunette vaut donc :

$$\boxed{L = \overline{O_1O_2} = f'_1 + f'_2}$$

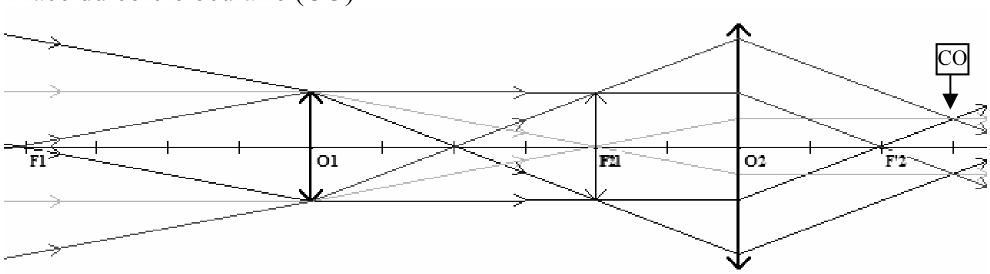
Le grossissement vaut :

$$\boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_1B_1/f'_2}{A_1B_1/f'_1} = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{C_2}{C_1}}$$

On en déduit ...

Il faut un objectif de grande focale pour avoir un fort grossissement.

Tracé du cercle oculaire (CO)



✍ Exercice d'application 6

Une lunette astronomique afocale est modélisée avec 2 lentilles minces convergentes de vergence 2 δ et 20 δ.

1. Quelles sont les distances focales de ces lentilles ?
2. Leur attribuer le rôle d'objectif et d'oculaire.
3. Quelle est la longueur de la lunette ?
4. Quel est son grossissement ?

5. Quelle sera la taille du cercle oculaire si le diamètre de l'objectif est $D = 10$ cm ?

Corrigé

1. $f'_1 = \dfrac{1}{C_1} = \dfrac{1}{2} = 0{,}5$ m $= 50$ cm ; $f'_2 = \dfrac{1}{C_2} = \dfrac{1}{20} = 0{,}05$ m $= 5$ cm.

$$\boxed{f'_1 = 50 \text{ cm et } f'_2 = 5 \text{ cm}}$$

2. L'objectif est une lentille moins convergente que l'oculaire donc comme $C_1 < C_2$, alors la lentille 1 joue le rôle d'objectif et la lentille 2 est l'oculaire. On peut aussi raisonner avec $f'_1 > f'_2$.

3. La lunette étant afocale, F'_1 et F_2 sont confondus donc la longueur de la lunette $L = \overline{O_1O_2}$ vaut $\overline{O_1F'_1} + \overline{F_2O_2} = f'_1 + f'_2 = 50 + 5 = 55$ cm.

$$\boxed{L = 55 \text{ cm}}$$

4. $G = \dfrac{f'_1}{f'_2} = \dfrac{50}{5} = 10$.

$$\boxed{G = 10}$$

5. Le cercle oculaire est l'image de l'objectif de diamètre D à travers l'oculaire ; il a pour diamètre d. Pour l'oculaire, centré en O_2, l'objectif centré en O_1 joue le rôle d'objet dont l'image centrée en A' est le cercle oculaire. Le grandissement vaut donc $|\gamma| = \dfrac{d}{D} = \dfrac{O_2A'}{O_2O_1}$. La formule de conjugaison permet de calculer O_2A' selon

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2O_1}} = \frac{1}{f'_2} \Leftrightarrow \frac{1}{\overline{O_2A'}} = \frac{1}{\overline{O_2O_1}} + \frac{1}{f'_2}$$

Application numérique : $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = \dfrac{1}{-55} + \dfrac{1}{5} = \dfrac{-1+11}{55} = \dfrac{10}{55} \Leftrightarrow \overline{O_2A'} = 5{,}5$ cm

$$\boxed{\overline{O_2A'} = 5{,}5 \text{ cm}}$$

donc $d = |\gamma| \times D = \dfrac{5{,}5}{55} \times 10 = 1$ cm.

$$\boxed{d = 1 \text{ cm}}$$

Toutes les distances sont exprimées en cm ce qui impose de ne pas utiliser C_2 mais f'_2.

✍ Exercice d'application 7

La Lune se situe à 384 000 km de la Terre et possède un diamètre de 3 480 km. On l'observe à l'aide d'une lunette astronomique de grossissement 100.

1. Quel est le diamètre apparent de la Lune vue de la Terre ?
2. En déduire le diamètre apparent de l'image observée à travers la lunette.
3. Le plus petit détail visible à travers la lunette correspond à un diamètre apparent $\alpha' = 3.10^{-4}$ rad. Quel est le diamètre apparent de l'objet correspondant ?
4. En déduire la taille de cet objet à la surface de la lune.
5. Pourrait-on distinguer une station lunaire de 100 m de rayon ?

Corrigé

1. Par définition $\alpha = \dfrac{AB}{d} = \dfrac{3480}{384000} = 9.10^{-3}\,\text{rad}$

$$\boxed{\alpha = 9.10^{-3}\,\text{rad}}$$

2. $\alpha' = G.\alpha = 100 \times 9.10^{-3} = 9.10^{-1}$ rad

$$\boxed{\alpha' = 0{,}9\,\text{rad}}$$

3. $\alpha = \dfrac{\alpha'}{G} = \dfrac{3.10^{-4}}{100} = 3.10^{-6}$ rad

$$\boxed{\alpha = 3.10^{-6}\,\text{rad}}$$

4. $AB = \alpha.d = 3.10^{-6} \times 384000 = 1{,}15$ km

$$\boxed{AB = 1{,}15\,\text{km}}$$

5. Non, car une telle station possède un diamètre de 200 m, valeur inférieure à la taille du plus petit objet discernable à la surface lunaire (1 150 m).

3.2. Le télescope de Newton

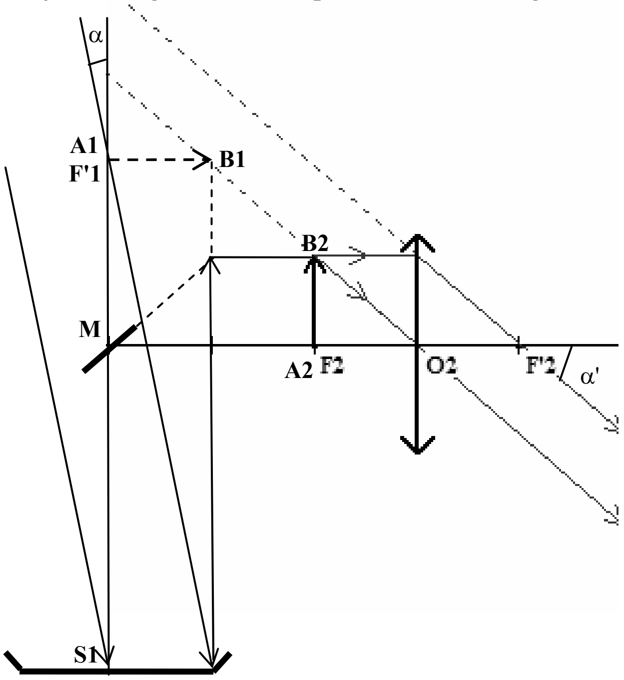
Il est constitué d'un miroir sphérique concave M_1 qui sert d'**objectif**, d'un petit miroir plan M et d'une lentille mince convergente L_2 qui sert d'**oculaire**.
De l'objet à l'infini le miroir M_1 donne une image A_1B_1 réelle située dans le plan focal de M_1. Le miroir plan M intercepte les rayons convergeant vers A_1B_1 et les réfléchit en une image A_2B_2. Celle-ci est le symétrique de A_1B_1 par rapport à M.
L'oculaire en donne une image définitive A_3B_3 à l'infini.

Remarque

Le miroir plan M, incliné à 45°, permet de dévier perpendiculairement l'axe d'observation par rapport à l'axe de visée.

Le grossissement vaut $\boxed{G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{A_2B_2/f'_2}{A_1B_1/f'_1} = \dfrac{f'_1}{f'_2}}$ car $A_2B_2 = A_1B_1$, la symétrie plane conservant les dimensions.

On en déduit ...
Il faut un miroir objectif de grande focale pour avoir un fort grossissement.



✍ Exercice d'application 8

Un astronome amateur désire se construire un télescope. Pour cela il se procure un miroir convergent de focale 50 cm et de diamètre 10 cm, un petit miroir plan ainsi qu'un oculaire 10× ($G_2 = \dfrac{C_2}{4} = 10$).

1. Quelles seront les dimensions (diamètre et longueur) du tube dont il aura besoin ?

2. On veut fixer l'oculaire perpendiculairement sur le tube (en le perçant) de façon à ce que son plan focal objet soit situé à la limite du tube. Indiquer à quelle distance du miroir concave faut-il prévoir la fixation du miroir plan.

3. Quel sera le grossissement du télescope ainsi réalisé ?

Corrigé

1. Le tube doit avoir un diamètre de 10 cm (pour utiliser toute la surface du miroir objectif) et une longueur d'au moins 50 cm (pour pouvoir fixer le miroir plan entre le sommet du miroir concave et son foyer).

$$\boxed{10 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}}$$

2. *Se reporter au schéma du résumé de cours.*
Le miroir plan doit donner de l'image intermédiaire A_1B_1 située dans le plan focal du miroir convergent, une image symétrique A_2B_2 située dans le plan focal de l'oculaire (afin d'obtenir un système afocal). Si l'oculaire est fixé comme précisé sur le tube, A_2B_2 est à 5 cm de l'axe, donc du miroir plan, donc A_1B_1 est aussi à 5 cm du miroir plan (de part la symétrie plane). Comme A_1B_1 est à 50 cm du sommet du miroir convergent, le miroir plan est à 45 cm du sommet S_1 du miroir.

$$\boxed{45 \text{ cm de } S_1}$$

3. Le grossissement est donné par $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{f_1'}{f_2'}$

avec $f_1' = 50$ cm $= 0,5$ m et $f_2' = \dfrac{1}{C_2} = \dfrac{1}{40}$ m

Application numérique : $G = \dfrac{0,5}{1/40} = 20$

$$\boxed{G = 20}$$