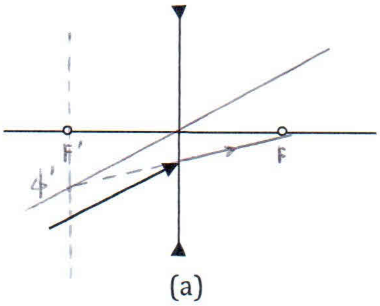
Vocabulaire :
« rappeler » signifie donner le résultat directement, sans démonstration.
« déterminer » signifie utiliser les hypothèses, expliquer le raisonnement et obtenir le résultat.

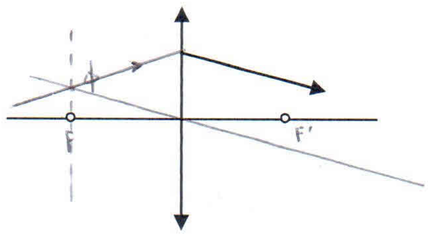
Exercice 1 : tracé de rayons

Les points représentés sont les foyers pour les lentilles et le centre pour les miroirs.

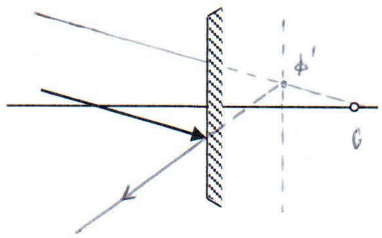
1. Compléter pour les cas (a),(b),(c) le rayon incident ou le rayon émergent.



(a)

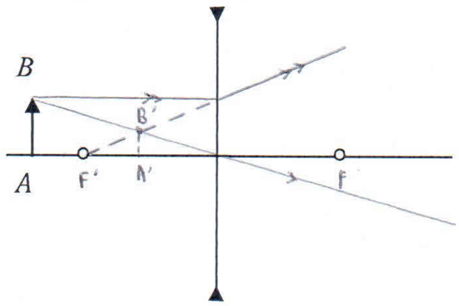


(b)



(c)

2. Dans le cas (d), déterminer l'image $A'B'$ de l'objet AB représenté.



(d)

L'image $A'B'$ est virtuelle (choisir 选择 un mot pour remplir le blanc 填空 : réelle ou virtuelle).

Exercice 2 : stigmatisme du dioptre plan

Un dioptre plan sépare un milieu d'indice n_1 d'un milieu d'indice n_2. On considère le rayon issu d'un point A, situé dans le milieu d'indice n_1, et d'angle d'incidence i_1. On note A' l'intersection (交点) du rayon réfracté avec l'axe perpendiculaire au dioptre et passant par A (voir figure 1), i_2 l'angle de réfraction.
<u>Attention : on ne travaille pas dans les conditions de Gauss.</u>

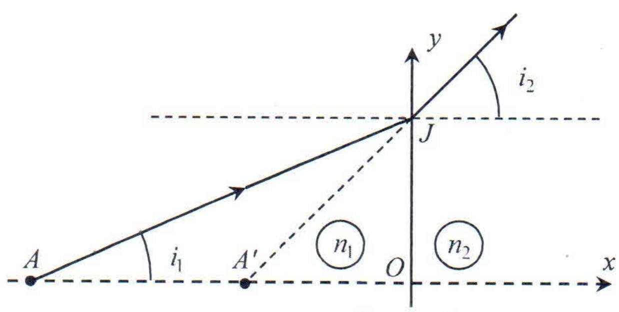


Figure 1

1.a. Écrire la loi de réfraction au point J.

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

1.b. Exprimer $\overline{OA'}$ en fonction de $\overline{OA}$, $\sin i_1$, n_1 et n_2.

$$\tan i_1 = \frac{\overline{OJ}}{\overline{AO}} \quad \tan i_2 = \frac{\overline{OJ}}{\overline{A'O}} \Longrightarrow \frac{\tan i_1}{\tan i_2} = \frac{\overline{A'O}}{\overline{AO}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

$$\Rightarrow \overline{OA'} = \overline{OA} \cdot \frac{\sin i_1}{\cos i_1} \cdot \frac{\cos i_2}{\sin i_2} \quad \text{Or} \quad \cos i_1 = \sqrt{1-\sin^2 i_1},$$

$$\cos i_2 = \sqrt{1-\sin^2 i_2} = \sqrt{1-\left(\frac{n_1}{n_2}\sin i_1\right)^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\overline{OA'}} = \overline{OA} \cdot \frac{n_2}{n_1} \frac{\sqrt{1-\left(\frac{n_1}{n_2}\sin i_1\right)^2}}{\sqrt{1-\sin^2 i_1}} = \boxed{\overline{OA} \cdot \sqrt{\frac{n_2^2 - n_1^2\sin^2 i_1}{n_1^2 - n_1^2\sin^2 i_1}}}$$

2.a. Rappeler la définition du stigmatisme rigoureux d'un système optique pour deux points A et A'.

si tout rayon issu de A traverse le système et passe par A'.

2.b. Le système est-il rigoureusement stigmatique ? Justifier (说明理由) la réponse.

Non.

la position de A' dépend de l'angle i_1. donc du rayon étudié.

Exercice 3 : projection avec un miroir sphérique

On dispose d'un miroir sphérique de rayon R donné. On souhaite projeter (投影) sur un écran un objet réel et obtenir une image deux fois plus grande.
Soit S le sommet d'un miroir sphérique, C son centre, AB un objet frontal et $A'B'$ son image. Ici, A est sur l'axe.

1. Rappeler la relation de conjugaison avec origine au sommet pour un miroir sphérique.

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

2. Le miroir est-il concave ou convexe ? Justifier la réponse.

objet réel : $\overline{SA} < 0$. l'image aussi $\overline{SA'} < 0$

$\Rightarrow \overline{SC} < 0$: $\boxed{\text{concave}}$

3.a. Rappeler la définition du grandissement transversal γ.

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

3.b. Que vaut le grandissement γ ? L'image est inversée (choisir 选择 un mot pour remplir le blanc 填空 : droite ou inversée).

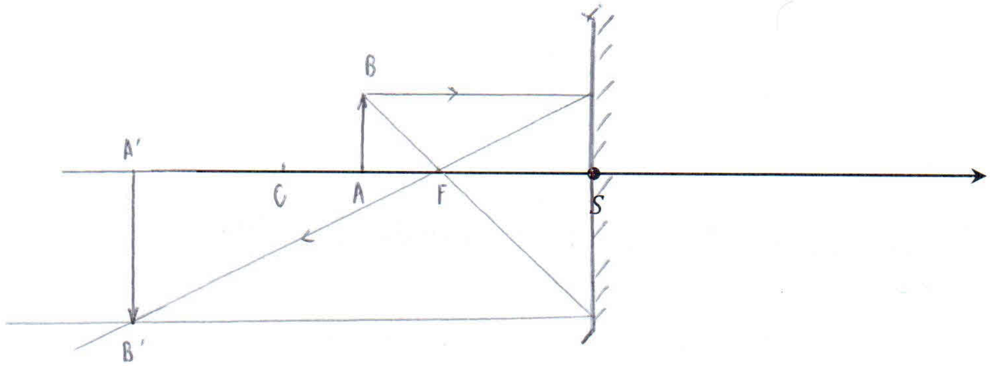
$\gamma = -2$

4.a. A est la position de l'objet. Déterminer la distance algébrique $\overline{SA}$.

$$\gamma = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} \Rightarrow \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = 2 \Rightarrow \frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{2\overline{SA}} = \frac{2}{-R}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2}\frac{1}{\overline{SA}} = -\frac{2}{R} \Rightarrow \boxed{\overline{SA}} = -\frac{2}{R}\cdot\frac{2}{3} = \boxed{-\frac{3}{4}R}$$

4.b. Vérifier (验证) le résultat par une construction graphique (图的).



Exercice 4 : microscope optique

Un microscope optique porte les indications (显示值) suivantes : ×40 sur l'objectif ; ×10 sur l'oculaire. La notice du constructeur précise : intervalle optique $\Delta = F_1'F_2 = 16$ cm. Le microscope sera modélisé par deux lentilles minces convergentes, l'objectif L_1 (de diamètre d = 7,0 mm) et l'oculaire L_2. Il est réglé pour donner une image à l'infini d'un objet réel AB, perpendiculaire à l'axe optique. A est placé sur l'axe, légèrement en avant du foyer objet de l'objectif. Cette image est observée par un œil placé au voisinage du foyer image F_2' de l'oculaire (voir figure 2). L'œil nu voit nettement des objets situés entre la distance d_m = 25 cm et l'infini.

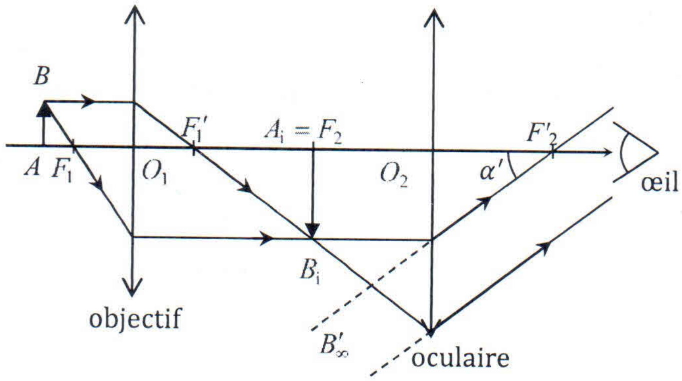


Figure 2

L'indication portée sur l'oculaire (×10) est le grossissement commercial $G_2 = \alpha'/\alpha_m$. α' est l'angle sous lequel on voit l'image à l'infini d'un objet à travers l'oculaire seul. α_m est l'angle sous lequel on voit ce même objet à l'œil nu lorsqu'il est situé à la distance minimale de vision d_m. On prendra $G_2 = 10$.

1.a. Déterminer f_2', distance focale image de l'oculaire.

$\tan \alpha_m = \frac{A_iB_i}{d_m} \simeq \alpha_m$ car on travaille dans les conditions de Gauss.

$\tan \alpha' = \frac{A_iB_i}{f_2'} \simeq \alpha'$

$\Rightarrow G_2 = \frac{\alpha'}{\alpha_m} = \frac{d_m}{f_2'} \Rightarrow \boxed{f_2' = \frac{d_m}{G_2}}$

1.b. Application numérique :

$f_2' = \frac{25}{10} = 2.5$ cm

La valeur absolue (绝对值) du grandissement de l'objet AB par l'objectif γ_1 est : $G_1 = 40$. C'est l'indication ×40.

2.a. Soit f_1', distance focale image de l'objectif. Montrer que $G_1 = \Delta/ f_1'$.

D'après la géométrie, on a : $\frac{\overline{A_iB_i}}{\overline{F_2F_1'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{O_1F_1'}}$

$\Rightarrow G_1 = |\gamma_1| = \left|\frac{-\Delta}{f_1'}\right| \Rightarrow f_1' = \frac{\Delta}{G_1}$

2.b. Calculer numériquement f_1' :

$f_1' = \frac{16}{40} = 0.40$ cm

2.c. A est la poisiton de l'objet. Déterminer la distance $\overline{O_1A}$.

$$\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A_i}}{\overline{O_1A}} = -\frac{\Delta}{f_1'} \qquad \text{ici} \quad \overline{O_1A_i} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'F_2} = f_1' + \Delta$$

$$\Rightarrow \quad -\frac{\Delta}{f_1'} = \frac{f_1'+\Delta}{\overline{O_1A}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\overline{O_1A} = -\frac{f_1'(f_1'+\Delta)}{\Delta}}$$

2.d. Application numérique :

$$\overline{O_1A} = -\frac{0.40\,(0.40+16)}{16} = -0.41 \text{ cm}$$

3.a. Déterminer G, grossissement commercial du microscope et exprimer le en fonction de G_1 et G_2.

$$\boxed{G} = \frac{\alpha'}{\alpha_m} = \frac{A_iB_i}{f_2'} \cdot \frac{d_m}{AB} = \boxed{G_1 \times G_2}$$

3.b. Application numérique :

$G = 10 \times 40 = 400$

On appelle cercle oculaire l'image de la monture (框，架) de l'objectif à travers l'oculaire.

4.a. On note $O_1 \xrightarrow{L_2} C$. L'image du centre de l'objectif O_1 est C. Déterminer la position du cercle oculaire par rapport à F_2', c'est-à-dire la distance algébrique $\overline{F_2'C}$.

D'après la relation de conjugaison : $\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = -f'^2$

$\underline{L_2}$: $\overline{F_2O_1} \cdot \overline{F_2'C} = -f_2'^2$

$$\Rightarrow \overline{F_2'C} = \frac{-f_2'^2}{\overline{F_2O_1}} \quad , \text{ ici. } \quad \overline{F_2O_1} = \overline{F_2F_1'} + \overline{F_1'O_1} = -\Delta - f_1'$$

$$\Rightarrow \boxed{\overline{F_2'C}} = \frac{-f_2'^2}{-\Delta - f_1'} = \boxed{\frac{f_2'^2}{\Delta + f_1'}}$$

4.b. Application numérique :

$$\overline{F_2'C} = \frac{2.5^2}{16+0.40} = 0.38 \text{ cm}$$

5.a. Déterminer le diamètre du cercle oculaire d_{co} et exprimer le en fonction de d, Δ, f_1' et f_2'.

1ère méthode : $\frac{d_{co}}{d} = \left| \frac{\overline{O_2C}}{\overline{O_2O_1}} \right| = \left| \frac{\overline{O_2F_2'} + \overline{F_2'C}}{\overline{O_2F_2} + \overline{F_2F_1'} + \overline{F_1'O_1}} \right| = \left| \frac{f_2' + \frac{f_2'^2}{\Delta + f_1'}}{-f_2' - \Delta - f_1'} \right|$

$\Rightarrow \boxed{d_{co} = d \cdot \frac{f_2'}{\Delta + f_1'}}$

2ème méthode : $\frac{d_{co}}{d} = \left| \frac{\overline{F_2'C}}{\overline{F_2'O_1}} \right| = \frac{f_2'}{\Delta + f_1'}$

5.b. Application numérique :

$d_{co} = 0{,}7 \cdot \frac{2{,}5}{16 + 0{,}4} = 0{,}11 \text{ cm}$

6.a. Quel est l'intérêt (好处) de placer l'œil dans le plan du cercle oculaire ?

Tous les rayons ayant traversé l'objectif passant ensuite à l'intérieur du cercle oculaire (son image). pour voir une image bien lumineuse et complète (pas de perte des bords)

6.b. On compare le diamètre du cercle oculaire d_{co} avec celui de la pupille de l'œil (2,5~5 mm). Commenter (评论).

$d_{co} < 2{,}5 \sim 5$ mm

ce qui permet bien de capter toute la lumière issu du microscope.