Travaux Dirigés Série n° 3

IMPORTANT :

Cette série de TD comporte cinq (5) exercices à préparer à la maison (i.e. à faire obligatoirement par chaque étudiant) ; dorénavant un contrôle, suivi de sanctions pour tous ceux qui ne les auront pas faits, sera systématiquement effectué à chacune des séances. Aucune excuse ne sera ni acceptée, ni tolérée.

Exercice 1 : Constructions graphiques : tracés de rayons lumineux

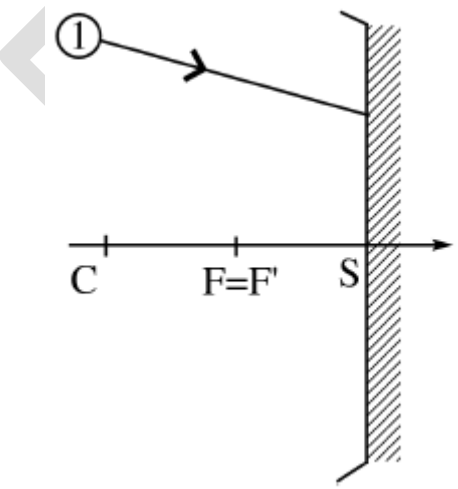
A- Compléter les schémas sur les annexes 1 & 2 (joins à cette troisième (3ème) série de TD.

Préciser dans chaque cas la nature (réelle ou virtuelle) de l'objet et de l'image, puis donner le signe du grandissement et le comparer à 1.
Commenter.

B- Faire directement les tracés sur la feuille annexe 3.

1. Tracer les faisceaux lumineux qui, issus des points B, émergent des lentilles :
2. Un faisceau lumineux émis par un point B très éloigné arrive sur la lentille (L_1).
   - Construire l'image B_1 de B par la lentille (L_1) ;
   - Tracer la suite du faisceau lumineux entre les deux lentilles ;
   - Construire l'image B_2 de B_1 par la lentille (L_2) ;
   - Tracer le faisceau qui émerge de la lentille (L_2).

C- Compléter le tracé du rayon (1) :

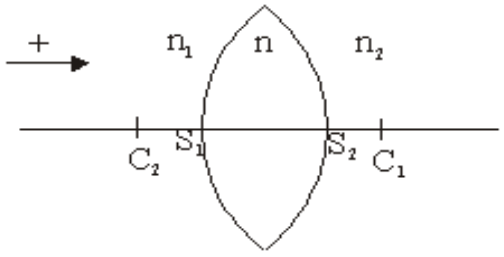


1) En utilisant des rayons parallèles à (1) (deux méthodes)

2) En utilisant des rayons coupant (1) le plan focal objet (deux méthodes)

3) En envisageant un objet AB fictif, judicieusement choisi, et son image $A'B'$.

Exercice 2 : Association de dioptres sphériques



On considère une **lentille mince biconvexe** dont les rayons de courbure des faces avant et arrière sont $\overline{S_1C_1}$ et $\overline{S_2C_2}$ respectivement, l'indice du verre est n=3/2. La face d'entrée est baignée par l'air d'indice n_1=1, la seconde face par l'eau d'indice n_2=4/3.

Dans les calculs, les sommets S_1 et S_2 seront considérés comme confondus en S et on se placera dans le cas de l'approximation de Gauss.

1. Soit AB un objet de faible dimension perpendiculaire à l'axe principal placé dans l'air et A'B' son image.

   a) Etablir la formule de conjugaison donnant la position de l'image A'B' et déterminer le grandissement.

   b) Montrer que ce système est équivalent à un dioptre sphérique de sommet S et de centre C dont on déterminera le rayon algébrique $\overline{SC}$.

   c) Déterminer les distances focales $\overline{S\Phi'}$ et $\overline{S\Phi}$ du système. Que vaut le rapport $\overline{S\Phi'}/\overline{S\Phi}$?

2. Calculer la position et le grandissement de l'image A'B' d'un objet AB situé à l'abscisse $\overline{SA} = -\frac{R}{2}$.

3. Construire graphiquement l'image A'B'.

4. Que devient la formule de conjugaison dans le cas d'une **lentille mince** dont les faces sont baignées par le même milieu (n_1=n_2) ?

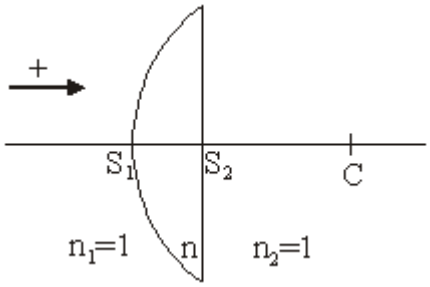
Exercice 3 : Système Centré

Partie A

Déterminer les éléments cardinaux (foyers, plans principaux et centre optique) d'une lentille plan convexe, de rayon de courbure R, d'épaisseur e, en verre d'indice n, plongée dans l'air. La face convexe reçoit la lumière incidente.

Calculer l'interstice (H et H' étant les points principaux objet et image).

ESATIC 2013



Envisager le cas e→0. Quelles sont les nouvelles positions des éléments cardinaux et celle du centre optique ?

Partie B

Les caractéristiques de la lentille sont les suivantes : rayon de courbure R=5 cm, épaisseur $\overline{S_1S_2} = e = 3cm$, indice du verre n=3/2.

1. Un objet lumineux AB de 2 mm de hauteur est placé à 3 cm **en avant** de la face convexe. Indiquer la position et la grandeur de l'image A'B' donnée par la lentille.
2. a) Porter, ***sur papier millimétré*** à l'échelle 1 sur l'axe parallèle à l'axe optique et à l'échelle 10 sur l'axe perpendiculaire à l'axe optique, les éléments cardinaux du système.
   b) faire la construction des rayons permettant de déterminer la position de l'image **en considérant le système centré.**
3. Retrouver, par application des formules des systèmes centrés, la position et la grandeur de l'image A'B'.

Exercice 4 : lentilles minces (doublet 2, 3, -3)

Soit un système centré formé de deux lentilles minces : une lentille convergente L_1 de sommet S_1, de distance focale image 2a et une lentille divergente L_2 de sommet S_2, de distance focale image -3a (a > 0). La distance entre les deux lentilles est égale à 3a. Le système ainsi constitué porte le nom de doublet de formule : 2, 3, -3.
Soit AB un objet virtuel situé perpendiculairement à l'axe entre les deux lentilles et tel que : $\overline{S_1A} = \overline{AS_2}$.

1- Déterminer la position de l'image de cet objet virtuel AB et construire ladite image dans les deux cas suivants :
   a) Si la lumière rencontre d'abord la lentille convergente.
   b) Si les deux lentilles sont inversées de sorte que la lumière rencontre d'abord la lentille divergente.

On orientera l'axe optique dans le sens de propagation de la lumière ; on donnera la position de l'image par rapport au sommet de la dernière lentille rencontrée par la lumière.

ESATIC 2013

2- Calculer la taille de l'image dans les deux cas précédents sachant que celle de l'objet AB est $\frac{3a}{4}$.

Exercice 5 :

I - TELEOBJECTIF

On considère un téléobjectif constitué d'une lentille convergente L_1 de distance focale $\overline{O_1F'_1}$ = 50 cm et d'une lentille divergente L_2 de distance focale $\overline{O_2F'_2}$ = -10 cm. Elles sont distantes de d = 45 cm.

1) Déterminer graphiquement la position des foyers et des plans principaux de ce système.
2) Quelle est la valeur de la distance focale du système ?
3) Pour un objet AB à l'infini, déterminer le rapport entre la taille de l'image définitive et celle de l'image intermédiaire donnée par la lentille L_1.
4) Construire pour ce système l'image d'un objet réel AB placé à une distance finie de la lentille L_1.

Pour aller plus loin : on vous propose ici d'utiliser les plans principaux pour déterminer l'image d'un objet AB (question 4). Rien ne vous empêche de trouver cette image en considérant successivement les deux lentilles du téléobjectif. Vous vérifierez ainsi la réponse à la question 1.

II – MICROSCOPE.

Un microscope est modélise par deux lentilles minces convergentes de même axe optique. L'une L_1 (objectif) de distance focale f'_1= 5 mm, l'autre L_2 (oculaire) de distance focale f'_2 = 25 mm. $F_2 = I = 25$ cm. L'œil est placé au foyer image F'_2 de l'oculaire. On étudie une cellule en culture (objet AB), dans un plan de front, A étant situé sur l'axe optique.

1. Où doit être situé le point A pour que l'œil effectue l'observation sans accommoder ?
2. Représenter alors la marche d'un pinceau lumineux étroit issu du point B. (Ne respecter pas les échelles !)
3. Soit a' l'angle sous lequel l'œil voit l'image définitive de AB à travers le microscope et a l'angle sous lequel il apercevrait l'objet sans se déplacer en l'absence de microscope. Calculer $G = a'/a$
4. Déterminer et construire la position des foyers F et F' du microscope. Calculer la distance focale f' du microscope.