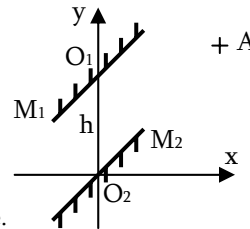


# TD10 : Systèmes Optiques – Miroirs et Lentilles

## Les Miroirs

### Exercice 1 : Périscope

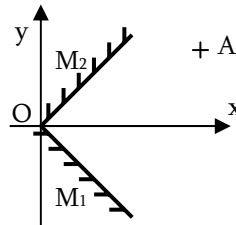
On considère un périscope constitué de deux miroirs plans, parallèles entre eux, placés à  $45^\circ$  de l'axe (Ox). On désire observer l'image  $A'$  d'un point  $A(x,y)$  donnée par les deux miroirs  $M_1$  et  $M_2$ .



- Où est l'image  $A'$  de  $A$  ? Faire une construction géométrique.
- Travailler de manière vectorielle pour en déduire les coordonnées de  $A'$
- Quelle est l'image  $\overrightarrow{A'B'}$  d'un vecteur  $\overrightarrow{AB}$  ? Conclure.

### Exercice 2 : Deux miroirs en coin

On considère deux miroirs plans  $M_1$  et  $M_2$ , placés de façon perpendiculaire, symétriquement l'un de l'autre par rapport à l'axe (Ox). On considère un point objet  $A$  du plan (xOy), hors de l'axe (Ox).



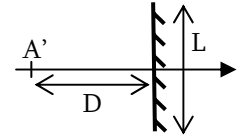
- Déterminer les images  $A_1$  de  $A$  par  $M_1$  et  $A'$  de  $A_1$  par  $M_2$ .
- De la même façon, déterminer les images  $A_2$  de  $A$  par  $M_2$  et  $A''$  de  $A_2$  par  $M_1$ .
- Que dire de  $A'$  et de  $A''$  ?
- Soit le vecteur  $\overrightarrow{AB}$ . Déterminer son image  $\overrightarrow{A'B'}$  par le dispositif
- Un rayon lumineux arrive sur le système précédent dans le plan (xOy). Dans quel cas n'y a-t-il qu'une seule réflexion ? Et peut-il y avoir plus de 2 réflexions ?
- Un individu se tient debout, perpendiculairement au schéma de la figure. Comment se voit-il dans le système de miroirs ?

### Exercice 3 : Champ de Vision d'un rétroviseur

Le champ de vision est la portion de l'espace qu'un observateur voit dans ce miroir. Ainsi, un rétroviseur de voiture ne permet pas au conducteur de voir une autre voiture qui se situerait hors de cette portion, c'est ce que l'on appelle l'angle mort.

### Miroir Plan :

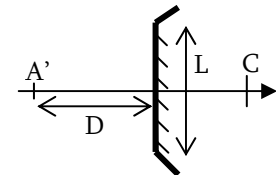
- Positionner le point  $A$  dont  $A'$  est l'image.
- Représenter le champ de vision de l'observateur situé en  $A'$ .
- Donner l'expression de l'angle  $\alpha$  de ce champ de vision.
- AN : calculer  $\alpha$  avec  $L = 20\text{cm}$  et  $D = 50\text{cm}$ .



### Miroir Sphérique Convexe :

Le miroir est sphérique de rayon de courbure  $R$ , de centre  $C$  et de même diamètre

- Positionner le point  $A$  dont  $A'$  est l'image.
- Représenter le champ de vision de l'observateur situé en  $A'$ .
- Donner l'expression de l'angle  $\alpha'$  de ce champ de vision.
- AN : calculer  $\alpha'$  avec  $L = 20\text{cm}$  et  $D = 50\text{cm}$  et  $R = 50\text{cm}$ .



### Comparaison des Miroirs et Angle Mort :

- Comparer les champs de vision des deux miroirs.
- Un objet placé transversalement, de taille  $h = 1\text{m}$  est situé à une distance de  $10\text{m}$ . Faites une construction graphique de l'image dans les deux cas, et comparer leurs tailles puis leurs angles apparents sous lesquels l'automobiliste les voit. Commenter.
- Faites un dessin un peu plus réaliste de la voiture avec l'automobiliste sur le siège avant et trouvez où se trouve l'angle mort dans le cas d'un miroir dont l'axe est parallèle à celui de la voiture.

### Exercice 4 : La petite cuillère

- Le fait que l'on aperçoive une image nette dans une petite cuillère indique que ce système optique est
 

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| a) centré                                    | b) rigoureusement stigmatique |
| c) présente un stigmatisme au moins approché |                               |
- Quand on se regarde dans une petite cuillère, on se voit :
 

|                 |            |    |                |
|-----------------|------------|----|----------------|
| Dans le creux ? | a) inversé | ou | b) à l'endroit |
|                 | a) agrandi | ou | b) rapetissé   |
| Sur le dos ?    | a) inversé | ou | b) à l'endroit |
|                 | a) agrandi | ou | b) rapetissé   |

## Les Lentilles

### Exercice 5 : Etude d'un appareil photo 24x36

L'objectif d'un appareil photo est assimilable à une lentille de distance focale  $f=5\text{cm}$ . La plaque photosensible est rectangulaire, centrée sur l'axe, de dimension  $24\text{mm} \times 36\text{mm}$ .

1. La mise au point est faite sur l'infini, ce qui définit une position  $P_0$  pour la plaque sur l'axe. De combien et dans quel sens faut-il déplacer la plaque si l'on veut photographier un objet placé à 5m de l'objectif ?
2. La mise au point ne permet d'éloigner la plaque de plus de 5mm de  $P_0$ . Evaluer la distance minimale d'un objet à l'objectif pour obtenir une photographie nette.
3. La mise au point et l'objet étant à 5m, déterminer la portion de plan photographiée. Préciser le grandissement angulaire de cet appareil,
4. Commenter le rôle des éléments constitutifs d'un appareil photographique : objectif, diaphragme, obturateur, pellicule.

### Exercice 6 : Appareil photo jetable (Centrale TSI)

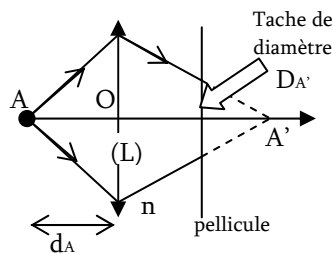
Les appareils photo jetables sont conçus pour ne servir qu'une fois. Ils sont donc de conception très simple afin que le prix de revient soit le plus bas possible. L'objectif n'est composé que d'une seule lentille mince convergente (L), de diamètre utile  $D_L$ , et la pellicule se situe à une distance  $d$  fixe de la lentille. Aucune mise au point n'est possible.

1. Rappeler en quoi consistent les conditions de Gauss ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients. Comment fait-on en pratique pour travailler dans ces conditions ?
2. L'objet étant situé à l'infini, déterminer la valeur de  $d$  à prévoir lors de la fabrication pour que son image soit nette sur la pellicule. On note  $f$  la distance focale de la lentille.
3. Quelle est alors la dimension  $X$ , sur la pellicule, de l'image de la Lune qui a un diamètre apparent  $\alpha$  ? AN avec  $f = 3\text{cm}$  et  $\alpha = 0,5^\circ$ .

4. Un objet ponctuel A, sur l'axe optique, qui n'est pas situé à l'infini, a son image en dehors du plan de la pellicule et donne sur la pellicule une tache de diamètre  $D_{A'}$ , comme représenté sur la figure ci-dessous.

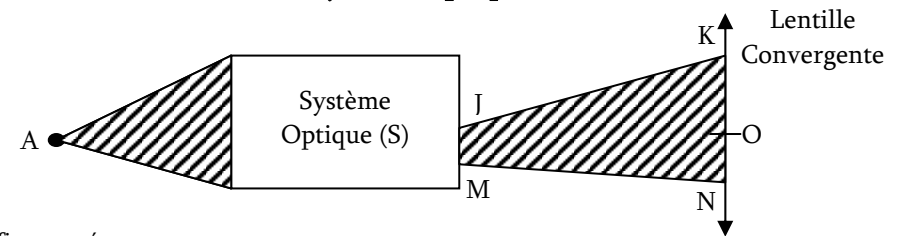
Soit  $d_A$  la distance entre le point A et la lentille ( $d_A > 0$ ). Exprimer  $\overline{OA'}$  en fonction de  $d_A$  et  $f$ , puis donner l'expression de  $D_{A'}$  en fonction de  $D_L$ ,  $f$  et  $d_A$ .

5. La pellicule est formée de grains que l'on supposera circulaire et de même diamètre  $\epsilon$ . Sachant que  $f = 3\text{cm}$ , que  $D_L = 2\text{mm}$  et que  $\epsilon = 20\mu\text{m}$ , calculer numériquement la position du point A le plus proche qui est encore net après développement.



6. Afin de pouvoir diminuer  $d_A$ , on augmente, lors de la fabrication, la distance  $d$  afin qu'un point à l'infini soit à la limite de netteté (il donne donc une tache de diamètre  $\epsilon$  sur la pellicule).
  - Faites un schéma du dispositif montrant la tache donnée par l'objet à l'infini.
  - Déterminer  $d$  et faire l'application numérique.
  - Déterminer la nouvelle distance  $d_A$  correspondant au point le plus près donnant lui aussi une tache de diamètre  $\epsilon$  sur la pellicule et faire l'AN. Conclure.

### Exercice 7 : Faisceau dans un système optique (CCP)



Justifiez vos réponses :

1. Indiquer sur la figure la position de l'image  $A'$  que donne le système optique (S) de A.
2. Le faisceau (JK, MN) est :  convergent  divergent
3. Juste après avoir traversé la lentille L, le nouveau faisceau :  sera convergent  sera divergent  peut être convergent ou divergent
4. La lentille L donne de l'image intermédiaire  $A'$  une image définitive  $A''$  qui se trouve sur la droite  $x'x$  passant par O et  $A'$  ( $x'$  étant à gauche et  $x$  à droite sur la figure). Cette image  $A''$  pourra se trouver sur ? (préciser sa nature réelle ou virtuelle)
 

$x'A'$         $A'O$         $Ox$

### Exercice 8 : Système Afocal

On s'intéresse à un doublet optique, c'est-à-dire un système optique constitué de deux lentilles  $L_1$  (Centre  $O_1$ , focale  $f_1' = 20\text{cm}$ ) et  $L_2$  ( $O_2$ ,  $f_2' = -5\text{cm}$ ), les foyers  $F_1'$  et  $F_2$  sont confondus.

1. Déterminer la position des foyers objet et image du système global.
2. Calculer le grandissement  $\gamma$ . Ce grandissement dépend-il de la position de l'objet A ?
3. Un objet est vu, à l'infini, sous un angle  $\alpha$ . Déterminer le grossissement  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ , où  $\alpha'$  est l'angle sous lequel est vu l'image après le doublet de lentilles.