

**Lentilles minces.****Exercice 1 : quelques exemples simples.**

Un objet  $AB$  de 0,5cm est situé dans un plan de front à 30 cm devant une lentille convergente de focale  $f'=20$  cm.

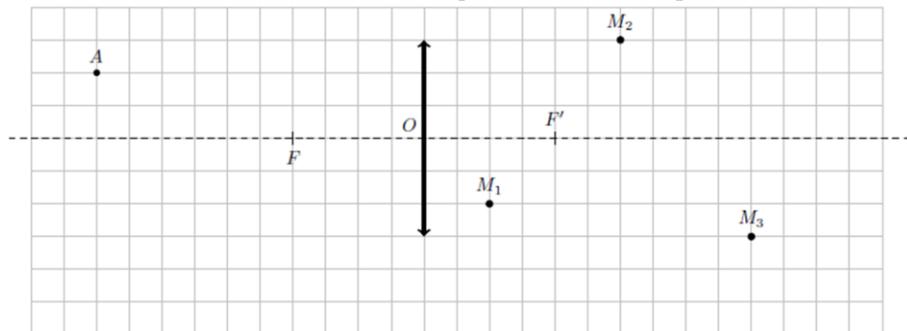
1. Déterminer la position, la taille et la nature de l'image en utilisant la relation de conjugaison et la relation de grandissement de Descartes.
2. Retrouver les résultats précédents en utilisant les relations de Newton.
3. Retrouver ces résultats par une construction graphique.
4. Quelle image cette lentille donnerait-elle d'un objet virtuel de même taille placé 30 cm après son centre ? Vérifier graphiquement.

Une lentille mince divergente a pour distance focale  $f'=-20$  cm. On considère un objet  $AB$  de 2 cm situé à 30 cm devant la lentille.

5. Déterminer la position, la taille et la nature de l'image en utilisant les relations de Descartes.
6. Retrouver ces résultats par une construction graphique.

**Exercice 2 : que voit-on ?**

1. Compléter la figure ci-dessous pour tracer la marche du faisceau lumineux complet émis par le point  $A$ .
2. En déduire si des observateurs dont l'œil serait placé aux différents points  $M$  voient ou non le point  $A$ .

**Exercice 3 : pouvoir séparateur de l'œil.**

Le pouvoir séparateur d'un œil emmétrope (normal) noté  $\varepsilon$  est l'angle le plus faible sous lequel deux points sont vus discernables.

1. Rappeler la valeur de  $\varepsilon$  pour un œil emmétrope.
2. Déterminer la distance jusqu'à laquelle cet œil peut distinguer deux traits parallèles séparés de 2,0 mm.
3. Déterminer la hauteur que doit avoir une lettre d'un panneau autoroutier pour être lisible à 250 m.
4. En modélisant l'œil comme une lentille convergente associée à un écran placé à une distance fixe de 20 mm derrière, déterminer la taille moyenne d'un récepteur de la rétine.

**Exercice 4 : appareil photographique.**

Un objectif photographique peut-être modélisé par une lentille mince  $L_1$  convergente de centre  $O_1$  et de distance focale  $f' = 75$  mm et de rayon  $R = 29$  mm. Par défaut, l'appareil est réglé de façon à former une image nette, dans le plan du capteur CCD, d'un objet situé à l'infini. La taille caractéristique d'un pixel de cet appareil est donnée par  $a = 6,0 \mu\text{m}$ .

1. Où se situe, par défaut, le capteur CCD ? Déterminer la taille de la tache image d'un point objet situé sur l'axe optique à une distance  $D$  devant l'objectif.
2. En rappelant le raisonnement proprement, déterminer alors l'intervalle le long de l'axe optique sur lequel les points sont vus nets par la caméra. Faire l'application numérique.

On photographie, avec cet appareil, la Tour Eiffel de hauteur  $h = 324$  m et située à  $D = 800$  m.

3. Quelle approximation peut-on appliquer en comparant  $D$  et  $f'$  ? Déterminer l'expression simplifiée de la hauteur  $h'$  de son image sur la photo et faire l'application numérique. Commenter le résultat obtenu.

En réglant le tirage de l'appareil photographique au maximum, on recule le capteur CCD d'une distance  $\tau_{\text{max}}$ .

4. Déterminer la position de l'objet le plus proche dont on peut faire une image nette. En déduire la latitude de mise au point de l'appareil, c'est-à-dire l'ensemble des positions de l'objet que l'on peut conjuguer avec la caméra CCD. Application numérique pour  $\tau_{\text{max}} = 2,25$  mm.

**Exercice 5 : lunette astronomique et lunette de Galilée.**

Une lunette astronomique comprend un objectif, assimilable à une lentille mince  $L_1$  de centre  $O_1$  et de vergence  $V_1=+5,0\delta$  et un oculaire, assimilable à une lentille mince  $L_2$  de centre  $O_2$  et de vergence  $V_2=+20\delta$ .

Une lunette de Galilée comprend un objectif, assimilable à une lentille mince  $L_1$  de centre  $O_1$  et de vergence  $V_1 = +5,0\delta$ , et un oculaire, assimilable à une lentille mince  $L_2'$  de centre  $O_2'$  et de vergence  $V_2' = -20\delta$ .



**Lentilles minces.**

Quelle que soit la configuration, la lumière traverse toujours la lunette en passant d'abord par l'objectif puis par l'oculaire.

1. Déterminer la nature des lentilles et les valeurs de leurs distances focales images.

Les lunettes sont destinées à réaliser l'observation d'objets situés à grande distance, assimilés à des objets à l'infini.

2. Rappeler la définition d'un système afocal et en déduire une condition sur les positions respectives des foyers  $F_1'$  (foyer-image de l'objectif) et  $F_2$  (foyer-objet de l'oculaire) dans la réalisation des lunettes.
3. Réaliser alors un schéma de la lunette astronomique en choisissant intelligemment les rayons lumineux construits. Faire de même pour la lunette de Galilée.
4. Comparer alors les dispositifs et en déduire deux avantages de la disposition de la lunette de Galilée.
5. Définir puis exprimer les grossissements  $G$  de la lunette astronomique et  $G'$  de la lunette de Galilée en fonction des distances focales. Faire les applications numériques. Quelles solutions techniques proposez-vous pour améliorer ce grossissement médiocre ?

Un astronome amateur utilise la lunette de Galilée décrite ici, normalement adaptée à la vision d'objets terrestre, pour observer deux cratères lunaires : Copernic (de diamètre 96 km) et Clavius (de diamètre 240 km).

6. L'astronome voit-il ces cratères à l'œil nu ? à l'aide de la lunette ?
7. La planète Vénus occultera Jupiter le 22 novembre 2065. Notre astronome amateur pourra-t-il observer à l'œil nu ou à l'aide de sa lunette le disque jovien occulté par Vénus ?

Données : distance Terre-Lune :  $d_{TL} = 3,8.10^5$  km

diamètre de Venus :  $D_V = 12150$  km

distance Terre-Venus :  $d_{TV} = 4,5.10^7$  km

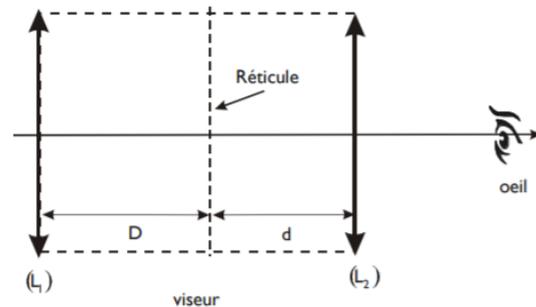
diamètre de Jupiter :  $D_J = 145800$  km

distance Terre-Jupiter :  $d_{TJ} = 6,3.10^8$  km

**Exercice 6 : viseur à frontale fixe.**

Un viseur à frontale fixe est constitué :

- d'un objectif, constitué d'une lentille mince ( $L_1$ ) convergente de centre  $O_1$  et de distance focale image,  $f_1' = 7$  cm,
- d'un réticule, c'est-à-dire une croix graduée, situé à une distance  $D = 14$  cm derrière l'objectif,
- d'un oculaire constitué d'une lentille mince ( $L_2$ ) convergente de centre  $O_2$  et de distance focale image  $f_2' = 3$  cm, située à la distance  $d$  derrière le réticule.



1. Rappeler quel est le plan de front vu net par un œil emmétrope sans accommodation. Rappeler l'intérêt de concevoir les instruments d'optique pour cette configuration de l'œil.
2. Pour utiliser le viseur correctement, on règle d'abord la distance  $d$  pour que le réticule soit vu net sans accommoder par un œil emmétrope. En déduire la distance  $d_{\text{emmé}}$  et faire l'application numérique.

Un utilisateur myope, dont le punctum remotum est situé à une distance  $d_{\text{max}} = 1,2$  m devant son œil envisage alors d'utiliser le viseur et cherche donc à visualiser le réticule net en collant son œil à l'oculaire.

3. Déterminer la nouvelle distance  $d_{\text{myope}}$  et faire l'application numérique.

Le viseur est avant tout constitué pour observer de manière nette un objet AB situé dans un plan de front à une distance  $D_{\text{obs}}$  devant l'objectif.

4. Montrer qu'il faut que le plan de front objet dans lequel est situé AB soit conjugué par l'objectif avec le réticule.
5. Réaliser alors la construction à travers le viseur de l'image de l'objet AB.
6. Déterminer l'expression et la valeur numérique de  $D_{\text{obs}}$ . Cette distance dépend-elle de la qualité de vue de l'observateur.
7. Rappeler le pouvoir de résolution angulaire d'un œil emmétrope, en déduire la taille  $g$  du plus petit détail vu dans le plan du réticule et faire l'application numérique.
8. Expliquer qualitativement l'observation d'une certaine profondeur de champ pour le viseur.

On rappelle pour la profondeur de champ que le domaine vu net s'étend le long de l'axe optique sur une

distance  $P = \frac{2gaf_1'D_{\text{obs}}^2}{(af_1')^2 - (gD_{\text{obs}})^2}$  où a seul élément non encore étudié est le diamètre de l'objectif qu'on prendra

égale à 3 cm pour les A.N.

9. Déterminer la profondeur de champ du viseur étudié. Quel est l'intérêt de l'utilisation de ce type de viseur dans les mesures de position le long de l'axe optique ?