

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 votre choix.
2. Retrouver ces résultats par une construction graphique.
3. Quelle image cette lentille donnerait-elle d'un objet virtuel de même taille placé 30 cm après son centre ? Vérifier graphiquement.

Un appareil photo permet de réaliser à partir d'un objet de hauteur 50cm, une image de 1,5cm de haut à l'aide d'un tirage de 5,0mm.

4. Déterminer la position de l'objet et la distance focale image de l'appareil en utilisant la relation de conjugaison et la relation de grandissement de votre choix.

Exercice 2 : pouvoir séparateur de l'œil.

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

1. Rappeler la valeur de ε pour un œil emmétrope en degré puis en radian.
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 3 : Loupe.

Une loupe est une lentille convergente de distance focale image f' . On l'utilise pour observer une image agrandie et droite d'un objet à travers la lentille.

1. De quelle nature est l'image donnée par la loupe ?
2. Pour observer l'image de l'objet sans fatigue, où doit-elle se former ? Où doit être placé l'objet par rapport à la lentille pour qu'il en soit ainsi ? Faire un schéma dans cette situation.

On définit le grossissement commercial d'un instrument d'optique par $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ où α est l'angle sous lequel on

voit à l'œil nu l'objet placé au punctum proximum ($d_m=25$ cm), et α' l'angle sous lequel est vue l'image de cette objet à travers l'instrument.

3. Exprimer α' en fonction de f' et de $\overline{AB}$. Exprimer α en fonction de d_m et $\overline{AB}$. En déduire le grossissement commercial de la loupe en fonction de f' et d_m . Calculer la valeur du grossissement commercial d'une loupe de vergence $V=10\delta$.
4. Quel est le pouvoir de résolution de l'œil dans de bonnes conditions d'éclairement ? Déterminer la taille du plus petit objet que peut distinguer un œil normal qui accommode au maximum. Donner la taille du plus petit objet que peut distinguer un œil normal en utilisant la loupe sans accomoder. Conclure.

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 $a = 6,0 \mu\text{m}$. La taille totale du capteur CCD est prise égale à $l \times L = 24 \times 36 \text{ mm}^2$.

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 τ_{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.
5. Déterminer alors le grandissement de l'appareil lorsque ce tirage est réglé au maximum et la taille maximale de l'objet qu'on pourra photographier en entier sur la caméra CCD.

Exercice 5 : Doublet de lentilles minces.

On étudie d'abord un doublet de lentilles minces accolées pour lequel on supposera que les centres optiques sont confondus $O_1=O_2=O$ et de vergences respectives V_1 et V_2 .

- Montrer que ce doublet peut être modélisé comme une lentille mince de centre optique O dont on exprimera la vergence V en fonction de V_1 et V_2 .

On considère un œil myope de profondeur $D=\overline{O_2A_2}=1,70\text{ cm}$ donnant la distance du cristallin à la rétine pour lequel le punctum remotum est situé à une distance $L=50,0\text{ cm}$.

- Déterminer l'expression et la valeur numérique de la vergence de la lentille de contact qu'il faut utiliser pour corriger son défaut de vision.

On considère maintenant que le défaut de vision de cet œil est corrigé à l'aide de lunettes au lieu d'une lentille de contact. Dans la configuration la plus usuelle, le centre optique O_1 du verre est alors placé à une distance $e=\overline{O_1O_2}$ devant le centre optique O_2 du cristallin.

- Déterminer l'expression et la valeur numérique de la vergence du verre de lunette qu'il faut utiliser pour corriger son défaut de vision. Comparer à celle de la lentille de contact.

Exercice 6 : 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 $V_2' = -20\delta$.

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

- 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.

- 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.
- Réaliser alors un schéma de la lunette astronomique en choisissant intelligemment les rayons lumineux construits. Faire de même pour la lunette de Galilée.
- Comparer alors les dispositifs et en déduire deux avantages de la disposition de la lunette de Galilée.
- 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).

- L'astronome voit-il ces cratères à l'œil nu ? à l'aide de la lunette ?
- 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 : $d_{TL} = 3,8.10^5\text{ km}$

diamètre de Vénus : $D_V = 12150\text{ km}$

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

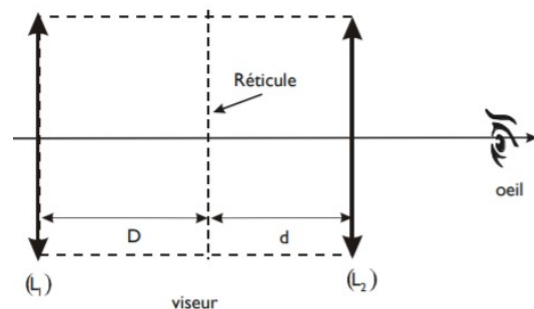
diamètre de Jupiter : $D_J = 145800\text{ km}$

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

Exercice 7 : 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, $f_1'=7,0\text{ cm}$,
- d'un réticule, c'est-à-dire une croix graduée, situé à une distance $D=14\text{ cm}$ derrière l'objectif,
- d'un oculaire constitué d'une lentille mince (L_2) convergente de centre O_2 et de distance focale image $f_2' = 3,0\text{ cm}$, située à la distance d derrière le réticule.



- 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.
- 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.

Lentilles minces.

Un utilisateur myope, dont le punctum remotum est situé à une distance $d_{\max}=1,2\text{m}$ 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_{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_{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 $D_{\text{obs}} = \overline{AO_1}$. 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

$$P = \frac{2 g a f_1' D_{\text{obs}}^2}{a^2 f_1'^2 - g^2 D_{\text{obs}}^2} \quad \text{où } a \text{ seul élément non encore étudié est le diamètre de l'objectif qu'on prendra égale à } 3\text{cm}$$

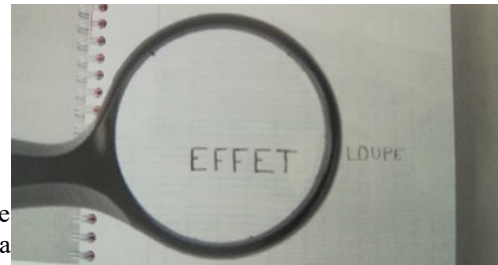
pour les A.N.

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 ?

Exercice 8 : résolution de problème 1.

L'objet dont on forme l'image est situé à 8,0cm de la loupe.

1. Déterminer la distance focale de la loupe.

**Exercice 9 : résolution de problème 2.**

Le document 1 présente la photographie de la cascade inférieure du parc national de Yellowstone. La position du photographe qui a pris cette photo est repérée d'une croix blanche sur la vue satellite du document 2. Le document 3 présente les caractéristiques de l'appareil photo qui a servi à prendre cette photo.

1. En détaillant votre démarche à l'aide de schémas, de calculs littéraux et d'explications précises déterminer la hauteur réelle de la cascade.



Document 3. Réglages de l'appareil : Appareil Canon EOS 550 D

Ouverture : $f/9,0$ Durée d'exposition : $1/100 \text{ sec}$
 Distance focale : $f = 135 \text{ mm}$.
 Type et taille du capteur : CMOS APS-C 22,3 mm (largeur) * 14,9 mm (hauteur)



Doc 2 - Vue satellite de la position du photographe