

TD n°20bis - Révisions d'optique de première année

1 Questions de cours

1. **Principe du retour inverse de la lumière** : énoncer le principe.
2. **Application des lois de Descartes** : Expliquer le principe de fonctionnement des fibres optiques ainsi que celui des mirages. On rappelle la loi de Gladstone : $\frac{n-1}{\rho} = cste$, où n est l'indice optique et où ρ est la masse volumique du milieu.
3. **Lentilles minces** : On rappelle les relations de conjugaison de Descartes (origine au centre) et de Newton (origine au foyer) pour une lentille mince :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \quad \text{et} \quad \overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2$$

On rappellera la définition des grandeurs introduites ici sur un schéma. Proposer ensuite une démonstration de ces formules dans le cas d'une lentille convergente. En déduire que le grandissement est donné par $\gamma = \frac{OA'}{OA}$.

4. **Focométrie** : Détermination de la focale d'une lentille. On proposera plusieurs méthodes.
5. **L'œil** : principe de fonctionnement, caractéristiques et défauts principaux.
6. **Instruments d'optique** : Faire un schéma d'un projecteur de diapositives, d'un élargisseur de faisceau, d'une loupe, d'un microscope, d'une lunette astronomique et d'un collimateur. Expliquer en une phrase la spécificité et le fonctionnement de chaque appareil.
7. **Diffraction** : relation entre l'échelle angulaire du phénomène de diffraction et la taille caractéristique de l'ouverture.
8. **Conditions de validité de l'optique géométrique** : on donnera des exemples d'expériences qui mettent en évidence les limites de l'optique géométrique.
9. **Goniomètre à réseau** : On rappelle ci-dessous la formule des réseaux :

$$\sin\theta_p - \sin\theta_i = p \frac{\lambda}{a}$$

Expliquer les grandeurs introduites à l'aide d'un schéma. Principe de fonctionnement et intérêt du goniomètre à réseau. Montrer qu'il existe un minimum de déviation pour l'ordre p donné par :

$$D_{min,p} = 2 \arcsin \left(\frac{p\lambda}{2a} \right)$$

2 Cône de lumière

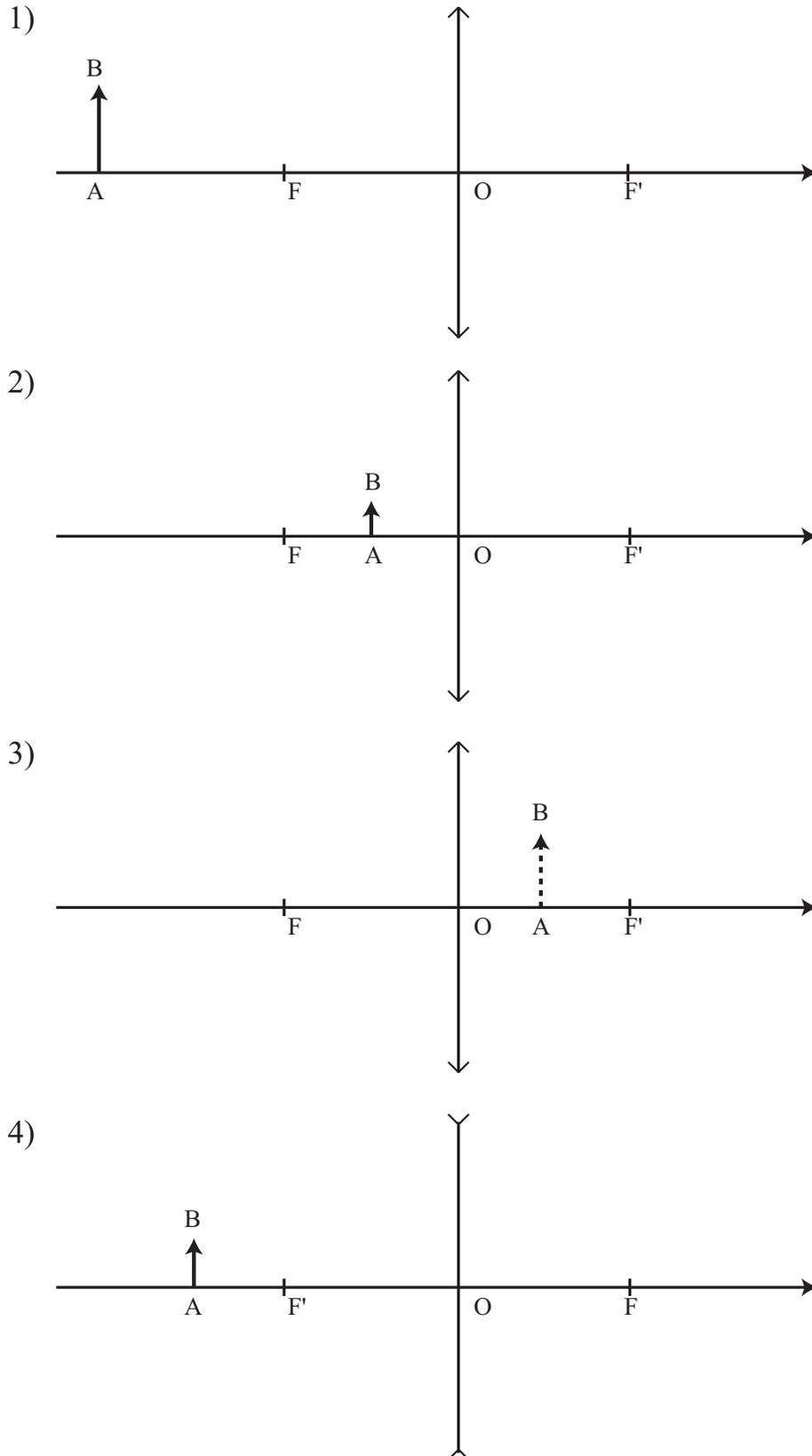
Les plongeurs, lorsqu'ils relèvent la tête vers la surface de l'eau, ont l'impression de voir un "gouffre lumineux", c'est à dire un disque lumineux entouré d'obscurité, comme le montre la figure ci-contre.

1. Expliquez ce phénomène qualitativement puis exprimer et calculer le diamètre angulaire apparent α du cône de lumière.
2. Le diamètre angulaire dépend-il de la profondeur à laquelle se trouve le plongeur ?

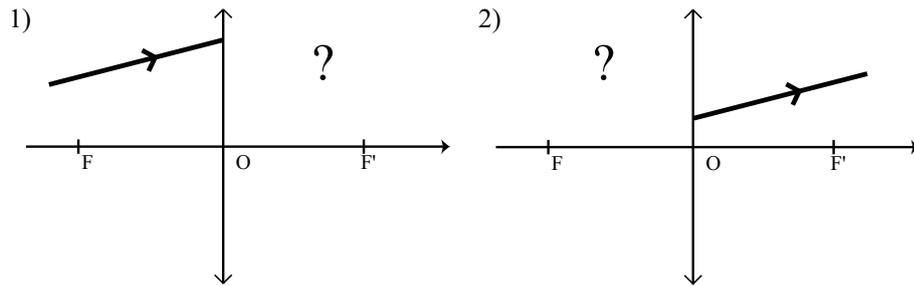


3 Constructions géométriques

1. Construire directement sur la feuille les images $A'B'$ des objets AB par chacun des systèmes optiques ci-dessous. Représenter avec soin en trait plein les rayons réels et en trait pointillé les rayons virtuels, ainsi que le sens de parcours des rayons réels (faire 4 rayons dans chaque cas). Préciser la nature de l'objet et de l'image. Retrouver la position de l'image et sa taille par le calcul.



2. Tracer la partie manquante du rayon lumineux après ou avant la lentille.



3. Déterminer par construction la nature, la position et la distance focale de la lentille à placer pour obtenir l'image suivante :



4 Lunette astronomique

Une lunette astronomique se compose de deux lentilles convergentes, la première (L_1) de grande distance focale f'_1 constitue l'objectif, la seconde (L_2), de petite distance focale f'_2 joue le rôle d'oculaire (on place l'œil derrière L_2 qui observe sans accommoder l'image finale). On vise le centre d'un objet "à l'infini", vu de la Terre sous le diamètre angulaire apparent α .

1. Quelle propriété doivent vérifier les plans focaux image de L_1 et objet de L_2 ? Justifier.
2. Quel est la taille minimale de la lunette ?
3. Tracer la marche complète du faisceau parallèle incident sur l'objectif avec un angle α jusqu'à sa sortie de l'oculaire.
4. Déterminer le grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$, où α' est l'angle que fait le rayon avec l'axe optique à la sortie de l'oculaire.
5. On observe la Lune avec cette lunette. Quelle distance minimale d doit séparer deux points sur la Lune pour que l'œil puisse les distinguer ? Pourra-t-on en particulier distinguer un cratère de $5km$ de diamètre à la surface de la Lune ?



Données : Le pouvoir séparateur de l'œil est de $\epsilon = 3.10^{-4}rad$. La distance Terre-Lune D vaut $D = 380000km$. $f'_1 = 1m$ et $f'_2 = 2cm$.

5 Association de lentilles

On considère un système optique centré utilisé dans les condition des Gauss composé de deux lentilles convergentes identiques, de centres respectifs O_1 et O_2 , de distance focale f' , et distantes de $e = \frac{2f'}{3}$.

1. Construire le foyer objet F du système constitué par les deux lentilles, puis retrouver la distance $\overline{O_1F}$ par le calcul.
2. Construire le foyer image F' du système constitué par les deux lentilles, puis retrouver la distance $\overline{O_2F'}$ par le calcul. Déterminer la distance $\overline{O_2F'}$, où F' est le foyer image du système constitué par les deux lentilles.

Réponses : 1. $\overline{O_1F} = -\frac{f'}{4}$, 2. $\overline{O_2F'} = \frac{f'}{4}$, .

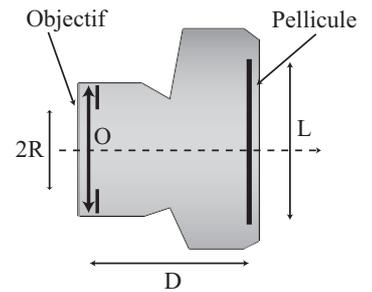
6 Doublet de lentilles accolées

Montrer que le système optique composé de deux lentilles accolées de vergences v_1 et v_2 est équivalent à une seule lentille de vergence v à déterminer. On vérifiera sur un exemple simple la validité de la formule obtenue.

7 Appareil photographique

Un reporter veut photographier une personne d'environ $1.80m$, située à une distance de $40.00m$. Son appareil est modélisé par un objectif et une pellicule. La mise au point est faite en modifiant la distance entre ces deux éléments. La pellicule d'une largeur $L = 50mm$ porte un grain de diamètre $\Phi = 50\mu m$, ce qui signifie que pour être nette, l'image de chaque point de l'objet doit être plus petite que le grain.

Le photographe utilise un objectif standard, assimilable à une lentille convergente de distance focale $f' = 35,00mm$, accolée à un diaphragme circulaire de rayon $R = 20mm$.



1. A quelle distance D de la pellicule le photographe place-t-il le centre O de la lentille pour effectuer la mise au point ? Que vaut alors la différence entre D et f' , $D - f'$?
2. Quelle est alors la taille de l'image de la personne sur la pellicule ?
3. On cherche maintenant à savoir si le paysage derrière la personne photographiée apparaîtra flou ou non.
 - (a) La distance D restant déterminée par la mise au point sur la personne, le plan de la pellicule est-il conjugué avec le paysage en arrière plan, considéré comme étant à l'infini ?
 - (b) Montrer que l'image d'un point à l'infini est une tache de diamètre d à déterminer.
 - (c) L'image du paysage en arrière plan est-elle floue ?
 - (d) Quelle est l'influence du diaphragme ?
 - (e) Commenter les deux photographies ci-dessous.

