

P6. Instruments d'optique Exercices

Exercice 1 : Mesure du diamètre apparent du Soleil

Comme il est très dangereux d'observer le Soleil directement, on utilise une lentille de $0,8 \text{ m}$ et un écran pour observer le Soleil et mesurer le diamètre du Soleil.

L'axe optique de la lentille est dirigée vers le centre du Soleil.

1. A quelle distance de la lentille doit-on placer l'écran pour récupérer l'image du disque solaire par la lentille ?
2. Faire la construction géométrique du dispositif et des rayons lumineux issus du Soleil (Attention, le Soleil étant considéré à l'infini, ne peut être représenté directement sur le schéma : le haut du Soleil envoie des rayons inclinés vers le bas, et inversement pour le bas du Soleil).

Cette condition étant réalisée, l'observateur dessine avec le plus grand soin le contour de l'image recueillie sur l'écran. Ayant retiré l'écran, il mesure le diamètre du contour dessiné. Il trouve un diamètre moyen $D = 12 \text{ mm}$.

3. Indiquer sur le schéma le diamètre apparent du Soleil.
4. Quel est le diamètre apparent du Soleil ?

Conseil : utiliser l'image formée sur l'écran

5. En déduire une évaluation du diamètre du Soleil, en considérant que la distance Terre-Soleil $D_{TS} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$. Les revues d'astronomie donnent pour valeur du rayon du Soleil $R_S = 6,96 \cdot 10^5 \text{ km}$.

6. Quelle est l'erreur relative commise lors de cette expérience ?

Exercice 2 : Le microscope du Duc de Chaulnes

Donnée : 1 minute d'angle $1' = 1^\circ / 60$ (1 soixantième de degré)

Le duc Marie-Joseph de Chaulnes (1741-1793), physicien et chimiste français, est connu pour son identification des carbonates alcalins et sa méthode de détermination de l'indice de réfraction d'une lame de verre à faces parallèles à l'aide d'un microscope.

Un microscope est constitué par deux lentilles convergentes, l'objectif et l'oculaire ; leurs foyers sont séparés d'une distance Δ , appelée intervalle optique. L'objectif a pour distance focale $f'_1 = 3,0 \text{ mm}$ et l'oculaire une distance focale $f'_2 = 25,0 \text{ mm}$. L'intervalle optique $\Delta = 18,0 \text{ cm}$.

1. Schématiser le microscope à l'échelle 1.

La mise au point étant réalisée (par déplacement de l'objet observé devant le microscope), l'œil normal de l'observateur, placé au foyer de l'oculaire, voit l'image de l'objet observé située à l'infini.

2. Où est située l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet pour respecter les conditions d'observation ? Placer l'image intermédiaire sur le schéma (choisir une taille quelconque pour l'image A_1B_1).
3. A l'aide de la formule de conjugaison, en déduire la position de l'objet observé AB par rapport à l'objectif. Positionner l'objet sur le schéma.

L'objet observé est un grain de pollen microscopique fixé sur une lame de verre ; son diamètre est de $50 \mu\text{m}$. Le diamètre apparent minimal d'un objet visible à l'œil nu est de 1 minute d'angle.

4. Exprimer et calculer le diamètre apparent du grain de pollen lorsqu'il est vu à l'œil nu, c'est-à-dire au punctum proximum de l'œil, supposé égal à 25 cm .
5. Ce grain de pollen est-il visible à l'œil nu ?
6. Indiquer sur le schéma l'angle α' sous lequel est vue l'image du grain de pollen à travers le microscope.
7. Exprimer α' en fonction de la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 .
8. Calculer A_1B_1 puis α' .
9. Rappeler la définition du grossissement.
10. Montrer que le grossissement du microscope vaut 600.

Exercice 3 : Lunette astronomique afocale

Une lunette astronomique est constituée par l'association d'un objectif de distance focale $f'_1 = 1,00$ m et d'un oculaire de distance focale $f'_2 = 10,0$ cm, assimilables à des lentilles sphériques minces convergentes.

La lunette a été construite de telle sorte que l'oeil étant au foyer de l'oculaire, il voit à l'infini l'image de l'astre donnée par la lunette : la lunette est dite afocale.

Avec cette lunette, l'utilisateur observe la Lune, l'axe de la lentille pointant vers le bas du disque lunaire.

1. Faire une figure montrant la formation de l'image de la Lune à travers l'objectif.
2. En déduire comment placer l'oculaire pour être dans les conditions d'observation décrites.
3. Calculer la longueur (l'encombrement de la lunette) entre son objectif et son oculaire.

Le diamètre apparent de la Lune est $\alpha = 33'$ (33 minutes d'angle).

4. Indiquer sur cette figure le diamètre apparent α sous lequel est vue la Lune en vision directe, sans la lunette.
5. Indiquer sur cette figure l'angle α' sous lequel est vue l'image de la Lune à travers la lunette.
6. Calculer la taille de l'image intermédiaire de la Lune par l'objectif.
7. En déduire la valeur du diamètre apparent α' de la Lune vue à travers la lunette.
8. Calculer le grossissement de la lunette.