

Par groupe de 2, une rédaction complète et concertée est attendue pour rendre au final un seul document au format pdf. Bon travail.

Optique : Un passionné d'astronomie ! (11 points)

Un élève de Terminale ayant choisi l'enseignement de spécialité physique-chimie a reçu en cadeau une lunette astronomique. Il décide d'analyser son fonctionnement en assimilant l'objectif et les oculaires à des lentilles minces convergentes.

Document 1 : descriptif de la lunette astronomique

Lunette astronomique équipée permettant un suivi parfait des astres lors des observations.

Appareil muni d'un objectif achromatique de diamètre 60 mm et de distance focale 800 mm livré avec 3 oculaires de focale 6 – 12,5 – 20 mm.

Grossissement : 133 – 64 – 40



Document 2 : formulaire

Relations de conjugaison et du grandissement pour une lentille mince :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \quad ; \quad \gamma = \frac{OA'}{OA} = \frac{A'B'}{AB}$$

1. Objectif

Pour mesurer la distance focale f'_1 de l'objectif, l'élève sort la lentille de son tube support, puis la place perpendiculairement à la direction du Soleil. Il observe avec précaution sur un carton, en guise d'écran, également perpendiculaire à cette direction, la tache lumineuse obtenue.

Il constate que le diamètre de la tache est minimal pour une distance entre le carton et le centre optique de l'objectif égale à 800 mm.

1.1. En s'aidant d'un schéma pour justifier la réponse, indiquer la distance focale f'_1 de l'objectif.

1.2. Vérifier si cette valeur est en accord avec le descriptif de la lunette.

2. Oculaires

L'élève constate que les oculaires peuvent servir de loupe pour examiner un texte dont les lettres ont une hauteur moyenne de 0,8 mm.

2.1. Indiquer la distance à laquelle il faut placer le texte par rapport au centre optique des oculaires pour que l'élève puisse voir avec une vision normale et sans effort l'image du texte plus grosse que sans la loupe.

2.2. Réaliser un schéma pour identifier l'oculaire qui permet d'observer le texte le plus gros.

2.3. Donner 3 qualificatifs de l'image obtenue à travers la loupe.

3. Lunette

L'élève observe maintenant le ciel nocturne à travers la lunette, équipée avec l'un des oculaires. Il effectue les réglages de telle sorte que l'image dans l'instrument d'un objet céleste soit à l'infini.

3.1. Exprimer, en fonction de f_1 et f_2 , la distance d entre les centres optiques de l'oculaire et de l'objectif.

3.2. Représenter sans souci d'échelle, le dispositif en faisant apparaître les centres optiques et les foyers des deux lentilles.

L'élève pointe sa lunette vers Vénus, dont le diamètre apparent à l'œil nu est $\theta = 1$ min d'angle.

3.3. Représenter, sur le schéma précédent, sans souci d'échelle, le trajet, dans la lunette, d'un rayon lumineux incliné d'un angle θ (de valeur quelconque) sur l'axe optique et passant par le centre optique de l'objectif. On note θ' l'angle que fait avec l'axe optique, le rayon émergent correspondant.

3.4. Etablir l'expression du grossissement de la lunette en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire, puis calculer le grossissement obtenu avec chacun des oculaires. Vérifier que ces valeurs sont conformes à celles indiquées par le constructeur.

3.5. Calculer l'angle θ' sous lequel l'élève voit l'image de Vénus à travers l'instrument avec chacun des oculaires.

4. Lunette modifiée

L'élève souhaiterait transformer sa lunette astronomique en lunette terrestre. Après des recherches, il apprend qu'il faut interposer entre l'objectif et l'oculaire une 3^{ème} lentille appelée « véhicule ».

Pour comprendre l'intérêt de ce dispositif, il modélise cette lunette terrestre à l'aide d'un objectif L_1 de distance focale $f_1 = 10,0$ cm, d'un oculaire L_2 de distance focale $f_2 = 2,0$ cm et d'un véhicule L_v de distance focale $f_v = 2,0$ cm.

On observe à travers cette lunette un objet AB suffisamment éloigné pour pouvoir considérer qu'il est à l'infini. Pour une observation sans fatigue, l'image finale $A'B'$ doit se trouver à l'infini.

4.1. Sur un schéma, à l'échelle 1/2, construire l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par l'objectif L_1 d'un objet AB situé à l'infini.

Le véhicule est placé à 14,0 cm de l'objectif de telle façon qu'il donne de l'image intermédiaire A_1B_1 une image A_vB_v de même taille que A_1B_1 mais renversée par rapport à A_1B_1 .

4.2. Positionner la lentille L_v sur le schéma précédent toujours à l'échelle 1/2 et construire l'image A_vB_v .

4.3. Vérifier, par calculs en utilisant le document 2 que le grandissement γ du véhicule vaut effectivement -1,0.

4.4. Positionner, à l'échelle 1/2, la lentille L_2 sur le schéma précédent et construire l'image définitive $A'B'$ donnée par la lentille L_2 .

4.5. Justifier l'intérêt d'ajouter la lentille véhicule pour l'observation d'objets situés à la surface de la Terre alors que cela n'est pas nécessaire pour les objets célestes.

4.6. Quelle oculaire, fourni avec sa lunette, correspond au modèle précédent ?

4.7. Pour transformer sa lunette astronomique en lunette terrestre, déterminer à quelle distance de l'objectif l'élève placera le véhicule ?

4.8. Montrer que le grossissement de la lunette terrestre est le même que celui de la lunette astronomique.

L'élève transforme sa lunette astronomique en lunette terrestre.

Il observe avec cette lunette une antenne de télécommunication de hauteur 250 m à la distance de 10 km.

4.9. Déterminer la valeur de l'angle sous lequel l'élève voit l'antenne entière dans sa lunette terrestre muni de l'oculaire de distance focale 20 mm.