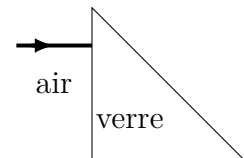


DM 2 : Optique géométrique

Exercice 1 : Prisme à réflexion totale

Un prisme à réflexion totale est un prisme dont la section est un triangle rectangle isocèle, et qui est constitué de verre d'indice $n = 1,5$. Le milieu extérieur est de l'air d'indice $n_0 = 1,0$.



1. Reproduire le schéma sur votre copie, et prolonger le rayon incident après la première interface air/verre.
2. À quelle condition sur l'angle d'incidence i sur le dioptre verre-air au niveau de l'hypoténuse y a-t-il réflexion totale sur l'hypoténuse ?
(On exprimera la condition sur i en fonction de n_0 et n , puis on fera l'application numérique en veillant à utiliser un nombre de chiffres significatifs adapté.)
3. Déterminer géométriquement l'angle d'incidence i sur le dioptre verre-air. (On se servira des angles dans un triangle rectangle isocèle.)
4. D'après les deux questions précédentes, il y a-t-il réflexion totale sur le dioptre verre-air ?
5. Compléter, en justifiant votre réponse, le trajet du rayon lumineux dans le prisme et à sa sortie.
6. Comment disposer 2 prismes à réflexion totale identique permettant d'obtenir un rayon émergent parallèle au rayon incident ? Faire un schéma de la situation.

Exercice 2 : Lunette de Galilée

Une lunette de Galilée est schématisée par deux lentilles minces de même axe optique Δ :

- \mathcal{L}_1 (objectif convergent) de distance focale image f'_1 , de centre optique O_1 et de foyers principaux objet F_1 et image F'_1 ;
- \mathcal{L}_2 (oculaire divergent) de distance focale image f'_2 , de centre optique O_2 et de foyers principaux objet F_2 et image F'_2 ;

On souhaite observer la planète Mars (considérée à l'infini) qui est vue à l'œil nu sous un diamètre apparent α (angle que font les rayons extrêmes issus de la planète).

Mars, objet noté AB avec A sur l'axe optique, a un rayon de $R_M = 3390$ km et se trouve à une distance de la Terre comprise entre 55,7 millions de kilomètres et 401,3 millions de kilomètres. La planète Mars est couverte d'un grand nombre de cratères dont le cratère Schiaparelli de diamètre 470 km.

1. Rappeler l'ordre de grandeur limite de la résolution angulaire de l'œil. On l'exprimera en minute d'arc puis en radian.
2. Déterminer le diamètre apparent α de la planète Mars (c'est-à-dire l'angle que font les

rayons issus de deux points extrêmes de la planète). L'œil peut-il voir la planète ? L'œil peut-il distinguer le cratère cité sur Mars ?

3. Pourra-t-on considérer que l'on est dans le cadre des « conditions de Gauss » ? Rappeler ces conditions.

4. Où doit se former l'image finale $A''B''$ donnée par la lunette pour que l'œil puisse l'observer sans accommoder ? Où doit se former l'image intermédiaire $A'B'$ qui joue le rôle d'objet pour l'oculaire \mathcal{L}_2 ? Où se forme l'image de l'objet AB situé à l'infini par l'objectif \mathcal{L}_1 ?

5. En déduire la distance $\Delta = \overline{O_1O_2}$ entre l'objectif (\mathcal{L}_1) et l'oculaire (\mathcal{L}_2).

6. Faire le schéma de la lunette pour $f'_1 = -5f'_2$. Dessiner sur ce schéma la marche à travers la lunette d'un faisceau lumineux parallèle (non parallèle à l'axe optique) formé de rayons issus de l'astre. On tracera au moins deux rayons à travers la lunette. On fera clairement apparaître l'image intermédiaire $A'B'$. Quelle est la nature de $A'B'$ pour \mathcal{L}_1 ? pour \mathcal{L}_2 ?

La lunette est caractérisée par son grossissement $G = \alpha'/\alpha$. On note α' l'angle que forment les rayons émergents extrêmes en sortie de la lunette (angle entre l'axe optique et les rayons tracés précédemment) et α l'angle sous lequel est vue la planète, c'est-à-dire l'angle entre l'axe optique et les rayons incidents.

7. Placer α et α' sur le schéma précédent.

8. Exprimer α en fonction de f'_1 et $\overline{A'B'}$.

9. Exprimer α' en fonction de f'_2 et $\overline{A'B'}$.

10. En déduire l'expression de G en fonction des distances focales des deux lentilles.

11. En déduire la valeur de l'angle sous lequel la planète est vue à travers la lunette. Commenter.

Exercice 3 : Mesure d'un indice optique (optionnel)

Un réfractomètre de Pulrich est constitué d'un bloc de verre de section rectangulaire d'indice N connu, sur lequel on a déposé une goutte d'un liquide d'indice n inconnu. On observe un faisceau de rayons parallèles à la limite réfraction-réflexion totale et on mesure l'angle α correspondant. On prend un indice de 1,000 pour l'air.

1. Quelle est la valeur de n sachant que $N = 1,626$ et $\alpha = 60,00^\circ$?

2. Quelles sont les valeurs mesurables de n avec ce dispositif ?

