

DM OPTIQUE – POUR LE VENDREDI 3 AVRIL

I) Indice d'un verre (/6)

On considère un demi-cylindre en verre d'indice de réfraction n inconnu. Un faisceau laser se propageant dans l'air ($n_{air} = 1$) pénètre dans le bloc au point I (Figure 1) avec un angle d'incidence i_1 . Il se propage dans le verre avec un angle de réfraction i_2 .

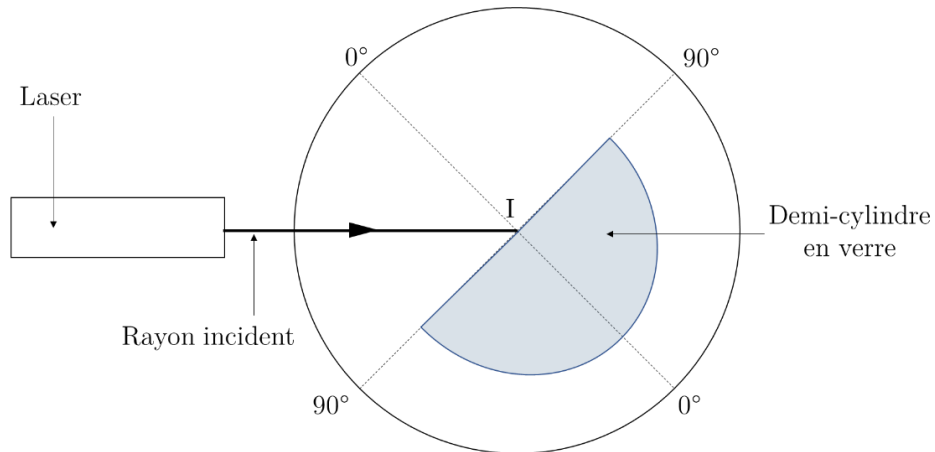


Figure 1

1. Quel milieu est le plus réfringent ? Doit-on donc avoir $i_1 > i_2$ ou $i_1 < i_2$? Justifier.
 2. Reproduisez la Figure 1 sur votre copie et tracez de manière schématique le rayon réfracté dans le verre et en y indiquant les angles i_1 et i_2 (on ne cherchera pas ici à calculer l'angle i_2 exact).
 3. On fait une série de mesures en faisant varier l'angle d'incidence i_1 et l'on reporte $\sin(i_1)$ en fonction de $\sin(i_2)$ dans le graphique de la figure 2.
- A l'aide de la figure 2 et en s'appuyant sur la 3^e loi de Descartes, déterminez graphiquement l'indice n du verre en **détaillant votre raisonnement** (tout élément de réponse sera valorisé).

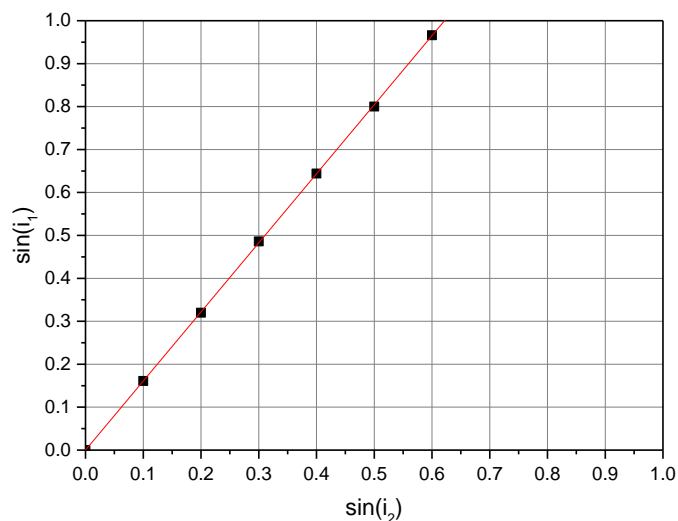


Figure 2

II) Une lunette astronomique (/14)

Un astronome souhaite observer Mars avec une lunette astronomique constituée d'un objectif L_1 et d'un oculaire L_2 .

L_1 et L_2 sont deux lentilles minces convergentes situées sur le même axe optique.

Les distances focales images de L_1 et L_2 sont les suivantes :

$$L_1 : f'_1 = +12 \text{ cm}$$

$$L_2 : f'_2 = +2 \text{ cm}$$

Ce jour-là, depuis la Terre, Mars est vue à l'œil nu sous un angle $\alpha = 9,70 \times 10^{-5} \text{ rad}$.

1. Précisez sans justifier dans quel plan particulier pour la lentille L_1 se forme l'image $\overline{A_1B_1}$ de Mars (objet AB) par L_1 .
2. Où doit donc se situer $\overline{A_1B_1}$, par rapport à la lentille L_2 , pour que l'image finale soit à l'infini ?
 Quel est alors l'intérêt de ce montage pour un œil sans défaut ?
 Comment appelle-t-on ce type de système optique qui donne d'un objet à l'infini une image à l'infini ?
3. La Figure 3 montre un schéma des rayons issus de Mars arrivant sur la lentille L_1 . En vous inspirant de ce schéma, tracez le schéma optique **complet, à l'échelle**, de la lunette avec les deux lentilles. Indiquez l'angle α , la lentille L_2 et ses foyers ainsi que l'image intermédiaire $\overline{A_1B_1}$ et les rayons sortants de L_2 . Vous préciserez l'échelle de votre schéma.



Figure 3

4. Déterminez l'expression littérale de la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 formée par la lentille L_1 en considérant les conditions de Gauss vérifiées. Faites l'application numérique afin de montrer que $A_1B_1 = 1,16 \times 10^{-3} \text{ cm}$.

5. On note α' l'angle sous lequel on voit l'image finale $\overline{A'B'}$. Indiquez l'angle α' sur votre schéma optique. On considère que les conditions de Gauss sont toujours vérifiées. Déterminez l'expression littérale de α' et faites l'application numérique.
6. Déduez des questions précédentes l'expression littérale du grossissement G de la lentille en fonction de α et α' puis de f'_1 et f'_2 . Faites l'application numérique.
7. L'œil humain peut distinguer des détails angulaires de l'ordre de 10^{-3} rad. Le grossissement de la lunette est-il suffisant pour permettre à l'astronome d'observer Mars ?

L'astronome souhaite augmenter le grossissement de sa lunette et obtenir une image droite. Pour cela, il intercale **entre L_1 et L_2** , une lentille convergente L_3 de distance focale $f'_3 > 0$. Cela permet de multiplier le grossissement G par γ_3 (avec γ_3 le grandissement de la lentille L_3).

L'oculaire L_2 est déplacé pour avoir de la planète une image finale à l'infini à travers le nouvel ensemble optique.

8. En quel point doit être située l'image de F'_1 par L_3 pour que l'image finale soit à l'infini ? Ecrire la relation de conjugaison pour le point F'_1 et son image par L_3 . Exprimez γ_3 en fonction de $\overline{O_3F'_1}$ et $\overline{O_3A_2}$, où A_2 est l'image de F'_1 par L_3 .
9. En utilisant notamment la question 8, démontrez que la distance $\overline{O_3F'_1}$ s'exprime par :

$$\overline{O_3F'_1} = f'_3 \left(\frac{1}{\gamma_3} - 1 \right)$$

10. Faites l'application numérique pour $\gamma_3 = -3$ et $f'_3 = 8$ cm. Puis, reproduisez sur votre copie le schéma de la figure 4 en utilisant une échelle de votre choix et complétez-le avec les lentilles L_3 et L_2 , leurs foyers, les images intermédiaires appelées A_1B_1 et A_2B_2 et les rayons émergents du système optique. Précisez l'échelle choisie pour votre schéma.



Figure 4