

## 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  $i_2$ .

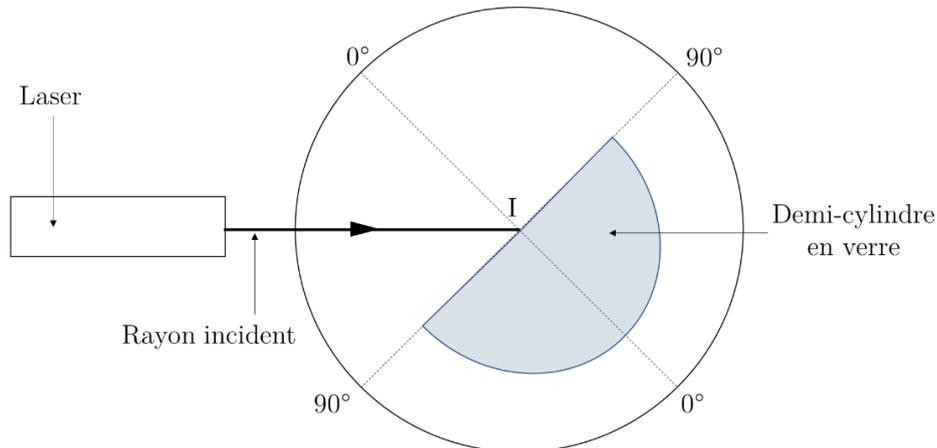


Figure 1

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<sup>e</sup> loi de Descartes, déterminez graphiquement l'indice  $n$  du verre en **détaillant votre raisonnement** (tout élément de réponse sera valorisé).

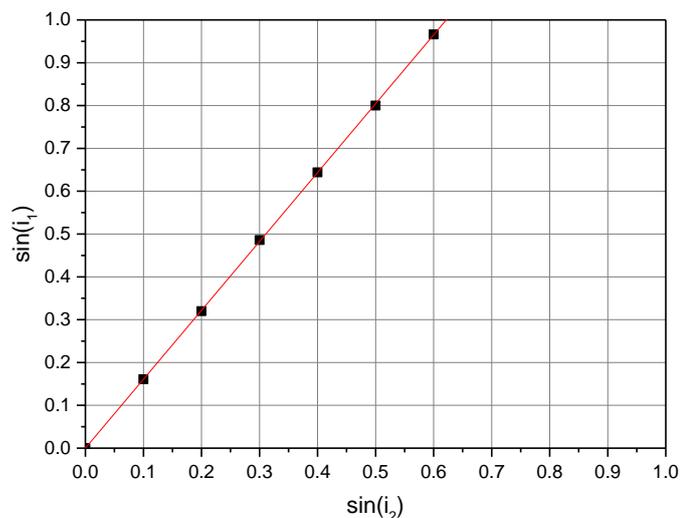


Figure 2

## 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  $\alpha = 9,70 \times 10^{-5}$  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  $\alpha$ , 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  $A_1B_1 = 1,16 \times 10^{-3}$  cm.

5. On note  $\alpha'$  l'angle sous lequel on voit l'image finale  $\overline{A'B'}$ . Indiquez l'angle  $\alpha'$  sur votre schéma optique. On considère que les conditions de Gauss sont toujours vérifiées. Déterminez l'expression littérale de  $\alpha'$  et faites l'application numérique.
6. Déduez des questions précédentes l'expression littérale du grossissement  $G$  de la lentille en fonction de  $\alpha$  et  $\alpha'$  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  $\gamma_3$  (avec  $\gamma_3$  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  $\gamma_3$  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