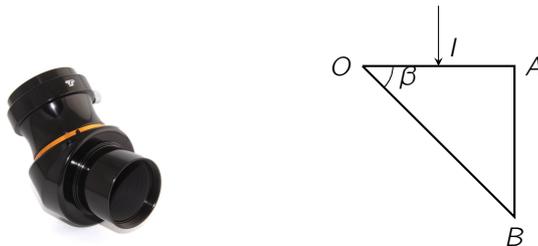

Exercice 1 : Renvoi coudé



Pour faciliter l'observation d'astres situés au zénith, on place à la sortie d'une lunette astronomique un renvoi coudé. Il s'agit d'un prisme d'angle au sommet $\beta = 45^\circ$, destiné à renvoyer la lumière reçue au bout du tube optique sur le côté, à angle droit.

Nous allons étudier le fonctionnement du renvoi coudé. On donne sur la figure suivante son schéma optique :



Gauche : Photo d'un renvoi coudé – **Droite** : Schéma du prisme droit

1. Sur un schéma, tracer l'évolution du rayon lumineux incident lors de son parcours dans le prisme.
2. Rappeler la loi de Descartes sur la réfraction, en définissant proprement chaque terme, éventuellement à l'aide d'un schéma.
3. Au niveau de la face OB , on cherche à ce que se produise une réflexion totale. Pourquoi ?
4. Déterminer l'expression de l'angle limite de réflexion totale entre deux milieux d'indices n_1 et n_2 , avec $n_1 > n_2$.
5. On suppose l'indice de l'air autour du prisme égal à 1. Déterminer la valeur n_{min} minimale que doit posséder l'indice optique afin que la réflexion totale se produise pour le rayon lumineux considéré.
6. La valeur ainsi trouvée est-elle raisonnablement compatible avec un prisme fait en verre ?
7. Pour réaliser la déviation du faisceau lumineux, on aurait pu également utiliser un miroir plan. Donner un avantage et un inconvénient de l'utilisation du prisme par rapport au miroir plan.

Exercice 2 : Utilisation d'une lentille divergente



Une lentille mince divergente a pour distance focale $f' = -30$ cm.

1. Déterminer l'image d'un point A situé à 30 cm avant la lentille mince.
2. Si un objet AB dans le plan de front passant par A a pour taille 1 mm, quelle est la taille de son image ?

Exercice 3 : Microscope optique



Un microscope est schématisé par deux lentilles minces convergentes de même axe optique :

- \mathcal{L}_1 (objectif) de centre O_1 et de distance focale image $f'_1 = 5$ mm ;
- \mathcal{L}_2 (oculaire) de centre O_2 et de distance focale image $f'_2 = 25$ mm.

On note F'_1 et F_2 respectivement les foyers image de \mathcal{L}_1 et objet de \mathcal{L}_2 . On donne l'intervalle optique $\Delta = \overline{F'_1 F_2} = 25$ cm (axe optique orienté de O_1 vers O_2).

L'œil placé au foyer image de l'oculaire étudie un petit objet AB disposé dans un plan de front (AB perpendiculaire à l'axe optique, A situé sur l'axe optique).

1. Rappelez les relations de conjugaison de Newton pour l'objectif.

- Où doit être situé A pour que l'œil n'ait pas à accommoder ? Répondre en donnant l'expression littérale et la valeur numérique de $\overline{F_1A}$. On précise que sans accommoder (c'est-à-dire sans fatigue), l'œil «normal» vise à l'infini.
- On se place dans les conditions de la question précédente. Sur une figure où on tiendra seulement compte de la relation d'ordre $f'_1 < f'_2 < \Delta$, représenter la marche d'un faisceau lumineux issu de B .
- Soit α' , l'angle algébrique sous lequel l'œil voit l'image définitive de AB à travers le microscope, et α , l'angle algébrique sous lequel il apercevrait l'objet sans se déplacer en l'absence de microscope. Calculer le grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ (littéralement puis numériquement). Interpréter le signe de ce rapport.
- En accommodant, l'œil peut observer nettement un objet situé entre 25 cm et l'infini. De combien peut-on modifier la distance entre l'objectif et l'objet si l'on veut toujours pouvoir observer nettement l'objet AB à travers le microscope (latitude de mise au point) ? Commenter.

Exercice 4 : Optique de l'œil



On modélise l'œil par une lentille mince convergente de centre optique O , dont la vergence V est variable. l'image se forme sur la rétine, qui dans la réalité est à la distance $d_r = 15$ mm de O mais que l'on considérera égale à $d = 11$ mm pour compenser le fait que l'on néglige la présence du corps vitreux entre le cristallin et la rétine.

- Un observateur doté d'une vision "normale" regarde un objet \overline{AB} placé dans un plan de front à 1 m devant lui, et tel que $\overline{AB} = 10$ cm.
 - Préciser si l'image formée par le cristallin est réelle ou virtuelle, droite ou inversée.
 - On note $\overline{A'B}$ l'image de \overline{AB} sur la rétine. Calculer le grandissement γ , et en déduire la taille de l'image $\overline{A'B'}$.
 - Calculer la vergence V du système.
- L'observateur regarde maintenant un objet placé à 25 cm devant lui.
 - Préciser si l'image est réelle ou virtuelle, droite ou renversée.
 - Calculer la variation de la vergence par rapport à celle de la question 1, ainsi que la taille de la nouvelle image.
- On s'intéresse maintenant à un sujet myope possédant un cristallin trop convergent. Lorsqu'il regarde à l'infini, l'image se forme à 0,5 mm en avant de la rétine. Pour corriger ce problème, cette personne est dotée de lunettes de vue, dont chaque verre est associé à une lentille mince de vergence V' constante et de centre optique O' , placé à $l = 2$ cm de O .
 - Calculer la vergence V' des verres de lunette.
 - L'individu observe un objet situé à 1 m devant lui. Calculer la position de l'image intermédiaire ainsi que le grandissement de l'ensemble (lunette-cristallin).

Exercice 5 : Doublet de Huygens



On appelle doublet un ensemble de deux lentilles minces de même axe optique. En appelant L_1 et L_2 les deux lentilles (L_1 est la première rencontrée par la lumière), on note O_1 et O_2 leurs centres optiques, F_1 et F_2 leurs foyers objets, F'_1 et F'_2 leurs foyers images. Un doublet est caractérisé par les distances focales image des deux lentilles f'_1 et f'_2 et par l'épaisseur $e = \overline{O_1O_2}$. Le doublet de Huygens est tel que : $f'_1 = 3a$, $e = 2a$ et $f'_2 = a$, avec a une longueur quelconque.

- Déterminer graphiquement la position du foyer image F' du doublet de Huygens (on prendra $a = 2$ cm pour l'échelle).
- Retrouver ce résultat par un calcul en déterminant l'expression de $\overline{F'_2F'}$.
- Déterminer graphiquement la position du foyer objet F du doublet de Huygens.

4. Retrouver ce résultat par un calcul en déterminant l'expression de $\overline{F_1 F}$.