

TP1 Optique

Ce TP est constitué de 2 parties de deux heures chacune, à réaliser au cours des séances des 8 et 15 Septembre. Un compte rendu par binôme est attendu.

1 Réfraction (1h)

Vous disposez d'un kit expérimental d'étude de la réfraction et de la réflexion à l'interface air-plexiglass.

1.1 air $\rightarrow$ plexiglass

1. Mettre en oeuvre une réfraction de l'air dans le plexiglass. Schématiser en introduisant les angles d'incidence i et de réfraction r par rapport à la normale à l'interface air-plexiglass appelée dioptré.
2. Ecrire la loi de Descartes liant i , r et l'indice n du plexiglass.
3. Pour 10 valeurs différentes de i , mesurer r .
4. Rentrer ces valeurs dans Excel, puis calculer les valeurs de n associées grace au tableur.
5. Toujours grace au tableur, calculer la valeur moyenne de n , et l'incertitude type $u(n)$, égale à l'écart type divisé par la racine du nombre de mesures (donc ici $\sqrt{10}$).
6. Présenter le résultat final sous la forme "valeur moyenne $\pm$ incertitude", avec des chiffres significatifs cohérents.

1.2 plexiglass $\rightarrow$ air

1. Mettre en oeuvre une réfraction du plexiglass dans l'air. Schématiser.
2. Observer le phénomène de réflexion totale lorsque l'angle d'incidence devient trop grand. Mesurer l'angle limite de réflexion totale i_l . En déduire la valeur de l'indice n associée.

1.3 Comparaison

Calculer l'écart Δn entre vos deux mesures d'indice, et le comparer à l'incertitude type.

2 Réfraction par un prisme, goniomètre (1h)

Le TP commence par une expérience au bureau prof, sur la déviation d'un rayon lumineux monochromatique par un prisme.

1. Schématiser l'expérience. Le rayon subit une double réfraction. Faire apparaître l'angle de déviation D entre le rayon d'entrée et le rayon de sortie. Indiquer également l'angle au sommet A du prisme.

L'expérience montre également qu'il existe une position du prisme telle que l'angle D est minimal. Cet angle est appelé **minimum de déviation** et noté D_m . Les lois de Descartes donnent alors la relation suivante :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$$

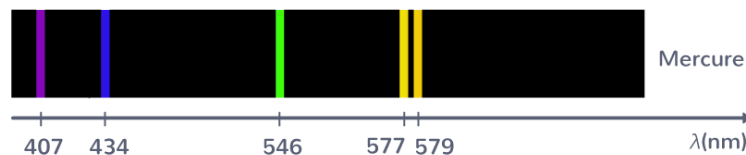
Si le rayon incident est polychromatique, on peut observer en sortie du prisme le spectre de la source de lumière. L'angle de déviation D dépend de la longueur d'onde λ de l'onde incidence, et donc l'indice du prisme également. Dans la suite on notera donc $n(\lambda)$ et $D_m(\lambda)$. On dit que le verre est un matériau *dispersif*.

L'objectif est à présent de mesurer l'indice du verre constituant le prisme, et de montrer qu'il varie suivant la longueur d'onde. Pour cela, une mesure précise des angles est nécessaires. On utilise un appareil conçu pour cela appelé **goniomètre**.



2. A travers le spectromètre observer les raies du Mercure détaillées ci-dessous.

- raie a : violette à 407 nm
- raie b : bleue à 434 nm
- raie c : verte à 546 nm
- doublet d : jaune-orange à 577 et 579 nm



3. Observer à présent ce spectre à travers la lunette du goniomètre. La déplacer pour suivre les raies.
4. Pour chaque longueur d'onde λ (a,b,c ou d), faire une mesure l'angle de déviation minimale $D_m(\lambda)$ pour cette raie et en déduire l'indice du verre $n(\lambda)$. L'angle au sommet du prisme utilisé vaut $A = 60,0^\circ$.
5. Tracer l'allure de la courbe $n(\lambda)$ sur Excel.

3 Mesure de distances focales, viseur, lunette (2h)

Il existe deux sortes de lentilles : les convergentes et les divergentes. On peut repérer rapidement le type d'une lentille inconnue :

- les lentilles convergentes ont les bords minces, et les lentilles divergentes ont les bords épais.
- si on observe un texte à travers une lentille convergente, en se plaçant suffisamment près, celui-ci est agrandi. Avec une lentille divergente, il est rétréci.

- Testez cela avec les deux lentilles disponibles : une convergente et une divergente.

On cherche à présent à mesurer leur distance focale.

3.1 Lentille convergente

On dispose d'une lampe, d'un objet et d'un écran. Le centre de la lentille est noté O. L'objet est représenté par la lettre A et l'image formée sur l'écran est représentée par la lettre A'.

1. Faire l'image de l'objet sur l'écran. Mesurer les distances algébriques $\overline{OA}$ et $\overline{OA'}$. Faire un schéma d'optique, avec les 3 rayons remarquables passant par A et A', le foyer objet F et le foyer image F'.
2. En déduire la valeur mesurée de la distance focale f' par la relation de conjugaison rappelée ci-dessous

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

3. Répéter cette mesure 5 fois (en gardant la lentille fixe), utiliser Excel pour compiler les valeurs de $\overline{OA}$, $\overline{OA'}$ et f' . Calculer la valeur moyenne de f' ainsi que son écart-type. L'incertitude type $u(f')$ est égale à l'écart type divisé par la racine du nombre de mesures.
4. Présenter le résultat final sous la forme "valeur moyenne $\pm$ incertitude" avec un nombre de chiffres significatifs cohérent.

3.2 Lentille divergente, viseur

On ne peut pas utiliser la même méthode, car l'image par une lentille divergente est virtuelle. Pour repérer sa position, il faut l'observer à travers un viseur.



1. Avant d'utiliser le viseur, utiliser un diaphragme ou des polariseurs pour atténuer grandement l'intensité de la lampe. Observer l'objet directement à travers le viseur (pas de lentille pour l'instant). Pour cela, on peut jouer sur 2 paramètres : la position du viseur sur le banc d'optique, et le réglage de la longueur du tube situé entre l'objectif et l'oculaire.
2. On peut aussi régler la longueur du tube de façon à voir l'objet nettement lorsque le viseur est à une distance donnée. Cette distance est appelée la frontale du viseur. Régler la frontale à 50 cm.
3. On place à présent la lentille divergente entre l'objet et le viseur. Translater le viseur jusqu'à retrouver une image nette.
4. L'image A' se trouve alors à 50,0 cm du viseur. En déduire la valeur de $\overline{OA'}$, puis la valeur de f' par application de la relation de conjugaison.

3.3 Lunette sur banc d'optique

Une lunette astronomique est un instrument d'optique permettant d'observer en plus gros les objets très lointains (donc à l'infini), et sans accommoder (pour cela, l'image doit aussi être à l'infini). Les viseurs utilisés juste avant peuvent devenir des lunettes si on règle la mise au point sur un objet lointain.

- Transformer votre viseur en lunette, observer à l'œil, et constater que l'image est agrandie et renversée.

Dans la suite, on cherche à "simuler" le fonctionnement d'une lunette sur banc d'optique, en créant un objet à l'infini, une lunette, et un œil fictif (figure 1).

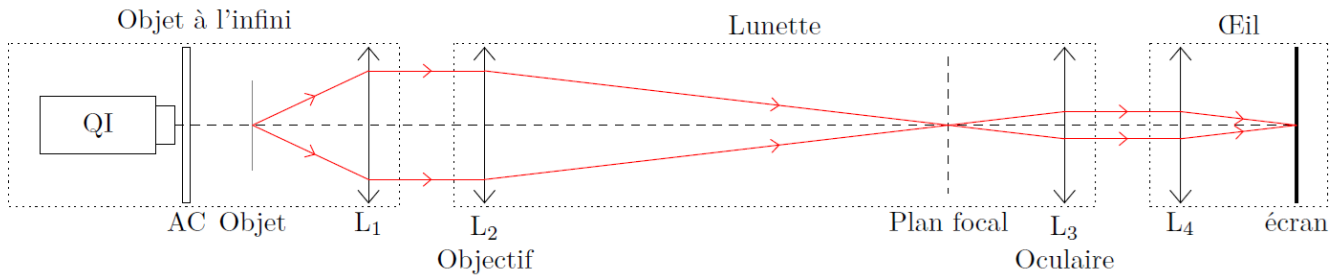
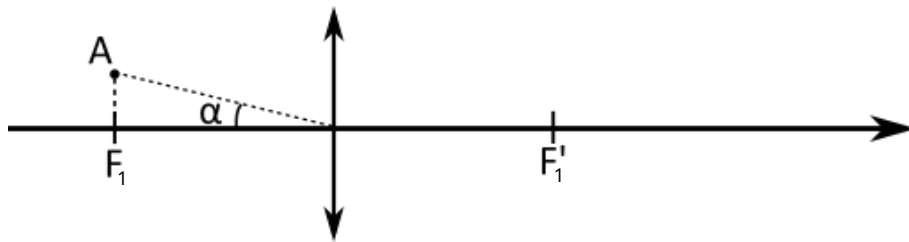
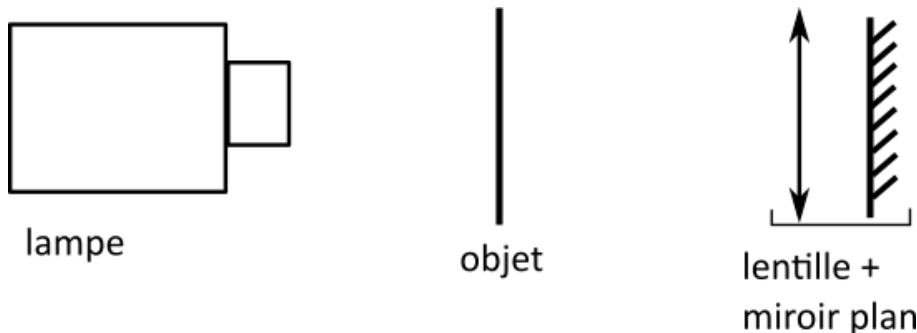


FIGURE 1 – Schéma de principe de la lunette sur banc d'optique.

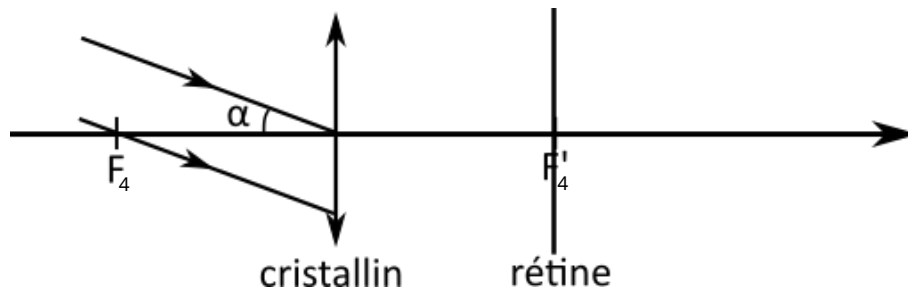
1. Pour créer un objet à l'infini sur un banc d'optique, on le place au foyer d'une lentille convergente L_1 de distance focale $f_1^l = 10$ cm. Compléter le schéma ci-dessous.



2. Pour placer cette lentille L_1 , on utilise la méthode d'autocollimation. Cette méthode consiste en l'utilisation d'un miroir plan que l'on place juste derrière la lentille. On translate alors le bloc {lentille + miroir} jusqu'à observer une image nette se formant dans le même plan que l'objet. Réaliser ce réglage.



3. Pour représenter l'œil qui n'accomode pas, on utilise une lentille L_4 de distance focale $f_4^l = 20$ cm, qui modélise le cristallin, et un écran qui modélise la rétine. Compléter le schéma ci-dessous.



4. Placer l'oeil fictif sur le banc d'optique à la suite de l'objet à l'infini précédent, à une distance de 1 mètre environ. Régler la distance entre cristallin et rétine pour que l'image soit nette. Régler les hauteurs au mieux pour que le trajet de la lumière soit horizontal.
5. Ajouter alors la lunette, constituée de la lentille L_2 de distance focale $f_2' = 50$ cm et de la lentille L_3 de distance focale $f_3' = 10$ cm. En théorie, si ces deux lentilles sont séparées de la distance $f_2' + f_3' = 60$ cm, on doit observer une image finale nette sur la rétine, renversée et 5 fois plus grande que l'objet. Réaliser le réglage en gérant les hauteurs et les espacements pour observer l'image nette et agrandie recherchée.