

TP 2 : Prisme dispersif

1. Introduction

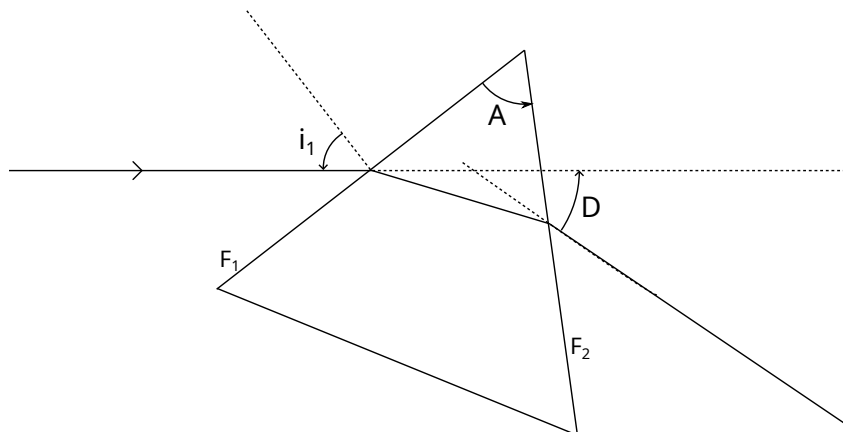
L'objectif est d'étudier la dispersion de la lumière par un prisme en verre.

Matériel :


- ▷ Lampe Mercure
- ▷ Goniomètre
- ▷ Miroir plan
- ▷ Prisme en verre crown

2. Étude théorique

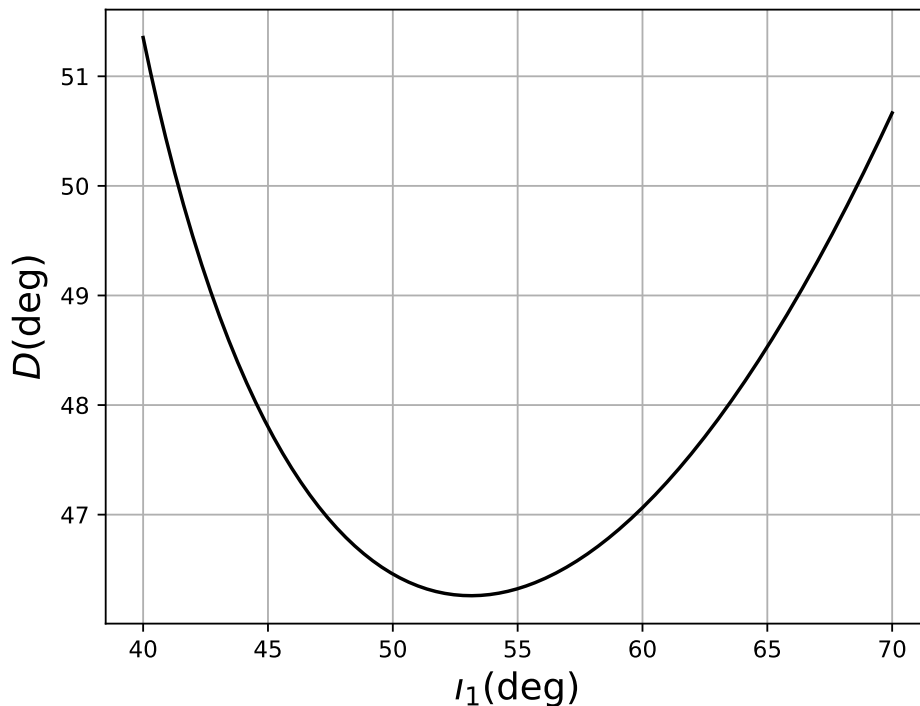
La base du prisme est un triangle équilatéral. Les deux faces utiles font donc entre elles un angle $A = 60^\circ$. On considère un rayon incident arrivant sur la face F_1 avec un angle i_1 par rapport à la normale (angle positif).



Le rayon sortant de la face F_2 fait un angle D (positif) par rapport au rayon incident, qui est l'angle de déviation du rayon par le prisme. Il dépend de la longueur d'onde. Le rayon réfracté dans le prisme fait un angle r_1 par rapport à la normale à F_1 et un angle r_2 par rapport à la normale à F_2 . Le rayon émergent fait un angle i_2 par rapport à la normale à F_2 .

[1]  Reproduire la figure et la compléter avec les angles définis ci-dessus. Écrire les relations permettant de calculer la déviation D pour des valeurs de i_1 , A et n (l'indice du verre) données.

La courbe ci-dessous représente l'angle de déviation en fonction de l'angle d'incidence, pour $n = 1,6$ et $A = 60^\circ$.



Soit D_m la déviation minimale. L'indice du verre s'exprime en fonction de D_m et de l'angle du prisme :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \quad (1)$$

La détermination expérimentale de la déviation minimale pour une raie donnée permet donc d'obtenir l'indice du verre pour cette raie.

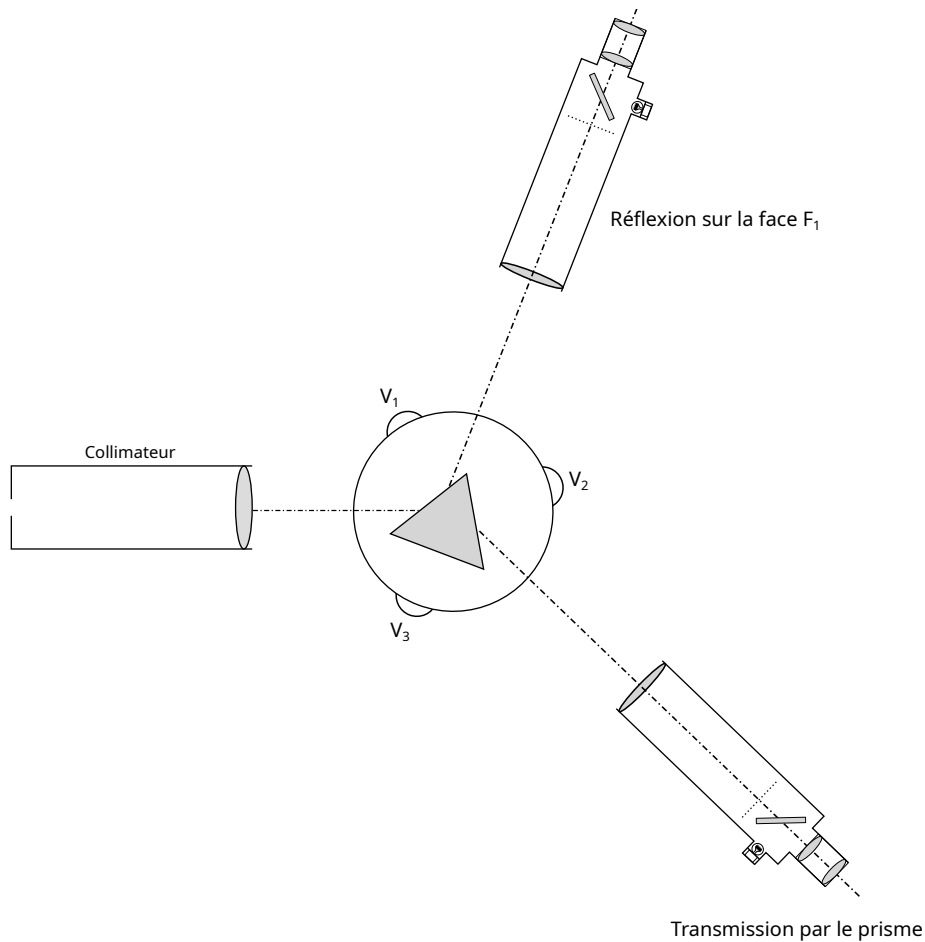
3. Principe des mesures

La source de lumière est une lampe à décharge à vapeur de mercure. On fera les mesures pour les deux raies les plus intenses : la raie verte de longueur d'onde $\lambda_1 = 546,1 \text{ nm}$ et la raie bleue de longueur d'onde $\lambda_1 = 435,8 \text{ nm}$.

L'expérience consiste à mesurer l'angle de déviation D de ces deux raies pour différentes valeurs de l'angle d'incidence i_1 .


Le goniomètre comporte un cercle fixe gradué de 0 à 360 degrés. Le plateau tournant sur laquelle la lunette est fixée comporte un vernier gradué en minute d'arc. Il y a en fait deux verniers et on utilisera celui qui permet de mesurer les deux positions extrêmes sans passer par la valeur 360. La position angulaire de la lunette se lit avec une précision de 1 minute d'arc en repérant le trait du vernier en coïncidence avec un trait de la graduation fixe.


La figure suivante montre l'orientation du prisme et les deux positions de la lunette :



La première position de la lunette permet d'observer l'image de la fente se formant par réflexion sur la face F_1 . On notera θ_r l'angle indiqué par le goniomètre dans ce cas, lorsque l'image de la fente coïncide avec le fil vertical du réticule. La seconde position de la lunette permet d'observer le spectre de raies après transmission par le prisme. Pour une raie donnée, on notera θ_t l'angle indiqué par le goniomètre lorsque cette raie coïncide avec le fil vertical du réticule.

[2] Par observation dans l'axe du collimateur, relever l'angle indiqué par le goniomètre correspondant aux rayons incidents. On notera cet angle θ_i . En principe, sa valeur est de 180 degrés.

[3]  Exprimer l'angle d'incidence i_1 en fonction de θ_i et θ_r .

[4]  Exprimer l'angle de déviation D en fonction de θ_i et θ_t .

4. Réglage du goniomètre

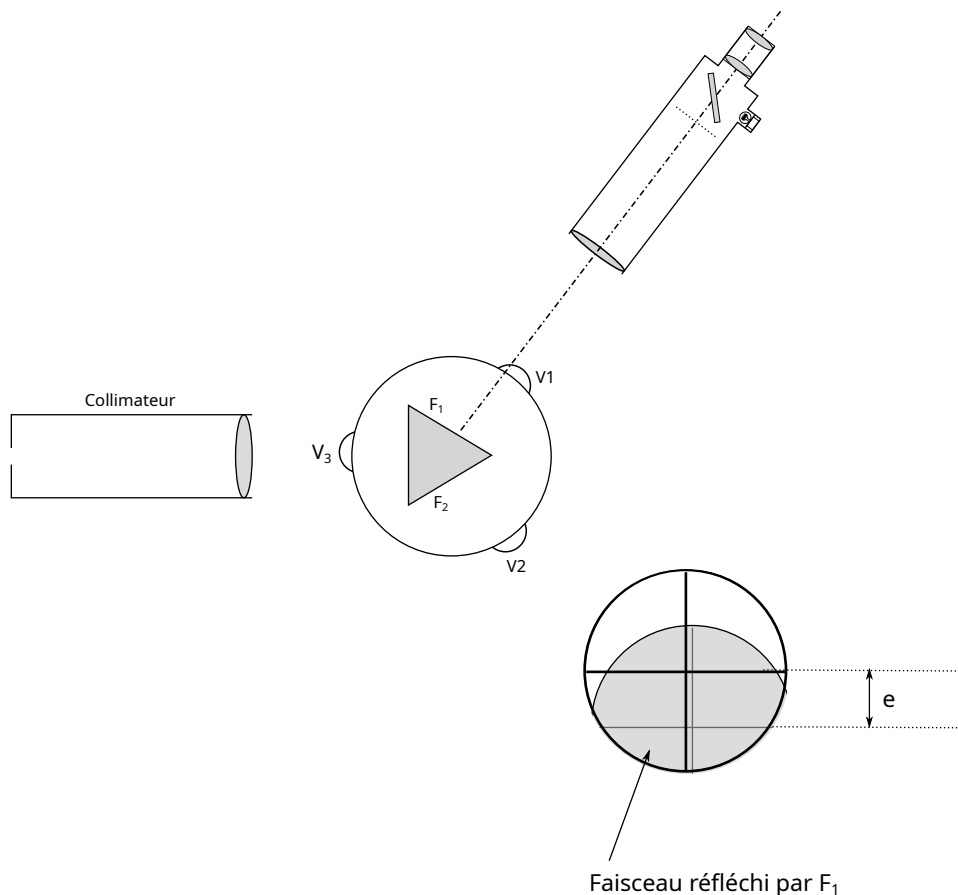
Le collimateur doit effectuer une image de la fente à l'infini et l'objectif de la lunette doit former l'image de la fente sur le plan du réticule.

[5] Régler la lunette par auto-collimation puis régler le collimateur.

L'axe de rotation du goniomètre (rotation de la lunette et du plateau) est, par construction, perpendiculaire à l'axe du collimateur donc à la direction des rayons incidents. Le prisme étant posé sur le plateau, le réglage du goniomètre a pour objectif de :

- ▷ rendre l'axe de la lunette perpendiculaire à l'axe de rotation,
- ▷ rendre les faces utiles du prisme parallèles à l'axe de rotation.

Pour faire ces réglages, le prisme est positionné comme indiqué sur la figure suivante :

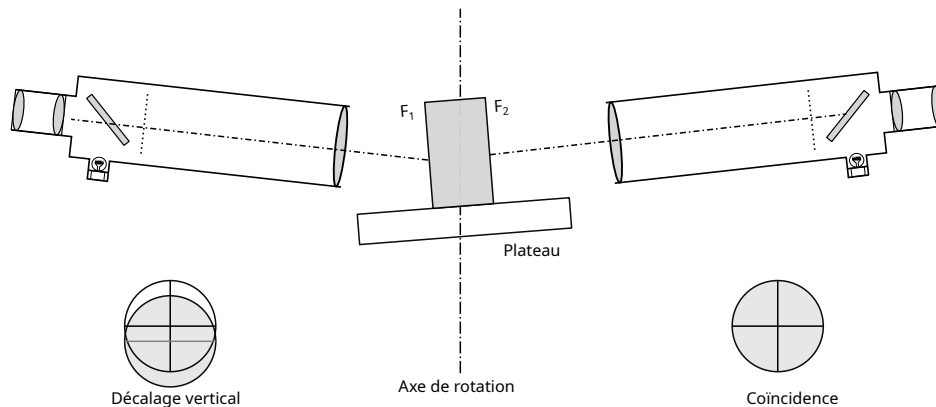


La vis V_1 permet de faire tourner le plateau autour de l'axe V_3V_2 . La vis V_2 permet de le faire tourner autour de l'axe V_3V_1 .

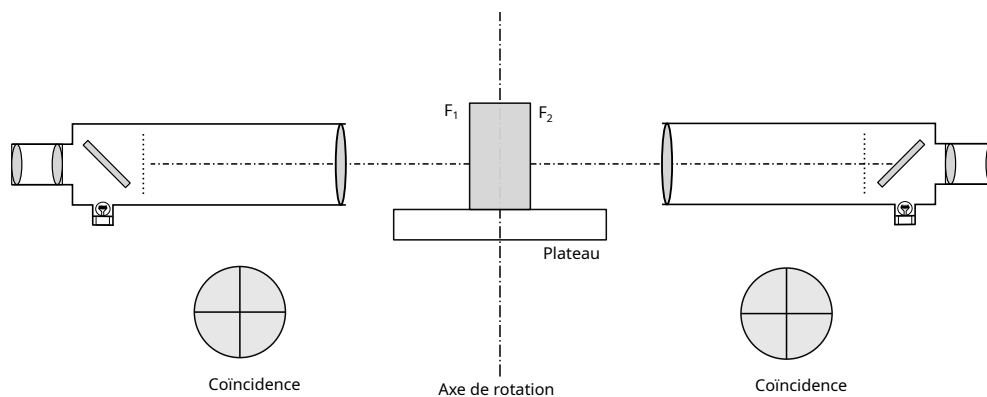
On commence par viser la face F_1 du prisme, en tournant la lunette pour que le faisceau de lumière du rétro-éclairage et réfléchi par cette face soit visible. On observe alors un décalage vertical e entre l'image directe du réticule et l'image par réflexion sur la face. Ce décalage doit être compensé pour moitié avec la vis du plateau V_1 , pour moitié avec la vis de réglage vertical de la lunette (située sous l'oculaire). Cette compensation étant réalisée, on tourne la lunette

de manière à viser la face F_2 , sur laquelle on effectue le même réglage. On recommence le réglage sur la face F_1 , puis sur la face F_2 et ainsi de suite jusqu'à ne plus observer de décalage vertical sur les deux faces.

La figure suivante représente les deux positions de la lunette (faisant en réalité un angle de 120 degrés) lorsque l'axe de la lunette n'est pas perpendiculaire à l'axe de rotation et lorsque les faces du prisme ne sont pas parallèles à l'axe de rotation :



La figure suivante représente les deux positions de la lunette lorsque le réglage est terminé :



[6] Au moyen du niveau à bulle, effectuer un positionnement horizontal du plateau. En fera en sorte que les trois vis soient à peu près à mi-course.


[7] Placer le prisme. Il s'agit de la position définitive sur le plateau. Lorsque la face F_1 est placée perpendiculairement à l'axe du collimateur par rotation du plateau, cet axe doit arriver à peu près au centre de la face. Faire un premier réglage grossier de l'inclinaison de la lunette afin que son objectif semble parallèle aux faces du prisme (on pourra déplacer le prisme en direction de l'objectif pour le vérifier).


[8] Effectuer le réglage du plateau et de l'inclinaison de la lunette comme indiqué ci-dessus, sans jamais déplacer le prisme sur le plateau.

Lorsque le réglage est terminé, le prisme ne doit plus être déplacé sur le plateau. Pour faire varier l'angle d'incidence i_1 , on fera donc tourner le plateau.

5. Travail expérimental


L'objectif est d'obtenir la déviation D pour différentes valeurs de l'angle d'incidence i_1 et de comparer ces résultats à la déviation donnée par le calcul théorique.


[9]  Observer le minimum de déviation lorsque l'angle d'incidence varie. Faire l'observation à l'œil nu puis avec la lunette.


[10]  Pour chacune des deux raies, mesurer la déviation minimale D_m . En déduire les indices n_1 et n_2 . Calculer leur incertitude.


On fera varier l'angle d'incidence entre 40 et 65 degrés environ. Les valeurs d'angle à relever expérimentalement sont θ_r , θ_{r1} (raie verte) et θ_{r2} (raie bleue). Le paramètre de contrôle de l'expérience est l'angle θ_r , qu'il faudra faire varier sur l'intervalle adéquat.

Créer un dossier à son nom dans `partage/TP_Revisions/TP2_Prisme`. Recopier le notebook `Prisme.ipynb` dans ce dossier et le renommer avec votre nom. Ce notebook contient une fonction qui permet de convertir un angle (positif) donné en degrés et minutes d'arc en sa valeur en degrés. Les angles relevés seront entrés dans un tableau (une ligne pour chaque angle d'incidence). Par exemple, un angle de 260 degrés et 10 secondes sera entré sous la forme 260.10.

[11]  Effectuer les mesures et entrer le tableau dans le notebook (au moins une quinzaine de points).

[12]  Tracer les points expérimentaux sur un graphique avec l'angle d'incidence en abscisse (en degrés) et l'angle de déviation en ordonnée (en degrés).

[13]  Écrire une fonction qui calcule la déviation pour une valeur d'indice n donnée et un angle d'incidence i_1 donné.

[14]  Tracer les deux courbes théoriques correspondant aux deux raies sur le même graphique que les points expérimentaux. Conclure.