

Le but de ce TP est de réviser les réglages d'un goniomètre : réglage de la lunette par autocollimation, réglage de la fente source, lecture du vernier (il s'agit d'un protocole déjà vu en MPSI). On va aussi profiter de ce TP pour vérifier la loi de Cauchy.

Un goniomètre est un appareil d'optique construit pour repérer les directions de faisceaux lumineux constitués de rayons parallèles. Il permet de mesurer des écarts angulaires entre ces faisceaux.

Matériel

- un goniomètre avec sa lunette, son collimateur et son vernier de lecture ;
- un prisme ;
- lampes spectrales à vapeur de sodium, cadmium et de mercure ;
- petit miroir plan pour réaliser l'autocollimation de la lunette.

I. Principe du goniomètre

Un goniomètre est principalement constitué :

- d'une platine graduée $0 - 360^\circ$ munie d'un support sur lequel est posée soit un prisme, soit un réseau. Ce support peut tourner autour d'un axe vertical passant par son centre ;
- d'un collimateur (C) constitué d'une fente (F) de largeur réglable et d'une lentille convergente (L_C) (figure 1) ; lorsque (F) est placée dans le plan focal objet de (L_C), le faisceau lumineux issu de (F) forme un faisceau de rayons parallèles.

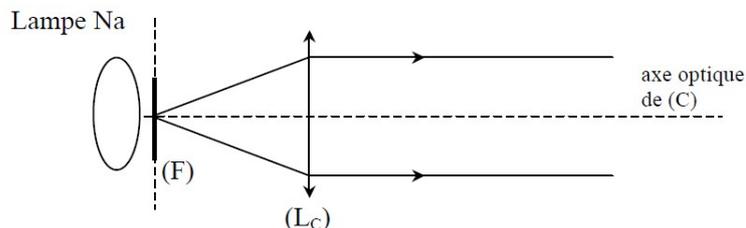


Figure 1 : Le collimateur (C)

- La lunette est constituée d'un réticule (R) (il s'agit d'une croix) et de 2 lentilles convergentes : un objectif (L_{Ob}) et un oculaire (L_{Oc}). (L_{Oc}) sert de loupe pour observer (R) sans fatigue et (L_{Ob}) sert à faire converger un faisceau de rayons // dans le plan de (R) qui doit donc être placé dans le plan focal image de (L_{Ob}) (figure 2).

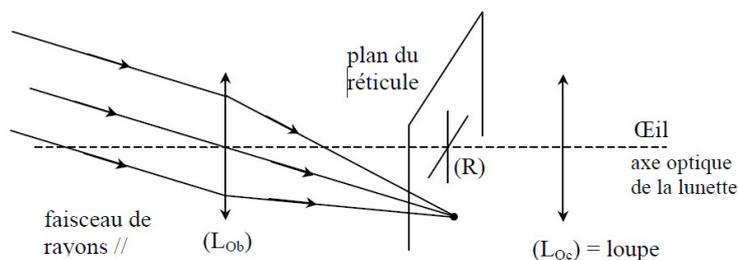


Figure 2 : Lunette de visée

1) Réglages

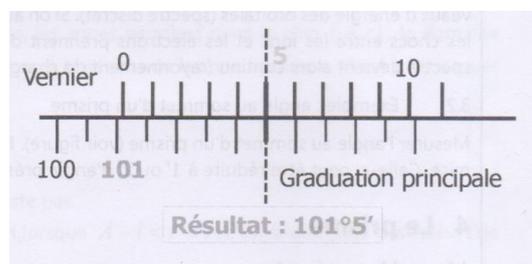
- Repérer les différents appareils ;
- Commencer par régler la lunette par autocollimation ;
- La fente source est éclairée par une lampe à vapeur de mercure Hg. Régler alors le collimateur en vous aidant de la lunette.

2) Repérage des angles

Le repérage des angles se fait en deux temps. Tout d'abord on lit sur la graduation principale, au demi-degré près, l'angle indiqué à partir de la graduation 0 de la partie mobile située au dessus de la graduation principale. Puis on utilise le vernier qui permet une mesure à la minute d'angle en repérant les graduations *coïncidentes*.

Sur l'exemple ci-contre :

La première lecture donne 101° . Ensuite la première graduation coïncidente avec une graduation du disque supérieur étant la numéro 5, on affine la mesure à $101^\circ 5'$ (5 minutes d'angle). Il n'est pas toujours facile de déterminer quelle est la graduation coïncidente. En cas de doute il est préférable de situer la mesure dans un intervalle avec une marge d'erreur de $1'$ à $2'$.



Rappel : $1' = 1/60^\circ$.

II. Vérification de la loi de Cauchy

1) Dispersion d'un verre

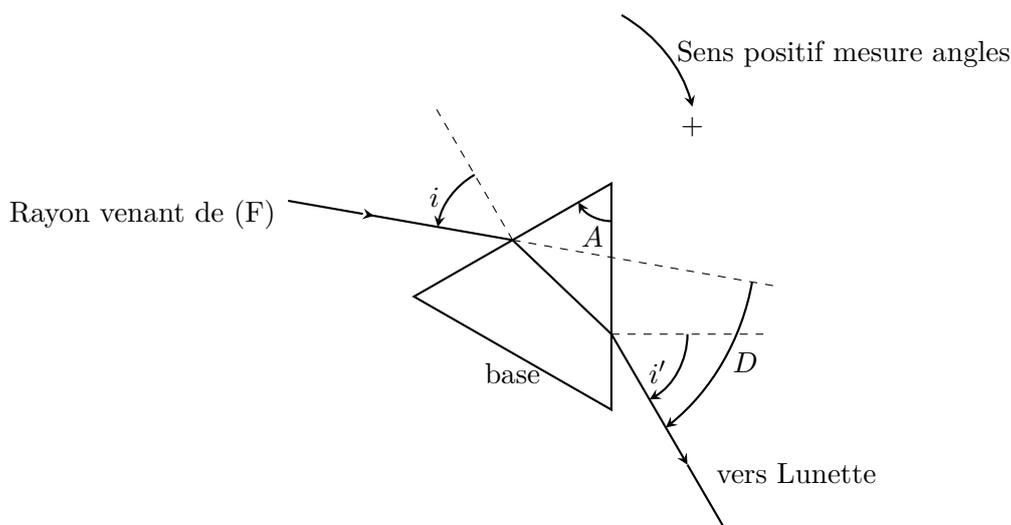
L'indice du verre qui constitue le prisme varie fortement avec la longueur d'onde selon la *loi de Cauchy* :

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} \quad A \text{ et } B \text{ constantes}$$

On dit que ce matériau est *dispersif*. On se propose de vérifier cette loi.

2) Principe

Les rayons issus de la fente source (F) qui traversent le prisme vont subir une déviation D (angle entre le prolongement du rayon incident et le rayon émergent du prisme). Cette déviation dépend de l'angle d'incidence i et, lorsque celui-ci varie, elle passe par un *minimum* D_{\min} .



- La dispersion de la lumière par le prisme entraîne la présence de différentes images colorées dues aux différentes longueurs d'onde présentes dans la lumière de la lampe Hg. Observer grâce à la lunette les différentes images de la fente source qui émergent du prisme.

Attention : l'angle d'incidence i doit vérifier $|i| > 30^\circ$ pour que les rayons puissent émerger du prisme.

- Faire pivoter le prisme sur la plate-forme (ce qui fait varier i) et constater que les différentes images se déplacent, d'abord dans un sens, puis dans l'autre : la déviation D passe par un *minimum* D_m .

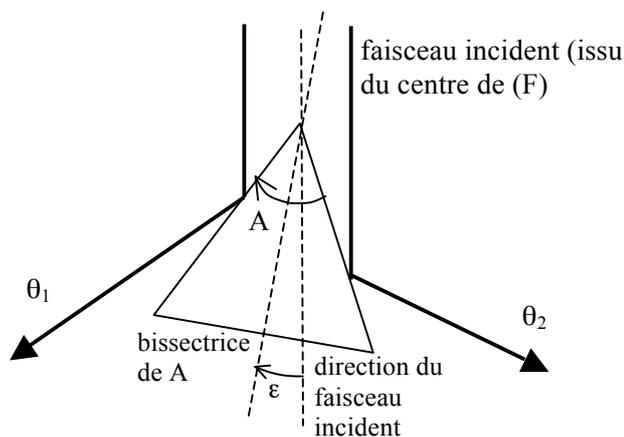
La mesure du minimum de déviation (pour une image colorée donnée) permet de mesurer l'indice n grâce à la relation :

$$n = \frac{\sin[(D_{\min} + A)/2]}{\sin(A/2)}$$

A étant l'angle au sommet du prisme.

3) Mesure de l'angle au sommet du prisme

- Positionner le prisme comme indiqué ci - dessous.



- L'angle ε sera rendu assez petit, mais sa valeur exacte n'a pas vraiment d'importance. Le *point important* est que le faisceau incident soit divisé en deux faisceaux qui se réfléchissent chacun sur une face du prisme.
- Mesurer sur la platine graduée les angles θ_1 et θ_2 correspondant aux directions des faisceaux réfléchis sur chaque face du prisme.
- On montre que $|\theta_2 - \theta_1| = 2A$ (indépendant de la valeur de ε). En déduire A ainsi que l'incertitude type sur A .

Remarque :

On ne demande pas de démontrer la formule précédente mais vous pourrez toujours le faire chez vous si vous souhaitez faire un exercice de pure géométrie.

4) Mesure des D_{\min}

Mesurer la déviation minimale de chacune des couleurs figurant dans le tableau. Tracer à l'aide de Python la courbe donnant l'indice en fonction de $1/\lambda^2$. Déterminer les valeurs expérimentales de A et B à l'aide de `np.polyfit`

| Couleur | Jaune | Jaune | Vert | Vert faible | Bleu intense | violet pâle | violet intense |
|----------------------|-------|-------|-------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| Longueur d'onde (nm) | 579,1 | 577,0 | 546,1 | 496,1 | 435,8 | 407,8 | 404,7 |