

TP N.05

Spectrométrie

Objectifs : Le but de ce TP est d'apprendre à le régler et de mesurer les angles de déviation d'un prisme. L'intérêt d'un goniomètre est de pouvoir mesurer des déviations angulaires de manière très précise.

Matériel : une lampe spectrale au sodium et une Hg-Cd, un spectromètre à fibre optique, un ordinateur, un goniomètre, un prisme, un petit miroir.

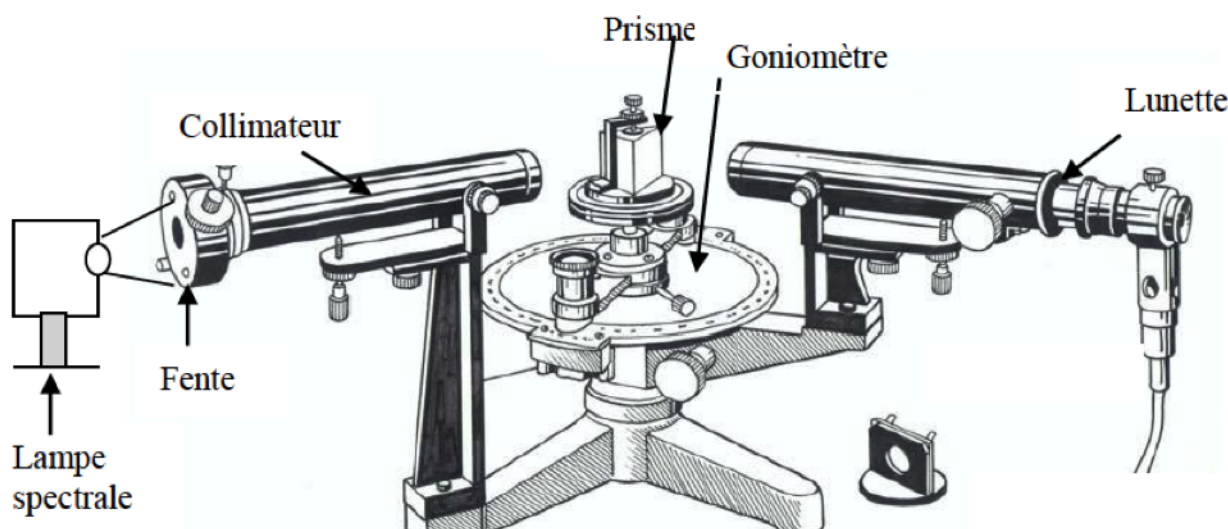
Capacités exigibles :

- Utiliser un viseur à frontale fixe, une lunette autocollimatrice avec un goniomètre.
- Utiliser des vis micrométriques et un réticule pour tirer parti de la précision affichée de l'appareil utilisé.
- Régler et mettre en oeuvre une lunette autocollimatrice et un collimateur.
- Mesure de l'angle au sommet du prisme, ainsi que son indice de milieu.
- Obtenir et analyser un spectre à l'aide d'un spectromètre.

1 Mesure d'un indice optique à l'aide d'un goniomètre :

Un goniomètre est un appareil d'optique permettant d'étudier les sources spectrales. L'appareil est constitué de trois éléments principaux :

- **une lunette** que l'on règle de manière afocale ;
- **un plateau** sur lequel on dispose le prisme muni d'un système de mesure d'angle que l'on nomme vernier ;
- **un collimateur** (lentille convergente) équipé d'une fente. Cette fente de largeur réglable sera éclairée par la lampe spectrale que l'on souhaite étudier.



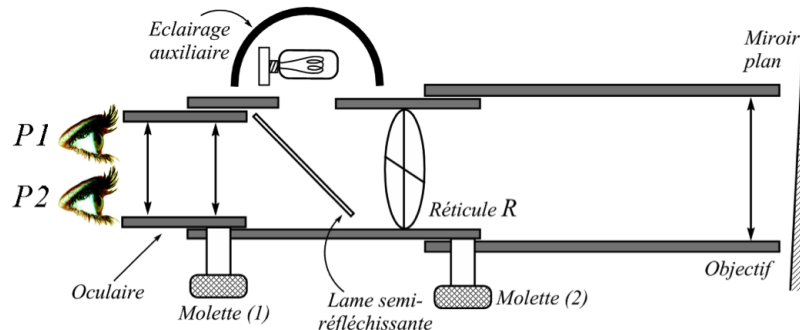
1.1 Réglage du goniomètre :

L'ensemble "prisme - plateau" devra être placé grossièrement horizontalement. Il reste ensuite à réaliser les réglages d'optique c'est-à-dire, dans l'ordre, celui de la lunette de visée et celui du collimateur.

1. La lunette de visée :

remarque 1. Deux solutions :

- soit on pointe un objet lointain assimilable à un objet à l'infini (clocher, arbre, . . .)
- soit la lunette est **autocollimatrice** et on peut alors régler l'Objectif par **autocollimation** (cf. schéma descriptif ci-dessous).

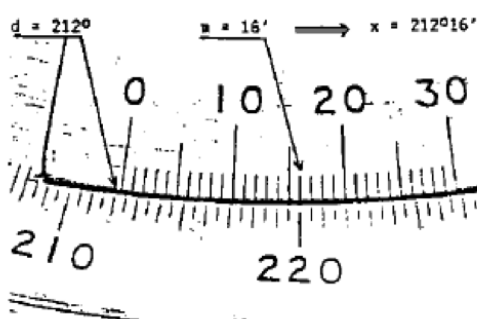


- Mettre en marche le dispositif d'éclairage du réticule .
- Déplacer l'oculaire jusqu'à voir nettement et sans accommoder les fils du réticule (ce réglage est personnel).
- Régler ensuite par auto-collimation la distance objectif-réticule. Pour cela :
 - Placer un miroir devant l'objectif
 - Régler la distance objectif-réticule de façon à obtenir une image nette du réticule à travers l'oculaire.
 - Cette image doit se situer dans le plan du réticule.
- Régler la planéité en s'assurant que la croix de la lunette et son reflet sont superposées.

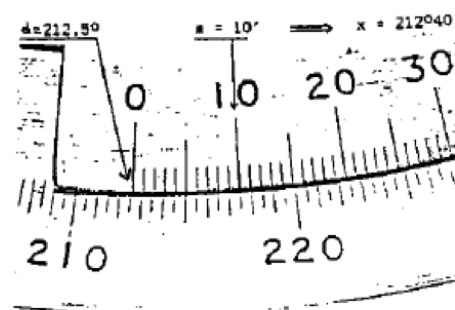
2. Le collimateur :

- Positionner la lunette de visée dans l'axe du collimateur.
- Éclairer la fente source à l'aide d'une lampe au sodium (la fente doit être fine).
- Ajuster la position de la fente par rapport à la lentille convergente de manière à voir son image nette à travers la lunette (veiller à ce que la fente et le réticule soient disposés de façon verticale).

1.2 Lecture d'un angle avec un vernier :



Exemple 1



Exemple 2

La lecture d'un angle se fait en deux temps :

- ★ Lire sur le cercle gradué la valeur d (en degrés et demi-degrés) correspondant à la position du zéro du vernier.

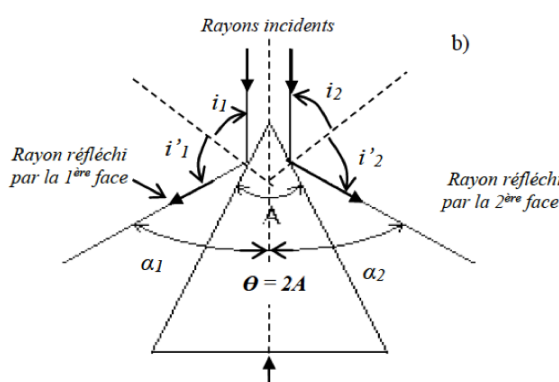
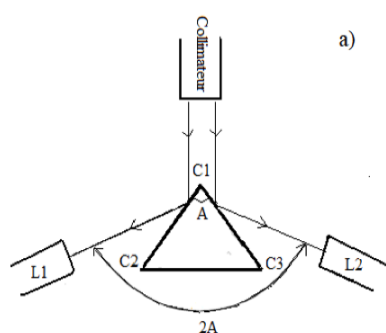
- ★ Chercher ensuite la graduation m du vernier en coïncidence avec une graduation du cercle gradué m représente les minutes puisqu'il y a 30 divisions pour un intervalle de un demi- degré.

Exemple 1 : Le zéro du vernier est entre les graduations 212° et 212.5° donc $d = 212^\circ$; la coïncidence donne $m = 16'$ donc $x = 212^\circ 16'$.

Exemple 2 : Le zéro du vernier est entre les graduations 212.5° et 213° donc $d = 212.5^\circ = 212^\circ 30'$; la coïncidence donne $m = 10'$ donc $x = 212^\circ 40'$.

1.3 Mesure de l'angle au sommet du prisme :

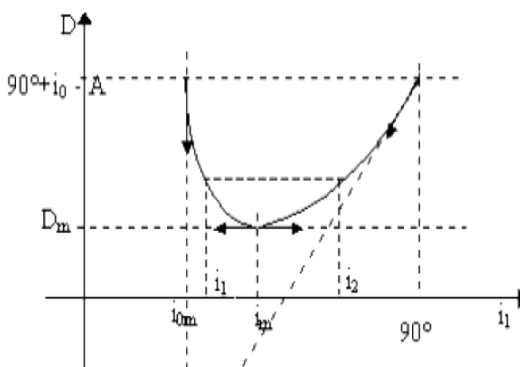
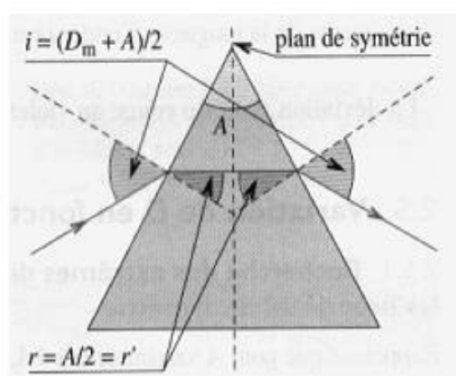
- ★ Diriger l'arête du prisme vers le collimateur éclairé par la lampe à vapeur de sodium.
- ★ Viser successivement à l'aide de la lunette les deux faisceaux réfléchis par les 2 faces du prisme (sans bouger le prisme!).
- ★ Noter les positions angulaires α_1 et α'_1 de la lunette. On peut montrer que l'on a $2A = |\alpha'_1 - \alpha_1|$.



1.4 L'angle minimum de déviation :

1. Repérage du minimum de déviation :

- ★ Éclairer le prisme en incidence la plus rasante possible comme schématisé ci-contre.
- ★ En regardant directement dans le prisme, chercher le rayon dévié à l'œil nu. Positionner la lunette de visée dans cette direction et viser précisément la lumière réfractée.



- ★ Faire ensuite tourner l'embase du prisme de façon à se rapprocher de l'incidence normale tout en observant à la lunette la lumière réfractée. La raie lumineuse réfractée se déplace d'abord dans le sens de rotation du prisme puis repart en sens inverse.
- ★ Viser précisément la raie lumineuse lorsque son sens de déplacement s'inverse : **c'est le minimum de déviation.**

2. Mesure de l'angle :

- ★ Noter très précisément (à l'aide du vernier) la position angulaire β_1 de la lunette une fois pointée en direction de ce minimum de déviation.
- ★ Amener le prisme dans la position symétrique de la position précédente par rapport au collimateur et refaire le réglage du minimum de déviation.
- ★ Noter très précisément la nouvelle position angulaire β_2 de la lunette.
- ★ On peut montrer que la valeur D_m du minimum de déviation est donnée par $2D_m = |\beta_1 - \beta_2|$. On rappelle la relation :

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

- ★ En déduire l'indice du prisme pour le doublet jaune du sodium ($\lambda = 589\text{nm}$).

2 Mesure d'un spectre lumineux :

Un spectromètre est un appareil qui permet la séparation d'une lumière en ses différentes composantes spectrales. Dans la majorité des cas, elle est basée sur l'utilisation d'un réseau pour séparer les différentes longueurs d'ondes.

1. **Exemple :** Les différentes raies spectrales d'une lampe Hg-Cd.

Couleur	violet	violet	bleu	cyan	vert	vert	vert	jaune	jaune	rouge
λ (nm)	405	436	468	472	480	509	546	577	579	644

Tab. 1 – Les différentes raies spectrales d'une lampe Hg-Cd

2. **Étude de la dispersion :**

- ★ Remplacer la lampe au sodium par la lampe Hg-Cd et mesurer les déviations minimales pour les diverses raies.
remarque 2. Pour des raisons d'efficacité, il est conseillé de mesurer d'abord toutes les positions β_1 pour toutes les longueurs d'onde puis de tourner le prisme pour mesurer ensuite toutes les positions β_2 .
- ★ En utilisant les valeurs de la Table 1, calculer les indices pour les diverses longueurs d'onde. Tracer n en fonction de λ^{-2} . Cette courbe est **la loi de Cauchy** qui donne l'indice optique en fonction de la longueur d'onde.