

TP 5 : Spectrogoniomètre à prisme

💡 Compétences expérimentales exigibles du programme :

- ✓ Mesurer un angle avec un goniomètre
- ✓ Utiliser une lunette autocollimatrice.
- ✓ Utiliser des vis micrométriques et un réticule.
- ✓ Régler et mettre en œuvre une lunette autocollimatrice et un collimateur.



But du TP

Apprendre à manipuler un goniomètre et l'utiliser pour déterminer l'indice de réfraction n d'un prisme à différentes longueurs d'onde puis tester la validité de la loi de Cauchy, selon laquelle $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$, avec A et B deux constantes.

Matériel :

- | | | |
|--------------|--|-----------------------------|
| — Goniomètre | | — Miroir plan |
| — Prisme | | — Lampe à vapeur de mercure |

I Travail préparatoire 🏠

I.1 Étude de la déviation par le prisme → ex.2 du DS n° 1 (et DM)

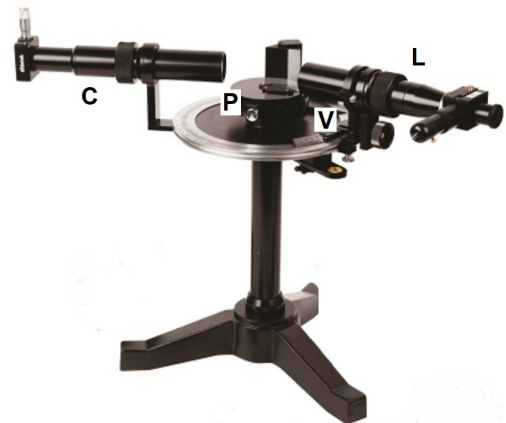
I.2 Description générale du goniomètre

Le goniomètre est un appareil destiné à la mesure précise des angles.

★ Matériel

Le goniomètre est constitué de 4 parties :

- un collimateur C : système formé d'une fente source et d'une lentille mince convergente (l'objectif du collimateur).
- une lunette autocollimatrice L (= lunette de visée à l'infini) montée sur un support mobile autour de l'axe central et constituée d'un oculaire, d'un objectif et d'un réticule.
- une platine P mobile en rotation autour de l'axe central, sur laquelle on dispose le prisme.
- un vernier V qui permet une mesure précise de la position de la lunette.



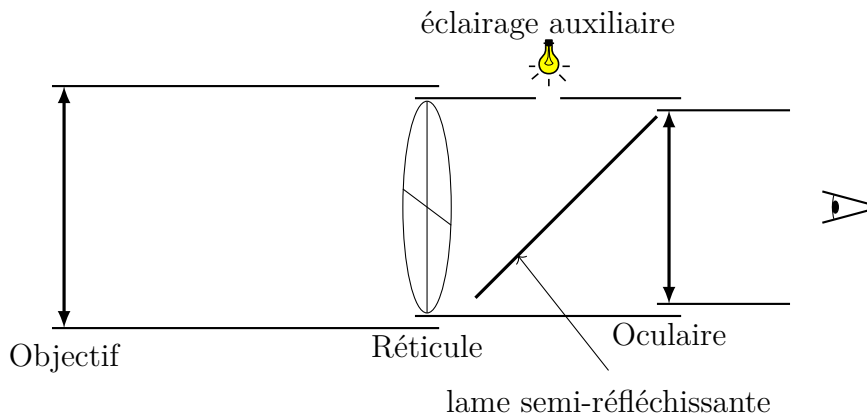
Le collimateur permet de former un faisceau de lumière parallèle à partir de la fente éclairée par la source lumineuse. Ainsi, tous les rayons atteignent le prisme sous le même angle d'incidence. La lunette, réglée à l'infini, permet ensuite d'observer à l'œil l'image de la fente dans la direction où elle se forme. Les images correspondant à deux radiations de couleurs différentes sont observées dans des directions différentes. Le vernier permet alors de mesurer la position angulaire de chaque radiation du spectre d'émission.

II Réglage du goniomètre

Pour régler le goniomètre, **on part de l'œil pour arriver à l'objet** : on commence donc par régler l'oculaire de la lunette, puis l'objectif de la lunette et enfin le collimateur.

II.1 Réglage de la lunette autocollimatrice


Objectif du réglage de la lunette autocollimatrice : la lunette doit donner d'un objet à l'infini une image au punctum remotum de l'œil (situé à l'infini pour un œil « normal ») pour que l'observation soit sans fatigue pour l'œil de l'observateur.



Protocole

Étape ① : Régler l'oculaire à sa vue (comme pour le réglage du viseur au **TP3**) : cela consiste à placer le réticule dans le plan focal objet de l'oculaire afin que son image par l'oculaire se forme à l'infini (qui est le PR pour un œil normal). Ce réglage s'effectue au moyen de la molette située sous l'oculaire :

- Éclairer le réticule avec l'éclairage auxiliaire et disposer la lame semi-réfléchissante dans le champ (grâce au levier situé sur la lunette)
- Placer l'œil près de l'oculaire et sortir l'oculaire en le dévissant jusqu'à ce que l'image du réticule cesse d'être nette.
- Repousser ensuite doucement l'oculaire pour retrouver la netteté : Le réglage correct correspond au **tirage maximal de l'oculaire** pour lequel le réticule paraît net.

 **Le réglage de l'oculaire est un réglage personnel** (il faut voir net le réticule **sans accommoder**, et le PR peut-être différent d'une personne à une autre) et doit être refait à chaque changement d'utilisateur.

Étape ② : Régler la lunette sur l'infini par autocollimation : cela consiste à placer le réticule dans le plan focal objet de l'objectif. Ce réglage s'effectue par autocollimation par réflexion sur un miroir plan placé à la sortie de la lunette.

- L'éclairage auxiliaire étant allumé, placer un miroir plan contre la lunette.
- Avec l'œil collé à l'oculaire, observer les 2 images : l'image directe du réticule par l'oculaire et l'image du réticule après réflexion sur le miroir plan.
- Modifier le tirage de l'objectif de manière à ce que l'image du réticule soit aussi nette que le réticule lui-même (ces deux images se forment alors dans le même plan).
- Vérifier le réglage en déplaçant l'œil transversalement devant l'oculaire : les traits doivent se déplacer « en bloc », et pas l'une par rapport à l'autre.


Remarque : Ce réglage est indépendant de l'observateur, ainsi que de la position et de l'orientation du miroir.

II.2 Réglage du collimateur

Objectif du réglage du collimateur : Un collimateur sert à créer un objet à l'infini. Le réglage consiste à placer la fente du collimateur dans le plan focal objet de l'objectif du collimateur de façon à obtenir une image nette à l'infini (on obtient un faisceau de lumière parallèle).

Protocole

- À l'aide de la lunette de visée à l'infini réglée préalablement, viser la fente d'entrée éclairée du collimateur (prendre une fente plutôt fine pour éviter d'être ébloui).
- Agir sur la bague de tirage du collimateur pour observer la fente nette à travers la lunette autocollimatrice.

 **On ne touchera plus à la bague de tirage du collimateur** (mais largeur de la fente pourra être réglée si besoin).


II.3 Lecture sur un vernier

Méthode

Lecture sur un vernier : Les angles sur le vernier du goniomètre se lisent sous la forme :

$$\theta = N(^{\circ}) n(') \quad \text{Ex : } 15^{\circ}24'$$

- avec N (en degrés) la graduation de la partie fixe qui se situe juste avant le zéro de la partie mobile (\rightarrow lecture au demi-degré car la partie fixe est graduée au demi-degré).
- on ajoute à cette valeur n minutes d'arc (notées $'$) en lisant la graduation de la partie mobile qui coïncide avec une graduation de la partie fixe.

 **La partie fixe étant graduée au demi-degré et la partie mobile ayant 30 graduations, on a bien une lecture à la 1 minute d'arc.**

III Mesure de l'indice du prisme

L'étude théorique de la déviation par le prisme d'angle A a permis d'établir que la relation entre la déviation minimale D_m et l'indice du prisme n sont reliés par :

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

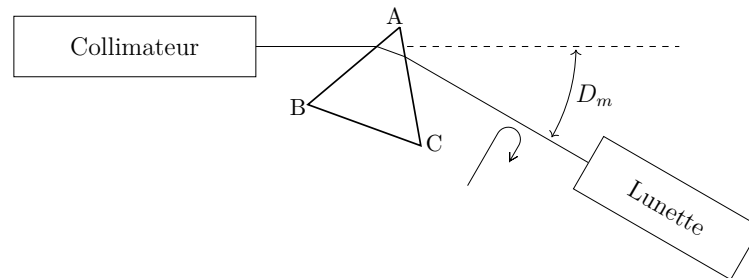
Sachant que le prisme utilisé a un angle au sommet $A = 60^{\circ}$, quelle autre grandeur faut-il déterminer expérimentalement pour déterminer l'indice du prisme ?

Protocole

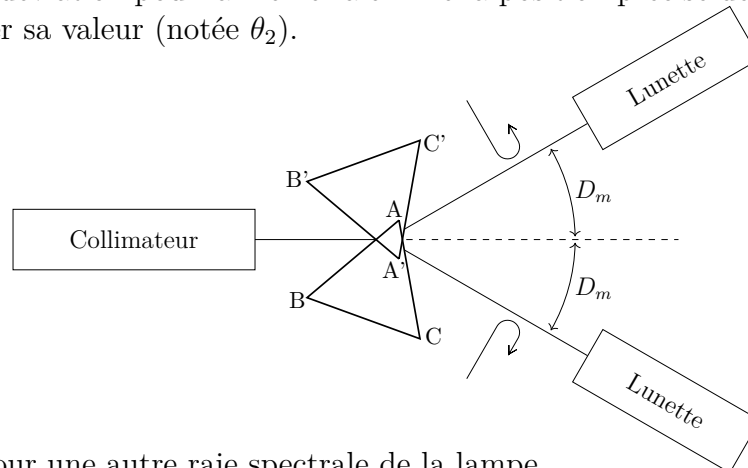
- Vérifier que l'éclairage auxiliaire de la lunette est éteint, que la lampe spectrale est allumée, et que la fente du collimateur n'est pas trop fine.
- Éclairer le prisme sur une de ses deux faces utiles (on la note AB), puis faire tourner la platine de façon à avoir un faisceau émergent par l'autre face (AC), le faisceau ne doit pas subir de réflexion totale à l'intérieur du prisme. Dans cette première étape, rechercher le faisceau émergent à l'œil nu (en écartant la lunette si elle gêne).

🔧 Protocole (suite)

- Choisir une raie spectrale et faire tourner la platine de façon à ce que le faisceau émergent se rapproche de la direction du collimateur. Continuer à faire tourner la platine jusqu'à ce que le faisceau « reparte dans le sens contraire ». Au moment précis où le faisceau rebrousse chemin, on est au minimum de déviation.
- Amener alors la lunette devant l'œil pour parachever le réglage du minimum de déviation : le faisceau doit alors se trouver sur la raie verticale du réticule. La largeur de la fente du collimateur peut être ajustée pour une meilleure précision. Lire la position précise de la lunette avec le vernier, et relever sa valeur (notée θ_1).



- Faire tourner la platine pour éclairer l'autre face du prisme (notée $A'B'$) et faire la recherche du minimum de déviation pour la même raie. Lire la position précise de la lunette avec le vernier, et relever sa valeur (notée θ_2).



- Recommencer pour une autre raie spectrale de la lampe.

- Q1. Comment déterminer D_m pour chaque raie avec les mesures expérimentales ?
- Q2. Entrer les valeurs expérimentales brutes dans Regressi et déterminer la valeur de l'indice du prisme pour chaque raie.
- Q3. Quel graphique serait-il judicieux de construire pour tester la validité de la loi de Cauchy pour le verre constituant le prisme ? (« La représentation de ... en fonction de ... devrait donner ... »)
- Q4. La loi de Cauchy est-elle vérifiée pour le verre constituant ce prisme ?

Données

La lampe à vapeur de mercure est une lampe spectrale donnant un grand nombre de raies réparties dans tout le spectre visible et de longueurs d'ondes connues :

Lampe	Couleur	λ en nm	Intensité
Mercure	rouge	690,7	faible
		623,4	faible
		612,3	très faible
		607,2	très faible
	jaune	579,1-577,0	doublet intense
	vert-jaune	546,1	très intense
	vert	496,0	très faible
	bleu-vert	491,6	faible
	bleu-violet	435,8	intense
	violet	407,8	très faible
404,7		intense	