

TP N° 02

SPECTOMETRIE A PRISME ET A DISPERSION

1-BUT DE LA MANIPULATION:

- Etude de la couche de dispersion de la lumière visible par un prisme en verre.
- Calcul de pouvoir de résolution d'un prisme.

2- MATÉRIEL UTILISÉ :

- une source lumineuse et son alimentation
- collimateur
- Vernier (V)
- un disque gradué permettant la mesure directe des angles
- Table tournante à prisme (T)
- un télescope ou lunette
- de prisme (verre FLINT)

3-THEORIE ET PRINCIPE :

Le spectromètre (qu'on appelle aussi spectro-goniomètre) constitue un instrument optique de précision conçu pour mesurer les spectres des sources lumineuse par mesure d'angle. Il comprend un collimateur, une plaque tournante (ou table tournante) et un télescope ou lunette, tous ces éléments sont disposés de manière à tourner d'un même axe vertical (voir la **Figure .2**).

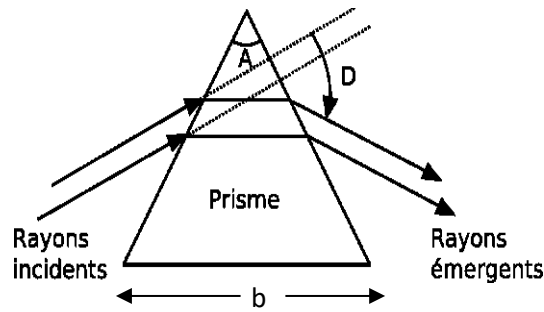


Figure .1

Le collimateur (C) est conçu pour projeter un faisceau lumineux à rayons parallèles après une mise au point précise. La table à prisme (t) peut tourner autour de l'axe central de l'instrument. On peut régler sa hauteur et son niveau, et lire sa position angulaire sur échelle graduée (G) horizontale qui en fait le tour, aux moyens d'une série de vernier (v) se déplaçant avec elle

Le télescope ou la lunette (L) tourne autour de ce même axe et l'on est en mesure de relever sa position angulaire sur la même échelle à l'aide du vernier (v). On emploie la lunette pour regarder le faisceau lumineux à rayons parallèles émergent du prisme (**Figure .2**).

Après avoir calibré (règle) le spectromètre de manière adéquate on peut procéder à une série de mesures angulaires.

Des rayons lumineux qui traversent un prisme d'angle d'ouverture A sont réfractés aux deux faces du prisme d'indice de réfraction n . On démontre (**voir cours**) que la direction D (angle entre les rayons incidents et émergents) passe par une valeur maximale D_{min} (**Figure .1**) donnée par

$$n = \frac{\sin\left[\frac{A+D_{min}}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

La connaissance de D_{\min} et A permet de mesurer l'indice du prisme. On sait que l'indice de réfraction n est une fonction de la longueur λ de la radiation qui traverse le prisme (le verre), en effet $n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$ (relation de Cauchy)

Par conséquent le prisme aura deux indices $n(\lambda)$ et $n(\lambda + \Delta\lambda)$ pour deux radiations de longueurs d'onde λ et $\lambda + \Delta\lambda$, donc des déviations maximales $D_{\min}(\lambda)$ et $D_{\min}(\lambda + \Delta\lambda)$ différents.

L'intérêt du spectromètre est de pouvoir séparer deux raies spectrales λ et $\lambda + \Delta\lambda$ aussi voisines que possible la grandeur physique qui nous renseigne sur les performances du spectromètre est appelée POUVOIR DE RESOLUTION qui est égale pour un prisme

donné : $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = b \left| \frac{dn}{d\lambda} \right|$

Où b est la base de prisme (fig2) et $\frac{dn}{d\lambda}$ la dispersion (ou le pouvoir dispersif).

4-PREPARATION THEORIQUE :

Connaissant la valeur de l'angle A du prisme et celle de D_{\min} on peut évaluer la valeur de l'indice « n » du verre du prisme, pour deux lumières monochromatiques choisies, à partir de la relation :

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

Pour un prisme en flint (verre optique) d'angle $A = 60^\circ$, On mesure expérimentalement le minimum de déviation du prisme pour 2 rayons monochromatiques et on trouve les résultats suivants :

Longueur d'onde	Angle D_{\min}
$\lambda_1 = 768 \text{ nm}$	$D_{\min} = 47.24^\circ$
$\lambda_2 = 434 \text{ nm}$	$D_{\min} = 50.46^\circ$

1- Calculer la valeur de l'indice « n » du verre du prisme, pour les deux lumières monochromatiques choisies. Que constate-on ?

2- Comment déterminer les valeurs des coefficients A et B, d'après la loi de Cauchy.

3- Décrire l'aspect de la lumière, observée, à la sortie du prisme lorsque on utilise une lumière blanche.

4- Pourquoi la lumière violette ($\lambda=400$ nm) est plus déviée que la lumière rouge ($\lambda=750$ nm)? Justifier votre réponse.

5- MANIPULATION ET MONTAGE :

1. Placer une lampe à vapeur de mercure très près de la fente (F) du collimateur (attendez au moins 5 min avant de commencer les mesures).

2. Le collimateur (C) et la lunette (L) étant parfaitement alignés, obtenez l'image de la fente (F) au niveau de l'oculaire (O). Réglez l'ouverture de (F) de sorte à avoir une image (confondue avec le réticule (R) aussi fine et verticale que possible au niveau de (O) Notez alors l'angle θ_0 .

3. Placez le prisme en verre FLINT sur la table tournante de sorte que l'une de ses faces soit légèrement inclinée par rapport à l'axe de collimateur.

4. Le collimateur et le prisme étant immobiles, tourner la lunette (L) de sorte à obtenir (voir) les raies de spectre d'émission de la vapeur de mercure.

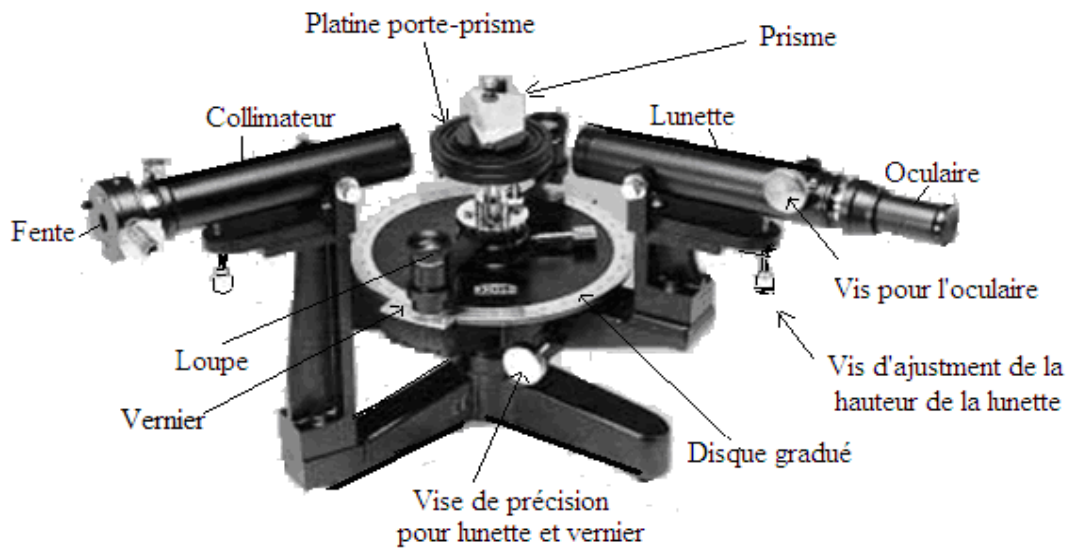


Figure .2

➤ **Mesures**

➤ **Angle du prisme A**

i) Recevoir le pinceau de rayons issu du collimateur sur l'arête du prisme de façon à ce qu'il se partage à peu près également sur les deux faces utiles du prisme. Viser alors au moyen de la lunette, dans les pinceaux réfléchis, les images de la fente et noter leurs abscisses angulaires : x et x' . Observez-vous des raies de différentes couleurs ? Pourquoi ?

ii) Les directions des pinceaux réfléchis forment un angle égal à $2A$, on a donc $A = (x' - x)/2$. Déterminer A . Cette valeur vous semble-t-elle en accord avec une évaluation visuelle de l'angle au sommet du prisme ?

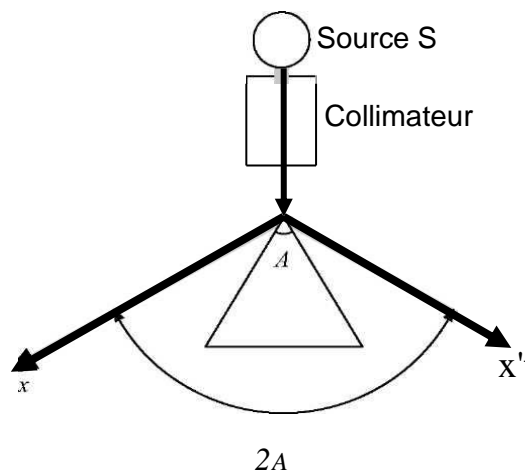


Figure .3

6-QUESTIONS :

1. Calculer alors D_{\min} pour au « au moins » six (06) raies du spectre (voir remarque).
2. Tracer le graphe de $n(\lambda)$.
3. Déterminer à partir du graphe de $n(\lambda)$ la dispersion $\left| \frac{dn}{d\lambda} \right|$ pour la raie jaune ($\lambda=0,578\mu\text{m}$) et la raie bleu ($\lambda=0,4916\mu\text{m}$).
4. Mesurer « b » (la base de prisme).
5. Déduire le pouvoir de résolution R pour les deux raies citées dans la question 1.
6. Conclusion.

Les données:

Couleur	Rouge	Jaune	Vert	bleu-vert	Bleu	Violet
$\lambda_i(\text{nm})$						
D_{\min}						
$n(\lambda_i)$						

➤ CONCLUSION:

.....
.....
.....

➤ **REMARQUE** : on donne les longueurs d'onde des raies du spectre du mercure (les raies principales seulement).

λ (Rouge)=627,3 nm

λ (Jaune)=579,8 nm

λ (vert)=546,1 nm

λ (bleu-vert)=493,9 nm

λ (Bleu)=435,8 nm

λ (violet)=405,1 nm