

Spectroscopie



Prérequis : réglage du goniomètre, lecture d'un vernier, minimum de déviation

Objectif ✓ : savoir utiliser un goniomètre avec un réseau.

Savoir 📖 : vocabulaire (ordre, minimum de déviation).

Savoir-faire 🛠️ : lecture d'un vernier, repérage du minimum de déviation.

Précautions :

- Contrôle de la luminosité en sortie du collimateur : cf. « Réglage du goniomètre » page 1.
- Se protéger contre les sources de lumière parasite (paillasses voisines, écrans d'ordinateur...).
- Attention lors de la lecture de verniers.
- Aucun arrondi dans les calculs (angles mesurés à la minute près).
- Calculatrice dans le mode correct (degrés / radians).

Notion de minimum de déviation (cf. vidéos)

Lorsque on fait donc varier l'angle d'incidence sur le système dispersif en tournant le plateau supportant le prisme ou le réseau, on remarque qu'il existe un minimum de déviation pour le rayon émergent (la déviation est mesurée par rapport au rayon incident).

Cette déviation minimum est notée $D_m(\lambda)$ car elle dépend de la longueur d'onde λ de la radiation étudiée.

L'objectif de la spectroscopie est précisément de déterminer λ .

La spectroscopie à prisme est moins performante que la spectroscopie à réseau (et le lien entre la mesure de $D_m(\lambda)$ et λ est plus compliqué) mais elle permet de visualiser plus simplement le minimum de déviation (car il n'existe qu'un seul spectre en sortie).

Le protocole de mesure de $D_m(\lambda)$ est le même dans les deux cas ; il nécessite deux visées.

Spectroscopie à prisme

Théorie (admise)

L'étude du prisme permet d'établir que l'indice n du prisme dépend de la longueur d'onde dans

$$\text{le vide } \lambda \text{ de la radiation considérée : } n(\lambda) = \frac{\sin\left(\frac{A + D_m(\lambda)}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \text{ où } A \text{ est l'angle au sommet du}$$

prisme et $D_m(\lambda)$, le minimum de déviation pour la radiation de longueur d'onde dans le vide λ .

Les prismes utilisés sont équilatéraux donc $A = 60,00^\circ$.

Mesure du minimum de déviation pour une longueur d'onde λ

1/ Repérage à l'œil nu

- Chercher le spectre à l'œil en sortie du prisme (déviation du faisceau vers la base).
- Choisir une raie donnée dans le spectre et ne plus la quitter des yeux.
- Faire tourner doucement le socle du prisme dans un sens : rechercher la position du prisme correspondant au « demi-tour » de la raie.



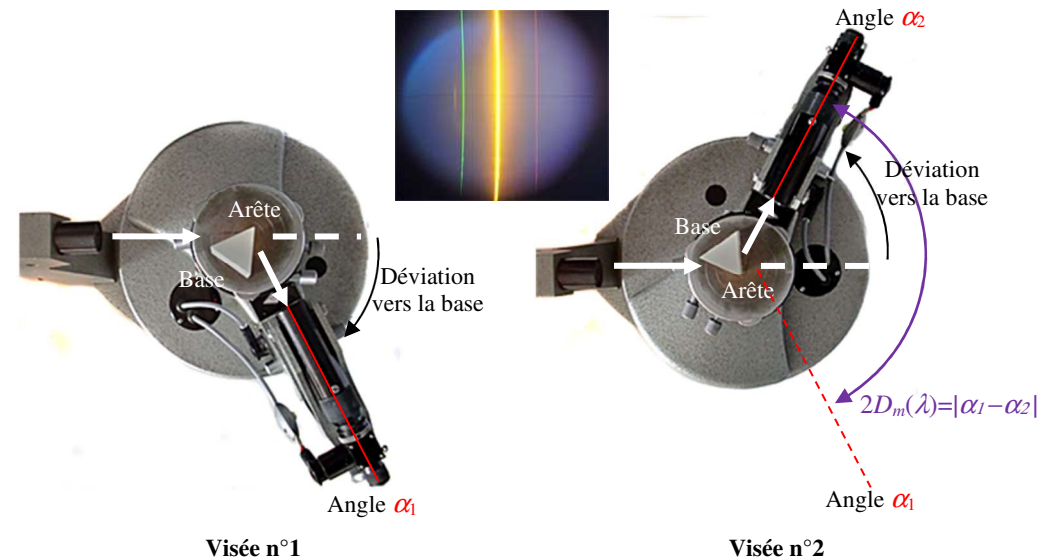
En cas d'échec tourner le socle en sens inverse.

Répéter l'opération plusieurs fois afin de déterminer au mieux la position du demi-tour.

- Sans bouger la tête latéralement, placer la lunette devant l'œil et affiner la position précédente en utilisant le même protocole.

2/ Principe des mesures

- **Visée n°1** : positionner le réticule vertical exactement à l'endroit où la raie étudiée effectue un demi-tour, noter l'angle α_1 .
- **Visée n°2** : procéder de même dans une position approximativement symétrique par rapport au faisceau incident (photos cf. ci-dessous) et noter l'angle α_2 .
- Le **minimum de déviation** $D_m(\lambda)$ est donné par : $2 D_m(\lambda) = |\alpha_1 - \alpha_2|$.



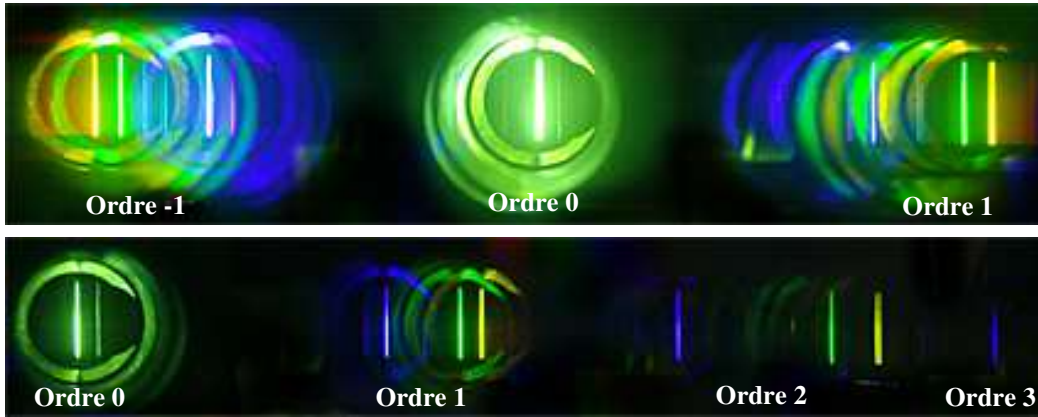
Remarques :

- Utiliser le déplacement fin de la lunette pour positionner précisément le réticule.
- Modifier l'ouverture de la fente pour voir les raies les moins intenses.
- *Noter les angles à la minute près, ne pas arrondir les résultats.*

Spectroscopie à réseau

Savoir-faire

- 1) Repérage des ordres à l'œil nu à travers le réseau : régler la largeur de la fente pour ne pas être ébloui. Puis observer à la lunette.



- 2) Repérage du minimum de déviation pour une raie donnée dans un ordre p donné : même protocole que pour le prisme, la raie effectue un demi-tour alors que le support du réseau tourne toujours dans le même sens

Le réticule de la lunette devra être positionné très précisément à cet endroit (position α_1 de la lunette dans la suite). Procéder de même à l'ordre $-p$ (position α_2 de la lunette).

Théorie (cf. complément)

Définition :

La **dévi**ation dans l'ordre p est :

$$D_p = |\theta_p - \theta_i|$$

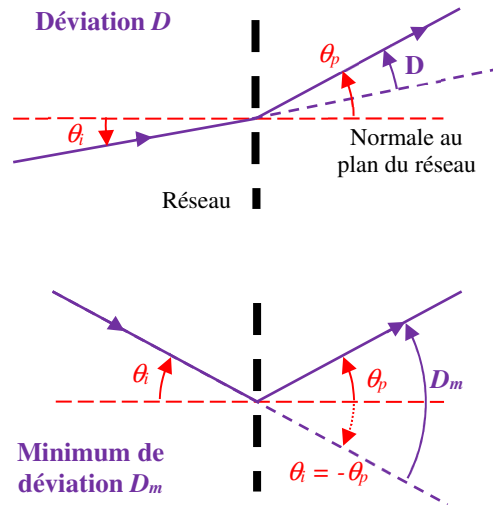
Théorème :

La déviation D_p passe par un minimum lorsque : $\theta_p = -\theta_i$

Le plan du réseau est alors le plan bissecteur des rayons incidents et diffractés dans l'ordre p .

On a alors : $2 \sin \frac{D_m}{2} = p \frac{\lambda_0}{a}$ (admis).

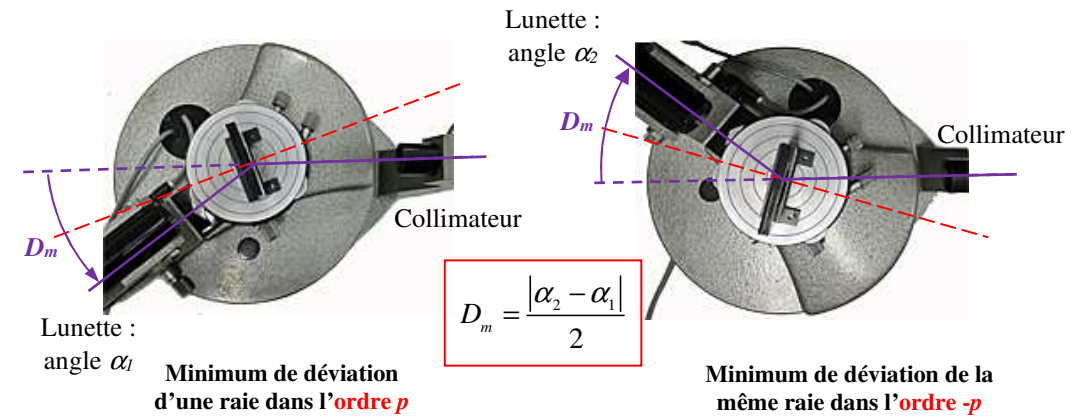
La mesure de D_m permet de déterminer λ_0 connaissant p et a .



Mesure de D_m

Déterminer avec précision les deux positions α_1 et α_2 de la lunette correspondant au minimum de déviation de chaque côté (cf. schémas ci-dessous).

On en déduit $D_m = |\alpha_2 - \alpha_1|/2$.



Applications – Utilisation de la relation $2 \sin \frac{D_m}{2} = p \frac{\lambda_0}{a}$

- ✓ **Étalonnage** : mesurer $D_m(\lambda)$ pour une raie donnée λ et en déduire le pas a du réseau connaissant λ (spectrophotomètre à fibre optique).
- ✓ **Spectroscopie** : mesure $D_m(\lambda)$ pour une raie donnée λ et en déduire la longueur d'onde λ de la raie connaissant le pas a du réseau.