

# XVII : Spectrométrie

La but de ces travaux pratiques est de comparer la résolution spectrale de la spectrométrie à prisme et à réseau.

Le compte-rendu doit être complet pour se suffire à lui-même : objectifs, description des expériences et conditions expérimentales non décrites dans l'énoncé, mesures brutes, observations, traitement des résultats (courbes), interprétation. Soignez sa présentation !

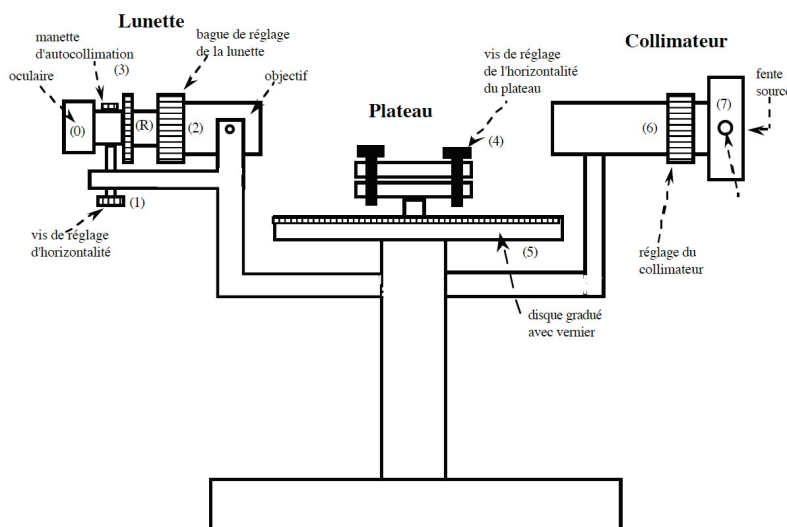
Matériel à disposition :

- 1 Goniomètre
- 1 réseau par transmission (100 ou 300 traits/mm)
- 1 Prisme équilatéral
- Lampes spectrales Na, Hg et He et une lampe inconnue que l'on appellera H.
- Petit miroir plan

## I – Spectrométrie à prisme

### I-1) Les différents éléments du goniomètre

Une source lumineuse éclaire une fente placée au foyer d'un collimateur qui fournit un pinceau cylindrique parallèle tombant sur le réseau. Le faisceau émergent parallèle est examiné à l'aide d'une lunette. L'objectif de la lunette en donne une image dans son plan focal où se trouve un réticule. Ce réticule sert à repérer l'image de façon précise. L'oculaire de la lunette sert à viser dans le plan focal de l'objectif. L'œil voit donc simultanément l'image de la fente source et le réticule situés tous deux dans le plan focal objet de l'oculaire.



### I-2) Réglages

- En modélisant le collimateur par une lentille  $L_c$  et la lunette par  $L_{obj}$  et  $L_{ocu}$  représentez sur un schéma soigné l'image en sortie de la lunette à partir d'un objet situé dans le plan de la fente source du collimateur. Pour cela on choisira des rayons judicieux.
- Régler l'oculaire à votre vue.
- Régler la lunette par autocollimation « à l'infini ».
- Régler le collimateur.
- A l'aide des vis du plateau et la vis de réglage de l'horizontalité, régler la plateforme.

- Positionner le prisme sur le plateau. Observer un spectre de la lampe à vapeur d'hélium de façon à préparer les mesures suivantes.

≈ Appeler le professeur ≈

### I-3) Vérification de la loi de Cauchy

- On désire vérifier la loi de Cauchy pour le verre :  $n = \alpha + \frac{\beta}{\lambda^2}$  où  $\alpha$  et  $\beta$  sont des constantes, pour le prisme en verre utilisé.
- Qu'appelle-t-on minimum de déviation ?
- Démontrer que l'indice peut s'exprimer, au minimum de déviation, par la formule  $n = \frac{\sin(\frac{A+D_m}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$  où A est l'angle au sommet du prisme
- Sachant que  $A = 60,0 \pm 0,1^\circ$ , proposer un protocole expérimental qui permette d'obtenir  $n = f(\lambda)$  pour les différentes raies de l'hélium.

≈ Appeler le professeur ≈

#### Annexe 1 : Les différentes raies de l'Hélium

Couleur	Rouge intense	Jaune intense	Bleue très faible	Bleue intense	Bleue très faible	Bleue : doublet faible	Violet
$[\lambda]/nm$	667,8	587,6	504,8	501,6	492,5	471,3	447,1

Suivant la qualité de votre système, vous ne verrez pas forcément toutes les raies.

- Représentez graphiquement dans votre compte rendu la représentation  $n = g\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)$ . La loi de Cauchy est-elle vérifiée ? En déduire A et B.

### I-4) Raies du sodium

- Rappelez le critère de résolution de deux raies spectrales de Rayleigh.
- On note e l'épaisseur de verre du prisme traversée par le faisceau lumineux en déduire une valeur approchée du pouvoir de résolution de votre prisme  $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = e \frac{dn}{d\lambda}$ .
- En déduire la valeur  $\Delta\lambda$  que peut séparer au mieux votre spectromètre à prisme.
- Peut-il séparer le doublet du sodium où  $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$ .
- Placer une lampe à vapeur de sodium à la place de celle au cadmium. Conclure.

## II – Spectrométrie à réseau

### II-1) Séparation du doublet du sodium

- Placer un réseau avec n traits/mm à la place du prisme.
- Faire un schéma vu de dessus du réseau et du spectre observé, en précisant les ordres k.
- Rappeler la formule des réseaux par transmission. En déduire que  $n = \frac{2 * \sin(\frac{D_m}{2})}{k \lambda}$ .
- Pour avoir une meilleure résolution il faut travailler à k élevé ou k petit ?
- En se servant de  $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$  comme étalon, proposer un protocole pour mesurer n et  $\lambda_2 - \lambda_1 = \Delta\lambda$  du sodium.

≈ Appeler le professeur ≈

- Sachant que  $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = k N$  où N est le nombre de traits (du réseau) éclairées par le faisceau calculer le  $\Delta\lambda$  que peut séparer au mieux votre spectromètre à réseau.
- Conclure.

## II-2) Détermination d'une lampe inconnue

- Placer la lampe H. En déduire de quel élément chimique (unique) est constitué cette lampe spectrale. On étouffera sa réponse à l'aide de l'annexe ci-dessous.

Annexe 2 : Les différentes raies des lampes spectrales

$\lambda(\text{nm})$	couleur	intensité	atome ou ion
403.1	Violet	**	Mn
404.0	Violet		Fe
404.4	Violet	*	K
404.6	Violet		Hg
404.7	Violet		K
406.0	Violet		Fe
407.6	Violet		Fe
407.8	Violet	**	Sr <sup>+</sup>
409.9	Violet	*	N
410.2	Violet		H( $\delta$ )
410.9	Violet	*	N
422.7	Violet		Ca
424.0	Violet		N <sup>+</sup>
425.4	Indigo	**	Cr
427.5	Indigo	*	Cr
429.0	Indigo	*	Cr
430.8	Indigo		Fe
434.0	Indigo		H( $\gamma$ )
435.8	Indigo	*	Hg
437.6	Indigo		Fe
440.0	Indigo		Fe
442.7	Indigo		Fe
444.0	Indigo		N <sup>+</sup>
445.5	Indigo		Ce
447.1	Indigo		He
455.4	Indigo	**	Ba <sup>+</sup>
455.5	Indigo	*	Cs
460.7	Indigo	**	Sr
465.0	Indigo		N <sup>+</sup>
468.0	Bleu		Zn
468.5	Bleu		He <sup>+</sup>
472.2	Bleu		Zn
480.0	Bleu	**	Cd
481.0	Bleu		Zn
486.1	Bleu		H( $\beta$ )
492.2	Vert		He
493.4	Vert		Ba <sup>+</sup>
497.0	Vert	*	Li
500.0	Vert		He
500.0	Vert		N <sup>+</sup>
501.6	Vert		He
510.5	Vert	*	Cu

$\lambda(\text{nm})$	couleur	intensité	atome ou ion
515.3	Vert	*	Cu
516.7	Vert		Mg
516.8	Vert		Fe
517.2	Vert		Mg
518.4	Vert	**	Mg
521.8	Vert	*	Cu
527.0	Vert		Fe
540.0	Vert		Ne
546.1	Vert	*	Hg
553.5	Vert	**	Ba
567.9	Vert	**	N <sup>+</sup>
570.0	Vert	**	Cu
577.0	Jaune	**	Hg
577.8	Jaune	*	Ba
578.2	Jaune		K
579.1	Jaune	**	Hg
580.2	Jaune		K
583.2	Jaune		K
583.2	Jaune		Ne
585.2	Jaune	*	Ne
585.7	Jaune	*	Ca
587.6	Orange	*	He
588.9	Orange	*	Na
589.5	Orange	*	Na
610.3	Orange	*	Li
612.2	Orange		Ca
614.2	Orange	*	Ba <sup>+</sup>
616.2	Orange		Ca
630.0	Orange		Fe <sup>+</sup>
636.2	Orange	**	Zn
640.2	Orange	**	Ne
640.8	Rouge		Sr
643.8	Rouge	**	Cd
643.9	Rouge		Ca
646.2	Rouge	*	Ca
656.3	Rouge		H( $\alpha$ )
667.8	Rouge		He
670.8	Rouge	**	Li
671.8	Rouge		Ca
691.1	Rouge		K
693.9	Rouge	**	K