

PCSI-SI

T.P. Spectroscopie à prisme

1 But du T.P. :

Etablir expérimentalement la loi de Cauchy reliant l'indice de réfraction à la longueur d'onde. Mesurer les longueurs d'onde de spectres inconnus.

2 Description de l'appareil :

L'étude du spectre d'une lampe n'est pas très aisée avec un goniomètre car il faut relever la position de la lunette pour chaque raie pointée dans le spectre.

On utilise alors plus couramment un appareil inspiré du goniomètre mais permettant de repérer les raies du spectre sur une graduation directement projetée sur le prisme et visible à travers la lunette : il s'agit d'un spectromètre à prisme.

Il est constitué :

d'un plateau sur lequel est posé un prisme;

d'un collimateur que l'on éclaire avec une lampe spectrale;

d'une lunette autocollimatrice;

d'un collimateur micrométrique (appelé à tort lunette micrométrique).

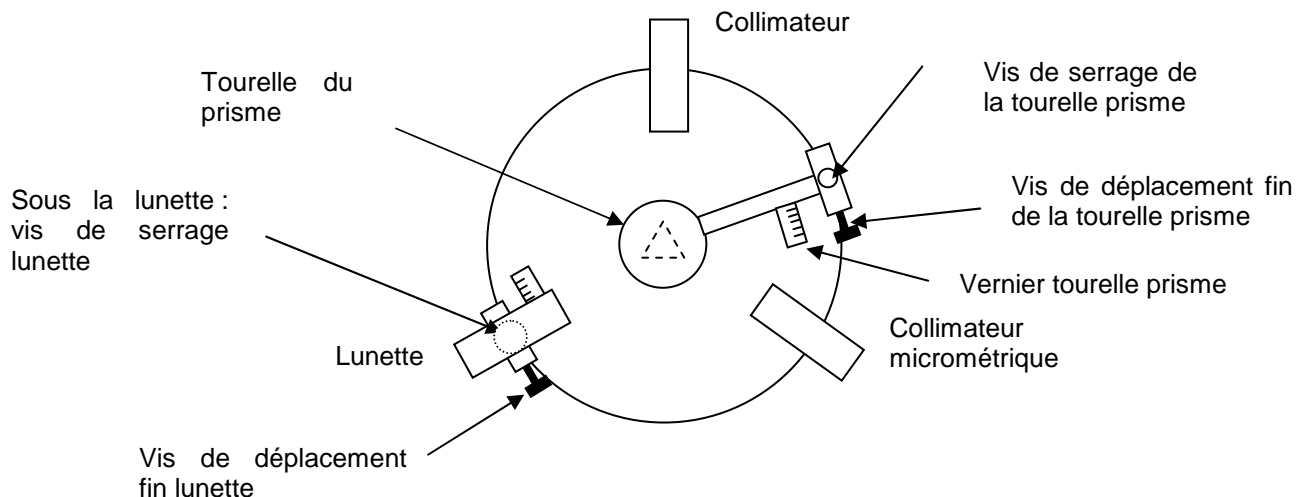


Figure 1

Il y a donc un instrument supplémentaire par rapport au goniomètre : la lunette micrométrique. Son rôle est de projeter une échelle graduée qui se réfléchit sur une face du prisme et est vue superposée au spectre à travers la lunette autocollimatrice.

Bien repérer tous les éléments et en particulier les vis de serrage.

Ne jamais forcer pour déplacer un élément : dévisser la vis de serrage auparavant.

3 Les réglages :

3.1 Réglage de la lunette :

Régler la lunette à l'infini. Sur certaines lunettes, il est nécessaire de desserrer la petite vis pour translater la lame semi-réfléchissante qui éclaire le réticule. De plus, n'hésiter pas à incliner le miroir pour voir le disque lumineux réfléchi.

Certaines lunettes sont préréglées, il suffit alors de régler l'oculaire.

3.2 Réglage du collimateur :

Eclairer la fente source du collimateur avec une lampe à vapeur de sodium. Régler le tirage du collimateur pour que l'image de la fente source par le collimateur soit à l'infini. Il suffit d'utiliser la lunette précédemment réglée. Adopter une fente suffisamment fine.

Certains collimateurs sont préréglés, on se contentera de régler la largeur de la fente source.

3.3 Horizontalité plateforme :

Sur les spectromètres disponibles cette position est préréglée.

3.4 Collimateur annexe : (Réglage à effectuer uniquement pour §0)

Orienter le collimateur annexe pour voir, dans la lunette, par réflexion sur une face du prisme, la lumière envoyée.

Régler le tirage du collimateur annexe pour que l'image de la graduation micrométrique projetée soit vue nette dans la lunette. Corriger l'éventuelle erreur de parallaxe grâce à un hochement de tête.

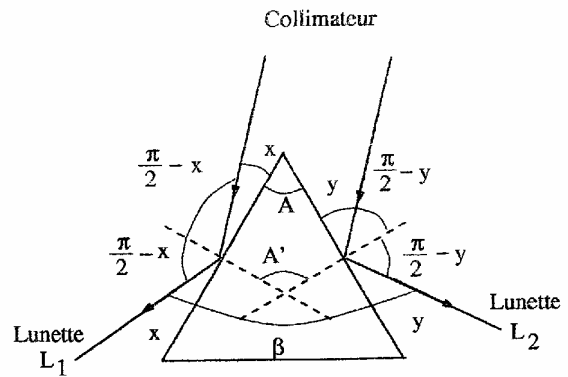
4 Mesure de l'angle du prisme :

Rappel

On rappelle une des deux méthodes de mesure de l'angle du prisme. On utilise le collimateur éclairé par une lampe spectrale, avec une fente fine. Orienter le plateau jusqu'à ce que le faisceau éclaire les deux faces utiles du prisme. On vise alors les deux positions des rayons réfléchis avec la lunette. L'angle entre les deux positions est $2A$ puisque $\beta = 2A$ et

$$A' = \pi - A = \left(\frac{\pi}{2} - x\right) + \left(\frac{\pi}{2} - y\right). \text{ Si l'on note } \Delta$$

l'incertitude sur la mesure (2 fois l'incertitude sur la position de la lunette), l'incertitude sur A est donc $\Delta/2$.



Effectuer la mesure de l'angle du prisme par réflexion sur les faces. On effectuera une seule mesure avec la lampe à vapeur de sodium.

Il est nécessaire de placer l'arête du prisme bien en face du collimateur.

Position 1 de la lunette : $L_1 =$	$\Delta L_1 =$
Position 2 de la lunette : $L_2 =$	$\Delta L_2 =$
$A =$ \pm	

5 Vérification expérimentale de la loi de Cauchy :

La loi de Cauchy donne la variation de l'indice d'un milieu tel que le verre en fonction de la longueur d'onde : $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$, a et b étant deux constantes caractéristiques du milieu.

5.1 Principe :

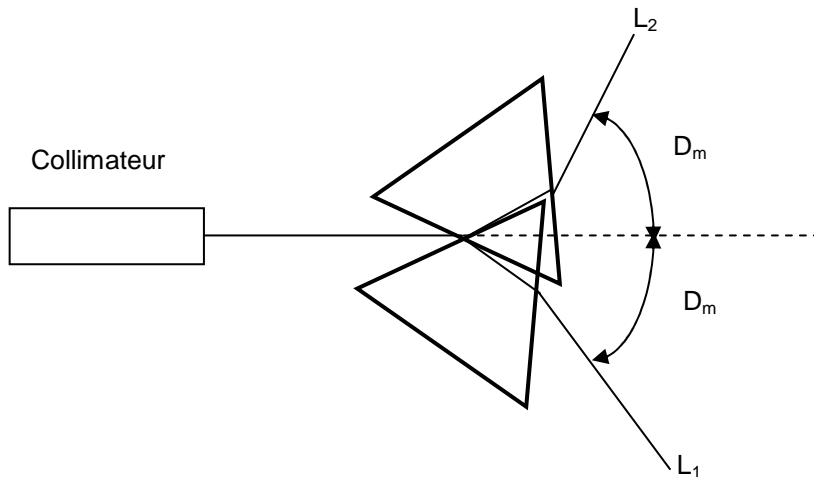
On mesure la déviation minimale D_m pour chaque longueur d'onde et on utilise l'expression :

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

On trace la courbe $n = f\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)$, c'est-à-dire n en ordonnée en fonction de $1/\lambda^2$ en abscisse et on vérifie que c'est une droite.

5.2 Mesure de la déviation minimale :

On voit sur le schéma suivant que $D_m = \left| \frac{L_2 - L_1}{2} \right|$. Cette formule est valable s'il n'y a pas passage par 0.



Eclairer le collimateur avec la lampe à vapeurs de mercure.

Les raies spectrales observées doivent être parallèles au fil vertical du réticule, sans aucun défaut de parallaxe. Viser chaque raie au minimum de déviation avec la lunette et relever la position de la lunette appelée L₁. Il est possible que toutes les raies du tableau ne soient pas visibles.

Couleur de la lampe à vapeur de Hg	Longueur d'onde (nm)	L ₁	L ₂
Rouge (faible, pas toujours visible)	691		
Rouge (faible)	615		
Jaune (intense)	579		
Jaune (intense)	577		
Vert (très intense)	546.1		
Bleu-vert (faible)	496		
Bleu-vert (faible)	491.6		
Bleu indigo (intense)	435.8		
Violet (peu intense)	407.8		
Violet (intense)	404.7		

Tourner le prisme pour que la lumière pénètre par l'autre face, tourner la lunette pour pouvoir observer les raies par l'autre ouverture. Régler de nouveau le minimum de déviation et bloquer le prisme.

Viser chaque raie avec la lunette et relever la position de la lunette appelée L₂ dans le tableau précédent.

Calculer D_m et l'indice pour chaque longueur d'onde :

Longueur d'onde (nm)	1/λ ²	D _m	n
691			
615			
579			
577			
546.1			
496			
491.6			
435.8			
407.8			
404.7			

Exploiter ces données pour vérifier la loi de Cauchy, en obtenir les constantes. Evaluer les incertitudes expérimentales.

6 Etude d'un spectre inconnu

But : On cherche à déterminer les longueurs d'onde présentes dans le spectre d'une lampe à vapeur de Cadmium.

Proposer un premier protocole en mesurant les minima de déviation pour les raies de la lampe à vapeur de Cadmium, et en utilisant la loi de Cauchy déterminée plus haut.

Proposer un deuxième protocole utilisant le collimateur annexe, et en étalonnant auparavant le spectromètre avec la lampe au mercure. Tracer une courbe d'étalonnage et l'imprimer. Evaluer les incertitudes expérimentales.

Placer une lampe à vapeur de Cadmium derrière le collimateur.

Déterminer les positions X des raies.

En déduire les longueurs d'onde grâce à la courbe d'étalonnage.