

Matériel élève par groupe : goniomètre, lampe spectrale à vapeur de mercure (Hg), prisme. Miroir. Aide à la lecture du vernier : lampe de bureau, lentille gros diamètre $f' = 150$ mm ou autre pour servir de loupe.

Classe : affiche imprimée avec spectres, de quoi projeter un spectre (lampe Hg forte intensité, lentille 300 mm gros diamètre, fente haute, condenseur, réseau 600 traits/mm de qualité, grand écran).

Trois lampes à vapeur de sodium.

Objectifs : utiliser un goniomètre, étudier le spectre d'une lampe à vapeur, étudier la dispersion du verre.

Attention : Ne pas éteindre les lampes spectrales (sauf lorsque explicitement demandé par l'énoncé).

Ne pas déplacer les lampes spectrales (ou alors très doucement) : les ampoules sont fragiles.

Ne pas faire tomber les prismes ! Ne pas trop toucher leurs faces pour ne pas les salir.

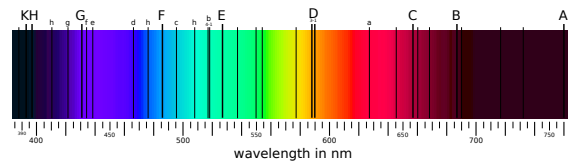
Ne pas toucher aux vis du goniomètre sauf celles indiquées dans l'énoncé.

I Introduction

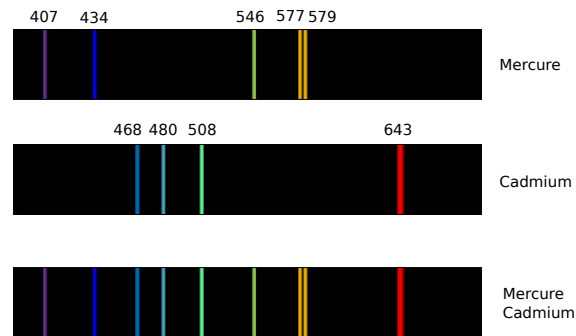
La spectroscopie (ou spectrométrie) optique est l'étude du spectre d'un rayonnement lumineux. Le premier spectre précis fut produit par Fraunhofer vers 1814 à l'aide du premier réseau de diffraction, qu'il mit au point lui-même pour l'occasion. La lumière analysée était celle du Soleil, qui contient des milliers de lignes d'absorption dû à l'absorption de son rayonnement par les gaz constituant la couronne solaire. Ceci permit par exemple la découverte de l'hélium.

Un spectromètre (ou spectroscopie) est toujours constitué d'une fente source, d'un élément dispersif (un prisme ou un réseau), et d'un moyen d'observation ou de mesure (vernier d'un goniomètre, capteur CCD, mesure sur une feuille de papier...).

Nous étudions dans ce TP l'exemple d'un spectromètre utilisant un goniomètre.



Spectre d'absorption de la lumière solaire. Seule quelques raies d'absorption sont représentées.



Exemples de spectres d'émission de lampes à vapeur.

II Principe du montage et réglage du goniomètre

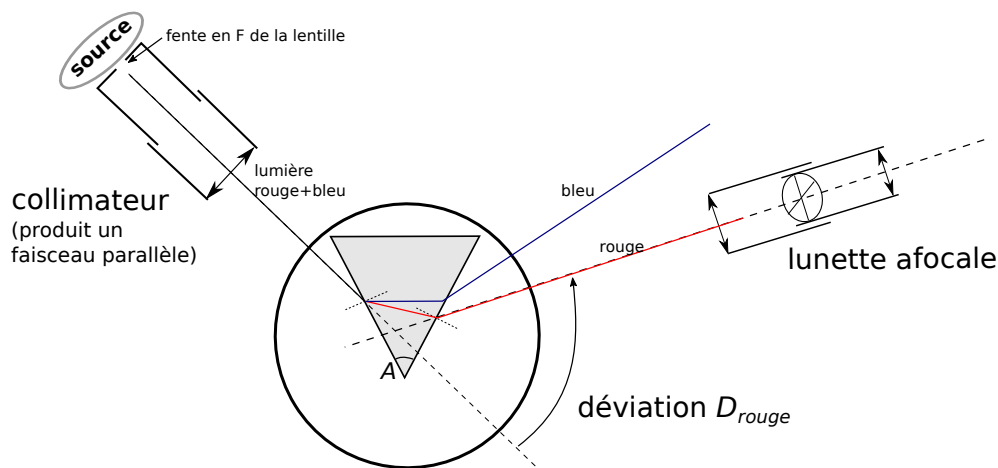
Un goniomètre permet une mesure précise d'angles (à la minute près, mais si on le manipule parfaitement ! et plutôt à 5 minutes près en pratique).

Il faut utiliser un élément dispersif afin de décomposer la lumière de la source utilisée : soit un réseau (étudié en 2^e année), soit un prisme.

Si la source est une lampe spectrale, les différentes raies sont envoyées dans différentes directions par cet élément dispersif, avec un angle qui dépend de la longueur d'onde λ de la lumière de la raie. La mesure des angles permet alors d'en déduire une mesure de λ .

Pour le principe du prisme, voir les deux animations sur le site de la classe.

Le montage avec le goniomètre est le suivant, vu de dessus :



Dans toute la suite on utilise la lampe spectrale au mercure (Hg).

Réglages

- 1 – Suivre le protocole de réglage donné en annexe (réglage de la netteté du réticule, de la lunette, du collimateur, donc uniquement les étapes 1 et 2 de la partie I).

III Étude de la dispersion avec la lampe au mercure

Observation du spectre de la lampe à vapeur de mercure

- 2 – Placer le prisme de sorte à observer le spectre de la lampe à vapeur de mercure. Recopier l'allure de ce spectre observé sur votre compte rendu, et essayer d'identifier quelques-unes des raies parmi celles tabulées ci-dessous. Pas de mesures à faire pour l'instant.

λ (nm)	623,4	612,3	607,3	579,1	577,0	546,1	491,6	435,8	407,8	404,6
Couleur	rouge	rouge	rouge	jaune	jaune	vert-jaune	bleu-vert	indigo	violet	violet
Intensité	moyen	faible	faible	forte	forte	forte	moyen	forte	faible	forte

Mesure de l'angle au sommet du prisme

Il est nécessaire, pour la suite du TP, de connaître précisément l'angle au sommet du prisme. La méthode est décrite dans la partie IV de l'annexe, mais on ne le fait pas ici. On admet ici que l'angle au sommet du prisme est $A = 60^\circ$. (Vous pouvez faire la mesure en fin de TP si vous avez le temps.)

Mesure de l'indice optique du prisme

On va d'abord mesurer l'indice optique n pour une longueur donnée, celle de la double raie jaune du mercure. La méthode utilisée est celle du minimum de déviation.

- 3 – Réaliser la méthode décrite dans l'annexe partie III pour mesurer n (pour la double raie jaune : on vise au milieu des deux raies). On pourra aussi s'aider de l'animation en lien sur le site de la classe pour comprendre la méthode du minimum de déviation.

Vérification de la loi de Cauchy

L'indice optique du verre dans lequel est taillé le prisme dépend de la longueur d'onde de la radiation : $n = n(\lambda)$. C'est précisément ceci qui fait que l'angle de déviation de la lumière dépend de la longueur d'onde, et donc que le prisme décompose la lumière. La loi empirique de Cauchy (empirique = basée sur des constatations expérimentales) donne cette dépendance sous la forme :

$$n(\lambda) = C + \frac{D}{\lambda^2}, \quad \text{avec } C \text{ et } D \text{ deux constantes positives} \quad (1)$$

Les constantes C et D dépendent du type de verre.

- 4.a – Répéter la procédure de la partie précédente afin de mesurer l'indice optique n pour, en tout, cinq longueurs d'onde connues. On prendra les cinq raies les plus lumineuses.
- 4.b – Mettre la loi théorique (1) sous la forme $y = ax + b$ avec a et b deux constantes : que faut-il poser pour x et y ?
- 4.c – À l'aide du logiciel Régressi et d'une régression linéaire dont on détaillera en quoi elle consiste, tester la validité de la loi de Cauchy. On donnera les valeurs obtenues de C et D .

Suite selon le temps : mesurer λ de la raie jaune du sodium (ou autre lampe) ; mesurer A ; etc.