

MP10 : Spectrométrie optique

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

May 24, 2021

Introduction, cf [4]

Définir ce qu'est la spectroscopie, expérience d'introduction avec le PVD et différentes lampes : QI puis Na, montrer qu'on ne peut pas **résoudre** le doublet du sodium, et alors discuter des limitations du spectroscope mis en place ici.

1 Mesure de la constante de Rydberg [1] p.352

1.1 Principe

Matériel :

- Lampe à hydrogène (avec son alim)
- Une fibre optique et son support + pied
- Un spectromètre commercial Ocean Insight (boîte en carton avec spectro, câble usb et fibre optique ; logiciel OceanView) :

On sait que les désexcitation des états électroniques (n,m) de l'hydrogène se font avec les longueur d'onde: $\frac{1}{\lambda_{n,m}} = R_h(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2})$

Dans le visible, seul la série de Balmer (n = 2) est disponible (pour m = 3; 4; 5; 6).

On va donc essayer de repérer les longueurs d'onde des différents pics et en faire une régression en fonction de $\frac{1}{m^2}$ pour trouver la constante de Rydberg.

On place la source, puis la fibre récolte la luminosité, qu'on envoie sur le spectro, et on récolte à l'ordi les longueurs d'ondes, avec pour incertitudes la largeur à mi-hauteur du pic. Pour retrouver les pics, on se souviens qu'ils sont normalement à 651.6 nm; 486.0 nm; 433.9 nm; 410.1 nm (pas hésiter à bouger la fibre, ça peut être compliqué de choper ce dernier pic ; voir si les lampes de Montrouge ou Lyon sont de meilleure qualité).

1.2 Exploitation

- Détermination de la constante de Rydberg par régression linéaire sur la série de Balmer : prendre les 4 points en direct.

1.3 Remarques

- Se refaire une culture sur comment fonctionne le spectromètre commercial.(Fibre \rightarrow Miroir sphérique \rightarrow Réseau \rightarrow Miroir sphérique \rightarrow CCD, à savoir le même principe qu'un monochromateur.)
- Faire attention à la propagation d'incertitude. Ici c'est la résolution du CCD qui est limitante.
- Le dernier pic est difficile à obtenir, essayer de jouer sur l'intégration et le moyennage ; bien le préciser devant le jury.

2 Réseau optique : détermination de la longueur d'onde moyenne du doublet du sodium [2], [3]

2.1 Principe

Matériel :

- Goniomètre
- Lampes Na et Hg
- Petit miroir plan
- Jeu de réseaux de pas différents
- Support élévateur

On va maintenant s'intéresser à la détermination du spectre de la lampe à vapeur de sodium. Pour cela, on va utiliser un goniomètre afin de déterminer la longueur d'onde moyenne du doublet du sodium. Un goniomètre permet de mesurer la déviation d'un rayon lumineux par un dispositif optique (ici un réseau).

Effectuer le réglage du goniomètre ([2]) :

- Mise au point du réticule pour que l'œil n'accommode pas (oculaire)
- Réglage de l'objectif en faisant l'auto-collimation du réticule
- Réglage de l'orthogonalité de la lunette et du collimateur
- Réglage de la taille de la fente (assez fine)
- Réglage du collimateur afin d'avoir l'image nette de la fente à travers la lunette

Une fois le réglage utilisé, on réalise un étalonnage à la lampe de mercure, en relevant les valeurs du minimum de déviation D_m pour les ordres -5 à 5, pour chacune la longueur d'onde verte ($\lambda = 546,1nm$), par rapport à la position de l'ordre 0. On trace ensuite (cf [3]) :

$$2\sin\left(\frac{D_m}{2}\right) = f(p) = p\frac{\lambda}{a}$$

La pente de cette régression permet ainsi de remonter au pas du réseau a . Par exemple en TP de révision, pour un réseau de pas attendu 315 fentes/mm, on a trouvé $a = 312 \pm 3$. On utilise ensuite la lampe à vapeur de sodium, et on relève la position du doublet $\lambda_{0,m}$ en mesurant le minimum de déviation pour les différents ordres, puis on utilise l'étalonnage (valeur de a) pour remonter à la valeur de $\lambda_{0,m}$.

2.2 Exploitation

- Mesure en direct du minimum de déviation pour différents ordres, en déduire $\lambda_{0,m}$
- Discuter de la résolution du goniomètre [3]

3 Interféromètre de Michelson : mesure de l'écart du doublet du sodium [1] p.218

3.1 Principe

Matériel :

- Interféromètre de Michelson
- Diode laser
- Lampe Na
- Support élévateur
- condenseur et verre dépoli
- Doublet de projection (500 mm à 1 m)
- 3 pied optiques

Régler le Michelson en lame d'air, se placer au contact optique avec la lampe à vapeur de sodium, puis relever la position des antioïncidences de part et d'autre du contact optique. L'ajustement linéaire donne $\Delta\lambda$.

3.2 Exploitation

- Placer quelques points sur la courbe en direct
- En déduire la valeur de $\Delta\lambda$.

Conclusion

Ce montage a permis de montrer l'utilisation de différents spectromètres (les deux premiers à réseau et le dernier par interférence) avec des résolutions très différentes. Il est donc important de retenir qu'il faut adapter le choix du spectromètre à ce que l'on souhaite observer (exemple : pour observer le doublet du sodium, il faut une très bonne résolution).

Biblio

- 1 Physique expérimentale, de Boeck
- 2 Annexe de réglage du goniomètre :
http://www.mmelzani.fr/documents/2017-2018/part4_optique/TP16_spectroscopie_goniometre_reglages.pdf
- 3 H Prépa Optique, 2e année, chap 8, p.230
- 4 CR MP10 Fabien

Remarques générales

- Etre bien clair sur les notions de précision/de résolution d'un appareil d'optique.