

TP O4 - Quantification de l'énergie

Objectifs

L'objectif de ce TP est de mettre en œuvre les capacités expérimentales associées à l'obtention et à l'analyse de spectres lumineux. Il s'agit plus précisément de maîtriser à terme les capacités suivantes :

- ★ Régler et utiliser la lunette autocollimatrice.
- ★ Mesurer des angles avec un goniomètre.
- ★ Dédurre une longueur d'onde optique des résultats fournis par un goniomètre à réseau.
- ★ Obtenir et analyser quantitativement un spectre à l'aide d'un réseau.
- ★ Étudier un spectre à l'aide d'un spectromètre à fibre optique.
- ★ Caractériser une source lumineuse par son spectre.

I. Présentation du matériel

Le matériel utilisé pour ce TP est :

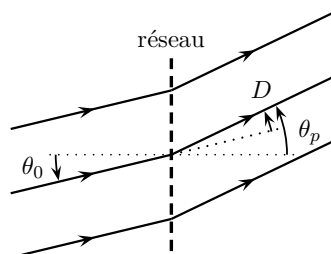
- ☐ un réseau par transmission 300 traits/mm (indicatif) monté sur support ;
- ☐ un goniomètre avec collimateur à fente et lunette autocollimatrice ;
- ☐ un miroir plan,
- ☐ lampes spectrales Na et Hg-Cd et leur alimentation,
- ☐ paillasse professeur : spectrophotomètre à fibre, lampes spectrales He et H (si disponibles)

II. Éléments théoriques sur le réseau plan

II.1. Présentation générale

Le **réseau plan** étudié est constitué d'un ensemble de fentes fines identiques, parallèles et équidistantes, séparées par un intervalle opaque. Ces fentes sont les « traits » du réseau ; la distance entre deux fentes voisines, qu'on notera d dans la suite, est appelé **pas** du réseau.

II.2. Relation fondamentale des réseaux plans



Soit un réseau éclairé par un faisceau parallèle monochromatique de longueur d'onde λ . Les rayons incident arrivent sous l'angle θ_0 compté par rapport à la normale au plan du réseau. On n'observe de la lumière en transmission de manière notable que dans les directions θ_p où les interférences sont constructives :

$$d(\sin \theta_p - \sin \theta_0) = p\lambda \quad (1)$$

L'entier p qui quantifie les directions d'observation est appelé **ordre d'interférence**.

II.3. Minimum de déviation

La **déviati**on angulaire provoquée par le réseau est définie par :

$$D(\theta_0) = \theta_p - \theta_0$$

On peut montrer que, outre la solution triviale $\theta_0 = \theta_p$ (lumière non déviée), la déviation est minimale pour $\theta_0 = -\theta_p$. Le **minimum de déviation** D_m correspondant s'écrit ainsi :

$$\sin\left(\frac{D_m}{2}\right) = \frac{p\lambda}{2d} \quad (2)$$

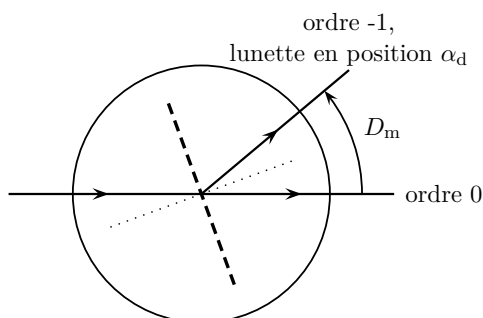
▣ FACULTATIF EN FIN DE TP : retrouver les relations énoncées ci-dessus.

III. Mesure du pas du réseau

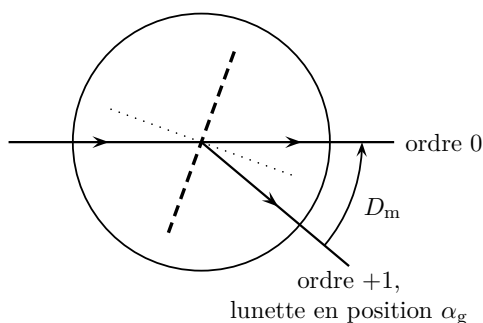
▣ Régler la lunette autocollimatrice et le collimateur comme indiqué dans le paragraphe III de la fiche pratique « Mesure d'angles au goniomètre ».

▣ Placer la lampe à vapeur de sodium devant la fente du collimateur.

▣ Orienter le réseau sous incidence normale et observer, à l'œil nu puis dans la lunette, les images diffractées par le réseau : l'image centrale $p = 0$ contenant toutes les radiations de la source et, de chaque côté, les images correspondant aux ordres $p = \pm 1$, $p = \pm 2$, ... où les radiations sont séparées.



▣ Repérer la première des deux raies jaunes¹ dans l'ordre $p = -1$ (la moins déviée est celle de longueur d'onde la plus petite). Suivre le déplacement de cette raie en tournant la plate-forme porte-réseau toujours dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et observer le rebroussement des raies au minimum de déviation. Noter la position angulaire α_d correspondante de la lunette alors pointée sur la raie jaune.



▣ Réitérer l'opération mais cette fois avec l'ordre $p = +1$ et en tournant la plate-forme porte-réseau toujours dans le sens des aiguilles d'une montre. Noter la position angulaire α_g de la lunette pointée sur la raie jaune au minimum de déviation.

1. Selon la résolution du dispositif et la qualité des réglages, il est possible que vous n'en voyiez qu'une seule.

⚡ Remarquer que $D_m = \frac{|\alpha_d - \alpha_g|}{2}$.

En déduire le pas d du réseau en utilisant la relation (2) et les longueurs d'onde $\lambda_1 = 589.0$ nm et $\lambda_2 = 589.6$ nm du doublet jaune du sodium. Comparer la fréquence spatiale $1/d$ (nombre de traits par unité de longueur) à l'indication donnée par le constructeur sur le réseau.

IV. Mesure de longueurs d'ondes

Les raies les plus intenses du spectre de la lampe mercure-cadmim (Hg-Cd) sont données dans le tableau ci-dessous :

Couleur	rouge	jaune	vert-jaune	vert	bleu clair	bleu	bleu violet
Elément	Cd	Hg	Hg	Cd	Cd	Cd	Hg
λ (nm)	643,8	577,0–579,1	546,1	?	?	467,8	435,8

☞ Allumer la lampe Hg-Cd et la placer devant la fente du collimateur. Observer les raies spectrales.

⚡ Proposer un protocole expérimental permettant, à partir des données fournies dans le tableau ci-dessus, d'utiliser l'association {réseau + goniomètre} pour déterminer des longueurs d'ondes inconnues. Le pas du réseau, déterminé dans la partie précédente, est supposé connu.

☞ Réaliser le protocole précédent et déterminer les deux longueurs d'ondes inconnues du tableau.

☞ Sous la vigilance du professeur, utiliser le spectromètre à fibre relié à l'ordinateur pour confirmer les résultats obtenus.

Ce qu'il faut retenir !

Effectuer sur votre cahier de laboratoire un bilan du TP résumant :

- ★ les propriétés physiques qui ont été mises en évidence,
- ★ les lois physiques qui ont été démontrées ou utilisées,
- ★ les nouvelles fonctions des différents appareils auxquelles vous avez fait appel. Pour ces dernières, préciser leur rôle et les moyens de les activer.