

Spectroscopie : utilisation d'un réseau

I - Réglage du spectroscope et mesures préliminaires.

Afin d'utiliser le spectroscope, effectuer en début de séance les mesures et réglages suivants (cf fiche correspondante TP_optique 2) :

- Réglage de l'oculaire de la lunette.
- Réglage de l'objectif de la lunette : on procèdera par autocollimation.
- Réglage du collimateur et de l'ouverture de la fente du collimateur. Le collimateur sera éclairé par une lampe spectrale au mercure (Hg) ou au mercure-cadmium (Hg / Cd).

II- Détermination du pas du réseau.

- Positionner un réseau 600 traits / mm sur la plateforme du goniomètre et visualiser le spectre de la lampe.
- Proposer et mettre en œuvre une méthode mettant à profit la fonctionnalité d'autocollimation de la lunette, pour éclairer le réseau en incidence normale.
- Choisir une raie intense du spectre de longueur d'onde connue (voir au verso) et l'observer dans l'ordre 1, puis dans l'ordre -1. Quelle propriété doit-on constater si le réseau est bien éclairé en incidence normale ?
- Mesurer la déviation D associée à cette raie dans l'ordre 1 et en déduire le pas a du réseau. Quelle est l'incertitude sur cette mesure ? (on fera ici un calcul direct que l'on pourra éventuellement vérifier par en utilisant la méthode Monte Carlo cf fichier googlecolab)
- En déduire le nombre de traits par mm (avec incertitude) et comparer à la valeur donnée par le constructeur.

III- Détermination du pas du réseau à partir du minimum de déviation d'une raie.

- Observer maintenant le mouvement de la raie spectrale étudiée au § 2 lorsqu'on fait tourner la plateforme sur laquelle repose le réseau. Constater l'existence d'un angle d'incidence pour lequel la déviation D de la raie par le réseau est minimale. On admet (à démontrer en fin de TP s'il reste du temps) que la valeur D_m de ce minimum vérifie la relation :
$$2 \sin\left(\frac{D_m}{2}\right) = p \frac{\lambda}{a} \quad \text{où } p \text{ est l'ordre de la raie, } \lambda \text{ sa longueur d'onde et } a \text{ le pas du réseau.}$$
- Mesurer D_m et en déduire le pas a du réseau. Comparer à la détermination précédente. Quelle est l'incertitude sur cette mesure ?
- Il serait préférable de déterminer le pas du réseau en effectuant une série de mesures plutôt qu'une mesure isolée : proposer une méthode graphique permettant d'obtenir à partir de la mesure de D_m pour chacune des raies intenses de la lampe (Hg / Cd).
Déterminer à nouveau a et l'incertitude type $u(a)$. Comparer aux précédentes mesures.

IV- Utilisation du spectroscope : mesure d'une longueur d'onde inconnue.

- Etudier les autres raies de la lampe (Hg ou Hg / Cd) et mesurer leurs longueurs d'onde, le pas du réseau étant désormais connu ; on pourra utiliser l'incidence normale ou le minimum de déviation. Evaluer l'incertitude sur les mesures et confronter les valeurs expérimentales aux valeurs tabulées

Atome \ Caractéristiques des raies	couleur	λ (Å)	Intensité
Cd	Rouge	6438	Intense
	Vert	5086	Intense
	Bleu	4800	Intense
	Bleu-Violet	4678	Intense
Na	Rouge	6157	Pâle
	Jaune	5890 - 5896	Doublet intense
	Jaune-Vert	5683 - 5688	Pâle
	Vert	4981	Pâle
Hg	Rouge	6907	Pâle
	Rouge	6234	Pâle
	Rouge	6123	Très pâle
	Rouge	6072	Très pâle
	Jaune	5791	Intense
	Jaune	5770	Intense
	Jaune Vert	5461	Très intense
	Vert	4960	Très pâle
	Vert-Bleu	4916	Pâle
	Bleu-Violet	4358	Intense
	Violet	4078	Très pâle
	Violet	4047	Intense

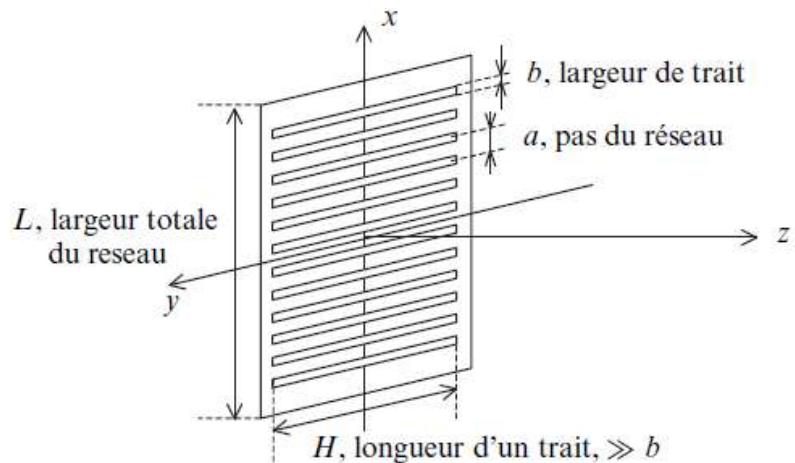
Complément sur les réseaux

Un **réseau de diffraction** par transmission est constitué d'une plaque de verre sur laquelle ont été gravé des stries parallèles, laissant apparaître entre elles des bandes très fines, transparentes parallèles et équidistantes, équivalentes à des fentes de longueur H et de largeur b telle que $b \ll H$.

La distance entre deux fentes successives est notée a et appelée **pas du réseau**.

Ordres de grandeur :

n : nombre de traits (fentes) par millimètre = quelques centaines ;
 a : quelques dizaines de micromètres
 b : 1 micromètre

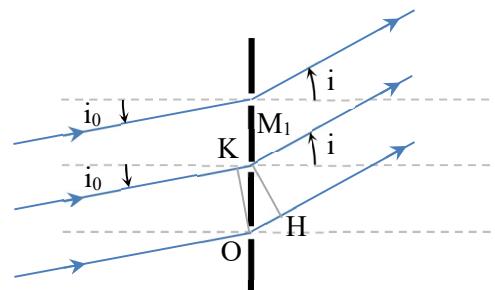


Principe de fonctionnement :

Considérons une source ponctuelle monochromatique à l'infini (réseau éclairé par un faisceau parallèle) et observons les interférences à l'infini.

La différence de marche entre deux rayons passant par des trous successifs est :

$$\begin{aligned}\delta &= (\text{SOM}_\infty) - (\text{SM}_1 \text{M}_\infty) \\ &= (\cancel{(\text{SQ})} + (\text{OH}) + \cancel{(\text{HM}_\infty)}) - (\cancel{(\text{SK})} + (\text{KM}_1) + \cancel{(\text{M}_1 \text{M}_\infty)}) \\ &= \text{OH} - \text{KM}_1 \\ &= a \sin i - a \sin i_0\end{aligned}$$



Résultat fondamental des réseaux : du fait du très grand nombre d'ondes interférant, l'éclairement ne sera significativement non nul que si toutes les ondes se superposent en phase ; cela suppose que la différence de marche entre deux rayons passant par deux fentes consécutives est un multiple de λ : $\delta = a \sin i - a \sin i_0 = p\lambda$

On observera donc de la lumière diffractée par le réseau dans les directions i_p telles que $\boxed{\sin i_p = \sin i_0 + p \frac{\lambda}{a}}$

Considérons maintenant une source polychromatique

Quelle que soit la longueur d'onde, on observera un maximum d'intensité dans la direction $i_p = i_0$, correspondant à $p = 0$.

En revanche, la direction des autres maxima dépend de la longueur d'onde.

Si la lumière incidente est polychromatique, pour ordre p donné, i_p dépend de λ : les différentes radiations sont donc séparées et on obtient le spectre de la lumière incidente.

Spectroscopie : utilisation d'un réseau Matériel

- Goniomètre
- Réseau 600 traits par mm
- Lampe spectrale (Hg ou Hg/Cd)

Interféromètre de Michelson

Réglages de base

Matériel

- 1 interféromètre de Michelson
- 1 lampe à vapeur de Sodium
- 1 lampe à vapeur de Mercure
- 1 lampe Quartz-Iode
- 1 miroir plan
- 1 diaphragme
- 1 condenseur
- 1 verre dépoli
- 1 lentille de 10cm
- 1 lentille de 20cm
- 1 lentille de 100cm
- 1 filtre interférentiel (550 nm par exemple)
- 1 fente (orientable)
- 1 PVD (un seul pour les différentes paillasses)
- 1 écran
- 1 lampe de poche
- 1 lampe de bureau