

Bibliographie :

- Expériences d'optique, Duffait.
- Optique expérimentale, Sextant.

Plan :I Spectroscopie à réseau.

- 1) Etalonnage du spectroscopie.
- 2) Détermination de la longueur d'onde moyenne du doublet du sodium.
- 3) Influence de la largeur de la fente source sur le pouvoir de résolution.

II Spectromètre interférentiel : le Michelson.

Introduction

La spectrométrie (ou spectroscopie) est une méthode permettant de mesurer des longueurs d'onde en s'appuyant sur l'analyse des spectres des sources lumineuses. Pour obtenir ces spectres on utilise des spectroscopes, appareils permettant de séparer les $\neq$ longueurs d'ondes constituant le rayonnement d'une source lumineuse.

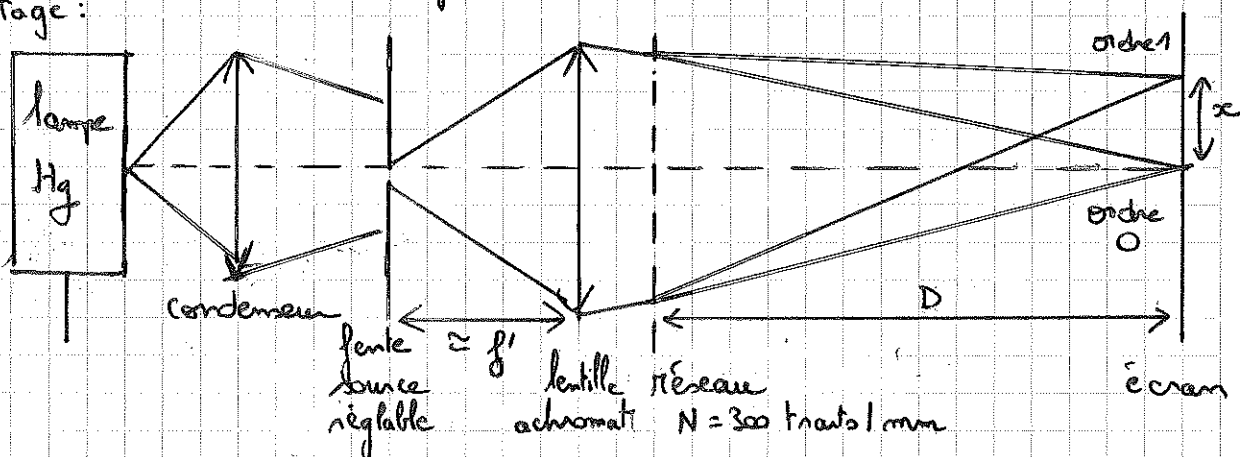
La spectrométrie peut permettre par détermination des λ contenues dans le spectre du rayonnement émis par une étoile de déterminer la composition chimique de celle-ci. En analysant la lumière absorbée par un échantillon placé sur le trajet de la lumière, on peut en déduire des informations sur l'échantillon.

Il existe 2 types de spectroscopes: les spectroscopes à fentes et les spectroscopes interférentiels. Dans une première partie, nous étudierons un spectroscope à fente particulière: le spectroscope à réseau, puis dans une seconde partie, le Michelson qui est un spectroscope interférentiel.

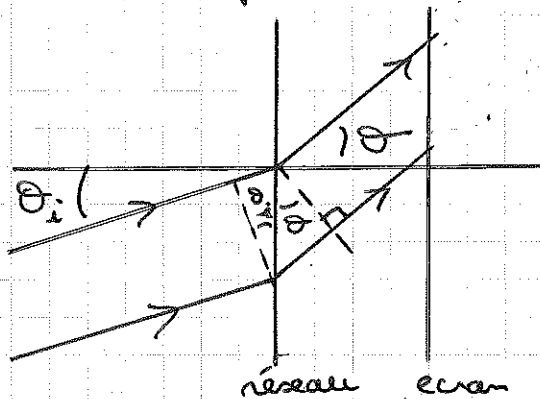
I Spectroscope à réseau

I 1) Etalonnage du spectroscope.

Montage:



Rappel: formule des réseaux



N : nombre de traits du réseau

a : pas du réseau

$$S = a (\sin \theta - \sin \theta_i)$$

$$S = a \sin \theta \text{ en incidence normale}$$

Maxima d'éclairement donnés par:

$$S = k \lambda$$

$$\Rightarrow \sin \theta = k N \lambda$$

$$\text{si } x \ll D \text{ (} \theta \text{ petit)}, \sin \theta \approx \theta = \frac{x}{D} = k N \lambda$$

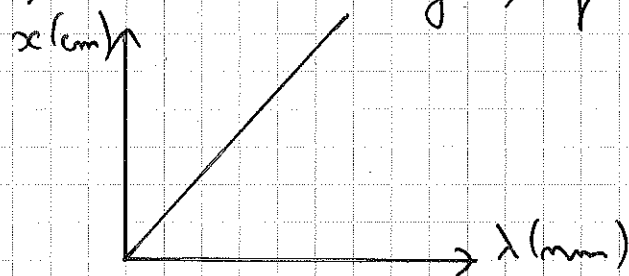
$$\Rightarrow x = k N D \lambda$$

Si θ petit la dispersion angulaire du réseau est linéaire: $x(\lambda)$ est une droite de coef. directeur $k N D$.

→ sur l'ordre 1, on mesure x pour les 7 raies du Hg

$x(\text{cm})$						
$\lambda(\text{nm})$	365,0	404,7	435,8	546,1	577,0	579,1

→ on trace $x = f(\lambda)$ grâce à un tableur



on modélise par une fonction du type $x = a \lambda$

résultat: $a = \pm$ cm/mm erreur relative:

$$a = ND \Rightarrow N = \frac{a}{D} = \frac{\text{cm}}{\text{mm}} = \frac{\text{traits/mm}}{\text{traits/mm}}$$

$$\Delta N = N \times \left[\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta D}{D} \right] =$$

$$\text{D'où } \leq N \leq$$

I 2) Détermination de la longueur d'onde moyenne du doublet du sodium

On remplace la lampe Hg par une lampe Na.

On mesure $x_{Na} = \pm 0,5 \text{ mm}$

D'après la droite d'établissement: $\lambda_{Na} =$

Incertitude:

$$\Delta\lambda = \lambda \times \left[\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta x}{x} \right]$$

$$\Delta\lambda =$$

$$\text{D'où : } \leq \lambda_{Na \text{ moy}} \leq$$

Valeurs tabulées : $\lambda_{Na_1} = 5890 \text{ nm}$ $\lambda_{Na_2} = 589,6 \text{ nm}$

I 3) Influence de la largeur de la fente source sur le pouvoir de résolution

On reprend la lampe à vapeur de Hg. Si on augmente trop la largeur de la fente source, le doublet jaune du Hg n'est plus résolu. On veut déterminer le pouvoir de résolution lorsqu'on se place à la limite de résolution.

Pouvoir de résolution : $R = \frac{\lambda}{d\lambda}$

On remplace l'écran par un capteur CCD relié à l'ordi et on utilise le logiciel Calens.

$$R = \frac{\lambda}{d\lambda} = \frac{\lambda}{d\theta} \times \frac{d\theta}{d\lambda} \quad \text{avec } \frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{dx}{D d\lambda} \quad (\text{dispersion angulaire})$$

A la limite de résolution on a :

$d\theta = \alpha$ (largeur angulaire de l'image de la fente source)

$d\theta = \frac{l}{D}$ l : largeur de l'image de la fente source

$$\text{D'où } R = \frac{\lambda D}{l} \times \frac{dx}{D d\lambda}$$

$$R = \frac{\lambda}{l} \frac{dx}{d\lambda}$$

on mesure dx et l à la limite de résolution

$$dx = \pm \quad dl = \pm$$

$$R =$$

$$\Delta R = R \times \left[\frac{\Delta dx}{dx} + \frac{\Delta l}{l} \right] =$$

$$\text{D'où} \quad \leq R \leq$$

II Spectroscopie interférentielle : le Michelson

Le Michelson permet d'analyser la structure fine d'une raie particulière.

On utilise le Michelson réglé en lame d'air dans le but de déterminer le $\Delta\lambda$ du doublet du sodium.

Chaque raie du doublet donne son propre système d'anneaux. Pour certaines épaisseurs e de la lame d'air, les deux systèmes sont coïncidents, pour d'autres ils sont anticoïncidents.

On chariotte de manière à obtenir N brouillages de part et d'autre de la teinte plate.

Soit Δe la distance correspondant à N brouillages.

On a :

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda_{\text{moy}}^2 N}{2 \Delta e} \quad \Delta\lambda =$$

$$\text{incertitudes : } \Delta(\Delta\lambda) = \Delta\lambda \times \frac{\Delta(\Delta e)}{\Delta e} =$$

$$\text{D'où} \quad \leq \Delta\lambda \leq$$

Valeur tabulée : $\Delta\lambda = 0,6 \text{ nm}$

Conclusion:

Nous avons étudié 2 types de spectromètres qui ont des applications complémentaires: les spectromètres à fentes permettent de repérer les longueurs d'onde des principales raies d'une lampe spectrale alors que le Michelson permet d'analyser la structure fine d'une raie. Citons parmi les spectromètres à fentes, le spectromètre à prisme, plus lumineux que le spectromètre à réseau, mais dont la dispersion n'est pas linéaire, et parmi les spectromètres interférentiels le Fabry-Pérot.