LP n°38 : Diffraction à l'infini par un réseau plan, Spectroscopie à réseau

Prérequis :
- Notion d'optique ondulatoire (Term S)
- Interférences à deux ondes

Bibliographie :
- Tec & Doc
- ∀ en 1 PC-PC*

Introduction : Analogie prisme réseau, mais inversion de l'ordre des couleurs, utilisation en spectroscopie

I Généralités

1 Présentation du réseau

N fentes parallèles avec a pas du réseau, motif périodique, creux ou plein, blasé au premier ordre ou non. 2 types de réseau : par transmission ou par réflexion (CD/DVD). Dispositif à division du front d'onde.

2 Diffraction à l'infini

Intérêt : les rayons sont parallèles entre eux (conditions de Fraunhöfer)

$a(M,t) = K \iint_\Sigma \dfrac{a(P,t)e^{-jkPM}}{PM} d^2P \Longrightarrow a(M,t) = K \iint_\Sigma a(P,t)e^{-jkPM} d^2P$

II Théorie du réseau

1 Calcul de la différence de marche δ

Théorème de Malus : les plans équiphase sont ⊥ aux rayons lumineux.

δ_1=SH+HJ+JL+LM $\quad$ δ_2=SI+IM $\quad$ δ=HJ+JL=a(sin(θ)+sin(θ'))

D=θ'-θ

Interférences constructives si a(sin(θ)+sin(θ'))=pπ $\quad$ $2p \in \mathbb{N}$ p est l'ordre d'interférence, il peut y avoir croisement des ordres.

† l'ordre 0 n'est pas dispersif

2 Calcul de l'intensité

$$A = \sum_{n=0}^{N} a(M,t)e^{jk\delta n} = a(M,t)\frac{1-e^{jk\delta N}}{1-e^{jk\delta}} = a(M,t)\frac{\sin(\frac{k\delta N}{2})}{\sin(\frac{k\delta}{2})}$$

$$I = I_0(M,t)\frac{\sin(\frac{k\delta N}{2})^2}{\sin(\frac{k\delta}{2})^2} \ \alpha \ N^2$$

La fonction est très piquée quand $\dfrac{k\delta N}{2} \to 0$ ou $p\pi$ $\quad$ $p \in \mathbb{N}$

⥀ On utilise le fait d'avoir une fonction très piquée pour faire de la spectroscopie.

III Utilisation des réseaux en spectroscopie

1 Efficacité dispersive en lumière monochromatique

$$e_k = \frac{\partial\theta}{\partial\lambda} = \frac{\partial D}{\partial\lambda} = \frac{k}{a\cos(\theta)}$$

2 Mesure de longueur d'onde par minimum de déviation

Déviation minimale : $2a\sin(\frac{D_m}{2}) = p\lambda$ $\quad$ $p \in \mathbb{N}$

Par principe du retour inverse de la lumière, au minimum de déviation, $\theta = \theta'$, on a une incertitude minimale. Possibilité de faire la mesure des longueur d'onde du mercure avec goniomètre.

3 Mesure de la capacité de stockage d'un CD ou d'un DVD

Mesure de a grâce aux interférences à l'ordre 1.

4 Pouvoir de résolution

R=Nk $\quad$ k ordre d'interférence N nombre de fentes éclairées.

Facteurs limitants :
- Largeur de la fente source
- Largeur de la raie
- Diffraction de la fente non infiniment fine $\Longrightarrow$ terme $I_0(M,t) = \sin_c(\dfrac{\pi b\sin(\theta)}{\lambda})$

Conclusion : Diffraction par rayons X $\Longrightarrow$ Structure de protéine cristallisée, loi de Bragg, Monochromaticité du faisceau pour avoir transformée de Fourier inverse qui permet de remonter au spectre d'émission d'une source.