

M10 : SPECTROSCOPIE OPTIQUE

Idées directrices à faire passer

- principes généraux de la spectroscopie optique et applications
- illustrations de différentes techniques
- problématique de la résolution spectrale des appareils

Bibliographie

- [1] Optique expérimentale, Sextant, Hermann
- [2] Optique, une approche expérimentale et pratique, Houard, De Boeck
- [3] Elements de cours et expériences d'optique, Hild, PUM

Introduction : Suivre l'introduction du thème par le Sextant puis énoncer le cadre de l'étude : spectro à fentes puis par méthode interférentielle.

manipulation : montrer un spectre de lumière blanche décomposée par un PVD. Donner le principe !

I Spectroscopie à réseau [1]

1 Caractérisation expérimentale du pouvoir de résolution

Reprendre la procédure du Hild et du Sextant qui font une étude détaillée

- montage avec PVD
- calcul du pouvoir dispersant d'un PVD
- influence de la largeur de la fente source (raie = image de la fente source par les lentilles). compromis luminosité / résolution
- montrer que la résolution change avec la taille de la fente ou la focale des lentilles
- on pourra utiliser le critère de Rayleigh pour mettre en évidence les paramètres expérimentaux nécessaires à la résolution de la raie du mercure
- influence de la largeur éclairée (effet de la diffraction classique) -> souvent négligeable)

2 Le réseau comme élément dispersif

- Introduction du principe de fonctionnement + illustrer l'influence du pas du réseau
- recalculer la dispersion angulaire sur le doublet jaune du mercure -> montrer l'intérêt du réseau sur le gain en résolution par fort pouvoir dispersif
- faire une mesure précise avec un goniomètre sur ce doublet : permet de montrer sa capacité expérimentale, mais c'est la partie à faire sauter si manque de temps.

ne pas oublier que la loi de dispersion est en $\sin \theta$, ce qui peut introduire des corrections importantes à forte dispersion.

3 Mesure de la constante de Rydberg sur le spectre de l'hydrogène [1]

Utiliser le spectro à fibre Avaspec. Il existe une fiche de calibration (on peut espérer une résolution de l'ordre du nanomètre). Utiliser le Basdevant pour regarder l'émission de l'hydrogène : série de Balmer. 4 raies sont dans le visible (en pratique, on en observe uniquement 3), ce qui permet d'obtenir une droite de régression. Traiter proprement les incertitudes.

Les précisions du Sextant sont particulièrement utiles . En pratique on observe uniquement trois raies de la série de Balmer (qui en comporte 4). Noter que l'on observe une 4e raie que le Sextant interprète comme la possibilité que la lampe ne soit pas de l'hydrogène pure.

II Spectroscopie interférentielle

1 mesure relative de fréquence optique entre deux sources

Attention : Il n'y a pas de sources sur cette partie ! Il faut savoir faire. C'est le montage proposé par Jean pendant l'année

- laser de référence à λ_0 connue
- laser dont on souhaite connaître la longueur d'onde λ
- on réalise un système de comptage des franges défilées pour chacun des lasers (lame semi et deux détecteurs)
- chariotage réalisé au moteur
- c'est le principe technologique d'un vrai interféromètre (le chariotage est contrôlé optiquement par le défilement du laser de référence, on s'affranchit ainsi des problèmes d'inconstance du défilement)
- on peut faire dans ce cas une mesure statistique. On fait par exemple 10 mesures de λ en comptant à chaque fois 200 défilements de la référence et on prend moyenne et écart type.
- belle mesure métrologique mais il faut s'entraîner à la mettre en place rapidement (assez technique)

2 Illustration de l'importance de la finesse d'un Fabry Perot

2.1 Finesse d'un Fabry Perot [2]

- utiliser un laser épuré (monochromatique, donc les seuls effets de largeur de raie seront dus à la finesse de l'appareil)
- enregistrer sur une barrette CCD Caliens une coupe de la figure d'interférence
- évaluer la finesse de la cavité (se placer avec une cavité étendue pour maximiser cette finesse)
- comparer à la finesse classique d'un Michelson

2.2 Cavité confocale

- utiliser la cavité confocale de l'ENSC
- constater 2 à trois modes en utilisant le laser NEC (le plus stable dont on dispose)
- l'interprétation est assez simple mais peu documentée ! Il faut en particulier se souvenir que pour une cavité imparfaitement alignée (ce qui sera toujours notre cas), la lumière rebouche après un trajet en 8, il faut donc deux aller-retour avant rebouclage, ce qui nous donne l'ISL de la cavité
- les branchements ne sont pas tout à fait intuitif, suivre la doc technique

2.3 Résolution du doublet jaune du Sodium

- probablement pas assez de temps !
- utiliser un FP pour résoudre le doublet
- on constate que le doublet est résolu (ce ne serait pas le cas avec un Michelson) -> un FP dispose d'une grande finesse car il travaille à ondes multiples
- repérer des anti-coïncidences entre les deux raies en chariotant. Entre deux anti-coïncidences successives, la différence de marche a évolué de :

$$\Delta\delta = 2e = p\lambda_1 = (p+1)\lambda_2$$

Conclusion : on pourra parler de la construction du spectro commercial Avaspec que l'on a utilisé (très semblable à notre "spectro en kit"). Préciser le grand avantage en robustesse d'un matériel sans pièces mobiles (par opposition à un monochromateur par exemple)