

MESURE DE L'ÉPAISSEUR ET DE L'INDICE D'UNE LAME MINCE

1. Objectifs

Il s'agit d'exploiter les interférences obtenues par réflexion sur une lame à faces parallèles pour déterminer son épaisseur e et son indice n .

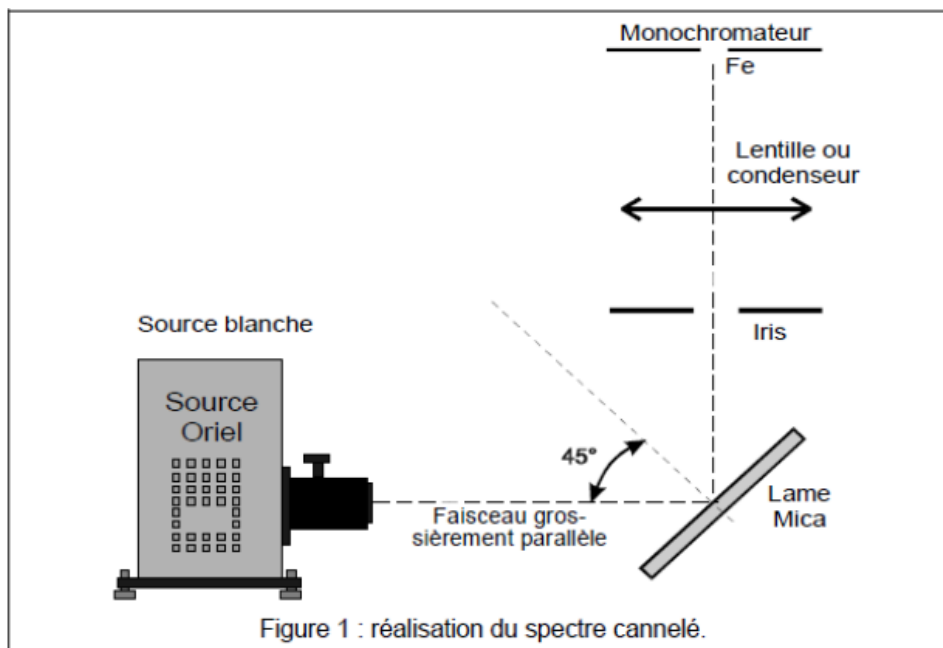
L'étude du spectre cannelé en lumière blanche et de l'interfrange angulaire en lumière quasi-monochromatique fourniront la valeur de deux grandeurs dépendant de e et n . En combinant ces grandeurs, on trouvera les expressions et valeurs de e et n .

Dans les deux montages, il faut éclairer soigneusement la lame sous un angle de 45° .

2. Spectre cannelé

2.1. Montage

Le montage est celui de la figure 1. L'angle de 45° entre le faisceau incident et la lame de mica doit être le plus précis possible. Utiliser le condenseur intégré à la source Oriel pour réaliser un faisceau grossièrement cylindrique. Le condenseur situé entre la lame de mica et le monochromateur permet de concentrer la lumière sur la fente d'entrée de ce dernier.

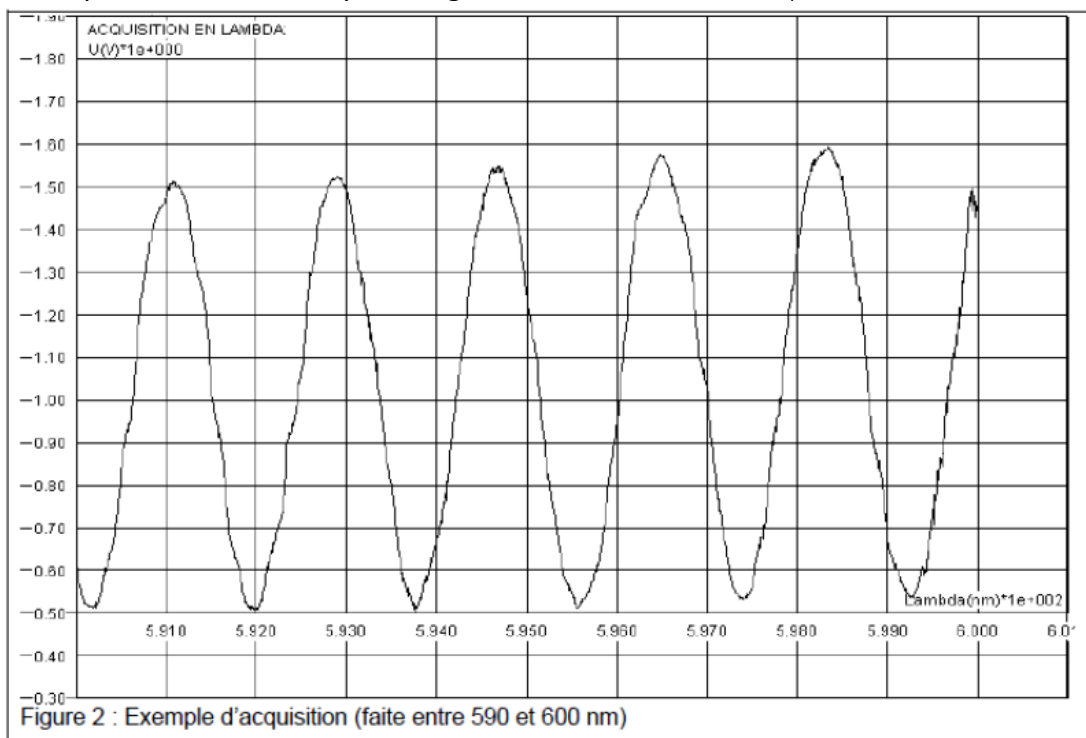


Réglages du monochromateur :

- Allumer le monochromateur, le voltmètre relié au détecteur et l'alimentation de l'amplificateur.
- Lorsque l'initialisation du Chromex est terminée, lancer le logiciel Chromex_LV.
- Dans le menu *Réglages* aller dans *Carte d'acquisition* et choisir dans le menu déroulant la bonne voie du port USB 6009, puis valider.
- Toujours dans *Réglages*, aller dans *Ouverture et fermeture des fentes*. Régler les deux fentes sur $100\ \mu\text{m}$. Cliquer sur *Lire U* et comparer à l'indication du voltmètre : on doit avoir la même valeur. Si U est inférieure à $1\ \text{V}$, augmenter le gain de l'amplificateur.

2.2. Mesures

- Toujours dans *Réglages*, aller dans *Paramètres d'acquisition*. On veut un spectre entre 640 nm et 650 nm, avec un pas de 0,01 nm. Pour tester le montage, on pourra prendre un pas de 0,05 nm qui permet d'aller plus vite, mais qui est moins précis.
- Démarrer la mesure. On acquiert un seul spectre.
- Dans le menu *Courbes*, afficher U en fonction de lambda.
- A l'aide des curseurs, relever les longueurs d'onde λ_1 et λ_p de deux cannelures numérotées 1 et p assez espacées.
- Estimer l'incertitude $\Delta\lambda$ sur ces longueurs d'onde (précision du curseur, erreur de lecture etc.).
- Imprimer la courbe et y faire figurer les valeurs de λ_1 et λ_p .



3. Franges d'égalé inclinaison

3.1. Montage, observations

On éclaire à présent la lame de mica avec un faisceau laser de longueur d'onde $\lambda = 633$ nm, rendu divergent à l'aide d'une lentille convergente de courte focale (16 mm).

L'éclairage se fait à nouveau sous un angle de 45° , qui doit être le plus précis possible.

On observe sur un écran les franges obtenues par réflexion sur la lame de mica. Du fait de l'incidence de 45° , les franges sont quasi-rectilignes et on appelle i leur interfrange.

On appelle D la distance entre la lame et l'écran.

Montrer le montage à un professeur.

3.2. Mesures

Mesurer l'interfrange i entre deux franges **sombres** lorsque l'écran est à distance D . Faire 5 mesures lorsque D varie de 800 mm à 1500 mm.

Faites un tableau de mesure et tracer la courbe $i = f(D)$ en prenant garde à mettre i et D dans la même unité. Sur cette courbe, tracer la courbe de tendance et indiquer son équation.

A l'aide de la fonction Droitereg, donner la valeur de la pente α de la droite obtenue, avec son incertitude.

4. Interprétation, résultats

4.1. Expression de la différence de marche δ

Dans les deux montages, les interférences ont lieu entre deux rayons réfléchis, l'un sur la face avant de la lame et l'autre sur la face arrière. Les deux sont issus d'un même rayon d'incidence i et le deuxième est réfracté dans la lame avec un angle de réfraction i' .

On admet (voir cours de physique) que leur différence de marche est $\delta = 2ne \cos(i') + \lambda/2$

- Etablir la relation entre i (angle d'incidence) et i' (angle de réfraction).
- En déduire que :

$$\delta = 2e\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \lambda/2$$

- Calculer $\sin^2(i)$ pour $i = 45^\circ$ et en déduire une expression de δ en fonction de e et n en négligeant le petit terme $\lambda/2$.

4.2. Premier montage

- Expliquer la formation du spectre cannelé.
- Pour les cannelures claires, on a $\delta = k_1\lambda_1 = k_p\lambda_p$ avec les k entiers. Montrer que $k_2 = k_1 - 1$ et que $k_p = k_1 - (p-1)$, puis que $\delta = (p-1)\lambda_1\lambda_p/(\lambda_p - \lambda_1)$.
- Calculer numériquement δ .
- Comme $\delta = 2e\sqrt{n^2 - 0,5}$, on en déduit le produit $P : P = e\sqrt{n^2 - 0,5} = \delta/2$. Calculer P numériquement (attention aux unités).
- Calculer l'incertitude ΔP à l'aide de : $\Delta P/P = 2\Delta\lambda/(\lambda_p - \lambda_1)$.

4.3. Deuxième montage

On admet que la pente α mesurée vérifie la relation suivante : $Q = \sqrt{n^2 - 0,5}/e = \alpha/\lambda$.

- Calculer Q numériquement avec votre valeur de α (attention aux unités).
- Estimer l'incertitude ΔQ à l'aide de : $\Delta Q/Q = \Delta\alpha/\alpha$.

4.4. Conclusion

- Calculer littéralement PQ et P/Q .
- Calculer PQ numériquement en prenant bien garde aux unités. En déduire la valeur numérique de n .
- Calculer P/Q numériquement en prenant bien garde aux unités. En déduire la valeur numérique de e .
- Calculer les incertitudes Δe et Δn en utilisant :

$$\Delta e/e = (\Delta P/P + \Delta Q/Q)/2$$

et

$$\Delta n = (P\Delta Q + Q\Delta P)/(2n)$$

- Les valeurs de e et n avec leurs incertitudes sont-elles compatibles avec les valeurs trouvées dans le TP de la première série ?

NOMS :

DATE :

.....

.....

FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SEANCE

| § | Travail à faire | A noter sur place | A noter à l'écrit |
|-----|---|-------------------|-------------------|
| 2 | Spectre cannelé | | |
| | Montage | _____ / 3 | |
| | Mesures | | _____ / 2 |
| 3 | Franges d'égale inclinaison | | |
| | Montage | _____ / 3 | |
| | Mesures | | _____ / 2 |
| 4.1 | Différence de marche | | _____ / 2 |
| 4.2 | Interprétation 1^{er} montage | | |
| | Explication spectre cannelé | | _____ / 1 |
| | Calcul de δ | | _____ / 2 |
| | Calcul de P avec l'incertitude | | _____ / 1,5 |
| 4.3 | Interprétation 2^{ème} montage | | |
| | Calcul de Q avec incertitude | | _____ / 1,5 |
| 4.4 | Conclusion | | |
| | Calcul de e et n avec leurs incertitudes | | _____ / 2 |

TOTAL : _____ / 20