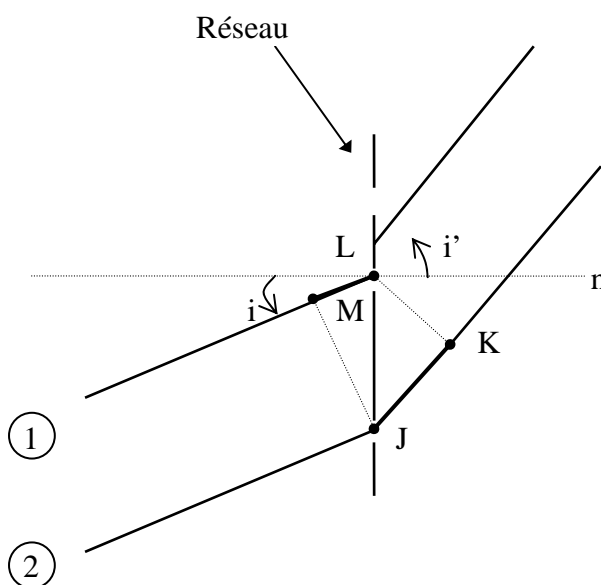


Spectroscopie à réseau : étude du spectre normal

Commencer le compte-rendu en donnant le schéma optique complet du spectre normal.
Tracer un faisceau de longueur d'onde λ_0 et un faisceau de longueur d'onde $\lambda < \lambda_0$

Principe

Soit a le pas du réseau. Il y a maximum de lumière dans la direction i' s'il y a interférences constructives entre les rayons, c'est à dire si la différence de marche : $\delta = JK - LM = a (\sin i' - \sin i)$ entre les rayons 1 et 2 est égale à : $\delta = k\lambda$



$$a(\sin i' - \sin i) = k\lambda \quad (1)$$

$$\sin i' - \sin i = kn\lambda \quad (2)$$

n = nombre de traits par unité de longueur : $n = 1/a$

k = nombre entier qui caractérise l'ordre du spectre

i et i' sont comptés positivement dans le sens trigonométrique à partir de la normale au réseau

Dans le cas du **spectre normal**, $i' = 0$ pour une longueur d'onde déterminée λ_0 . Nous choisissons ici la longueur d'onde du doublet jaune du sodium : $\lambda_0 = 589,3 \text{ nm}$

On a alors pour cette radiation λ_0 :

$$-\sin i_0 = kn\lambda_0 \quad (3)$$

Pour une radiation λ , on a :

$$\sin i' - \sin i_0 = kn\lambda \quad (4)$$

En soustrayant (4) - (3), on obtient :

$$\sin i' = kn(\lambda - \lambda_0) \quad (5)$$

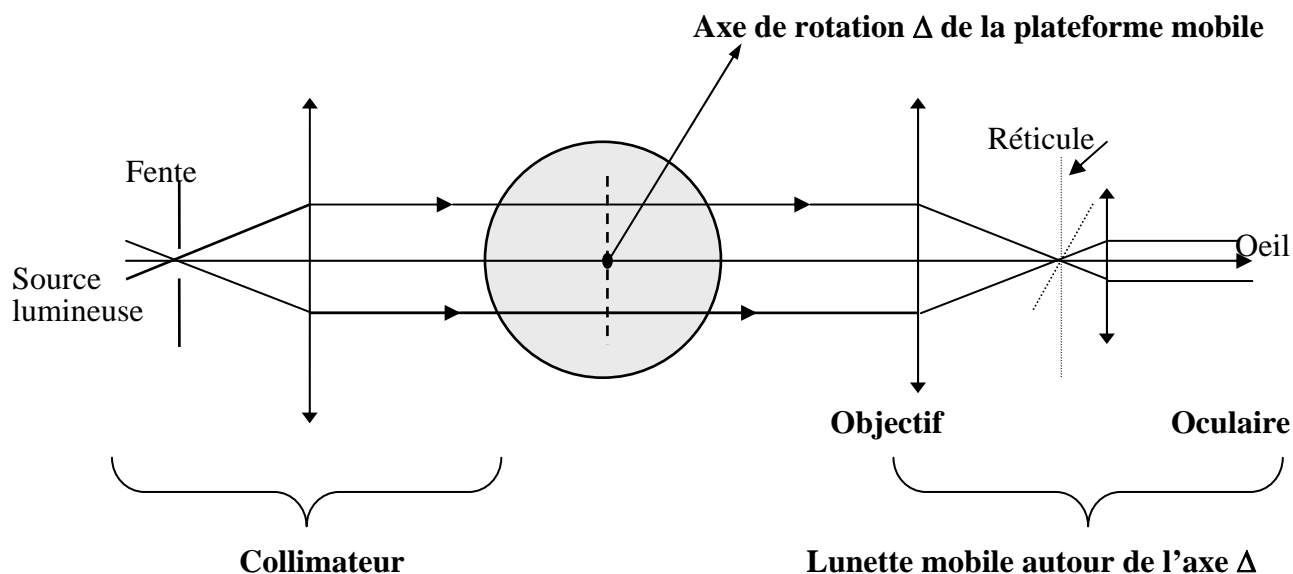
Si l'angle i' est petit : $\sin i' \sim i'$ (radian)

La relation (5) s'écrit alors :

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{i'}{kn} \quad (6)$$

Le but de la manipulation est de vérifier cette équation.

1) - Réglage du spectroscope à réseau



a) Allumer la lampe spectrale à vapeur de sodium basse pression pour qu'elle chauffe.

b) Réglage de la lunette sur l'infini (lunette afocale)

Le réticule doit être dans le plan focal image de l'objectif et dans le plan focal objet de l'oculaire.

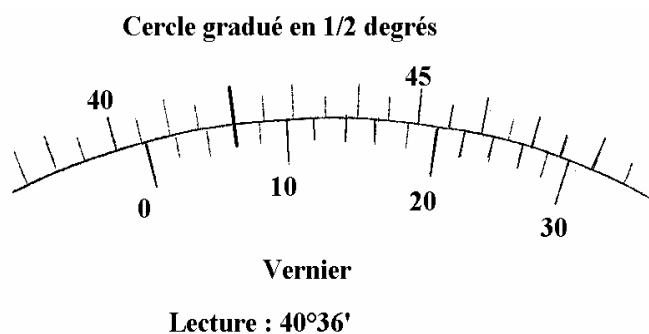
- Tirer l'oculaire pour voir nettement le réticule, sans accommoder.
- Diriger la lunette vers un objet très éloigné. Mettre au point sur cet objet en agissant sur la distance objectif – oculaire à l'aide de la vis V_2 . Ne plus toucher à cette vis.
- Faire un schéma optique pour expliquer pourquoi l'image de l'objet observé est renversée.

c) Réglage du collimateur

La fente source doit se trouver dans le plan focal objet du collimateur.

- Mettre la lampe à vapeur de sodium devant la fente du collimateur. Tirer le tube du collimateur de façon à observer dans la lunette une fente très nette.
- Régler sa largeur pour qu'elle soit très fine (comme une aiguille à coudre) et verticale.

*Ne plus modifier ces réglages pendant toute la manipulation.
Ne toucher qu'à l'oculaire si votre binôme a une vue différente.*



2) Etude du spectre normal d'ordre 2 ($k = \pm 2$)

1) Réglages

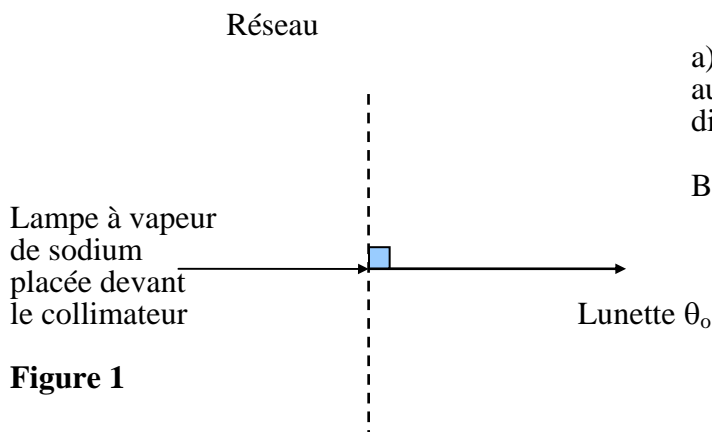


Figure 1

a) Placer le réseau perpendiculairement au faisceau incident : viser l'image directe.

Bloquer la lunette ; lire sa position : $\theta_0 =$

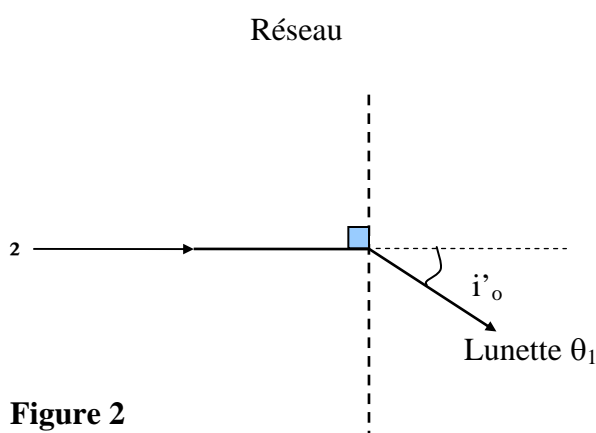


Figure 2

b) Débloquer la lunette. La tourner et viser l'image du doublet jaune du sodium dans le spectre d'ordre $k = \pm 2$.

Un des spectres peut être plus lumineux que l'autre.

Bloquer la lunette ; lire sa position : $\theta_1 =$

On a alors : $i = 0$; $i'_0 = \theta_1 - \theta_0 =$

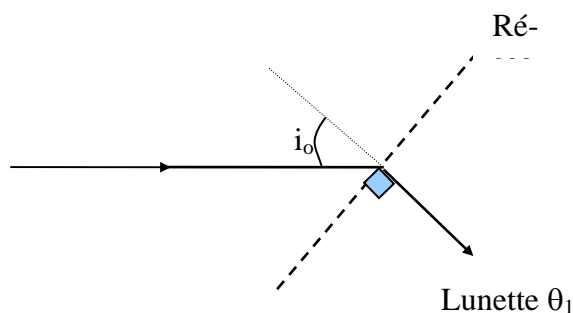


Figure 3

c) Faire alors tourner le réseau pour le rendre perpendiculaire à la lunette. L'image doit se retrouver sur le réticule.

On a alors : $i_0 = \theta_1 - \theta_0$; $i'_0 = 0$

Vérifier que : $\sin i_0 = |kn\lambda_0|$

Ne plus toucher au réseau pendant tout le reste de la manipulation.

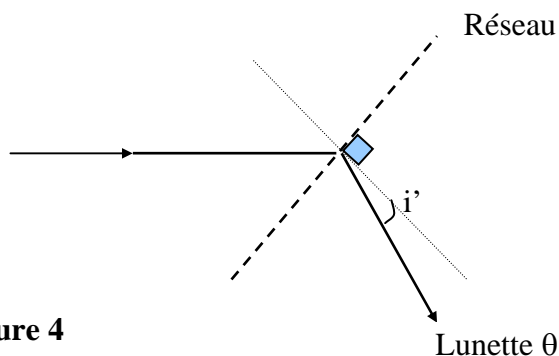


Figure 4

d) **Débloquer la lunette.**

Pointer alors les autres raies émises par la lampe à vapeur de sodium en déplaçant légèrement la lunette.

Noter sa position θ .

En déduire : $i' = \theta - \theta_1$

i' peut être positif ou négatif

3) Mesures

a) Pointer les différentes raies et relever la valeur de θ pour différentes lampes spectrales (mercure, zinc, hélium, cadmium) que vous noterez sur la feuille de la page suivante.

Vérifier que vous restez toujours dans le même spectre quand vous changez de lampe.

Pour cela, replacer la lunette à la position correspondant au jaune du sodium.

Vous devez observer que les radiations rouges sont plus déviées que les radiations jaunes et que les radiations bleues sont moins déviées que les radiations jaunes.

En déduire : $i' = \theta - \theta_l$

b) Tracer la courbe expérimentale : $\lambda = f(i')$, en notant avec un crayon de couleur :

Si les points ne sont pas alignés, c'est que vous avez commis une erreur : vous n'êtes pas restés dans le même spectre pour relever vos mesures. Il faut donc les recommencer.

Déterminer l'équation de la courbe tracée : $\lambda = f(i') = a i' + b$, et donner le coefficient de corrélation

- En déduire l'intérêt du spectre normal.

c) *Comparer cette équation avec l'équation théorique : $\lambda = \lambda_0 \pm \frac{i'}{kn}$ que vous tracerez également sur le graphe expérimental. Attention aux unités choisies.*

Cette équation devra être démontrée sur votre compte rendu.

Si vous avez correctement relevé vos mesures, les 2 graphes doivent se superposer. Dans le cas contraire, expliquer les causes d'erreurs possibles.

d) Détermination des longueurs d'onde émises par une lampe à vapeur inconnue

Quelles sont les longueurs d'onde du spectre visible émis par cette lampe ?

Avec quelle précision $\Delta\lambda$ mesure-t-on ces longueurs d'onde, si $\Delta\theta = 5' = 0,085^\circ = 1,510^{-3} \text{ rad}$?

Attention : $\Delta i' = 2 \Delta\theta = 10' = 0,17^\circ = 3 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$ car on soustrait 2 angles pour trouver i' .

$\Delta\lambda = a \Delta i'$, où a est le coefficient directeur de la droite d'étalonnage.

4) Spectre visible d'une lampe à incandescence : source de lumière blanche

La source lumineuse est maintenant une lampe à incandescence.

Sans modifier le réglage précédent, décrire et dessiner avec des crayons de couleur ce que vous observez : nombre de spectres, luminosité des spectres, superposition des spectres.

	Couleur	Intensité relative	Longueur d'onde (nm)	θ	$i'_{(\text{degré})} = \theta - \theta_1$	$i'_{(\text{rad})}$
Sodium (Na)	rouge	faible	616,1 - 615,4			
	jaune	très forte	589,6 - 589,0		0	0
	vert	assez forte	568,8 - 568,3			
	bleu	très faible	498,3 - 497,9			
Mercure (Hg)	jaune	très forte	579,1			
	jaune	très forte	577,0			
	vert	très forte	546,1			
	bleu	faible	491,6			
	indigo	assez forte	435,8			
Hélium (He)	rouge	forte	667,8			
	jaune	forte	587,5			
	vert	moyenne	501,5			
	bleu	forte	492,2			
	bleu	moyenne	471,2			
	indigo	faible	447,1			
Cadmium (Cd)	rouge	moyenne	643,8			
	vert	forte	508,6			
	bleu	forte	480,0			
	bleu	forte	467,8			
Zinc (Zn)	rouge	forte				
	bleu	très forte				
	bleu	forte				