

DÉTERMINATION EXPÉRIMENTALE D'UNE LONGUEUR D'ONDE INCONNUE

IDENTIFICATION DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE CORRESPONDANTE

Objectifs :

- ✗ Mise en œuvre d'un dispositif expérimental permettant d'obtenir le spectre d'émission d'un atome et l'étalonner pour déterminer une longueur d'onde inconnue.
- ✗ Estimer les sources d'incertitudes pour présenter le résultat de la mesure.
- ✗ Dans le cas du sodium, identifier la transition énergétique à l'origine de la longueur d'onde de la raie étudiée.

I. ÉTALONNAGE DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

1. Principe et obtention du spectre de référence

On exploite un spectre dont on connaît précisément les longueurs d'onde afin de relier la position de la raie lumineuse sur l'écran à la longueur d'onde de la radiation correspondante.

Le spectre de référence est celui **du mercure** qui présente quatre raies lumineuses suffisamment intenses pour être utilisées. On donne leurs longueurs d'onde ci-dessous.

Couleur	Violet	Indigo	Vert	Jaune/ Orange
λ (nm)	404,7	435,8	546,1	577,5

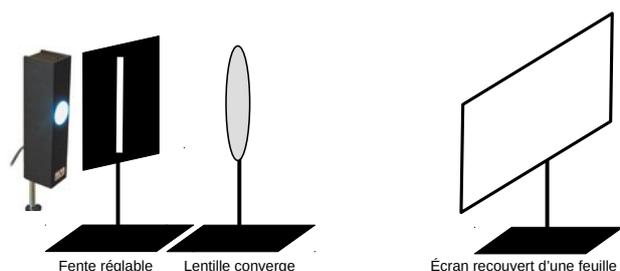
On choisit d'utiliser **UN RÉSEAU** pour obtenir le spectre de la source de référence.

DOCUMENT 1 : OBTENTION D'UN SPECTRE À L'AIDE D'UN RÉSEAU

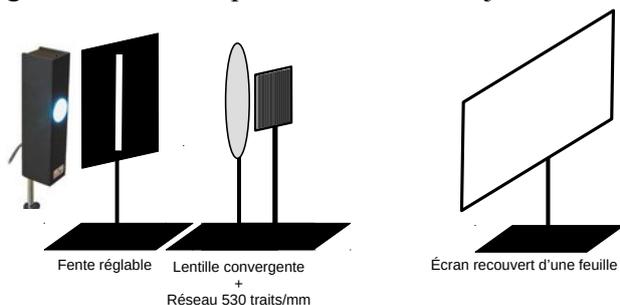
Commencer par fixer une feuille blanche ou quadrillée sur l'écran blanc.

L'obtention du spectre se fait en deux temps :

1. Disposer les éléments comme sur le schéma ci-dessous et déplacer la lentille jusqu'à obtenir **UNE IMAGE NETTE** de la fente source sur l'écran.



2. Ajouter le réseau juste derrière la lentille et translater l'écran pour placer l'image de la fente source sur le bord gauche. Vérifier que la netteté est toujours correcte.



À PARTIR DE CE MOMENT : NE PLUS MODIFIER LES POSITIONS DES ÉLÉMENTS AUTRES QUE LA LAMPE.



Illustration 1 : Raies les plus brillantes du mercure



QR_Code 1 : Accéder au spectre en couleur – Cliquez ou scannez

2. Étalonnage du dispositif

a. Principe et mesures

Le réseau disperse les radiations lumineuses en fonction de leur longueur d'onde. On peut mesurer la distance **d** qui sépare la raie de l'image de la fente source.

L'étalonnage du dispositif consiste à trouver la relation entre d et la longueur d'onde λ .

Vous devrez en plus évaluer **l'incertitude type** sur la mesure de la distance **d**, notée **$u(d)$** .

La détermination de l'incertitude permet :

- x de présenter le résultat de la mesure en annonçant l'incertitude associée ;
- x d'écrire la valeur **d** avec le nombre de chiffres significatifs adéquat.

Avant de procéder à la mesure de **d**, ajustez **la largeur de la fente source afin d'avoir des raies les plus fines possibles tout en gardant une intensité suffisante**.

Repérez par des traits au crayon sur la feuille :

- x La position de **l'image de la fente source** ;
- x Les positions **des quatre raies du spectre du mercure**.

Détachez la feuille de l'écran, sans le déplacer, puis mesurer les distances **d**.

Estimation de l'incertitude sur la mesure de la distance d

On note **p** la précision de l'instrument de mesure, c'est-à-dire l'intervalle de la plus petite graduation du ré-glet utilisé pour mesurer la distance.

L'incertitude sur la mesure de **d** est double : incertitude sur **l'origine** et sur **la position** de la raie.

Dans ce cas, l'incertitude type associée est $u(d) = \frac{p}{\sqrt{6}}$.

La valeur de **$u(d)$** est arrondie à **un chiffre significatif**.

Consignez vos mesures dans le tableau ci-dessous.

λ (nm)	404,7	435,8	546,1	577,5
d (cm)				
$u(d)$ (cm)				

b. Exploitation des mesures

Il s'agit ici de traiter les mesures dans le tableur afin :

- x d'obtenir la représentation graphique des variations de **λ** en fonction de **d**.
- x d'obtenir l'équation de la modélisation de la fonction **$\lambda = f(d)$** .

	A	B	C
1	d (cm)	lambda (nm)	u(d) (cm)
2		404,7	
3		435,8	
4		546,1	
5		577,5	
6			

Illustration 2 : Feuille de calcul LibreOffice

Dans *Libreoffice Calc*, créer la feuille de calcul comme sur l'illustration 2.

Construire le graphique (XY) représentant **$\lambda = f(d)$** et obtenez la modélisation (Courbe de tendance) en choisissant le modèle approprié et en demandant l'affichage de l'équation.

Notez l'expression de la modélisation donnée par le tableur : **$\lambda = a \times d + b$** .

c. Incertitude sur la longueur d'onde

Dans la suite, on néglige les incertitudes sur les coefficients **a** et **b**. Est-ce justifié au vu de la représentation graphique obtenue ?

Dans ce cas, on montre que l'incertitude type sur la longueur d'onde **$u(\lambda)$** est **$u(\lambda) = a \times u(d)$** .

II. DÉTERMINATION DE LONGUEURS D'ONDE INCONNUES

Dans cette partie, il s'agit d'exploiter votre dispositif pour :

- x déterminer une longueur d'onde inconnue et identifier la transition énergétique correspondante dans l'atome ;
- x mesurer une ou deux longueurs d'onde de laser et les comparer avec les informations du fabricant afin de tester la validité du protocole expérimental.

LORS DES CHANGEMENTS SOURCES LUMINEUSE, VEILLEZ À NE PAS CHANGER LES POSITIONS DE LA FENTE, DE LA LENTILLE, DU RÉSEAU ET DE L'ÉCRAN.

Les deux points suivants sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre quelconque.

1. Lampe à vapeurs de sodium

On donne ci-contre quelques niveaux d'énergie de l'atome de sodium.

On rappelle la valeur de la constante de Planck : $h \approx 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Remplacer la lampe à vapeurs de mercure par une lampe à vapeurs de sodium et observez son spectre.

Décrire brièvement l'allure du spectre obtenu.

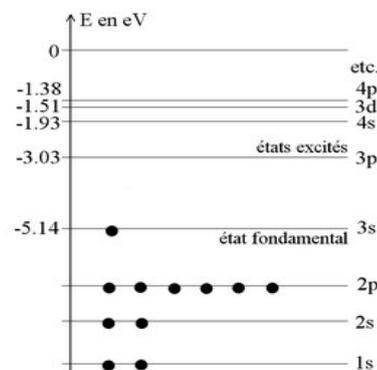


Illustration 3 : Énergies de quelques niveaux de l'atome de sodium

1. Mesurer sur l'écran la distance **d** entre la raie jaune du sodium et l'image de la fente source.
2. Exploitez la relation obtenue au **I.2.b.** pour déterminer la longueur d'onde de cette radiation et présentez le résultat et son incertitude type associée.
3. Votre mesure expérimentale de la longueur d'onde de la raie jaune du sodium vous semble-t-elle cohérente avec la longueur d'onde de référence de la question 5 ?
4. Calculer l'énergie du photon correspondant et identifiez la transition énergétique concernée en exploitant l'illustration 3.
5. La raie du sodium observée est en fait un doublet (deux raies proches) dont les longueurs d'onde sont $\lambda_1 = 588,995 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 589,592 \text{ nm}$. Est-il envisageable de les séparer compte tenu de la précision de votre dispositif ?

2. Laser Hélium - Néon, ou laser vert - Comparaison avec la donnée du fabricant



DOCUMENT 2 : PRÉCAUTIONS DANS L'UTILISATION DES LASERS

Les faisceaux lasers peuvent endommager irrémédiablement la rétine s'ils pénètrent dans l'œil. Lors de leur utilisation, ne jamais regarder le faisceau directement face à la source. Veillez à ne pas projeter la lumière dans la salle et notamment vers les autres groupes. Éteindre le laser lors de sa mise en place et dès que la mesure est effectuée.

Remplacer la lampe ou le laser précédent par un laser hélium – néon ou un laser vert. Ajustez sa position et son alignement de façon à obtenir son spectre sur l'écran.

1. Mesurer sur l'écran la distance **d** entre la raie et l'image de la fente source.
2. Exploitez la relation obtenue au **II.b.** pour déterminer la longueur d'onde de cette radiation et présentez le résultat et son incertitude type associée.
3. Votre mesure est-elle compatible avec l'indication du fabricant ? Le cas échéant, discuter des sources d'erreurs.