

Diffraction
Application à la mesure de petites dimensions

Partie A : Mesure de la largeur ℓ d'une fente

I. Mesure à l'aide d'un microscope :

1) Principe:

Un microscope est muni d'un *oculaire micrométrique* : il s'agit d'une échelle graduée généralement de 0 à 100 divisions. On ne connaît pas la taille réelle de cette échelle lorsque l'oculaire est sur le microscope.

On place sous l'objectif un *micromètre objectif*. C'est une lamelle de microscope classique sur laquelle est gravée une échelle graduée cette fois ci de dimension connue : il s'agit généralement d'une échelle de 1 mm divisée en 100 divisions.

Étalonner un oculaire micrométrique consiste alors à établir une correspondance entre les graduations Noc inconnues de cet oculaire et les graduations Nob de taille connue d'un micromètre objectif placé sur la platine.

Un étalonnage dépend de l'objectif utilisé pour un oculaire donné: à développer avec votre professeur.

On remplace ensuite l'objectif micrométrique par l'objet à mesurer : on relève le nombre de graduation de l'oculaire qui correspondent à cet objet puis on applique un produit en croix pour en connaître la taille réelle.

2) Étalonnage

Vérifier que l'oculaire micrométrique est en place.

Faire la mise au point de celui-ci sur l'échelle graduée : voir avec le professeur.

Vérifier que l'objectif le plus faible, à priori le *10, est en place.

Prendre le micromètre objectif et le placer sous l'objectif : centrer au mieux à la main l'échelle graduée.

Remarque : elle est à peine visible à l'œil.

Faire la mise au point sur cette échelle par déplacement rapide (grâce avec la grosse vis) et lent (grâce à la petit vis ou vis micrométrique)

ATTENTION : veuillez bien sûr à ne pas briser la lamelle !!

Alors que vous observer en même temps, et nettement, les deux échelles, vous pouvez déplacer la lamelle très lentement pour faciliter la correspondance entre celles-ci : noter votre résultat en choisissant la bonne colonne selon l'observation (l'une OU l'autre).

| | | |
|---|-----|---|
| Nombre de divisions de l'oculaire (en divisions) | 100 | |
| dimensions de l'objectif micrométrique (en mm) | | 1 |

3) Mesure de l'objet :

Il s'agit ici d'une fente dont la largeur est noté ℓ : voir laquelle avec votre professeur.

Enlever l'objectif micrométrique (la lamelle), placer la fente choisie et faire la mise au point sur celle-ci : relever le nombre de graduations de l'oculaire micrométrique correspondant à cette fente.

Réaliser avec détail sur votre compte rendu le calcul qui permet d'en connaître la taille réelle ℓ grâce à vos différentes mesures.

II. Mesure par diffraction

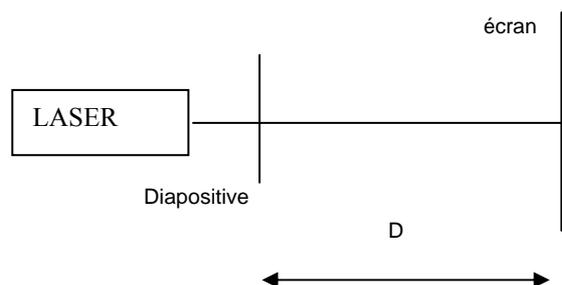
**Votre attention est attirée sur le danger réel que présente le LASER : ce n'est pas un jeu !
Des lésions irréversibles peuvent être causées à votre œil en cas d'exposition même brève !**

1) Protocole expérimental

On utilise un faisceau LASER pour lequel la longueur d'onde de la radiation émise vaut $\lambda = 632,8 \text{ nm}$.

Réaliser le montage ci-contre en plaçant sur le trajet du faisceau une diapositive possédant différentes fentes calibrées dont les largeurs notées ℓ sont données dans le tableau ci-dessous.

Placer l'écran à une distance $D = 1,50 \text{ m}$ de la diapositive.



Mesurer au mm près le diamètre d de la tâche centrale de diffraction obtenue sur l'écran pour chacune des fentes ℓ et compléter le tableau.

| | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|-----|----------------------------------|
| ℓ (mm) | 0,04 | 0,05 | 0,10 | 0,12 | 0,28 | 0,4 | Fente ℓ _i inconnue |
| d (mm) | | | | | | | |

2) Exploitation des résultats

Tracer et imprimer avec Regressi si possible le graphe $\ell = f\left(\frac{1}{d}\right)$.

Modéliser cette courbe par une fonction linéaire $y = p * x$ où p est le coefficient directeur puis, avec les outils de la modélisation, trouver la largeur ℓ_i de l'inconnu.

Dans votre compte rendu doivent figurer la courbe correctement présentée et vos explications pour la détermination de cette largeur ℓ_i.

Partie B : Mesure du pas d'un réseau ; application à la mesure d'une longueur d'onde

I. Principe de la manipulation

Un réseau est constitué par un support transparent sur lequel ont été gravés un grand nombre de traits fins, parallèles et équidistants. (voir livre p 60). La distance entre deux traits consécutifs du réseau est le **pas du réseau**, noté a.

On caractérise également le réseau par son nombre de traits au mm que l'on note N. On a donc $a = \frac{1}{N}$

Le réseau se comporte comme une série de fentes équidistantes.

La lumière traversant un réseau est diffracté par chacune des fentes puis les faisceaux diffractés interfèrent donnant un ensemble de tâches lumineuses espacées et disposées perpendiculairement aux fentes.

Par rapport à la tâche centrale, les positions y des maxima de lumière reçu sur l'écran, placé à la distance D du réseau, vérifient la relation : $y = k \cdot \lambda \cdot N \cdot D$ où k correspond à l'ordre d'interférence (k = 1 pour la première tâche à partir de la tâche centrale k = 0, k = 2 pour la deuxième ...)

II. Protocole expérimental

Dans le montage précédent, on remplace la diapositive par le réseau et on garde D = 1,50 m.

Pour les quatre premiers ordres, le professeur mesure la distance y entre la tâche centrale et les quatre premières tâches lumineuses.

Il refait ensuite une série de mesures en remplaçant le LASER par une lampe à vapeur de sodium Na mais avec un montage modifié.

Compléter avec le professeur les deux tableaux ci-dessous (il est possible que k = 3 pour Na soit peu visible, voir non visible).

mesures avec le LASER

| | | | | | |
|---------------------------|---|---|---|---|---|
| k | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| y (10 ⁻³ m) | 0 | | | | |

mesures avec la lampe à vapeurs de sodium Na

| | | | | |
|---------------------------|---|---|---|---|
| k | 0 | 1 | 2 | 3 |
| y (10 ⁻³ m) | 0 | | | |

III. Exploitation des résultats

1) Pas du réseau :

A partir des résultats obtenus avec le LASER, tracer et imprimer sur Regressi si possible, le graphe $y = f(k)$.

Calculer le coefficient directeur p1 de la fonction linéaire obtenue par une modélisation du type $y = p1 * k$.

En déduire (voir I.) le nombre N de traits par mm du réseau puis le pas du réseau a en mm⁻¹ puis en m⁻¹.

Ces derniers calculs doivent être expliqués dans votre compte rendu avec détails : attention aux unités.

Comparer le résultat avec la valeur donnée par le fabriquant (voir avec le professeur).

2) Longueur de la radiation émise par la lampe à vapeurs de sodium :

A partir des résultats obtenus avec la lampe à vapeurs de sodium, tracer et imprimer sur Regressi, le graphe $y = f(k)$.

Calculer le coefficient directeur p2 de la fonction linéaire obtenue par une modélisation du type $y = p2 * k$.

En utilisant le résultat précédent du 1.) et le I., en déduire la longueur d'onde λ_{Na} de la radiation émise par la lampe à vapeurs de sodium Na.

Ces derniers calculs doivent être expliqués dans votre compte rendu avec détails : attention aux unités.