

Microscopies optiques

June 7, 2025

Référence

Expérience : Mesure du grossissement commercial d'un microscope

Livre :

- Physique PCSI/PCSI* Tout-en-un, Dunod, 2022
- Optique, une approche expérimentale et pratique, S. Houard, DeBoeck

Prérequis :

- Optique géométrique
- Notion de diffraction

Niveau : PCSI

Introduction

Voir historique dans le Houard

1 Microscope optique

1.1 Principe de fonctionnement

Le microscope optique est composé de deux systèmes optiques, l'objectif et l'oculaire.

Schéma du microscope à deux lentilles avec les rayons lumineux

Objectif : lentille formant une image réelle Oculaire : lentille formant une image à l'infini. Cela permet une observation sans accommodation par l'oeil.

Concept du cercle oculaire pour recevoir le maximum de lumière.

1.2 Caractéristiques d'un microscope

Grossissement commercial : Rapport des tailles des images sur la rétine entre une observation à travers l'instrument optique et à l'oeil nu.

$G_c = \frac{\theta_{A'B'}}{\theta_0}$ où θ_0 est l'angle d'observation à l'oeil nu pour une distance d'environ 25 cm (correspond au punctum proximum de l'oeil).

$$\theta_{A'B'} = \frac{A'B'}{f_2'} \text{ et } \theta_0 = \frac{AB}{d_m}$$

Donc $G_c = \frac{A'B'}{f_2'} \frac{d_m}{AB} = \frac{A'B'}{AB} \frac{d_m}{f_2'} = |\gamma_{ob}| G_{c,oc}$ où γ_{ob} est le grandissement de l'objectif et $G_{c,oc} = \frac{\theta_{A'B'}}{\theta_0} = \frac{A'B'}{f_2'} \frac{d_m}{A'B'} = \frac{d_m}{f_2'}$ est le grossissement commercial de l'oculaire.

Expérience de mesure du grossissement commercial d'un microscope.

1.3 Limites du microscope optique

Limites de résolution : distance minimale entre deux points sur l'échantillon pour que leurs images respectives soient séparées.

La limite de résolution dépend du phénomène de diffraction. Explication qualitative de la diffraction avec la tâche d'Airy et le critère de Rayleigh.

À voir si on parle de l'équation de calcul de la distance minimale (Houard, p160)

ODG : Résolution spatiale d'un microscope de l'ordre du micromètre (peut atteindre $0.2\mu\text{m}$ avec un bon microscope) -> lire p.160

Phénomènes d'aberration (géométriques et chromatiques) -> à voir pour les montrer sur le dispositif expérimental.

2 Autres méthodes de microscopie

2.1 Microscopie en champ sombre

Utilisation pour l'observation d'objets peu contrastés

Utilise la diffusion de la lumière pour observer l'objet La lumière direct n'est pas récupérée par l'oculaire/capteur.

Voir "Microscopie optique", dossier pédagogique n°44, G. Roblin (trouvable sur Internet) Voir page wikipédia de la microscopie optique à contraste de phase (vidéo)

2.2 Microscopie à contraste de phase

Objet à observer est totalement transparent -> comment peut-on l'observer ?

Principe similaire au champ sombre mais on récupère sur l'oculaire/capteur la lumière directe

"Utiliser la phase de l'onde pour faire des interférences et faire ressortir les contours des objets transparents"

Les interférences ont lieu grâce à un système optique appelé plaque de phase qui va déphaser la lumière diffusée par rapport à la lumière directe. Cela va donc faire des interférences au niveau de l'observation en renforçant le contraste de l'objet (on forme un contraste de phase).

Voir "L'Optique moderne et ses développements", M. Françon, Hachette CNRS ou "Microscopie optique", dossier pédagogique n°44, G. Roblin (trouvable sur Internet)

Voir page wikipédia de la microscopie optique à contraste de phase (vidéo)

Expérience quantitative

Objectif de l'expérience

Mesure du grossissement commercial du microscope

Matériels

- Lampe Quartz-iode
- Filtre anti-thermique
- Microscope
- Lame de microscope avec réglet
- Lentille pour envoyer l'image à l'infini sur un écran ($f = 70\text{-}130\text{ cm}$)
- Écran
- Mètre
- Réglet (30cm)
- Support élévateur

Protocole

Éclairer la lame du microscope de manière à avoir le maximum de lumière Placer une lentille en sortie de l'oculaire (pour envoyer l'image à l'infini sur le plan objet de cette lentille) Mesurer la longueur du régllet sur l'écran Mesurer la distance entre l'écran et la lentille de sortie (en théorie, vaut la focale de la lentille) -> on obtient l'angle θ' avec le rapport longueur régllet sur distance écran Calcul du grossissement commercial avec incertitudes et zscore

Précautions expérimentales

Bien vérifier la présence d'un filtre anti-thermique sur le microscope