

Microscope

On réalise un microscope avec un objectif de grandissement $\times 3$, de focale 40 mm, de diamètre 6 mm, et avec un oculaire de grossissement commercial $\times 20$, de diamètre 8 mm. Les deux lentilles sont considérées minces et convergentes. Le diaphragme d'ouverture (pupille du système) est un diaphragme de diamètre 4 mm placé au foyer image de l'objectif.

1. Faire un schéma de principe et écrire les conjugaisons.
2. Déterminer la distance entre le centre de l'objectif et son plan objet, et la distance entre le centre de l'objectif et son plan image.
3. Déterminer la focale de l'oculaire.
4. Exprimez la puissance du microscope en fonction du grandissement de l'objectif et la focale de l'oculaire. Faire l'application numérique.
5. Sur l'annexe (échelle transversale $\times 20$ et longitudinale $\times 1$), tracer deux rayons provenant d'un objet ponctuel placé au foyer du microscope sur l'axe et traversant l'instrument dans sa totalité en s'appuyant sur les deux bords du diaphragme d'ouverture.
6. Où se trouve la pupille d'entrée du microscope et sous quel angle est-elle vue ?
7. Déterminer la position et la taille ϕ_{PS} de la pupille de sortie et la positionner sur le schéma.
8. Sur l'annexe, tracer deux rayons qui s'appuient sur les deux bords de la pupille d'entrée, pour un point objet provenant d'un bord du champ de pleine lumière et qui traversent l'ensemble du microscope.
9. Faites le tracé en bord de champ total et comparer votre résultat à l'expression approchée $\phi_{CT} \approx \phi_{oculaire}/g_y$ (expression que vous pourrez retrouver analytiquement).

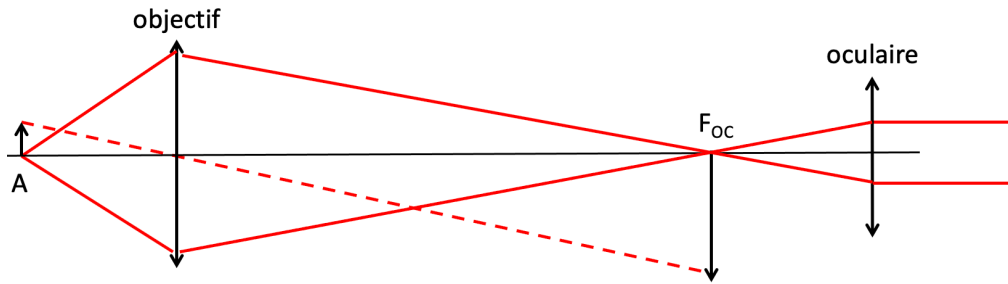
Echelle longitudinale : x1
Echelle transversale : x20

Microscope

+

A

1. $A \xrightarrow{\text{objectif}} A' = F_{\text{oculaire}} \xrightarrow{\text{oculaire}} \infty$



2. $g_{y-obj} = -3 = -\frac{\overline{F'A'}}{f'_{objectif}} = \frac{f'_{objectif}}{\overline{FA}} \rightarrow \begin{cases} \overline{OA'} = 160\text{mm} \\ \overline{OA} = -53,3\text{mm} \end{cases}$

3. L'oculaire a un grossissement commercial $\times 20$. Le grossissement commercial est défini comme le rapport entre l'angle θ' sous lequel est vu l'image de l'objet (de taille y) à travers l'instrument et l'angle θ_{250} sous lequel serait vu l'objet s'il était placé à 250 mm de l'œil sans instrument. Cette grandeur est exprimé en m^{-1} . Ce qui donne,

$$G_{c-oculaire} = 20 = \frac{\theta'}{\theta_{250}} = \frac{y/f'_{oculaire}}{\frac{y}{0,25}} = \frac{1}{4f'_{oculaire}} \rightarrow f'_{oculaire} = 12,5\text{ mm}$$

Le grossissement commercial est une grandeur définie pour les instruments type loupe et oculaire

4. La puissance, s'exprime en m^{-1} (ou dioptries), est définie comme le rapport entre l'angle θ' sous lequel est vu l'image à travers l'instrument et la taille y de l'objet. On appelle y' la taille de l'image intermédiaire formée par l'objectif et placé dans le plan focale objet de l'oculaire

$$P_{\text{scope}} = \frac{\theta'}{y} = \frac{y'}{y} \times \frac{\theta'}{y'} = g_{y-objectif} \times \frac{1}{f'_{oculaire}(m)} = 240\text{ m}^{-1}$$

Dans le cas d'un objet à l'infini la puissance est simplement l'inverse de la distance focale.

5. Schéma sur l'axe

6. La pupille d'entrée est à l'infini car le DO est au foyer image de l'objectif. Elle est donc vue sous l'angle $\theta_{PE} = \frac{\Phi_{DO}}{f'_{objectif}} = 0,1$.

7. La pupille de sortie est l'image de la pupille d'entrée par tout le microscope. Donc c'est l'image du DO (placé en F'_{obj}) par l'oculaire. En utilisant la formule de Newton, on obtient,

$$\overline{F_{oc}F'_{obj}} \times \overline{F'_{oc}Ps} = -f'^2_{oculaire} \text{ ce qui donne } \overline{F'_{oc}Ps} = +1,3\text{mm}.$$

La taille de Ps utilise (par exemple) la formule du grandissement au centre, soit,

$$\phi_{PS} = \phi_{DO} \times \frac{\overline{O_{oc}Ps}}{\overline{O_{oc}DO}} = 4 \times \frac{12,5 + 1,3}{160 - 40 + 12,5} = 0,42\text{ mm}$$

8. Schéma bord de CPL

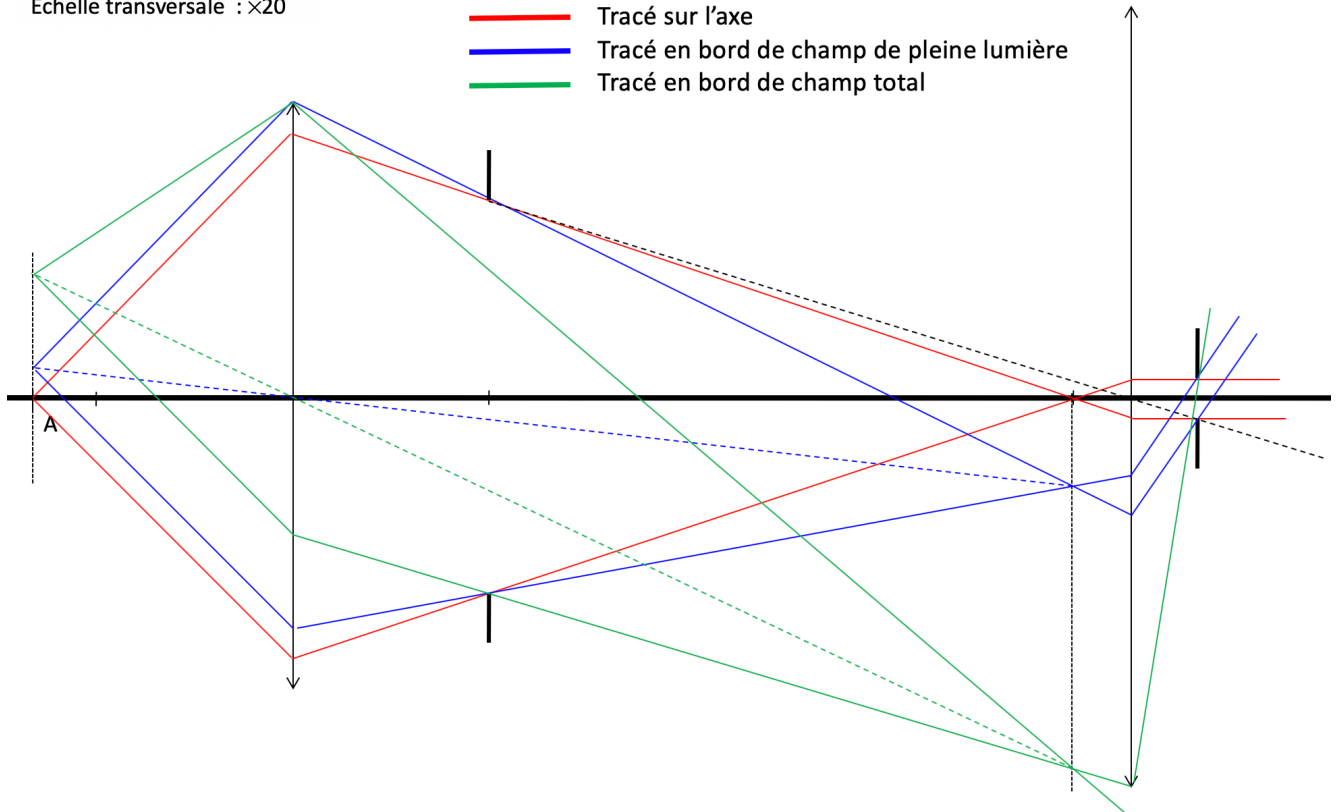
9. D'après le 2^{ème} schéma de la page suivante, en utilisant les triangles semblables, on obtient,

$$\frac{\phi_{oc} - \phi_{CT}^{int}}{f'_{oc}} = \frac{\phi_{CT}^{int} - \phi_{DO}}{F'_{ob}F_{oc}} \rightarrow \phi_{CT}^{int} = \frac{\phi_{oc} + \phi_{DO} \times \frac{f'_{oc}}{F'_{ob}F_{oc}}}{1 + \frac{f'_{oc}}{F'_{ob}F_{oc}}} \sim \phi_{oc} \rightarrow \phi_{CT}^{objet} \sim \frac{\phi_{oc}}{g_y}$$

Echelle longitudinale : $\times 1$
 Echelle transversale : $\times 20$

- Tracé sur l'axe
- Tracé en bord de champ de pleine lumière
- Tracé en bord de champ total

Microscope



- Tracé en bord de champ total

