

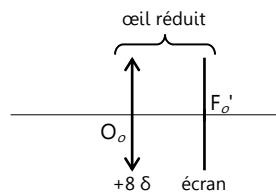
Modélisation et étude d'un microscope Éléments de correction

I. Préparation.

1. Pour déterminer une distance focale par autocollimation, on place un miroir derrière la lentille et on place l'objet de façon à ce que l'image se forme dans son plan (cet objet sert alors d'écran et est éclairé de façon nette par sa propre image). La distance focale f' est la distance objet-lentille.

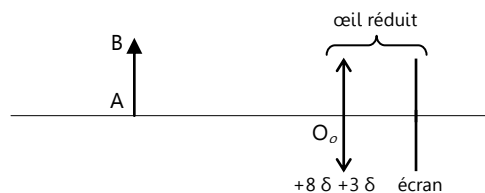
Avec la lentille notée 8δ on trouve par exemple $f' = 12,5\text{ cm}$.

2. L'œil réduit doit regarder à l'infini (avec la lentille $+8\delta$). Il doit donc regarder de la lumière arrivant sous forme de faisceau parallèle. Donc l'image doit se situer dans le plan focal image de l'œil réduit. Donc l'image doit se situer à la distance focale (par exemple $f'_o = 12,5\text{ cm}$) de la lentille notée 8δ . Donc l'écran modélisant la rétine doit se situer à $12,5\text{ cm}$ de la lentille notée 8δ .



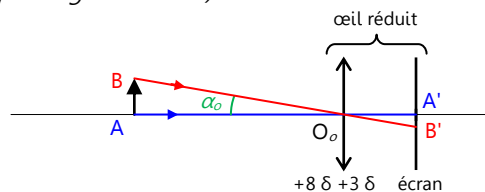
3. La profondeur de l'œil ne doit pas changer mais reste de $12,5\text{ cm}$. Par contre l'œil réduit est maintenant plus convergent afin de regarder un objet AB proche (la lettre F sur la lanterne). L'œil est rapproché de l'objet jusqu'à ce que l'image soit observée de façon nette sur l'écran modélisant la rétine.

On trouve par exemple $O_oA = 33,3\text{ cm}$.



4. On trouve par exemple $O_oA = 33,3\text{ cm}$.

Remarque : le *punctum proximum* (distance minimale de vision nette) de cet œil réduit vaut donc $33,3\text{ cm}$ (pour un œil réel, cette distance serait prise égale à 25 cm).



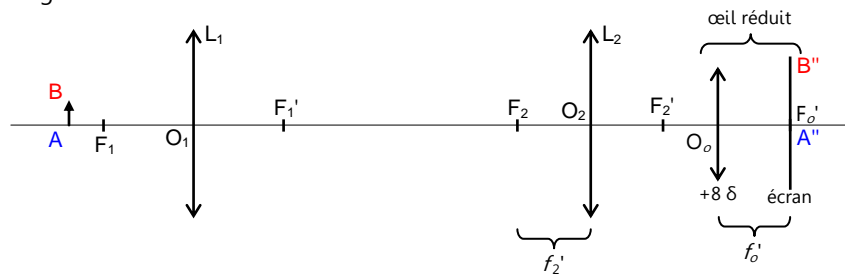
Comme l'angle α_o est petit, $\alpha_o \approx \tan \alpha_o = \frac{AB}{O_oA} = \frac{1,0\text{ mm}}{33,3\text{ cm}} = \frac{1,0 \times 10^{-3}\text{ m}}{33,3 \times 10^{-2}\text{ m}} = 3,0 \times 10^{-3}\text{ rad}$

Remarque : On pourrait aussi vouloir calculer α_o à partir des mesures de $A'B'$ et O_oB mais $A'B'$ est trop petit pour être mesuré.

II. Le microscope modélisé.

5. "Le microscope [...] est utilisé de façon à ce que l'image soit à l'infini (donc pour un œil au repos)". Donc l'œil réduit est réglé pour voir à l'infini ; donc avec la lentille notée 8δ et sans la lentille notée 3δ (sans changer sa profondeur).

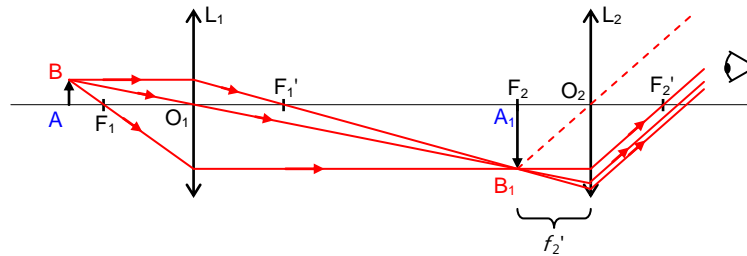
6. Après avoir réalisé le microscope et avoir placé l'œil réduit, il faut déplacer l'objet (la grille sur la lanterne) jusqu'à ce que l'image soit nette sur "la rétine" de l'œil réduit.



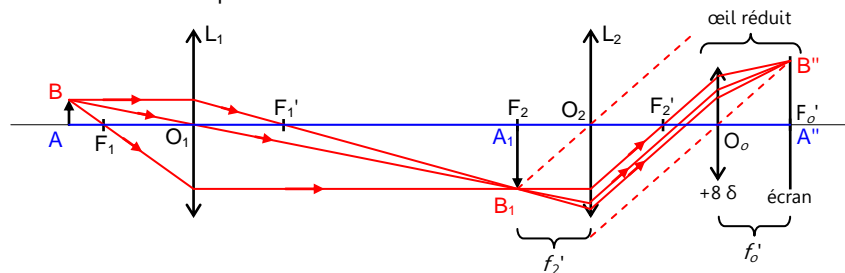
7. Lorsqu'on change la position de l'œil réduit, l'image éclaire toujours la rétine de façon nette et la taille de l'image n'est pas changée car l'œil réduit est réglé pour regarder à l'infini (et l'image reste bien à l'infini). Cependant, le champ de vision dépend de la position de l'œil réduit et est maximal lorsque ce dernier est à environ 12 cm de l'oculaire.

8. La grille (ou plutôt son image) peut bien sûr être observée à travers ce microscope avec un œil réel.

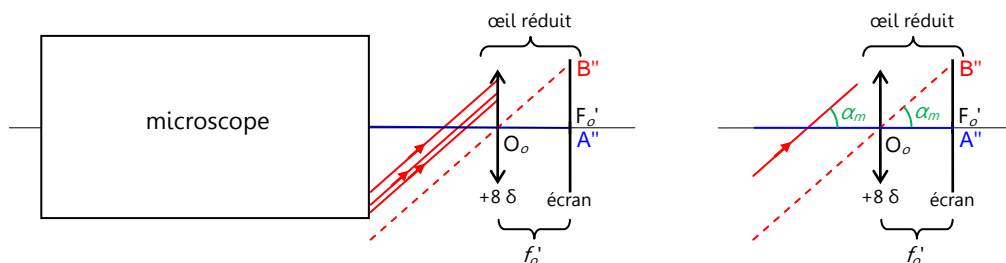
9.



L'image finale A'B' est à l'infini. Elle peut être observée avec l'œil réduit.



10. L'image finale A'B' est à l'infini. Donc de la lumière sort du microscope sous forme de faisceau parallèle. Elle ne peut donc pas être visualisée directement à l'aide d'un écran mais elle peut l'être avec l'œil réduit lorsqu'il regarde à l'infini (donc avec la lentille +8 delta). Une image A''B'' se forme alors sur "la rétine" de l'œil réduit à $f'_o = 12,5 \text{ cm}$ de la lentille +8 delta.



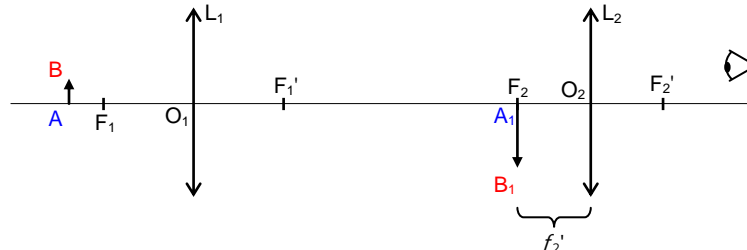
L'image d'un carré sur "la rétine" mesure environ 9 mm, ce qui peut difficilement être mesuré directement avec précision. On préfère mesurer l'image de 3 carrés et on trouve par exemple 26 mm. Donc 1 carré mesure $26 / 3 = 8,7 \text{ mm}$.

Comme l'angle m_c est petit, $\alpha_m \approx \tan \alpha_m = \frac{A''B''}{O_o A''} = \frac{A''B''}{f'_o} = \frac{8,7 \text{ mm}}{12,5 \text{ cm}} = \frac{8,7 \times 10^{-3} \text{ m}}{12,5 \times 10^{-2} \text{ m}} = 7,0 \times 10^{-2} \text{ rad}$

11. Le grossissement du microscope est $G_m = \frac{\alpha_{\text{microscope}}}{\alpha_{\text{œil nu}}} = \frac{\alpha_m}{\alpha_o} = \frac{7,0 \times 10^{-2} \text{ rad}}{3,0 \times 10^{-3} \text{ rad}} = 23$

L'œil réduit voit 23 fois plus gros avec ce microscope qu'à l'œil nu.

12. Pour trouver l'image intermédiaire A_1B_1 , il suffit de déplacer un écran entre l'objectif L_1 et l'oculaire L_2 jusqu'à ce que cet écran soit éclairé de façon nette par l'image A_1B_1 de la grille.



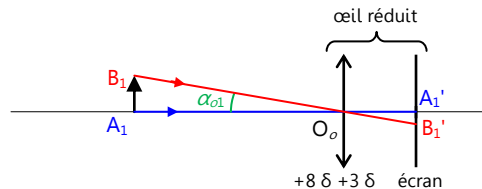
Remarque : Comme l'oculaire L_2 sert de loupe pour observer l'image intermédiaire A_1B_1 , cette image devrait être dans le plan focal objet de l'oculaire donc à une distance $f_2' = 10 \text{ cm}$ avant cet oculaire et donc $50 - 10 = 40 \text{ cm}$ après l'objectif.

Le grandissement (en valeur absolue) de l'objectif est $\gamma_{ob} = \frac{A_1B_1}{AB}$

L'image d'un carré mesure environ 7 mm , ce qui peut difficilement être mesuré directement avec précision. On préfère mesurer l'image de 6 carrés et on trouve par exemple 42 mm . Donc 1 carré mesure $42 / 6 = 7,0 \text{ mm}$.

$\gamma_{ob} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{7,0 \text{ mm}}{1,0 \text{ mm}} = 7,0$ (l'image intermédiaire est 7 fois plus grande que l'objet).

13. Pour obtenir le grossissement de l'oculaire, il faut mesurer le diamètre apparent de l'image intermédiaire observée à l'œil réduit nu (lorsque cet œil réduit est au plus proche, c'est-à-dire lorsqu'il est convergent au maximum, c'est-à-dire en accolant la lentille d'environ 3δ à celle d'environ 8δ mais sans changer sa profondeur).



On trouve par exemple $O_oA_1 = 33,3 \text{ cm}$

Comme l'angle α_{o1} est petit, $\alpha_{o1} \approx \tan \alpha_{o1} = \frac{A_1B_1}{O_oA_1} = \frac{7,0 \text{ mm}}{33,3 \text{ cm}} = \frac{7,0 \times 10^{-3} \text{ m}}{33,3 \times 10^{-2} \text{ m}} = 2,1 \times 10^{-2} \text{ rad}$

14. Le grossissement de l'oculaire est $G_{oc} = \frac{\alpha_{\text{oculaire}}}{\alpha_{\text{œil nu}}} = \frac{\alpha_m}{\alpha_{o1}} = \frac{7,0 \times 10^{-2} \text{ rad}}{2,1 \times 10^{-2} \text{ rad}} = 3,3$

~~**15.** Le grossissement de l'oculaire est $G_{oc} = \frac{d_m}{f_{oc}'} = \frac{33,3 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 3,3$~~

~~Ce qui est cohérent avec la valeur trouvée à la question précédente. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'une des expériences ne s'est pas déroulée correctement.~~

~~**16.** Le grossissement du microscope est $G_m = \gamma_{ob} \times G_{oc} = 7,0 \times 3,3 = 23$~~

~~Ce qui est cohérent avec la valeur trouvée à la question 11. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'une des expériences ne s'est pas déroulée correctement.~~

17 et 18. Lorsque l'objectif noté 20δ est remplacé par une lentille de 10δ (moins convergente), le microscope grossit moins (le grossissement passe de 23 à 10).

Puis, lorsque l'oculaire noté 10δ est remplacé par une lentille de 20δ (plus convergente), le microscope grossit plus (le grossissement passe de 10 à 20).

19. Avec un microscope, la mise au point est effectuée en rapprochant ou en éloignant le microscope de l'objet (ou l'objet du microscope).

20. La distance focale de la lentille de l'œil est modifiée (avec la fonction "déplacer") de façon à ce que son foyer image F_o' soit sur l'écran qui simule la rétine de l'œil.

21. Un 1^{er} groupe est l'objet. Il doit contenir les 2 points-objets.

Un 2^e groupe est l'œil. Il doit contenir la lentille de l'œil, l'écran qui simule la rétine et le texte "œil".

Un 3^e groupe est le microscope. Il doit contenir les 2 autres lentilles (l'objectif et l'oculaire).

22. Pour réaliser la mise au point, on peut déplacer tout doucement l'objet (ce qui est très délicat) ou déplacer tout doucement le microscope (ce qui est plus facile).

23. On peut modifier la distance focale de l'objectif (avec la fonction "déplacer") puis refaire la mise au point en déplaçant tout doucement le microscope et observer la différence de taille de l'image sur l'écran de l'œil par rapport au cas précédent.

On peut faire de même avec l'oculaire.