I- Présentation.

1)- Rôle du microscope.

- Le microscope donne d'un objet réel, de petite taille, une image virtuelle agrandie.
- Le microscope doit être :
- Stigmatique,
- Aplanétique,
- Achromatique.

2)- Description.

- Le microscope comprend :
- Un objectif, assimilable à une lentille convergente L_1, de centre optique O_1, de distance focale f'_1 de l'ordre de 1 à 2 mm
- Un oculaire, assimilable à une lentille convergente L_2, de centre optique O_2, de distance focale f'_2de l'ordre de 2 à 4 cm.
- Remarque : La distance séparant les centres optiques des deux lentilles est fixe : $d = O_1O_2$.

3)- Puissance d'un microscope :

- La puissance d'un microscope est le quotient de l'angle α' sous lequel l'œil voit l'image par la longueur de l'objet : $P = \dfrac{\alpha'}{AB}$. L'angle a' s'exprime en radian (rad), la longueur de l'objet AB, en mètre (m) et la puissance P en dioptrie (δ).

II- Application.

1)- Le microscope.

- L'objectif d'un microscope est constitué d'une lentille L_1, de centre optique O_1, de rayon R_1 = 10,0 mm et de distance focale $f'_1 = \overline{O_1F'_1} = 12{,}0\ \text{mm}$.Son oculaire a les caractéristiques suivantes : lentille L_2, de centre optique O_2, de rayon R_2 = 10,0 mm et de distance focale $f'_2 = \overline{O_2F'_2} = 20{,}0\ \text{mm}$. La distance entre les deux centres optiques est : $d = O_1O_2$= 174 mm.
- Un objet AB, perpendiculaire à l'axe principal est placé en avant de la lentille L_1.
- On donne :
- AB = 0,10 mm et AO_1 = 13,0 mm.

a)- Construire $A'B'$, image de AB donnée par l'objectif. Préciser la nature et le sens de l'image. Calculer la distance à l'objectif et la taille de l'image $A'B'$.

- **Remarque : on peut laisser toutes les distances en mm. On peut travailler avec un objet plus grand que celui proposé dans l'énoncé cela ne change pas la position de l'image. On peut prendre AB = 1 mm. Il est conseillé de faire les calculs numériques puis le schéma.**
- Pour construire l'image donnée par l'objectif, il faut utiliser les rayons particuliers. Quelques remarques qui permettent de réussir le tracé. L'objet étant placé en avant du foyer objet F_1, l'image est renversée, réelle et située après la lentille L_1.
- Pour éviter les erreurs de tracé, on commence par effectuer les calculs à l'aide de la formule de conjugaison.
- Distance à l'objectif :

$$\frac{1}{f'_1} = \frac{1}{\overline{O_1F_1}} = -\frac{1}{\overline{O_1A}} + \frac{1}{\overline{O_1A'}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1A'}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{\overline{O_1A}}$$

- $$\frac{1}{\overline{O_1A'}} = \frac{\overline{O_1A} + f'_1}{f'_1 \cdot \overline{O_1A}} \Rightarrow \overline{O_1A'} = \frac{\cdot f'_1 \cdot \overline{O_1A}}{\overline{O_1A} - f'_1}$$

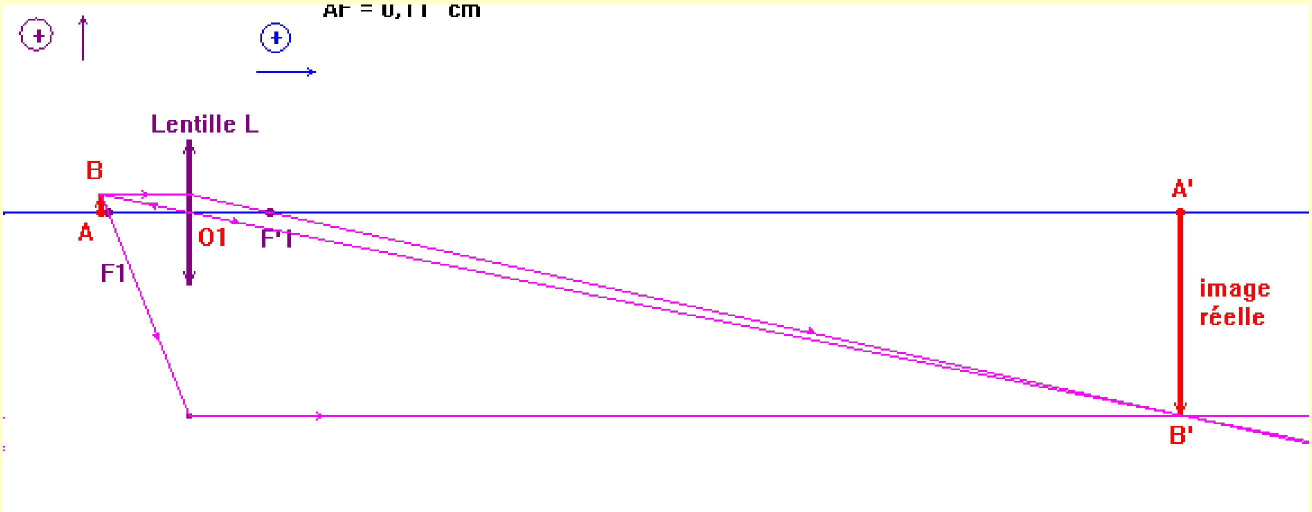
$$\overline{OA'} \approx \frac{(12)\cdot(-13)}{(-13)+(12)} \Rightarrow \overline{OA'} \approx 156\ \text{mm} \approx 0{,}156\ \text{m}$$

- taille de l'image et grandissement :

- $\gamma_1 = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \dfrac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} \cdot \overline{AB} \Rightarrow \overline{A'B'} \approx \dfrac{156}{(-13{,}0)} \times 0{,}10 \Rightarrow \overline{A'B'} \approx -1{,}2\ \mathbf{mm}$

- grandissement : $\gamma_1 = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}}$, $\gamma_1 \approx \dfrac{-1{,}2}{0{,}1}$, $\gamma_1 \approx -12$ l'image est renversée et plus grande que l'objet.

- Schéma :



b)- Construire **A''B''**, image de **A'B'** donnée par la lentille L_2 (oculaire). Préciser la nature et le sens de l'image. Calculer la distance à l'oculaire (O_2) et la taille de l'image finale **A''B''**.

- **Remarque : Il est conseillé de faire les calculs numériques puis le schéma.**
- On a trouvé précédemment que O_1A' = 156 mm, or $d = O_1O_2$= 174 mm et O_2F_2= 20 mm
- Comme : $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1F_2} + \overline{F_2O_2} \Rightarrow \overline{O_1F_2} = \overline{O_1O_2} - \overline{F_2O_2} \Rightarrow \overline{O_1F_2} \approx 174 - 20$
  $\overline{O_1F_2} \approx 154\ \mathbf{mm}$ et $\overline{O_1A'} \approx 156\ \mathbf{mm}$
- En conséquence : A' est situé entre F_2 et O_2. $A'B'$ joue le rôle de l'objet pour la lentille L_2. Comme l'objet est situé entre le foyer objet et le centre optique de la lentille L_2, l'image définitive est virtuelle. Elle est droite par rapport à $A'B'$ mais renversée par rapport à AB.
- $\overline{A'O_2} = \overline{A'O_1} + \overline{O_1O_2}$
  $\overline{A'O_2} \approx -156 + 174$
  $\overline{A'O_2} \approx 18\ \mathbf{mm}$
  $\overline{O_2A'} \approx -18\ \mathbf{mm}$
- Distance à l'oculaire : on utilise la formule de conjugaison.
  $\dfrac{1}{f_2'} = \dfrac{1}{\overline{O_2F_2}} = -\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} + \dfrac{1}{\overline{O_2A''}} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{O_2A''}} = \dfrac{1}{f_2'} + \dfrac{1}{\overline{O_2A'}}$
- $\dfrac{1}{\overline{O_2A''}} = \dfrac{\overline{O_2A'} + f_2'}{f_2' \cdot \overline{O_2A'}} \Rightarrow \overline{O_2A''} = \dfrac{\cdot f_2' \cdot \overline{O_2A'}}{\overline{O_2A'} - f_2'}$
  $\overline{O_2A''} \approx \dfrac{(20)\cdot(-18)}{(-18)+(20)} \Rightarrow \overline{O_2A''} \approx -180\ \mathbf{mm} \approx -0{,}180\ \mathbf{m}$
- Taille de l'image et grandissement :

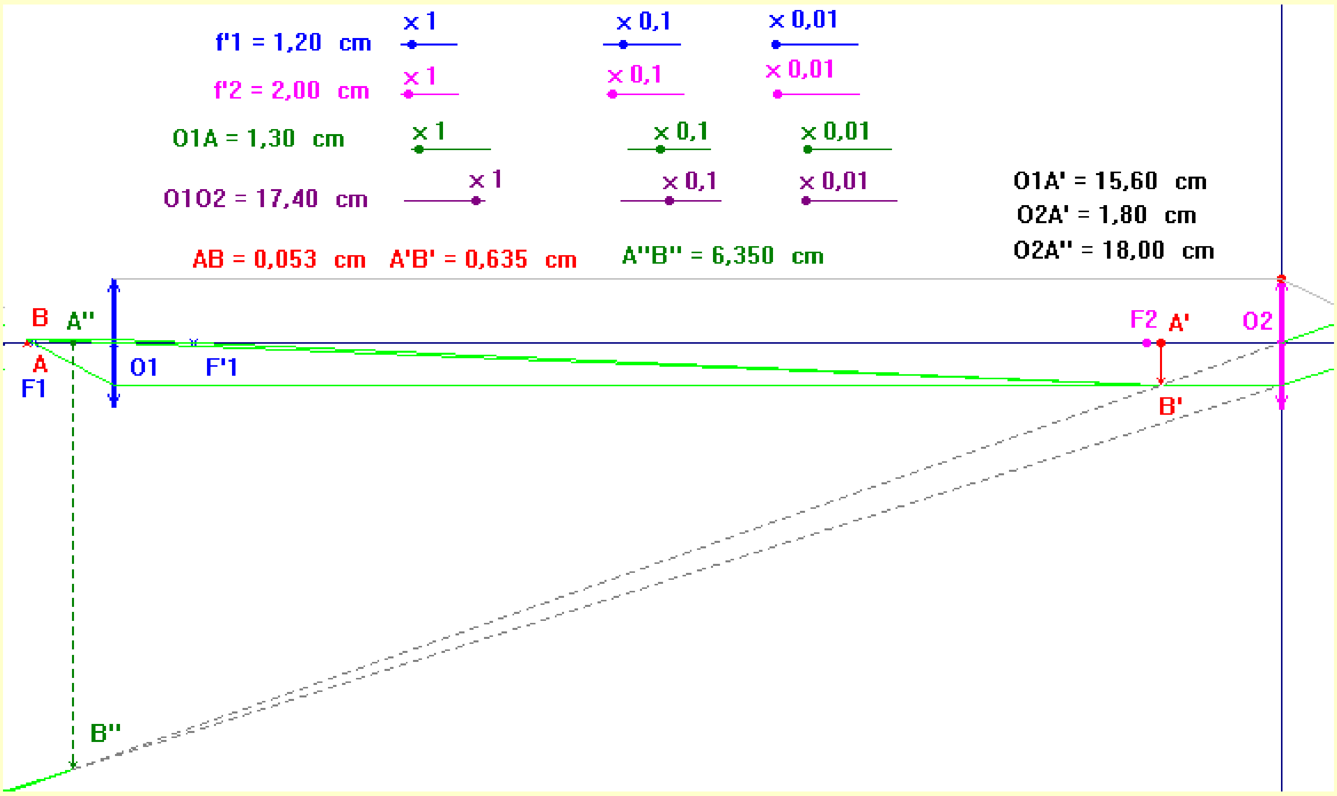
- $\gamma_2 = \dfrac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}} = \dfrac{\overline{O_2A''}}{\overline{O_2A'}} \Rightarrow \overline{A''B''} = \dfrac{\overline{O_2A''}}{\overline{O_2A'}} \cdot \overline{A'B'} \Rightarrow \overline{A''B''} \approx \dfrac{(-180)}{(-18{,}0)} \times (-1{,}2) \Rightarrow \overline{A''B''} \approx -12{,}0 \text{ mm}$
- Grandissement :

$$\gamma_2 = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}} = \frac{\overline{O_2A''}}{\overline{O_2A'}}$$

- $\gamma_2 \approx \dfrac{-12}{-1{,}2}$

$$\gamma_2 \approx 10$$

- Pour le schéma, l'objet de départ est un peu plus grand que celui donné dans l'énoncé. Ainsi ; on peut réaliser le tracé.



c)- Le cercle oculaire est l'image de l'objectif, de rayon $\mathbf{R_1}$ = 10 mm, donné par l'oculaire. Construire cette image. Calculer la distance à l'oculaire et le rayon du cercle oculaire.

- On note **D** et **E** les deux points diamétralement opposés de l'objectif. On note **D'**. L'image du point **E**, donnée par l'oculaire et on note **E'**. On note $\mathbf{O'_1}$ l'image donnée par la lentille $\mathbf{L_2}$ du foyer optique $\mathbf{O_1}$.
- Distance à l'oculaire : on utilise la formule de conjugaison.

$$\frac{1}{f'_2} = \frac{1}{\overline{O_2F'_2}} = -\frac{1}{\overline{O_2O_1}} + \frac{1}{\overline{O_2O'_1}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{O_2O'_1}} = \frac{1}{f'_2} + \frac{1}{\overline{O_2O_1}}$$

- $\dfrac{1}{\overline{O_2O'_1}} = \dfrac{\overline{O_2O_1} + f'_2}{f'_2 \cdot \overline{O_2O_1}} \Rightarrow \overline{O_2O'_1} = \dfrac{\overline{O_2O_1} \cdot f'_2}{\overline{O_2O_1} + f'_2}$

$$\overline{O_2O'_1} \approx \frac{(-174)\cdot(20)}{(-174)+20}$$

$$\overline{O_2O'_1} \approx 22{,}6 \text{ mm}$$

- Rayon du cercle oculaire : $\mathbf{r} = \left| \overline{O'_1D'} \right|$

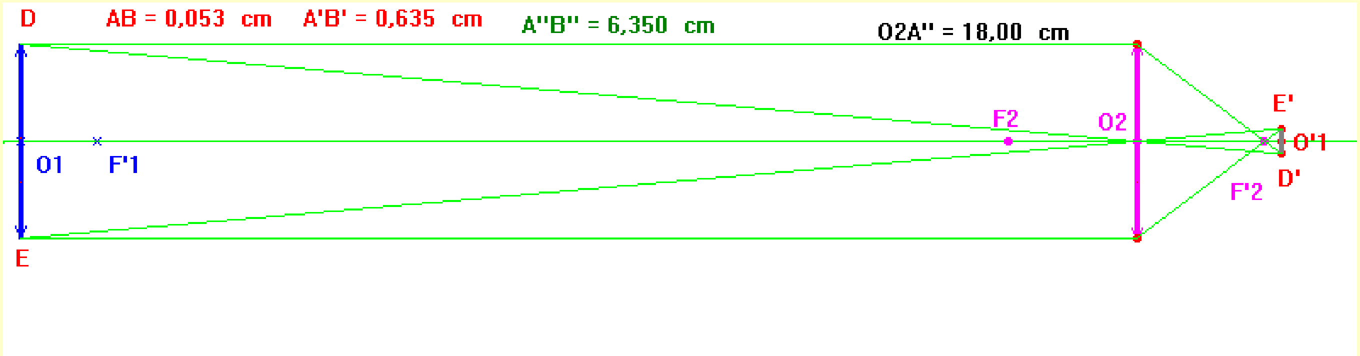
$$\gamma = \frac{\overline{O'_1D'}}{\overline{O_1D}} = \frac{\overline{O_2O'_1}}{\overline{O_2O_1}}$$

- $$\overline{O'_1D'} = \frac{\overline{O_2O'_1}}{\overline{O_2O_1}} \cdot \overline{O_1D}$$

$$\overline{O'_1D'} \approx \frac{(22{,}6)}{(-174)} \cdot 10$$

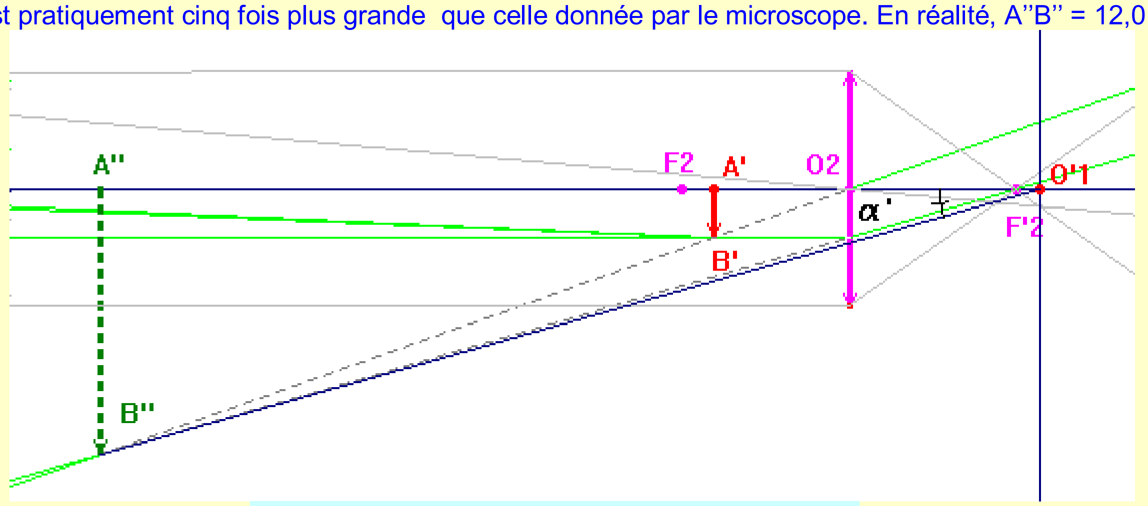
$$\overline{O'_1D'} \approx -1{,}3 \text{ mm}$$

- Le rayon du cercle oculaire : $\mathbf{r} \approx 1{,}3$ **mm**
- Schéma :



d)- L'œil est placé au cercle oculaire. Calculer l'angle α' sous lequel l'œil voit l'image **A''B''**. En déduire la puissance P du microscope. On donne : $\mathbf{P} = \frac{\alpha'}{\mathbf{AB}}$.

- Pour observer l'image, on place l'œil au cercle oculaire, en $\mathbf{O'_1}$. Pour des raisons de commodités, l'image A''B'' est pratiquement cinq fois plus grande que celle donnée par le microscope. En réalité, A''B'' = 12,0 mm.



- On utilise la tangente :

$$\tan\alpha' = \frac{\mathbf{A''B''}}{\mathbf{O'_1A''}} \quad \mathbf{avec} \quad \mathbf{O'_1A''} = \mathbf{O'_1O_2} + \mathbf{O_2A''}$$

$$\tan\alpha' \approx \frac{12}{22{,}6 + 180}$$

$$\alpha' \approx \tan^{-1}\left(\frac{12}{202{,}8}\right)$$

$$\alpha' \approx 5{,}9 \times 10^{-2} \ \mathbf{rad} \approx 3{,}4\ °$$

- On en déduit la puissance du microscope :

- $\mathbf{P} = \dfrac{\alpha'}{\mathbf{AB}} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P} \approx \dfrac{5{,}9 \times 10^{-2}}{0{,}1 \times 10^{-3}}$

  $\mathbf{P} \approx 590\ \delta$