

4. Observation d'un livre à l'envers par une lentille convergente ☺☺

a) D'après la formule de Newton du grandissement $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{F'A'}{-f'}$ d'où $f' = \frac{F'A'}{-\gamma} = 20 \text{ cm}$. Sa

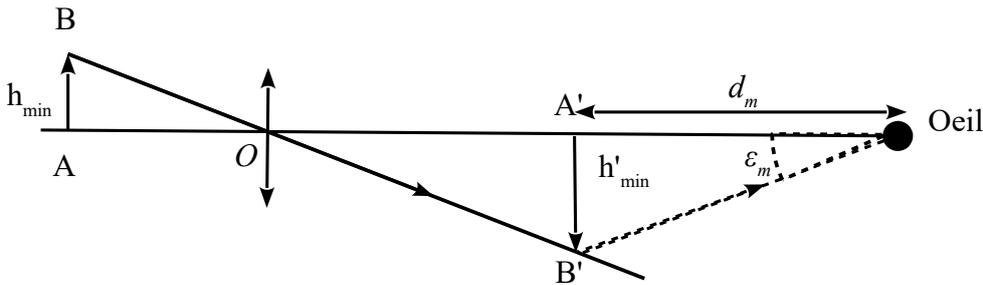
vergence est donc : $V = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0,2} = 5,0 \delta$.

b) Pour déterminer la distance \overline{OA} , on utilise la relation de conjugaison avec origine au sommet: $\frac{1}{\overline{OA}'} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF}'}$.

De cette relation, on tire $\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OA}'} - \frac{1}{f'} = \frac{f' - \overline{OA}'}{f' \overline{OA}'}$ d'où : $\overline{OA} = \frac{f' \overline{OA}'}{f' - \overline{OA}'}$.

Or $\overline{OA}' = \overline{OF}' + \overline{F'A}' = f' + \overline{F'A}' = 20 + 40 = 60 \text{ cm}$ d'où $\overline{OA} = \frac{20 \times 60}{20 - 60} = \frac{-1200}{40} = -30 \text{ cm}$.

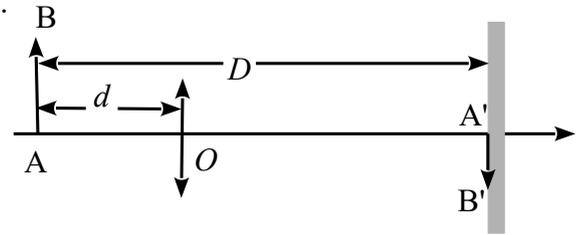
c)



$$\tan \epsilon_m = \frac{h'_{\min}}{d_m} = \frac{|\gamma| h_{\min}}{d_m} \text{ d'où } h_{\min} = \frac{d_m \tan \epsilon_m}{|\gamma|} = \frac{0,25 \times \tan(3 \cdot 10^{-4})}{2} = 38 \mu m \quad \text{Rem : } \tan(3 \cdot 10^{-4}) \approx 3 \cdot 10^{-4}$$

7. Latitude de mise au point et profondeur de champ (d'après centrale-Supélec 2015) ☺☺☺

1. Soit A l'objet et A' l'image. Le dispositif est représenté ci-contre.



D'après l'énoncé, on connaît le grandissement $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{-h_2}{h} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ ($\gamma = \frac{-14,9 \cdot 10^{-3}}{1,80} = -8,2778 \cdot 10^{-3}$)

Or $\overline{OA} = -d$ ainsi $\overline{OA'} = \gamma \overline{OA} = -\gamma d > 0$ (d'où $\gamma < 0$)

D'après la formule de conjugaison avec origine au sommet : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ d'où $\frac{-1}{\gamma d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f'}$ d'où

$$d = f' \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)$$

AN : $d = 50 \cdot 10^{-3} \left(1 + \frac{1,80}{14,9 \cdot 10^{-3}}\right) = 6,04 \text{ m}$

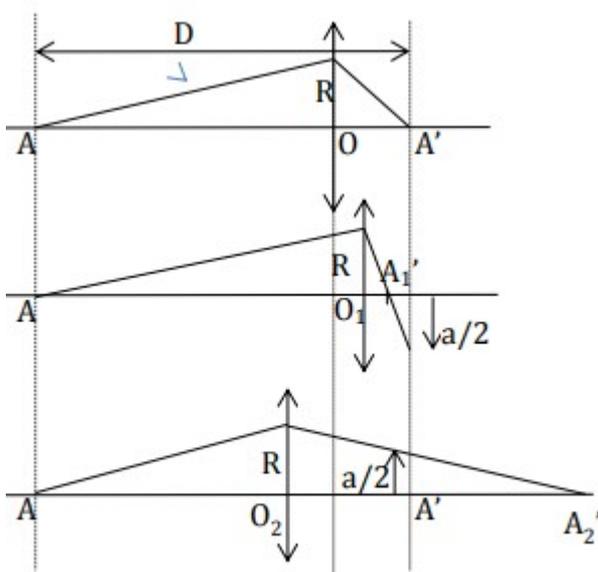
De plus et $\overline{AA'} = \overline{AO} + \overline{OA'} = D$ si bien que $D = d - \gamma d = d(1 - \gamma) = 6,04 \left(1 + \frac{14,9 \cdot 10^{-3}}{1,80}\right) = 6,09 \text{ m}$

On sait que $\text{nombre de pixels} \times a^2 = h_1 \times h_2$ si bien que : $a = \sqrt{\frac{h_1 h_2}{\text{nombre de pixels}}}$

AN : $a = \sqrt{\frac{14,9 \cdot 10^{-3} \times 22,3 \cdot 10^{-3}}{18,7 \cdot 10^6}} = 4,22 \cdot 10^{-6} = 4,22 \mu\text{m}$

2. a) Pour faire varier N, il faut faire varier l'ouverture du diaphragme.

2.b)



On cherche la distance O_2O_1 telle que l'image du point A soit toujours inférieure à a. Pour cela on trace le rayon issu de A passant par l'extrémité de la lentille de rayon R.

Soit A' le point d'intersection de l'écran et de l'axe optique, A'_1 et A'_2 les images de l'objet A pour les deux positions de la lentille, dont le centre optique sera en O_1 lorsque l'image est en A'_1 et en O_2 lorsque l'image est en A'_2.

Le théorème de Thalès donne :

$$\frac{\overline{O_1A'_1}}{\overline{A'_1A'}} = \frac{2R}{a} \quad (1) \quad \frac{\overline{O_2A'_2}}{\overline{A'_2A'}} = -\frac{2R}{a} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\overline{O_1 A'_1}} - \frac{1}{\overline{O_1 A}} = \frac{1}{f'} \quad (3) \quad \frac{1}{\overline{O_2 A'_2}} - \frac{1}{\overline{O_2 A}} = \frac{1}{f'} \quad (4)$$

et :

$$D = -\overline{O_1 A} + \overline{O_1 A'} \quad (5) \quad D = -\overline{O_2 A} + \overline{O_2 A'} \quad (6)$$

On élimine les points A' et A'_1 entre les équations (1), (3) et (5) ; on obtient alors une équation en $x_1 = \overline{O_1 A}$:

$$x^2 + (D - f'a/2R).x + Df = 0$$

Dont la solution négative est :

$$\overline{O_1 A} = \frac{1}{2} \left(- \left(D - \frac{f'a}{2R} \right) - \sqrt{\left(D - \frac{f'a}{2R} \right)^2 - 4Df'} \right)$$

L'équation en $x_2 = \overline{O_2 A}$ s'obtient en changeant a en $-a$.

$$\overline{O_2 A} = \frac{1}{2} \left(- \left(D + \frac{f'a}{2R} \right) - \sqrt{\left(D + \frac{f'a}{2R} \right)^2 - 4Df'} \right)$$

On en déduit, en négligeant dans la racine le terme en $f'a/2R$ devant D :

$$\overline{O_2 A} - \overline{O_1 A} = \overline{O_2 O_1} \approx \frac{f'a}{2R} = N_0 \cdot a \quad \text{qui ne dépend pas de } D \text{ au 1er ordre.}$$

qui varie entre $5 \mu\text{m}$ et $67 \mu\text{m}$ c'est très faible...

2c)

Pour un portrait on n'a pas besoin d'une grande profondeur de champ, soit une faible latitude de mise au point, donc un petit nombre d'ouverture convient.