Travaux dirigés de l'optique géométrique SVT 2012,

Exercice 1 :

1. T = 1,533 .10^{-15} s, d'où la fréquence ν : $\boxed{\nu = \dfrac{1}{T}}$ A.N. : $\boxed{\nu = 6{,}523.10^{14}\,Hz}$

2. $\boxed{\lambda_0 = c.T = \dfrac{c}{f} = \dfrac{c}{\nu}}$. A.N. : $\boxed{\lambda_0 = 459{,}6\,\text{nm} = 0{,}4596\,\mu m}$

3. Oui, cette radiation est visible à l'œil nu car $\lambda_0 = 459{,}6\,\text{nm} \in [450\,\text{nm}, 750\,\text{nm}]$ qui représente la partie visible à l'œil nu du spectre électromagnétique. La couleur de cette radiation est bleue.

4. Dans un milieu verre crown BK7 d'indice n = 1.5524, la longueur d'onde λ de cette radiation s'exprime : $\boxed{\lambda = v.T = \dfrac{v}{\nu} = \dfrac{c}{n.\nu} = \dfrac{\lambda_0}{n}}$. A.N. : $\boxed{\lambda = \dfrac{\lambda_0}{n} = \dfrac{459{,}6\,nm}{1{,}5524} = 296{,}1\,nm}$.

La longueur d'onde λ et la vitesse v de propagation changent avec l'indice n. En revanche <u>la fréquence ν et la période T restent inchangés. La couleur donc la même.</u>

Exercice 2 :

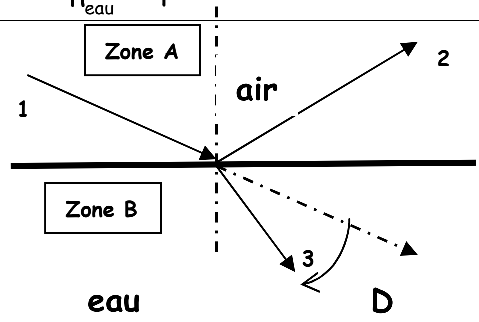
a. Le rayon **1** est le **rayon incident**, le rayon **2** est le **rayon réfléchi** et le rayon **3** est le **rayon réfracté**.

b. La déviation **D** est représentée sur le schéma ci contre.

c. L'eau se trouve dans la zone B, car en traversant la surface de séparation des 2 milieux homogènes (l'air et l'eau), le rayon lumineux change de direction.

d. L'angle de réfraction limite Λ de ces 2 milieux est:

$$\boxed{\sin\Lambda = \frac{n_{air}}{n_{eau}} = \frac{3}{4} = 0{,}75 \Rightarrow \Lambda = \arcsin(0{,}75) \simeq 49°}$$



Exercice 4 :

L'angle de réfraction limite Λ pour les deux milieux homogènes suivants :

Air-oxygène liquide : $\sin\Lambda = \dfrac{n_{air}}{n_{\text{oxygυneLiquide}}} = \dfrac{1}{1{,}2} = 0{,}83 \Rightarrow \boxed{\Lambda = \arcsin(0{,}83) = 56{,}44°}$

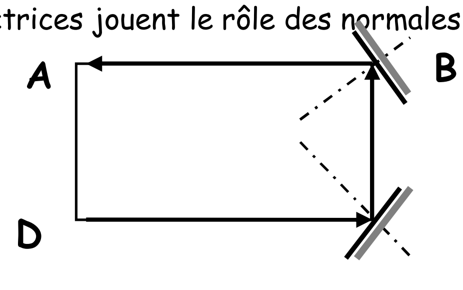
Air-diamant : $\sin\Lambda = \dfrac{n_{air}}{n_{diamant}} = \dfrac{1}{2{,}4} = 0{,}416 \simeq 0{,}42 \Rightarrow \boxed{\Lambda = \arcsin(0{,}42) = 24{,}62°}$

Exercice 5 :

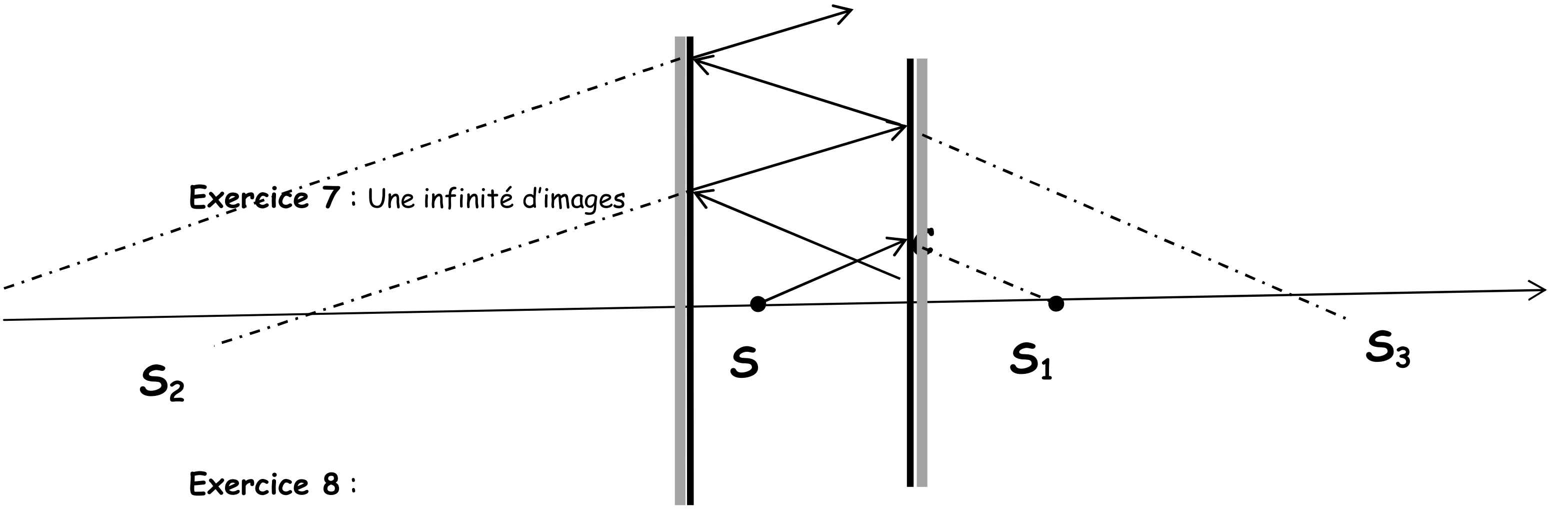
a. La hauteur apparente h/D=tgα=α_{rd} , d'où on a $\boxed{tg\alpha \simeq \alpha_{rd} = \dfrac{h}{D} = \dfrac{30}{1000} = 0{,}03\,rd = 1{,}9°}$

b. $\boxed{tg\alpha \simeq \alpha_{rd} = \dfrac{L_1}{D_1} = \dfrac{L_2}{D_2} = \dfrac{15}{120} = 0{,}125\,rd \Rightarrow D_2 = \dfrac{120.L_2}{15} = \dfrac{120.11}{15} = 88\,m}$

Exercice 6 : Pour que la lumière se propage du point D jusqu'à l'œil placé en A, les deux miroirs plans doivent être placés en C et en B, d'une façon perpendiculaire aux bissectrices des angles C et B. La loi de Snell-Descartes relative à la réflexion sera respectée. Ces bissectrices jouent le rôle des normales respectivement en C et en B.



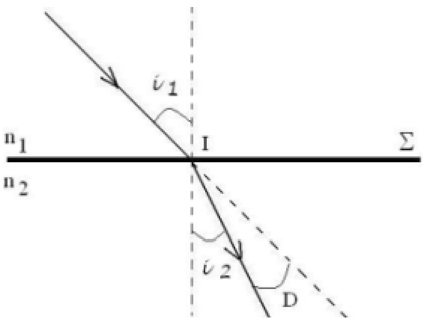
Exercice 7 : Une infinité d'images

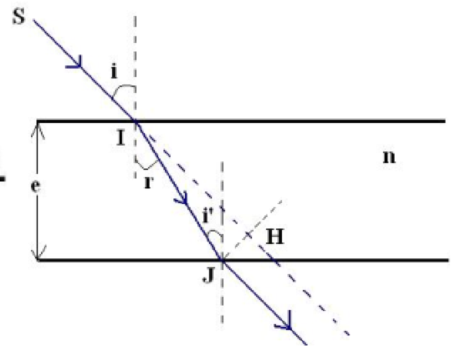


Exercice 8 :

Cette réfraction est décrite par la relation de Snell-Descartes :,

$$\left.\begin{array}{l} 1.\sin i_1 = n.\sin i_2 \\ \text{avec}, i_2 = D - i_1 \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{n = \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{\sin i_1}{\sin(D - i_1)}} \text{ A.N.} \left\{\begin{array}{ll} i_1 = 60°, D = 15° & n = 1,2247 \simeq 1,23 \\ i_1 = 60°, D = 30° & n = \sqrt{3} = 1,7320 \simeq 1,73 \end{array}\right.$$





Exercice 10 :

Au point I, la réfraction se traduit par l'équation suivante : $\sin i = n.\sin r$

Au point J, la réfraction au point J est : $n.\sin r' = \sin i'$

comme $r = r'$ alors $\boxed{i = i'}$ d'où le résultat. Donc le rayon émergent est parallèle au rayon incident. La lame à faces parallèles fait alors translater le rayon incident d'une quantité : $\overline{JH} = \overline{IJ}.\sin(i - r)$ avec $\overline{IJ} = \frac{e}{\cos r}$ $\boxed{\overline{JH} = \frac{e}{\cos r}.\sin(i - r)}$ A.N : $\boxed{\overline{JH} \simeq 2,88\text{cm}}$

Exercice 11

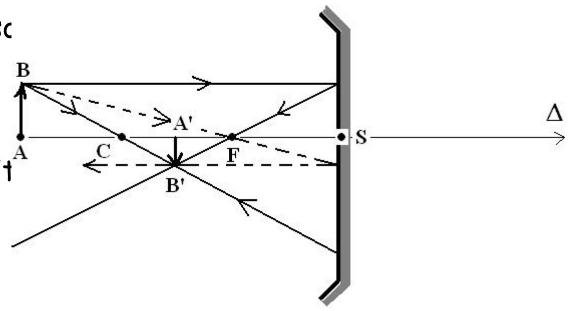
Soit un miroir concave de centre C, de sommet S et de rayon $\overline{SC} = R = -6\text{cm}$.

Sa distance focale est égale à la moitie de sc

rayon tel que : $\boxed{\overline{SF'} = f' = \frac{\overline{SC}}{2} = \frac{-6}{2} = -3\text{cm}}$.

Sa vergence V est définie comme suit

$$\boxed{V = \frac{1}{\overline{SF'}} = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-3.10^{-2}\text{m}} - 33,33\delta\left(\text{m}^{-1}\right)}$$



2- **<u>a- Origine de l'axe optique Δ est fixée au sommet S :</u>** le point objet A et son image A', fournie par ce miroir, sont liés par la relation de conjugaison en fixant l'origine au sommet S de ce miroir sphérique : $\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$ $\Rightarrow$ $\boxed{\overline{SA'} = \frac{\overline{SC}.\overline{SA}}{2.\overline{SA} - \overline{SC}} = -4,5\text{cm}}$,

avec $\overline{SC} = -6\text{cm}$, $\overline{SA} = -9\text{cm}$

3- le grandissement transversal : $\boxed{\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}}$ A.N.: $\boxed{\gamma_t = -\frac{-4{,}5cm}{-9cm} = -0{,}5}$ Il s'agit, alors d'une image renversée et plus petite que l'objet AB. On retrouve ces résultats à l'aide de la construction géométrique à l'échelle.

4- Dans le cas où l'objet à imager présente une structure allongée selon l'axe optique Δ de ce miroir concave, autrement dit l'objet possède une structure horizontale, alors son image fournie par ce miroir concave présente aussi une structure horizontale et le grandissement axial correspondant est par définition : $\gamma_a = \frac{d\overline{SA'}}{d\overline{SA}}$. La relation de conjugaison liant l'objet et son image s'exprime : $\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{\overline{SF'}}$. Une variation sur la position de l'objet A s'accompagne par une variation de la position de l'image A' , avec le rayon du miroir étant constant : $-\frac{d\overline{SA'}}{\left(\overline{SA'}\right)^2} - \frac{d\overline{SA}}{\left(\overline{SA}\right)^2} = 0$. D'où l'expression du grandissement axial : $\boxed{\gamma_a = \frac{d\overline{SA'}}{d\overline{SA}} = -\frac{\left(\overline{SA'}\right)^2}{\left(\overline{SA}\right)^2} = -\gamma_t^2}$

Exercice 12 :

Soit un miroir convexe de centre C, de sommet S et de rayon R=+1,5m.

1) La distance focale est: $\boxed{\overline{SF'} = f' = \frac{\overline{SC}}{2} = \frac{1{,}5}{2} = 0{,}75m}$.

2) La vergence V est : $\boxed{V = \frac{1}{\overline{SF'}} = \frac{1}{f'} = \frac{1}{75.10^{-2}m} = 1{,}2\delta\left(m^{-1}\right)}$

3) $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = +3 = \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} \Rightarrow \boxed{3.\overline{SA} = \overline{SA'}}$. La relation de conjugaison entre l'objet A et son image A' s'écrit alors comme suit :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \Rightarrow \frac{4}{3.\overline{SA}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{SA} = \frac{4.\overline{SF'}}{3} = 1m; \overline{SA'} = 4.\overline{SF'} = 3m}$$

Donc ; l'objet est virtuel et son image est réelle, droite et 3 fois plus grande que l'objet.

4) En vertu du principe du retour inverse de la lumière, l'objet et son image de la question 2 seront permutés dans la question 3 :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \Rightarrow \frac{4}{\overline{SA}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{SA} = 4.\overline{SF'} = 3m; \overline{SA'} = \frac{4.\overline{SF'}}{3} = 1m}$$

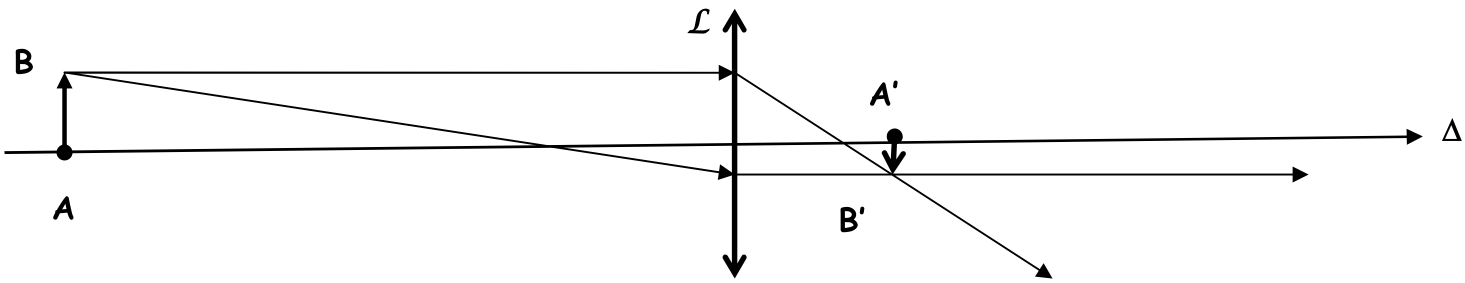
Exercice 14 :

1. $\boxed{\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}}$

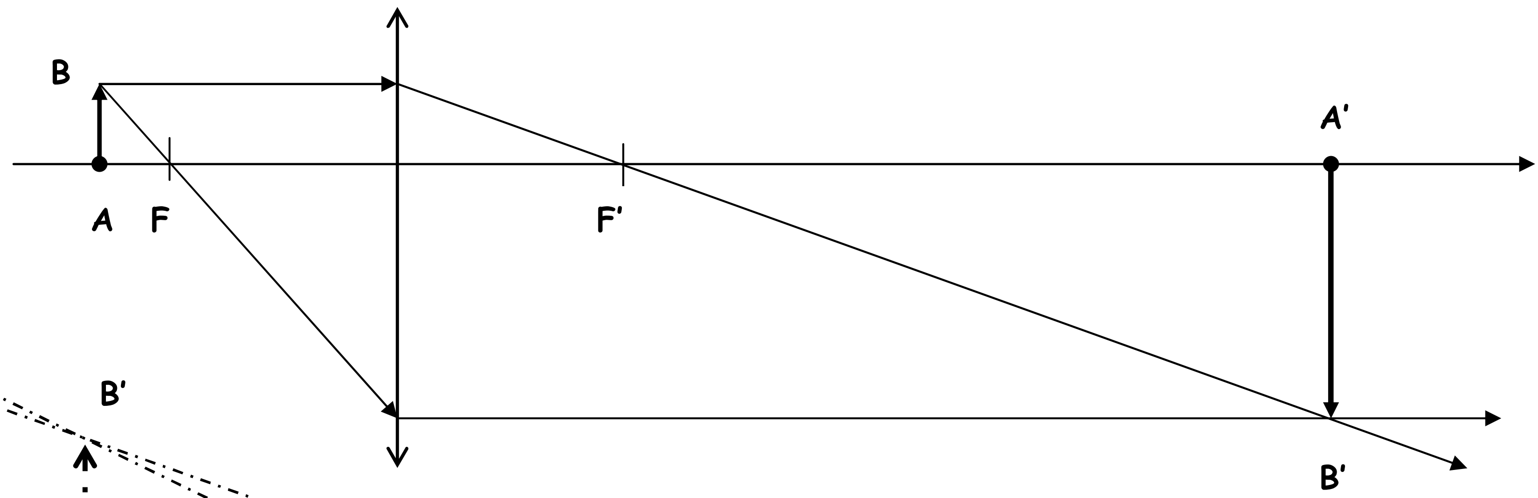
$$\boxed{\overline{OA} = -60cm; \overline{OF'} = +15cm \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}} = \frac{(-60).(+15)}{(-60+15)} = +20cm}$$

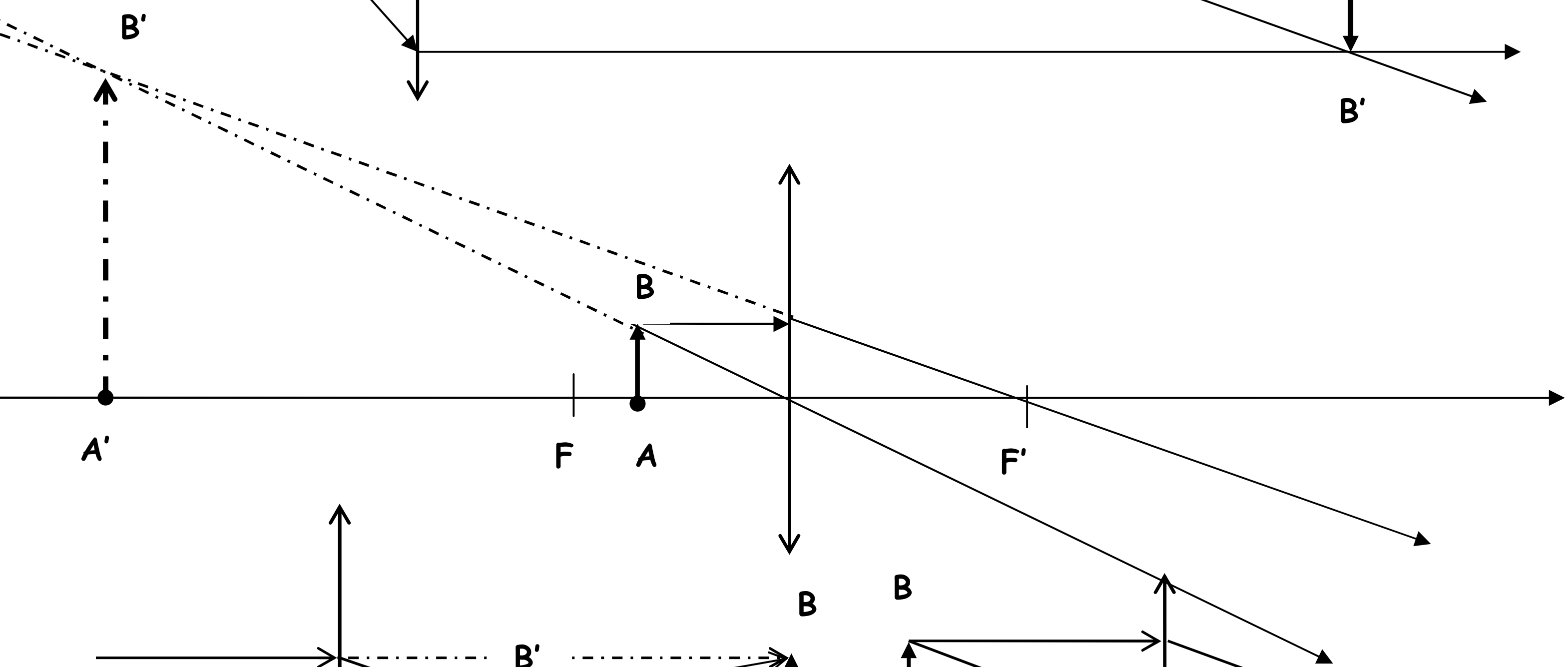
2. $\boxed{\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{+20}{-60} = -\frac{1}{3} \simeq -0{,}33} \Rightarrow \boxed{\overline{A'B'} = \gamma_t.\overline{AB} = -\frac{1}{3}.18 = -6cm}$

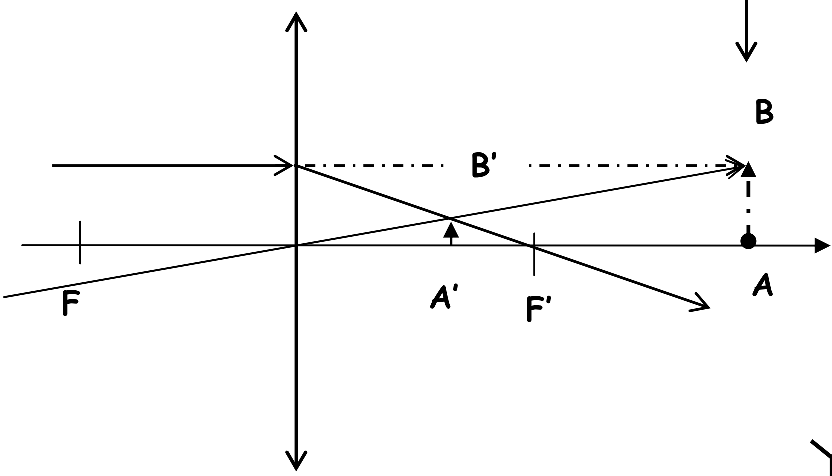
Il s'agit d'une image A'B' renversée, réelle et plus petite que l'objet.

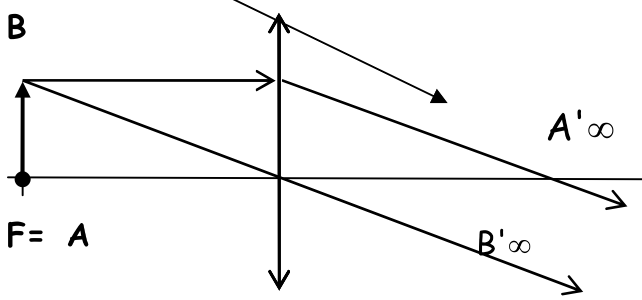


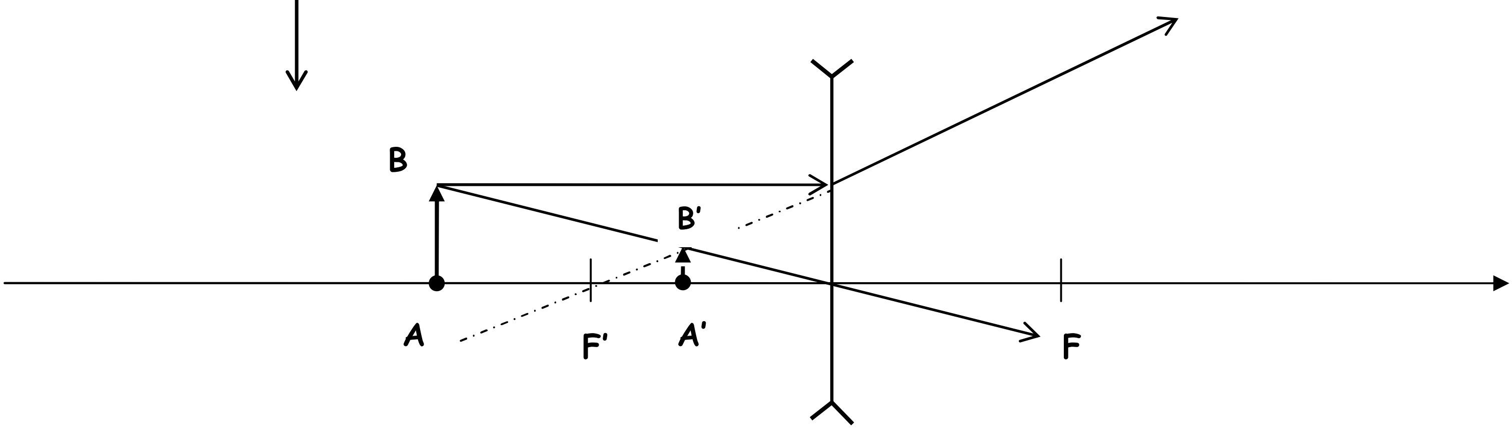
Exercice 15 :

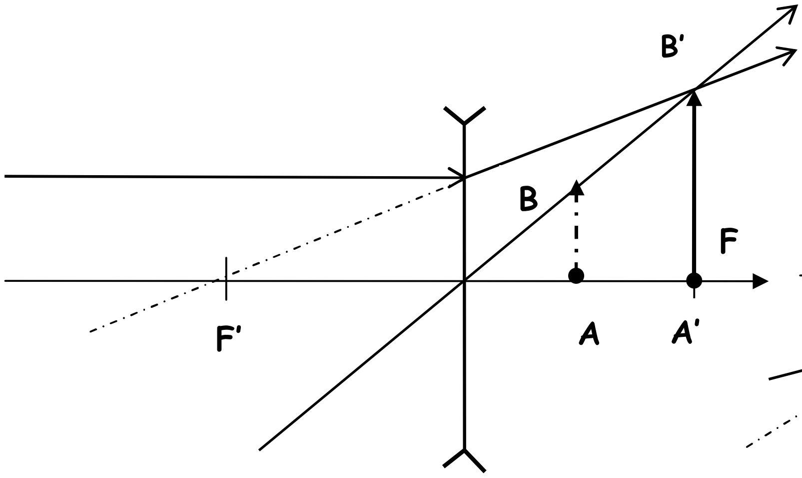


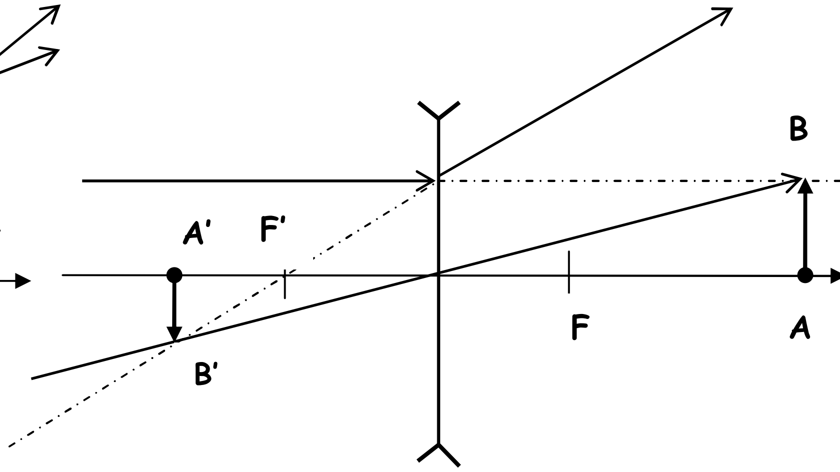






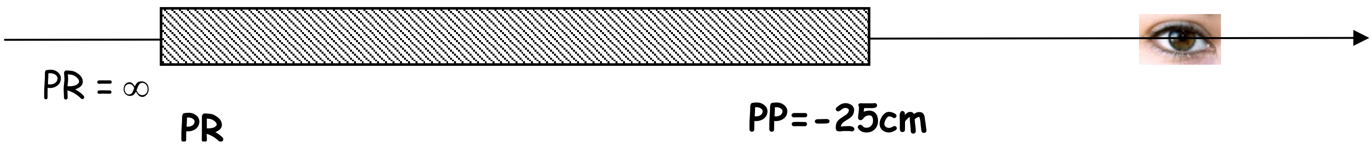






Exercice 17 :

$$tg\varepsilon \simeq \frac{\overline{AB}}{d} = \varepsilon_{rd} \Rightarrow \boxed{\overline{AB} = d.\varepsilon_{rd}} \Rightarrow \boxed{\overline{AB} = 10^5 mm.2,907.10^{-4} rd = 29,07mm}$$



$$AB \xrightarrow{L_1} A'B' \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}}$$

Objet AB situé sur le PR (infini) alors son image A'B' est située sur la rétine :

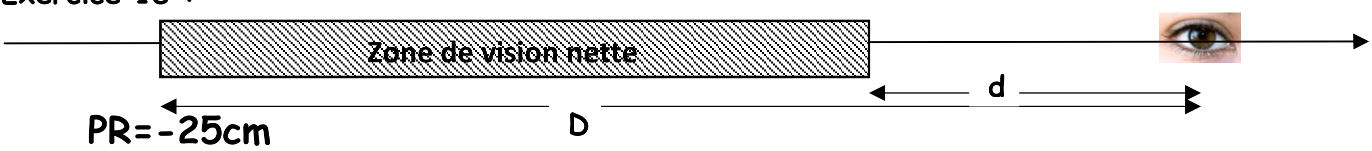
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \underbrace{\frac{1}{\overline{OA}}}_{0} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{min imale}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{15.10^{-3}} = 66,67\delta}$$

Objet AB situé sur le PP (-25cm) alors son image A'B' est toujours située sur la rétine :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = V_{\text{max imale}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{max imale}} = \frac{\overline{OA} - \overline{OA'}}{\overline{OA}.\overline{OA'}} = 70,67\delta}$$

$$\boxed{V_{\text{min imale}} = 66,67\delta \leq V \leq V_{\text{max imale}} = 70,67\delta}$$

Exercice 18 :

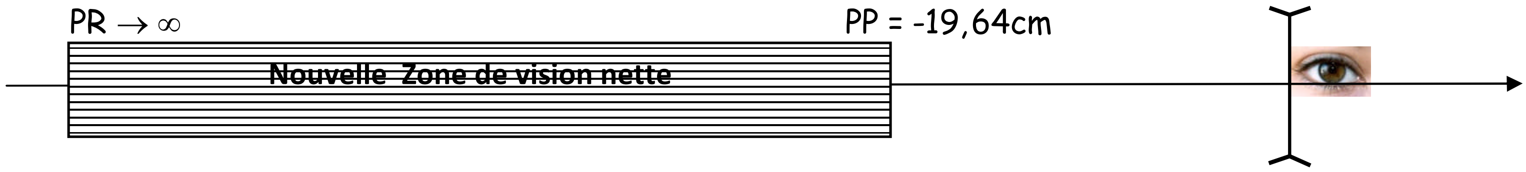


$$\frac{1}{D} - \frac{1}{d} = A \Rightarrow \boxed{d = \frac{D}{1 - D.A}} \Rightarrow \boxed{d = -11,11cm}$$

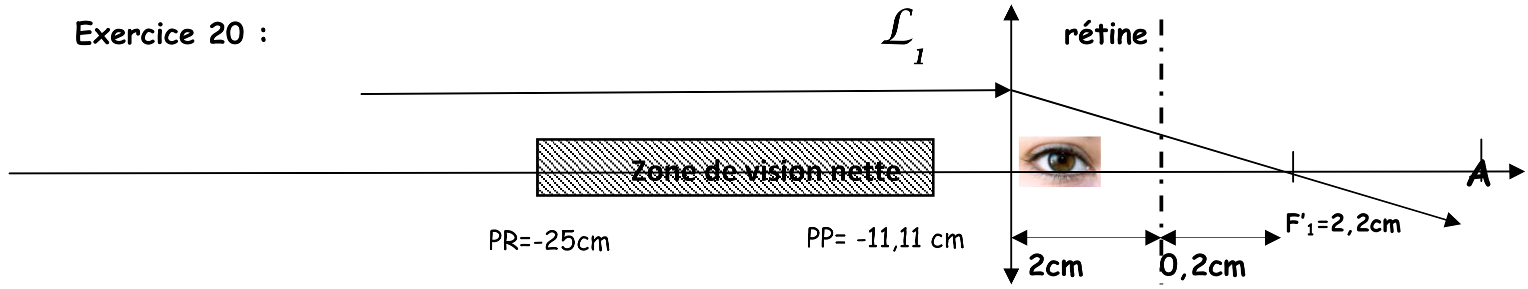
$$A(\infty) \xrightarrow{\mathcal{L}_C} A'(PR) \Rightarrow \underbrace{\frac{1}{\overline{OA'}}}_{PR} - \underbrace{\frac{1}{\overline{OA}}}_{0} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OF'} = \overline{OA'} = PR = -25\delta}$$

Il s'agit bien d'une lentille divergente de distance focale -25 cm et de vergence V=-4δ.
Après la correction, le Punctum Proximum (PP) sera situé :

$$NPP \xrightarrow{\mathcal{L}_C} PP \Rightarrow \frac{1}{PP} - \frac{1}{NPP} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{NPP = \frac{\overline{OF'}.PP}{\overline{OF'} - PP} = -19,64cm}$$



Exercice 20 :



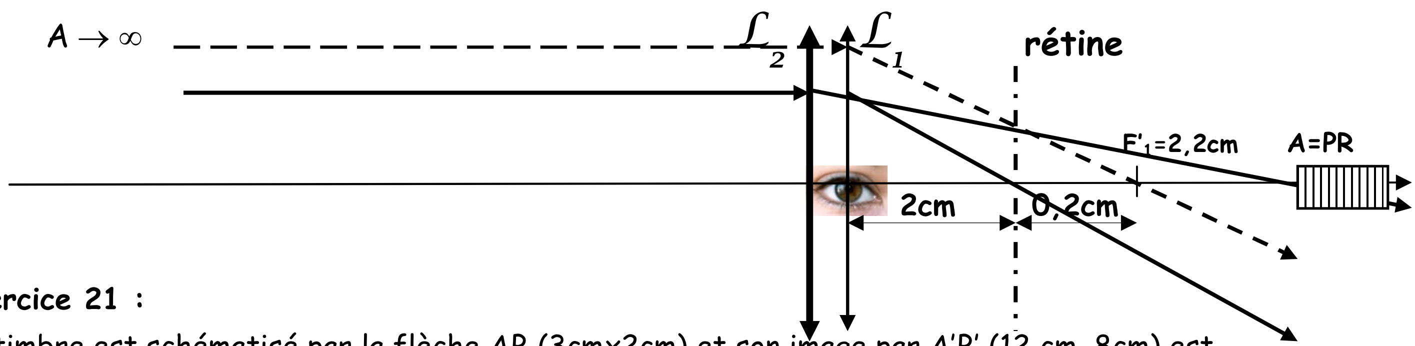
Cet œil converge très peu, alors cet œil présente le défaut de l'hypermétropie

$$A \xrightarrow{\mathcal{L}_C} A' \Rightarrow \frac{1}{\underbrace{\overline{OA'}}_{\text{retine}}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF_1'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OA} = \frac{\overline{OF_1'}.\overline{OA'}}{\overline{OF_1'} - \overline{OA'}} = 22cm}$$

Le système optique $\mathcal{L}_1 + \mathcal{L}_2$ de distance focale f' et de vergence V :

$$A(\infty) \xrightarrow{\mathcal{L}_2} A' : \overline{OA'} = 22cm \xrightarrow{\mathcal{L}_1} A'' = \text{Retine} : \overline{OA'} = 2cm$$

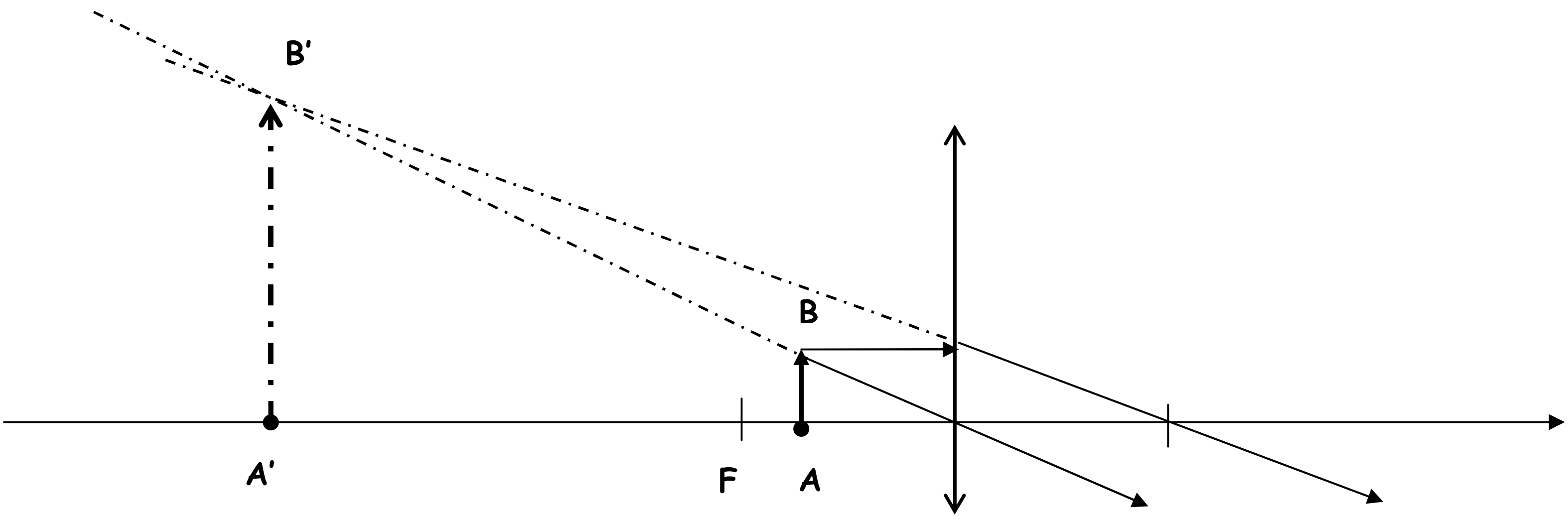
$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\underbrace{\overline{OA}}_{0}} = \frac{1}{\overline{OF_2'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OF_2'} = 22cm \,\&\, V_2 = 4{,}54\delta}$$



Exercice 21 :

Le timbre est schématisé par la flèche AB (3cmx2cm) et son image par A'B' (12 cm, 8cm) est virtuelle, droite et 4 fois plus grande que l'objet. la distance focale f'=+8cm de la loupe.

$$AB \xrightarrow{L_1} A'B' \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}} = -24cm} \,\&\, \boxed{\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-24}{-6} = 4}$$



$$tg\beta \simeq \beta_{rd} = \frac{\overline{AB}}{\overline{OF}}$$

$$\Rightarrow \boxed{P = \frac{\beta}{\overline{AB}} = \left|\frac{1}{\overline{OF}}\right| = V = \frac{0{,}05}{2.10^{-3}} = 25\delta \;\&\; \overline{OF'} = \frac{1}{V} = 4cm}$$