

Devoir n°2 – Corrigé

II.1. n=1,5

II.2. rayon réfracté dans le plan d'incidence et tq $n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$

II.3. voir annexe

II.4. voir annexe

II.5. loi de Descartes en I : $n \sin r = \sin i$

loi de Descartes en J : $n \sin r = \sin i'$

$\Rightarrow i' = i$, c'est à dire que les rayons incident et émergent sont parallèles $\Rightarrow \overline{AA'} = \overline{IK}$

dans le triangle IJK, $\tan i = \frac{e \tan r}{e - \overline{IK}} \Rightarrow \overline{IK} = e \left(1 - \frac{\tan r}{r \sin i} \right)$

Approximation de Gauss : $\tan i \approx i$ et $\tan r \approx r \Rightarrow \overline{IK} = e \left(1 - \frac{r}{i} \right)$

$n \sin r = \sin i \Rightarrow nr \approx i$

Finalement : $\boxed{\overline{IK} \approx e \left(1 - \frac{1}{n} \right)}$

II.6. On règle l'oculaire de façon à avoir net le réticule sans accommoder, c'est à dire tq $\overline{R_{oc}O_1} = f'_1$ pour un œil sans défaut

II.7. $A \rightarrow A'$ par L_2 avec $A' = R_{oc}$ pour voir net l'objet

$$\gamma_{obj} = \frac{\overline{F_2 O_2}}{\overline{F_2 A}} \Rightarrow \overline{F_2 A} = \frac{\overline{F_2 O_2}}{\gamma_{obj}} = \frac{f'_2}{\gamma_{obj}} \quad \text{A.N. : } \boxed{\overline{F_2 A} = -25 \text{ mm}}$$

II.8. relation de conjugaison : $\frac{1}{\overline{O_2 A'}} - \frac{1}{\overline{O_2 A}} = \frac{1}{f'^2}$. On multiplie par $\overline{O_2 A'}$ $\Rightarrow 1 - \gamma_{obj} = \frac{\overline{O_2 A'}}{f'_2} \Rightarrow$

$$\overline{O_2 A'} = f'_2 (1 - \gamma_{obj})$$

Puis $\overline{O_2 O_1} = \overline{O_2 R_{oc}} + \overline{R_{oc} O_1} = \overline{O_2 A'} + f'_1 = f'_2 (1 - \gamma_{obj}) + f'_1$

A.N. : $\boxed{\overline{O_2 O_1} = 200 \text{ mm}}$

II.9. voir annexe

II.10. Pointé d'image optique avec précision (faible profondeur de champ) – détermination de la focale d'une lentille par exemple

II.11.

N.B. : toute cette partie n'est pas du tout dans l'esprit du programme, comporte des questions très peu claires (le retournement de l'axe optique est acrobatique) et nécessite les relations de conjugaison au foyer pour simplifier les calculs.

II.11.a) voir annexe

II.11.b) système afocal = système n'ayant pas de point focal \Rightarrow des rayons parallèles ressortent parallèles.

\Rightarrow distance entre les lentilles convergentes = somme des distances focales.

$$\Rightarrow \overline{M_i O_3} + \overline{O_2 L_5} + \overline{L_5 M_i} = f'_2 + f'_3$$

$$\Rightarrow \boxed{\overline{M_i O_3} = \overline{L_5 M_i} + f'_2 + f'_3 - \overline{O_2 L_5} = 50 \text{ mm}}$$

II.11.c) je pense que l'énoncé sous-entend que l'algébrisation de l'axe optique impose au foyer image F'_3 d'être à droite de O_3 et au foyer objet à gauche. Cette hypothèse permet d'avoir des relations simples.

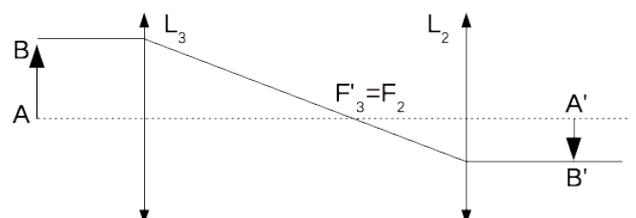
Le système présenté est équivalent à $R \rightarrow R_3$ par L_3 puis $R_1 \rightarrow R'$ par L_2 .

Relations de Newton (non rappelées...) : $\overline{F'_3 R} \cdot \overline{F_3 R_3} = -f'^2_3$ et $\overline{F'_2 R_3} \cdot \overline{F_2 R'} = -f'^2_2$ avec $F'_2 = F_3$

$$\text{On divise les deux relations } \Rightarrow \frac{\overline{F'_3 R}}{\overline{F_2 R'}} = \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2 \Rightarrow \boxed{\overline{F'_3 R} = \overline{F_2 R'} \cdot \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2}$$

II.11.d) R est au foyer de la lentille $L_3 \Rightarrow R'$ est au foyer de la lentille $L_2 \Rightarrow \boxed{\overline{O_2 R'} = -f'_2 = -50 \text{ mm}}$

II.11.e) $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{-f'_2}{f'_3} = \frac{-1}{3}$ (cf figure suivante)



II.12.

II.12.a) On a $R' \rightarrow R_0$ par le miroir M_0

D'après la question II.7, le point R_0 doit se trouver tq

$$\overline{F_2 R_0} = -25 \text{ mm}$$

Par la relation de conjugaison du miroir plan M_0 , r4 tq $\overline{F_2 R'} = 25 \text{ mm}$

d'après la question II.11.c, $d_0 = \overline{F'_3 R} = \overline{F_2 R'} \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2$

remarque: A n'est pas défini dans cette partie. On suppose $A=R_0$ objet vu par le viseur ???

$$\Rightarrow \boxed{d_0 = -\overline{F_2 A} \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2}$$

II.12.b) Notons R'_1 la nouvelle position de R' et R_{10} la nouvelle position de R_0 .

On souhaite toujours voir net $\Rightarrow \overline{F_2 R_{10}} = \overline{F_2 A} = -25 \text{ mm}$

relation du miroir plan M_0 : $\overline{F_2 R'_1} + e = \overline{R_{10} F_2} - e$

d'après II.11.c, $d_1 = \overline{F'_3 R_1} = \overline{F_2 R'_1} \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2 = (-\overline{F_2 A} - 2e) \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2 = d_0 - 2e \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2$ d'où $\boxed{\epsilon_1 = -2e \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2}$

II.12.c) intérêt : en déplaçant le miroir M_0 , on modifie la netteté de R.

II.12.d) d'après la question II.11.c, le dispositif $\{L_3, M_i, L_5, L_2\}$ divise par trois les tailles. D'après l'énoncé, l'objectif multiplie par 2 les tailles \Rightarrow rapport 2/3

II.13.

II.13.a)

R \rightarrow A'_1 \rightarrow A'_2 \rightarrow A'_3 \rightarrow A'_4 \rightarrow A'_5 \rightarrow A'_6 \rightarrow A'_7 \rightarrow R_{oc}
 L_3 M_i L_5 L_2 lame M_0 lame L_2

II.13.b) La position de la lame n'a pas d'influence car la lame est un dispositif afocal. De plus, le déplacement se fait dans le même sens que l'objet soit réel ou virtuel. (cf questions II.3 et II.4)

II.13.c) Une lame à face parallèle déplace l'image par rapport à l'objet de $e \left(1 - \frac{1}{n} \right)$.

II.13.d) Cela revient à déplacer le miroir de $e \left(1 - \frac{1}{n} \right)$ comme à la question II.12.b : $\boxed{\epsilon_2 = -2e \left(1 - \frac{1}{n} \right) \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2}$

II.13.e) on en déduit $n = \frac{1}{1 + \frac{\epsilon_2}{2e \left(\frac{f'_3}{f'_2} \right)^2}}$

remarque: il y a une erreur quelque part dans le signe de ϵ_2 : si on prend $\epsilon_2 = -0,6 \text{ mm}$, on trouve $n = 1,5$ ce qui est une valeur cohérente.

Questions II.3 et II.4.

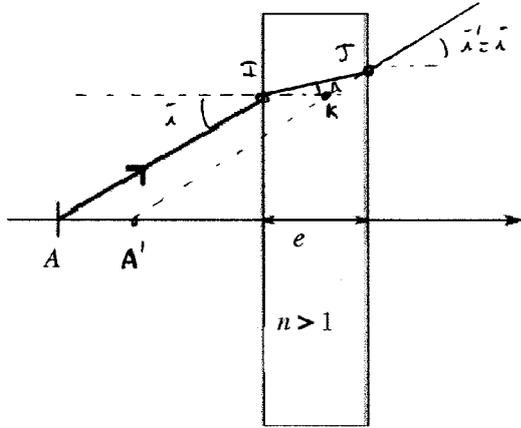


Figure A1

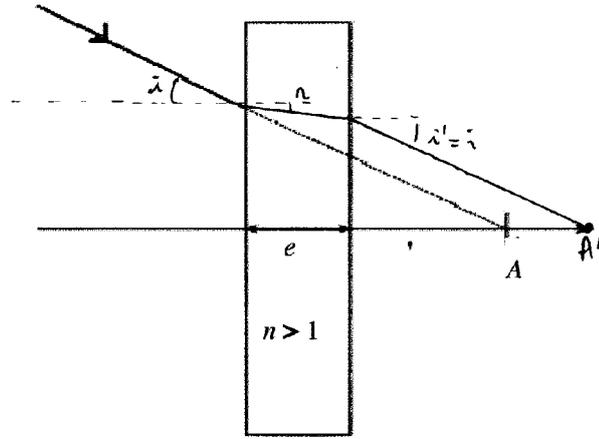


Figure A2

Question II.9

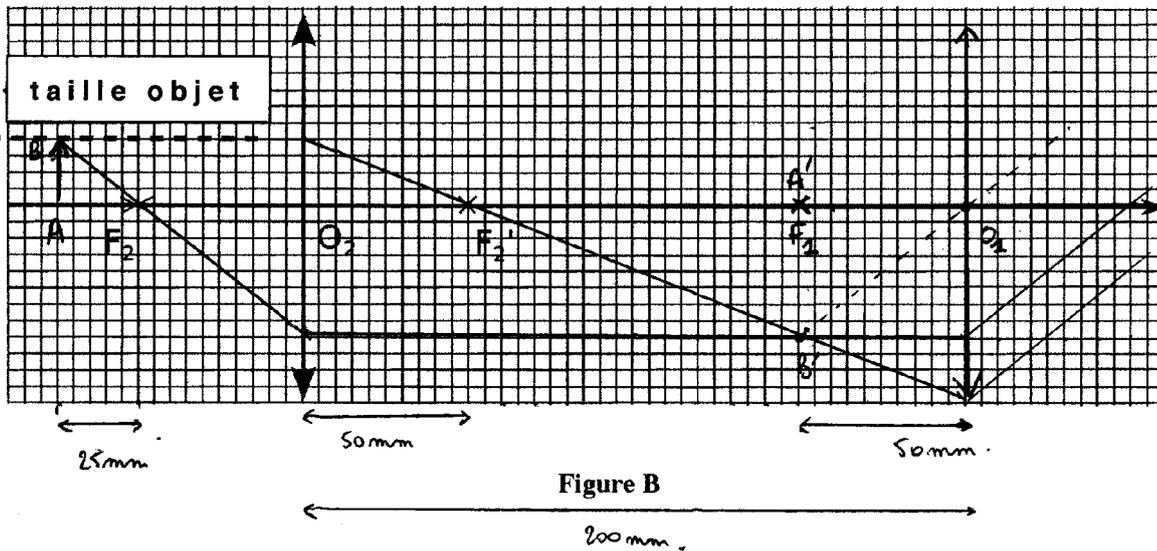


Figure B

$$\frac{A'B'}{AB} = -2 \text{ conforme à l'énoncé.}$$

Question II.11.a)

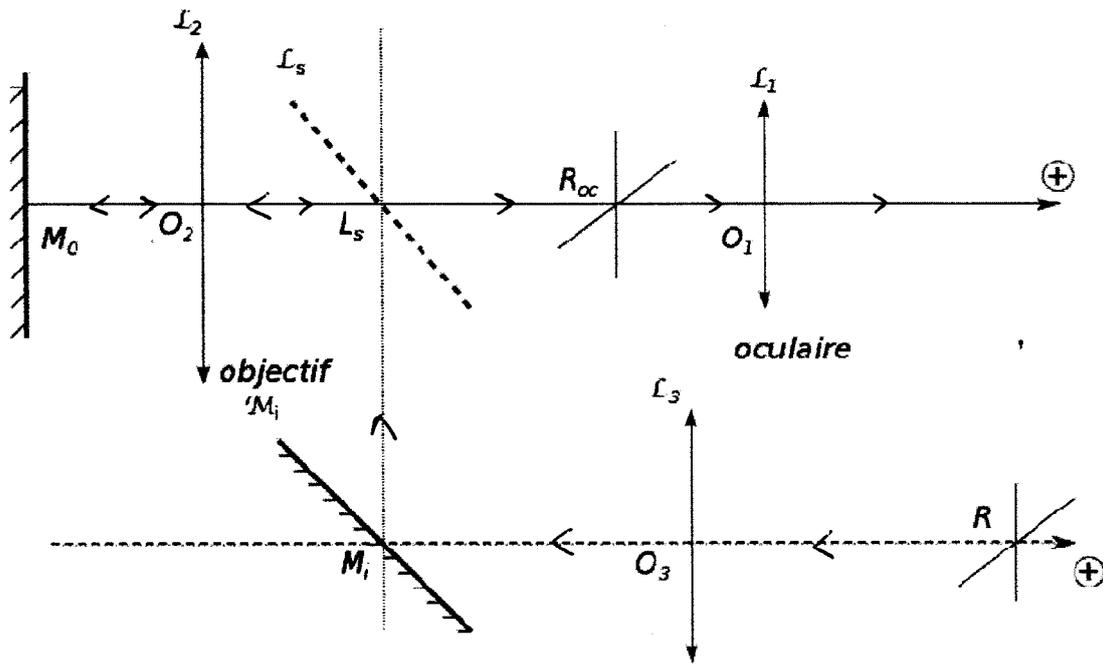
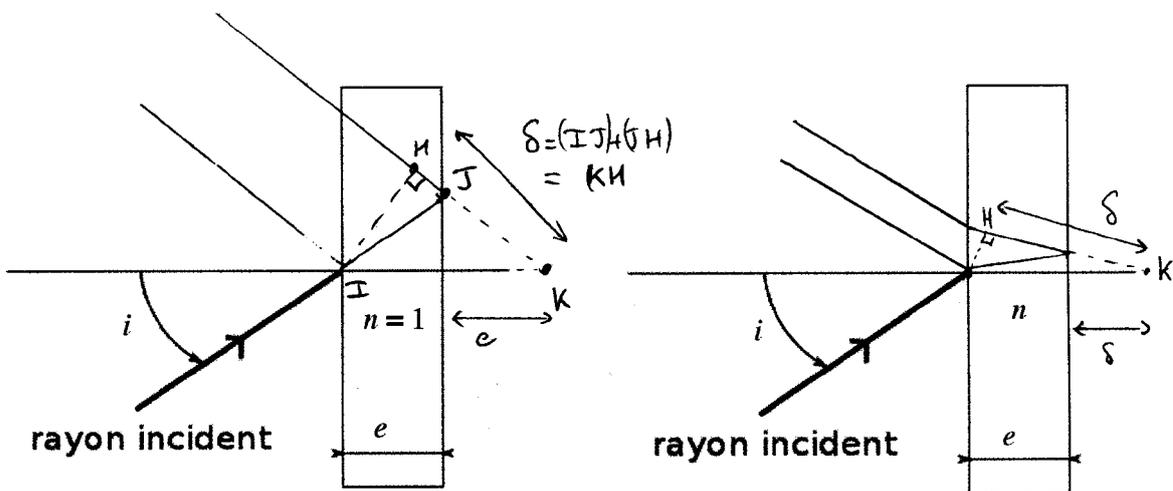


Figure C

Question II.15.a)



Lame d'air en réflexion

Figure D1

Lame de verre en réflexion

Figure D2