

## DS1 correction

Q1 Voir annexe 1

Q2.  $AB \xrightarrow{\mathcal{L}_1} A_1B_1 \xrightarrow{\mathcal{L}_2} A_1'B_1'$

\* Relation de conjugaison pour  $\mathcal{L}_1$  :

$$-\frac{1}{\overline{O_1A}} + \frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{f'_1}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{\overline{O_1A} + f'_1}{\overline{O_1A} \cdot f'_1}$$

$$\overline{O_1A_1} = \frac{\overline{O_1A} \cdot f'_1}{\overline{O_1A} + f'_1}$$

\* Relation de conjugaison pour  $\mathcal{L}_2$  :

$$-\frac{1}{\overline{O_2A_1}} + \frac{1}{\overline{O_2A_1'}} = \frac{1}{f'_2}$$

$$\frac{1}{\overline{O_2A_1'}} = \frac{1}{f'_2} + \frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{\overline{O_2A_1} + f'_2}{f'_2 \cdot \overline{O_2A_1}}$$

$$\overline{O_2A_1'} = \frac{f'_2 \cdot \overline{O_2A_1}}{\overline{O_2A_1} + f'_2}$$

$$\text{Or } \overline{O_2 A_1} = \overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 A_1}$$

AN:  $\overline{O_1 A} = 85 \text{ cm}$

$$\Rightarrow \overline{O_1 A_1} = \frac{85 \cdot (-30)}{85 - 30} = -46,4 \text{ cm}$$

$$\overline{O_2 O_1} = -10 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \overline{O_2 A_1} = -56,4 \text{ cm}$$

$$\overline{O_2 A'} = \frac{25 \cdot (-56,4)}{25 - 56,4} = \underline{\underline{44,9 \text{ cm}}}$$

(9 carreaux)

Taille de  $A'B'$ :

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1 B_1}} \cdot \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}} = \gamma_2 \cdot \gamma_1$$

avec  $\gamma_1 = \frac{\overline{O_1 A_1}}{\overline{O_1 A}}$  et  $\gamma_2 = \frac{\overline{O_2 A'}}{\overline{O_2 A_1}}$

$$\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{O_1 A_1}}{\overline{O_1 A}} \times \frac{\overline{O_2 A'}}{\overline{O_2 A_1}}$$

$$AN: \overline{AB'} = 20 \times \frac{-46,4}{85} \times \frac{44,9}{-56,4}$$

$$\overline{AB'} = \underline{8,7 \text{ cm}} \quad (\approx 2 \text{ carreaux})$$

## Exercice 2 :

Q1 La gravité attire les particules vers le bas  $\Rightarrow$  elle contribue à l'aplatissement de la goutte.

Q2 La tension de surface tend à arrondir la goutte (interactions attractives entre les particules)

Q3. On pose  $\mathcal{E}_p = C_1 \rho^a R^b g^c$

La dimension d'une énergie est  $[\mathcal{E}] = \text{ML}^2\text{T}^{-2}$  (par exemple avec la formule de l'énergie cinétique  $\mathcal{E}_c = \frac{1}{2}mv^2$ ).

les dimensions des grandeurs qui interviennent dans  $\mathcal{E}_p$  sont :

$$[\rho] = \text{M.L}^{-3} ; [g] = \text{L.T}^{-2} ; [R] = \text{L}$$

On obtient l'équation aux dimensions :

$$\text{ML}^2\text{T}^{-2} = (\text{ML}^{-3})^a \cdot \text{L}^b (\text{L.T}^{-2})^c$$

D'où le système :

$$\begin{cases} 1 = a \\ 2 = -3a + b + c \\ -2 = -2c \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = 1 \\ c = 1 \\ b = 2 + 3 \cdot 1 - 1 = 4 \end{cases}$$

Soit  $\boxed{\delta_p = C_1 \rho g R^4}$

Q4. On pose  $\delta_s = C_2 \gamma^d R^e$

avec  $[\gamma] = n \cdot L^2 T^{-2} L^{-2} = n T^{-2}$  ;  $[R] = L$

On obtient l'équation aux dimensions :

$$n L^2 T^{-2} = (n T^{-2})^d \cdot L^e$$

D'où le système :

$$\begin{cases} 1 = d \\ 2 = e \\ -2 = -2d \end{cases}$$

$\Rightarrow \begin{cases} d = 1 \\ e = 2 \end{cases}$  Soit  $\boxed{\delta_s = C_2 \gamma R^2}$

Q5.  $\delta_s = \delta_p \Leftrightarrow \rho g l_p^4 = \delta l_p^2$

avec  $C_1 = C_2 = 1$

Soit  $\boxed{l_p = \sqrt{\frac{\delta}{\rho g}}}$

Q6.  $l_p = \sqrt{\frac{73 \cdot 10^{-3}}{10^3 \cdot 9,81}} = \underline{\underline{2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}}}$

On obtient  $l_p$  de l'ordre de 3 mm.  
Ceci est cohérent avec des observations dans la nature :

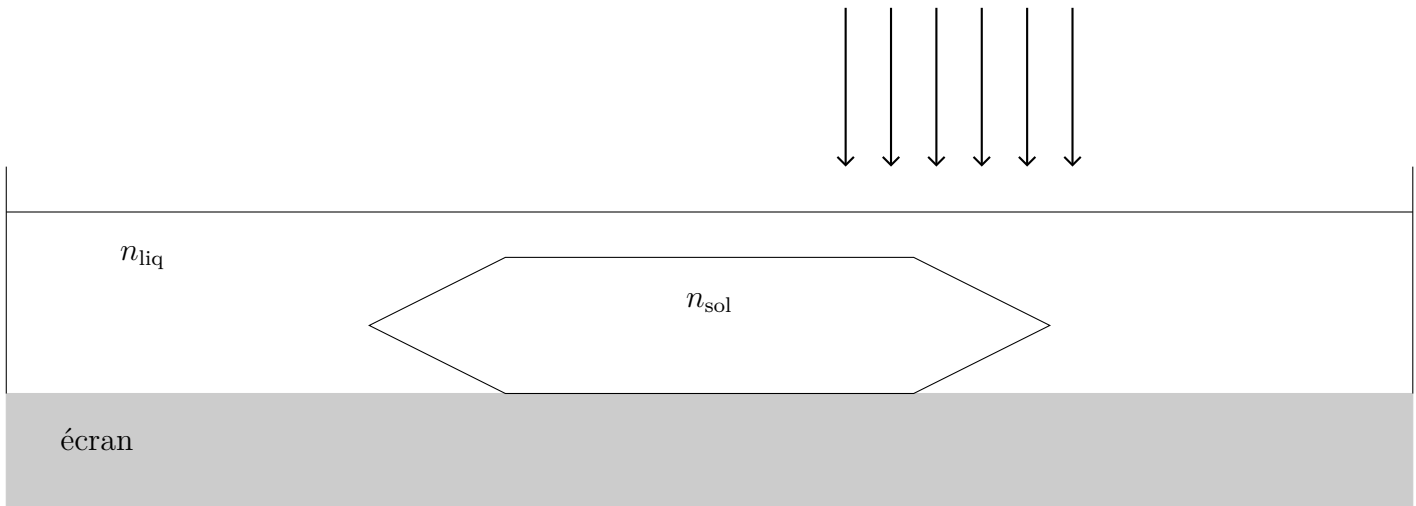
- \* les gouttes de rosée sont sphériques car la tension de surface prédomine, leur rayon est inférieur à  $l_p$ .
- \* le ménisque d'une fiole jaugée à la fois arrondi et aplati: les 2 effets sont en compétition (gravité et tension de surface), sa taille caractéristique est de l'ordre de 5 mm (rayon du col de la fiole)
- \* le ménisque est quasiment absent sur les récipient de taille très supérieure à  $l_p$ , la gravité domine.
- \* pour les tubes fins (diamètre  $< 1 \text{ mm}$ ) le ménisque est très arrondi (pipettes, capillaires) c'est la tension de surface qui domine

### Exercice 3 :

- Q1. La moissanite ayant une masse volumique inférieure à celle de l'iodure de méthyle va flotter dans le liquide alors que les 2 autres pierres vont couler.
- Q2. Une source lumineuse est dite monochromatique si son spectre contient une seule longueur d'onde.  
Le LASER est une source monochromatique.
- Q3. L'approximation de l'optique géométrique consiste à négliger les effets ondulatoires (comme la diffraction) et quantiques.  
Cela permet d'utiliser le modèle du rayon lumineux : propagation en ligne droite dans un milieu homogène et isotrope.  
Pour cela, la taille des obstacles rencontrés doit être grande devant la longueur d'onde, et le flux de photons important.  
L'approximation de l'optique géométrique n'est plus valable lorsqu'on place un cheveu sur le trajet d'un faisceau laser, le phénomène de diffraction modifie la propagation lumineuse.

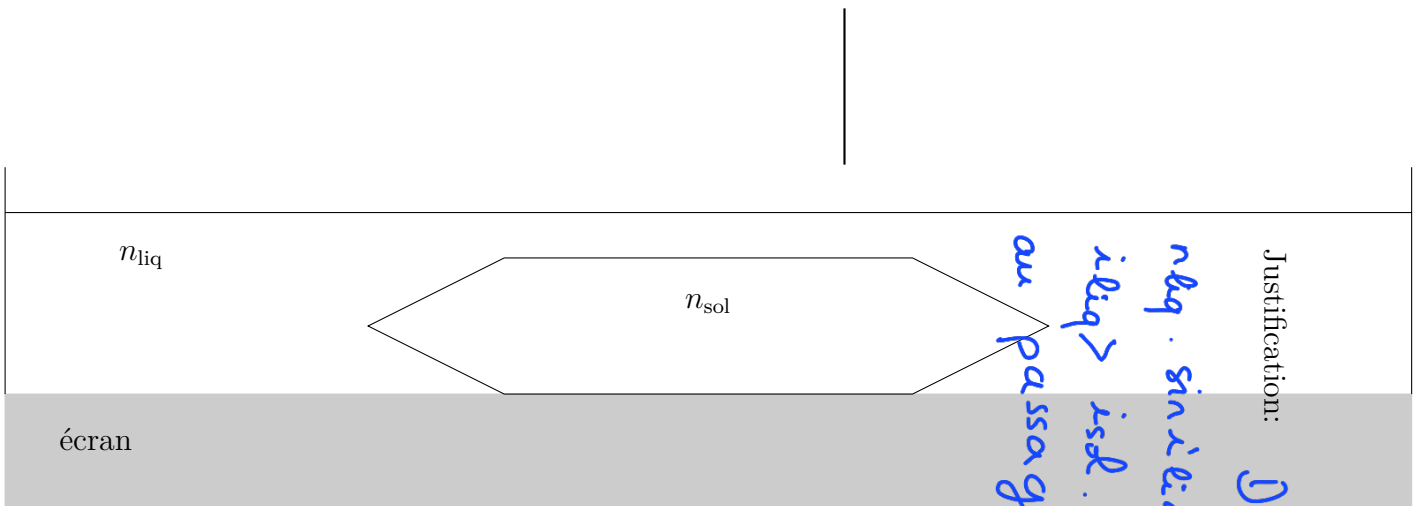
Q4. Voir annexe 2

# Annexe 1 à rendre avec la copie



Cas a)  $n_{\text{liq}} > n_{\text{sol}}$

Justification :



Cas b)  $n_{\text{liq}} < n_{\text{sol}}$

Justification:  
 D'après la loi de Snell.  
 $n_{\text{liq}} \cdot \sin i_{\text{liq}} = n_{\text{sol}} \cdot \sin i_{\text{sol}} \Rightarrow \text{com}$   
 $i_{\text{liq}} > i_{\text{sol}}$ . Les rayons se raff  
 au passage du dioptre liq



Q5. Lorsque  $n_{\text{liq}} > n_{\text{sol}}$  les rayons se concentrent dans la zone sous l'arête extérieure et il y a moins de lumière sous l'arête intérieure.

⇒ arêtes intérieures sombres

⇒ contour clair

Lorsque  $n_{\text{sol}} > n_{\text{liq}}$  les rayons se concentrent dans la zone sous l'arête intérieure et il y a moins de lumière sous l'arête extérieure

⇒ contour sombre

⇒ arêtes intérieures claires

Q6. Voir annexe 3.

Q7. Il y a réflexion totale à l'interface verre-liquide si :

\*  $N < n$ , ce qui est le cas

et \*  $\beta' > \beta'_{\text{lim}}$  tel que  $n \sin \beta' = N$ .

Or dans le triangle BCD on a

$$\hat{A} + (90 - \beta') + (90 - \alpha') = 180$$

$$\hat{A} - \beta' - \alpha' = 0 \Rightarrow \beta' = \hat{A} - \alpha'$$

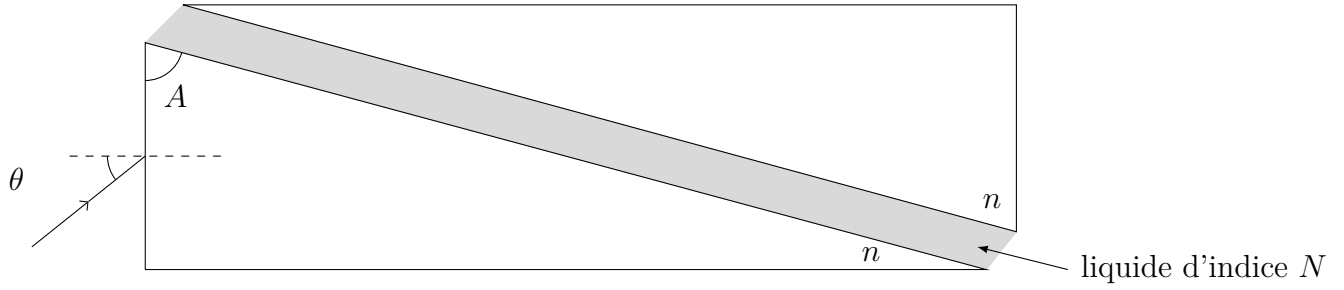
$$\Rightarrow n \sin(\hat{A} - \alpha') = N$$

$$\hat{A} - \alpha' = \arcsin \frac{N}{n}$$

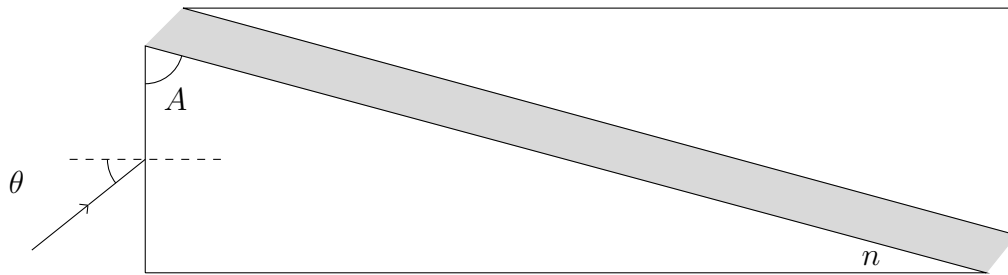
A  
C  
α'

Annexe 2 à rendre avec la copie

Cas n° 2: Ler



Cas n° 1 : Le rayon émerge sur la face opposée à la face d'entrée



Or d'après la loi de Snell-Descartes en C:

$$n_{\text{air}} \sin \theta = n \sin \alpha' = \sin \theta \quad \text{avec } n_{\text{air}} = 1.$$

$$\Rightarrow \sin \alpha' = \frac{1}{n} \sin \theta = \sin \left( \hat{A} - \arcsin \frac{N}{n} \right)$$

$$\Rightarrow \sin \theta_{\text{lim}} = n \sin \left( \hat{A} - \arcsin \frac{N}{n} \right)$$

$$\sin \theta_{\text{lim}} = n \cdot \sin \left( \hat{A} - \arcsin \frac{N}{n} \right)$$

(il y a réflexion totale si  $\beta > \beta_{\text{lim}}$  donc

$\alpha < \alpha_{\text{lim}}$  donc  $\theta < \theta_{\text{lim}}$ )

$$\text{Q8} \quad \hat{A} - \arcsin \frac{N}{n} = \frac{\theta_{\text{lim}}}{n}$$

$$\arcsin \frac{N}{n} = \hat{A} - \frac{\theta_{\text{lim}}}{n}$$

$$N = n \sin \left[ \hat{A} - \arcsin \left( \frac{\sin \theta_{\text{lim}}}{n} \right) \right]$$

Pour déterminer  $N$  on fait varier  $\theta$  depuis l'incidence normale, jusqu'à ce que le rayon ressorte par la face opposée et plus par la face inférieure.

Q9. AN:  $N = 1,89 \sin \left( 75 - \arcsin \frac{\sin 15,1}{1,89} \right)$

$$\underline{N = 1,75}$$

Q10. La pierre n°1 donne une image avec un contour clair et des arêtes sombres. Elle correspond donc au cas  $n_{\text{liq}} > n_{\text{sol}}$ . Or  $n_{\text{liq}} = 1,75$

La pierre n°1 est donc le flint ( $n = 1,64$ )

La pierre n°2 donne une image avec un contour sombre et des arêtes claires.

C'est donc le cas  $n_{\text{liq}} < n_{\text{sol}}$ .

Comme  $n_{\text{liq}} = 1,75$  on en déduit que cette pierre est du zircon. ( $n = 1,95$ )

Q11.  $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{nf} \Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{\lambda_0}{n}}$

AN:  $\lambda_{\text{flint}} = \frac{589}{1,64} = \underline{359 \text{ nm}}$

$$\lambda_{\text{zircon}} = \frac{589}{1,95} = \underline{302 \text{ nm}}$$

La couleur ne dépend pas du milieu, elle est liée à la fréquence de l'onde (donc sa longueur d'onde dans le vide).

## Exercice 4

Q1. Voir annexe 4.  
les 2 miroirs doivent être parallèles entre eux et inclinés à  $45^\circ$  de la direction d'observation.

Q2. Voir annexe 4.

Q3. le grandissement d'un miroir plan vaut 1.

Q4. a) Le rayon arrive en incidence normale sur la face AB, il n'est donc pas dévié.  
En arrivant sur la face BC (dioptre verre-air), l'angle d'incidence vaut  $45^\circ$ .

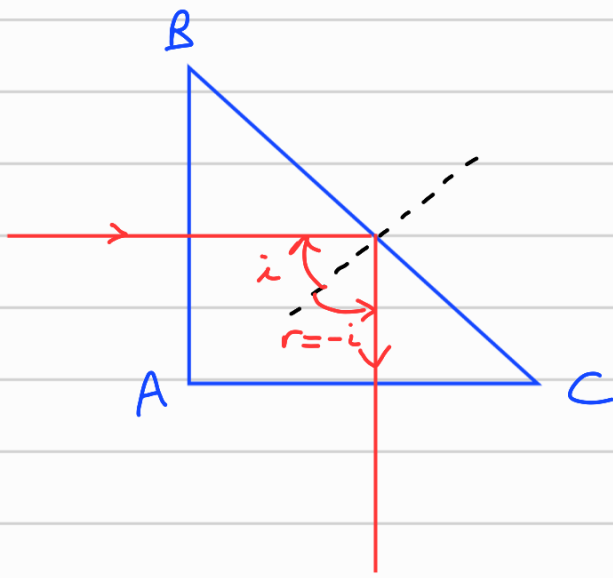
Or lors du passage d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent, il peut y avoir réflexion totale si l'angle d'incidence dépasse une valeur limite telle que :  $n \sin i_{\text{lim}} = n_{\text{air}} \times 1$

$$\text{Soit } \sin i_{\text{lim}} = \frac{1}{n}$$

$$\text{AN : } i_{\text{lim}} = \arcsin\left(\frac{2}{3}\right) = 42^\circ.$$

En arrivant avec un angle d'incidence égal à  $45^\circ$ , le rayon est donc totalement réfléchi.

b)



Le rayon émergent est orthogonal à l'incident car  $i = 45^\circ$  et  $r = -i$ .

Q5. Voir annexe 5.  
L'image est droite (même sens que l'objet).

Q6.  $AB \xleftrightarrow{J_1} A_1B_1 \xleftrightarrow{L_1} A_2B_2 \xleftrightarrow{L_2} A_3B_3 \xleftrightarrow{J_2} A'B'$

D'après les propriétés du miroir plan  
 $\overline{O_1A_1} = -100 \text{ m}$ .

Relation de conjugaison pour  $L_1$  :

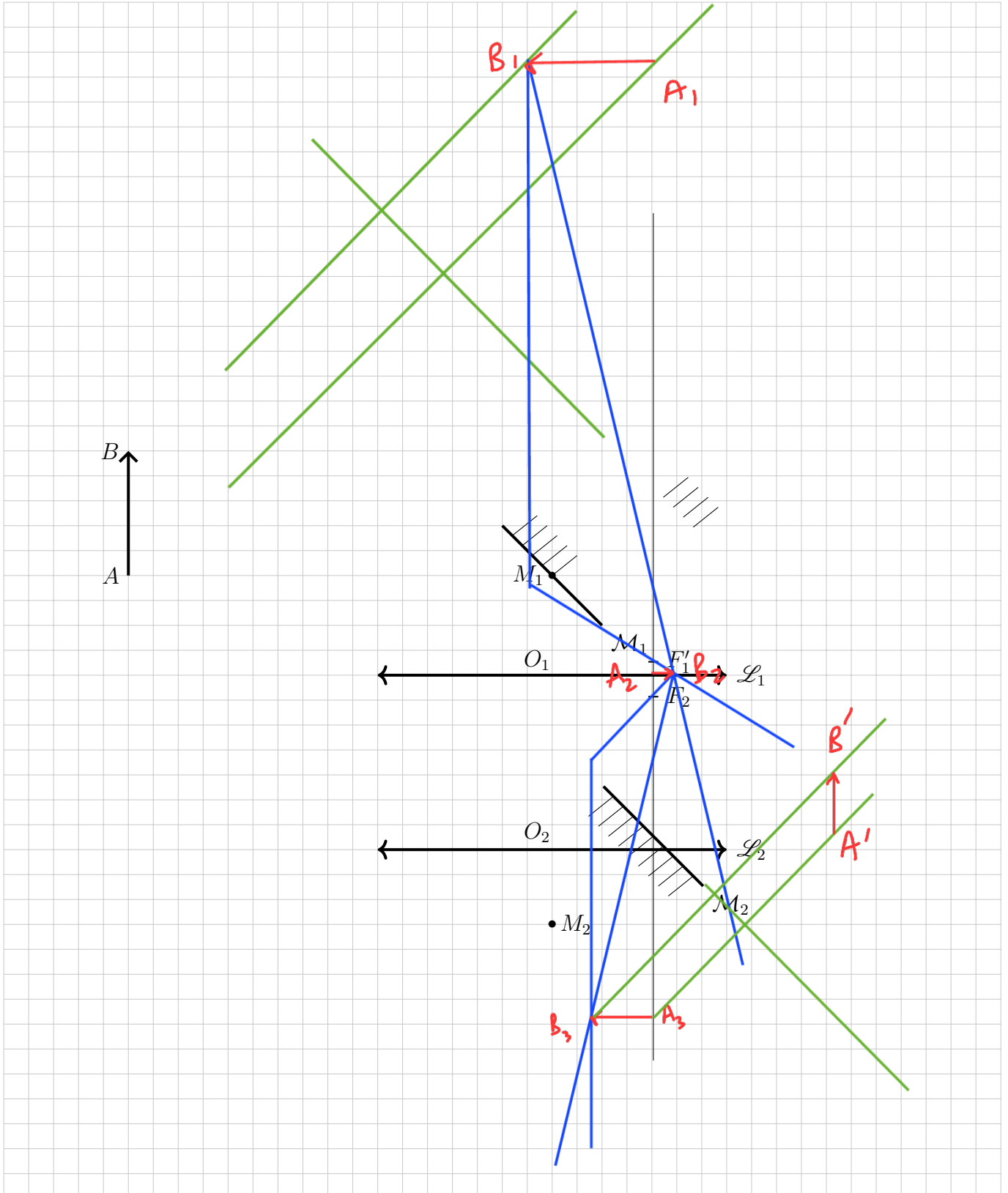
$$-\frac{1}{\overline{OA_1}} + \frac{1}{\overline{OA_2}} = \frac{1}{f_1}$$

$$\text{or } \overline{OA_1} = \overline{O_1\pi} + \overline{\pi A_1}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{\overline{O_1\pi} + \overline{\pi A_1}} + \frac{1}{\overline{OA_2}} = \frac{1}{f_1}$$

$$\overline{OA_2} = \frac{1}{\frac{1}{f_1} + \frac{1}{\overline{O_1\pi} + \overline{\pi A_1}}}$$

Annexe 4 à rendre avec la copie



$$\text{AN: } \overline{O_1 A_2} = \frac{1}{\frac{1}{0,50} + \frac{1}{-100 - 0,30}} = \underline{5,03 \cdot 10^{-1} \text{ m}}$$

Relation de conjugaison pour  $\mathcal{L}_2$ :

$$-\frac{1}{\overline{O_2 A_2}} + \frac{1}{\overline{O_2 A_3}} = \frac{1}{f'_2}$$

$$\text{D'où } \frac{1}{\overline{O_2 A_3}} = \frac{1}{f'_2} + \frac{1}{\overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 A_2}}$$

$$\overline{O_2 A_3} = \frac{1}{\frac{1}{f'_2} + \frac{1}{\overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 A_2}}}$$

$$\text{avec } \overline{O_2 O_1} = -\overline{O_1 O_2} = -(\overline{O_1 F'_1} + \overline{F'_1 F_2} + \overline{F_2 O_2}) \\ = -f'_1 - \Delta - f_2$$

$$\text{AN: } \overline{O_2 A_3} = \frac{1}{\frac{1}{0,40} + \frac{1}{-0,40 - 0,20 - 0,50 + 0,503}}$$

$$\overline{O_2 A_3} = \underline{1,21 \text{ m}}$$

$$\overline{\Pi_2 A_3} = \overline{\Pi_2 O_2} + \overline{O_2 A_3}$$

$$\underline{\text{AN: } \overline{\Pi_2 A_3}} = -0,90 + 1,21 = \underline{0,31 \text{ m}}$$



Et d'après les propriétés du miroir plan  
 $\overline{O_2 A'} = \overline{O_2 A_3} = \underline{0,31 \text{ m}}$

$$Q7. \quad \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_3 B_3}} \cdot \frac{\overline{A_3 B_3}}{\overline{A_2 B_2}} \cdot \frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{A_1 B_1}} \cdot \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}}$$

$$\gamma = 1 \cdot \frac{\overline{O_2 A_3}}{\overline{O_2 A_2}} \cdot \frac{\overline{O_1 A_2}}{\overline{O_1 A_1}} \cdot 1$$

$$\text{Car } \gamma_1 = \frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{A_1 B_1}} = \frac{\overline{O_1 A_2}}{\overline{O_1 A_1}}$$

$$\gamma_2 = \frac{\overline{A_3 B_3}}{\overline{A_2 B_2}} = \frac{\overline{O_2 A_3}}{\overline{O_2 A_2}}$$

$$\begin{aligned} \text{avec } \overline{O_2 A_2} &= \overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 A_2} = -\overline{O_1 O_2} + \overline{O_1 A_2} \\ &= -(\overline{O_1 F'} + \Delta + \overline{F' O_2}) + \overline{O_1 A_2} \\ &= -f'_1 - \Delta - f'_2 + \overline{O_1 A_2} \end{aligned}$$

$$\gamma = \frac{1,21}{-0,50 - 0,20 - 0,40 + 0,503} \times \frac{0,503}{-100,3} = \underline{1,02 \cdot 10^{-2}}$$

l'image finale est réduite.