Correction – Physique-chimie – DS 2

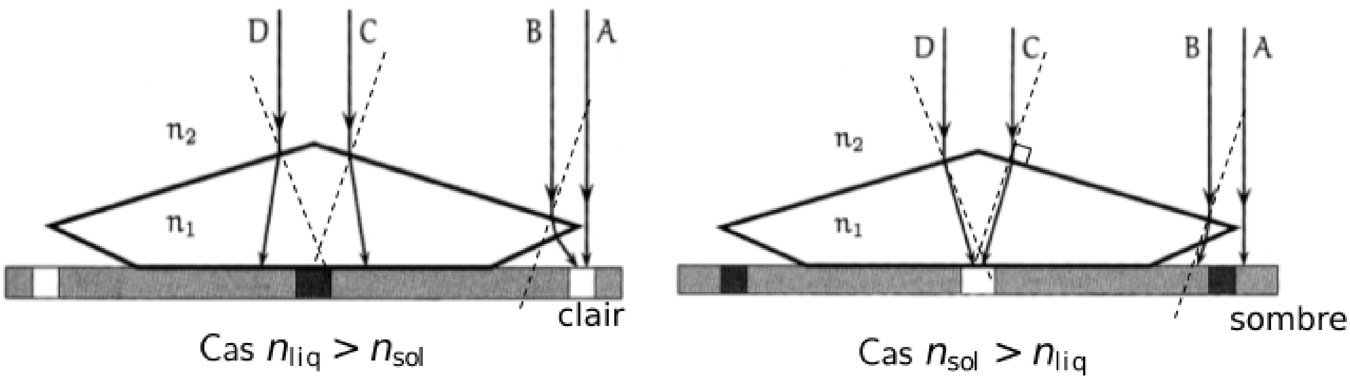
I Reconnaissance de pierres précieuses

1 - La moissanite est la seule à avoir une masse volumique inférieure à celle du liquide (l'iodure de méthylène). Elle est donc la seule à flotter.

2 - Monochromatique signifie que le spectre de la source ne possède qu'une seule longueur d'onde. La meilleure réalisation de ceci avec une source réelle est **le laser**.

3 - Cas $n_{\text{liq}} > n_{\text{sol}}$: les rayons réfractés dans le cristal s'éloignent de la normale.

Cas $n_{\text{sol}} > n_{\text{liq}}$: les rayons réfractés dans le cristal se rapprochent de la normale.



4 - Les zones les plus lumineuses sont là où les rayons arrivant sur l'écran sont les plus proches. Et inversement pour les plus sombres.

Ainsi, dans le cas $n_{\text{liq}} > n_{\text{sol}}$ ce sont les arêtes centrales qui sont sombres, et la périphérie qui est claire.

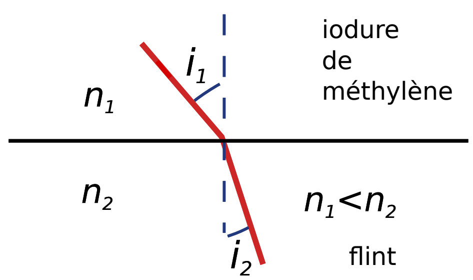
5 - On en déduit que la pierre 1 correspond au cas $n_{\text{liq}} > n_{\text{sol}}$. La pierre 1 est donc le verre de flint. Et la pierre 2 le zircon.

6 -

Faire un schéma, attention à bien repérer les angles par rapport à la normale.
Loi de Descartes : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$, d'où

$$\boxed{i_2 = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2}\sin i_1\right).}$$

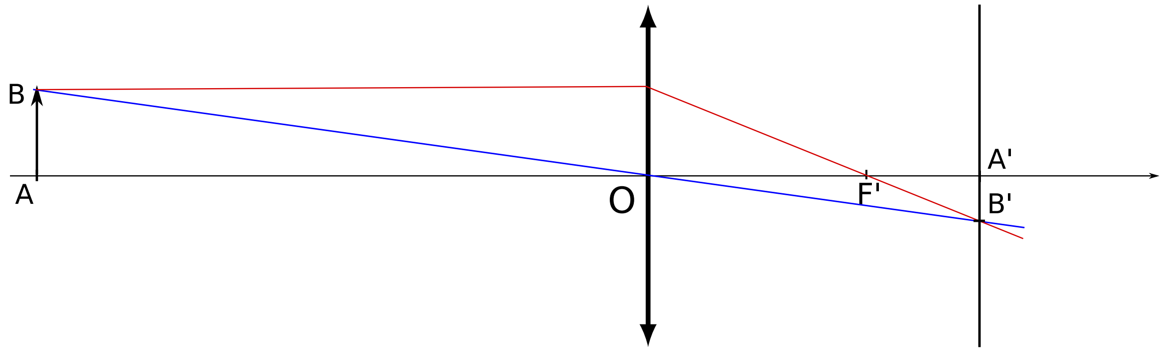
A.N. : $i_2 = \arcsin\left(\frac{1{,}75}{1{,}95}\sin 5^\circ\right)$, soit $\boxed{i_2 = 4{,}5^\circ.}$



II Appareil photographique

II.1 Principe de l'appareil

1 - Tracé :



2 - On utilise la relation de Descartes avec ici $\overline{OA} = -d$, donc : $\dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{-d} = \dfrac{1}{f'}$, et on isole $\overline{OA'}$:

$$\boxed{\overline{OA'} = \frac{f'd}{d-f'}.}$$

3 - $\tau = F'A' = OA' - f' = \dfrac{f'd}{d-f'} - f'$, soit après simplifications $\boxed{\tau = \dfrac{f'^2}{d-f'}.}$

A.N. : $\boxed{\tau = 0{,}85\,\text{mm.}}$

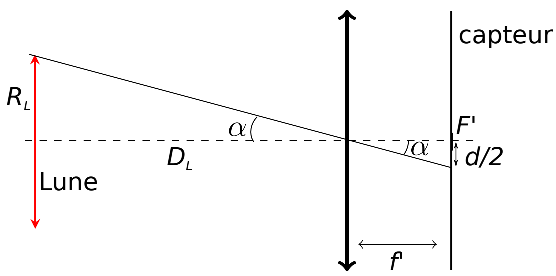
4 - Calculons le grandissement $\gamma = \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -\dfrac{50{,}85}{3000} = 0{,}01695.$

La largeur du tableau sur le capteur est donc $53\,\text{cm} \times |\gamma| = 9{,}0\,\text{mm}$, et sa hauteur est $77\,\text{cm} \times |\gamma| = 13\,\text{mm}$.

Ses dimensions sur le capteur sont donc de 9 mm par 13 mm, et ceci rentre donc bien sur le capteur.

5 - Les etoiles peuvent être considérées comme étant à l'infini. On place donc le capteur dans le plan focal image de l'objectif (plan de F').

6 - On peut faire un schéma.



On a $\tan\alpha = \dfrac{R_L}{D_L}$ et on peut faire l'approximation des petits angles, d'où $\boxed{\alpha = \dfrac{R_L}{D_L} = 4{,}5 \times 10^{-3}\,\text{rad} = 15{,}6'.}$

(Pour passer des radians aux degrés, on multiplie par $180/\pi$, puis pour passer des degrés aux minutes on multiplie par 60.)

7 - Le capteur est encore placé dans le plan focal image, car en très bonne approximation la Lune est à l'infini. Notons d le diamètre de la lune le capteur.

On a donc $\tan\alpha = \dfrac{d/2}{f'}$, d'où $\boxed{d = 2f'\tan\alpha \simeq 2f'\alpha.}$

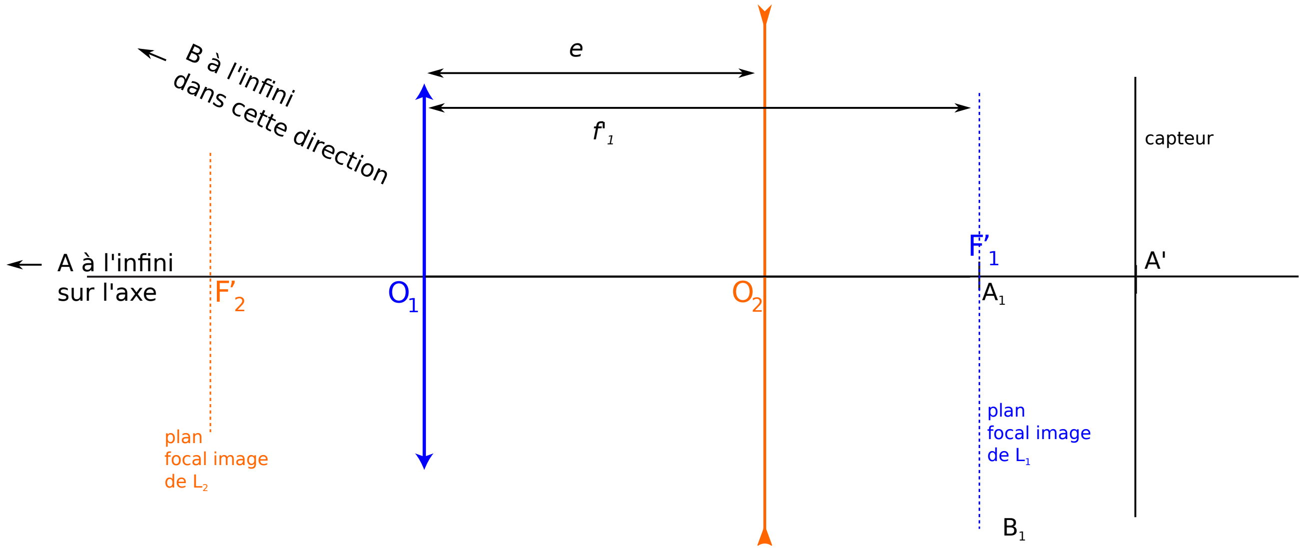
A.N. : (on remet α en radian si on a utilisé $\tan\alpha \sim \alpha$) $\boxed{d = 0{,}45\,\text{mm.}}$

8 - Les 24 mm du capteur deviennent 10 cm sur le tirage, donc les 0,45 mm de diamètre lunaire deviennent $d_p = 0{,}45\,\text{mm} \times \dfrac{10\,\text{cm}}{24\,\text{mm}}$, soit $\boxed{d_p = 1{,}89\,\text{mm.}}$

Ce n'est pas beaucoup ! Il faudrait utiliser un téléobjectif.

II.2 Téléobjectif

9 - Schéma :



10 - A_1 est en F'_1. B_1 est dans le même plan (donc le plan focal image de L_1).

Étude du grandissement

11 - On a $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2F'_1} = f'_1 - e$.

On a $A_1 \xrightarrow{L_2} A'$, d'où $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} = \dfrac{1}{f'_2}$, soit donc en remplaçant :

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{f'_1 - e} = \frac{1}{f'_2}, \quad \text{soit} \quad \boxed{p' = \overline{O_2A'} = \frac{f'_2(f'_1 - e)}{f'_1 + f'_2 - e}}.$$

L'A.N. donne $\boxed{p' = 30{,}65\,\text{mm}.}$

12 - Sur le schéma on trace le rayon passant par le centre O_1. On a $\tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{f'_1}$, d'où

$$\boxed{\overline{A_1B_1} = -f'_1 \tan\alpha = -0{,}225\,\text{mm}}$$

(c'est la même chose strictement qu'en question 7), et on a mis un signe moins car A_1B_1 est renversé.

13 - $\boxed{\gamma_2 = \dfrac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}} = \dfrac{p'}{f'_1 - e} = 1{,}61.}$

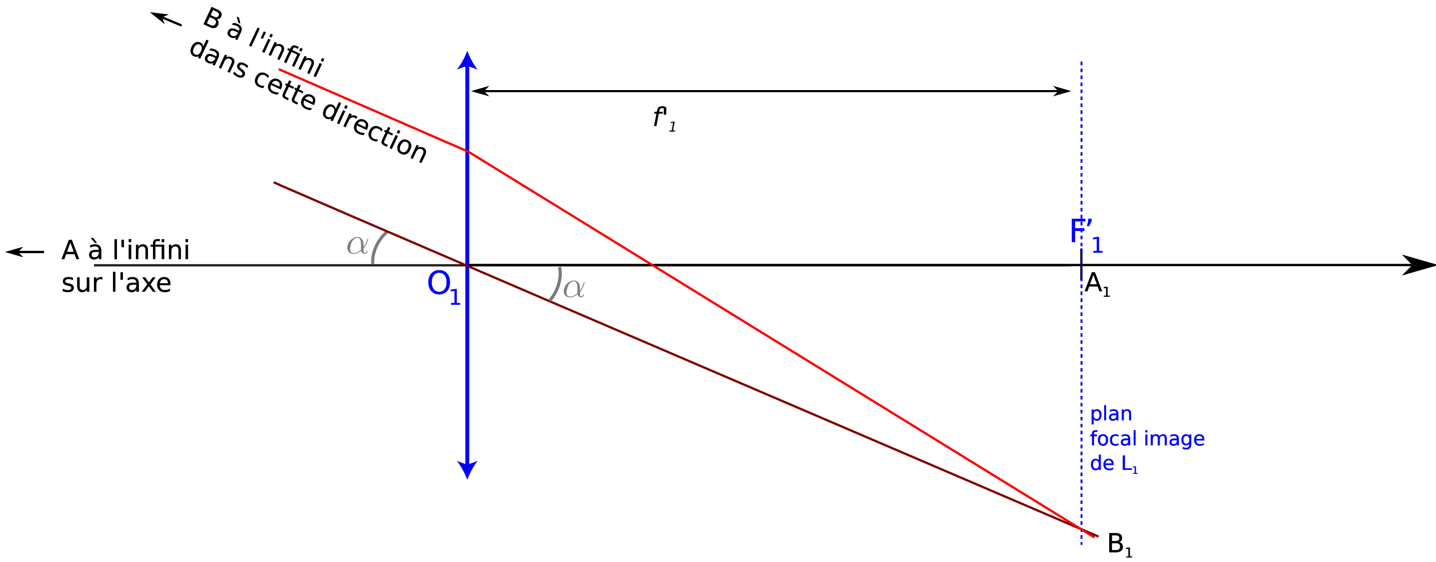
14 - On a $r = \gamma_2 \times A_1B_1$ par définition du grandissement (on considère des distances positives donc on prend tout positif).

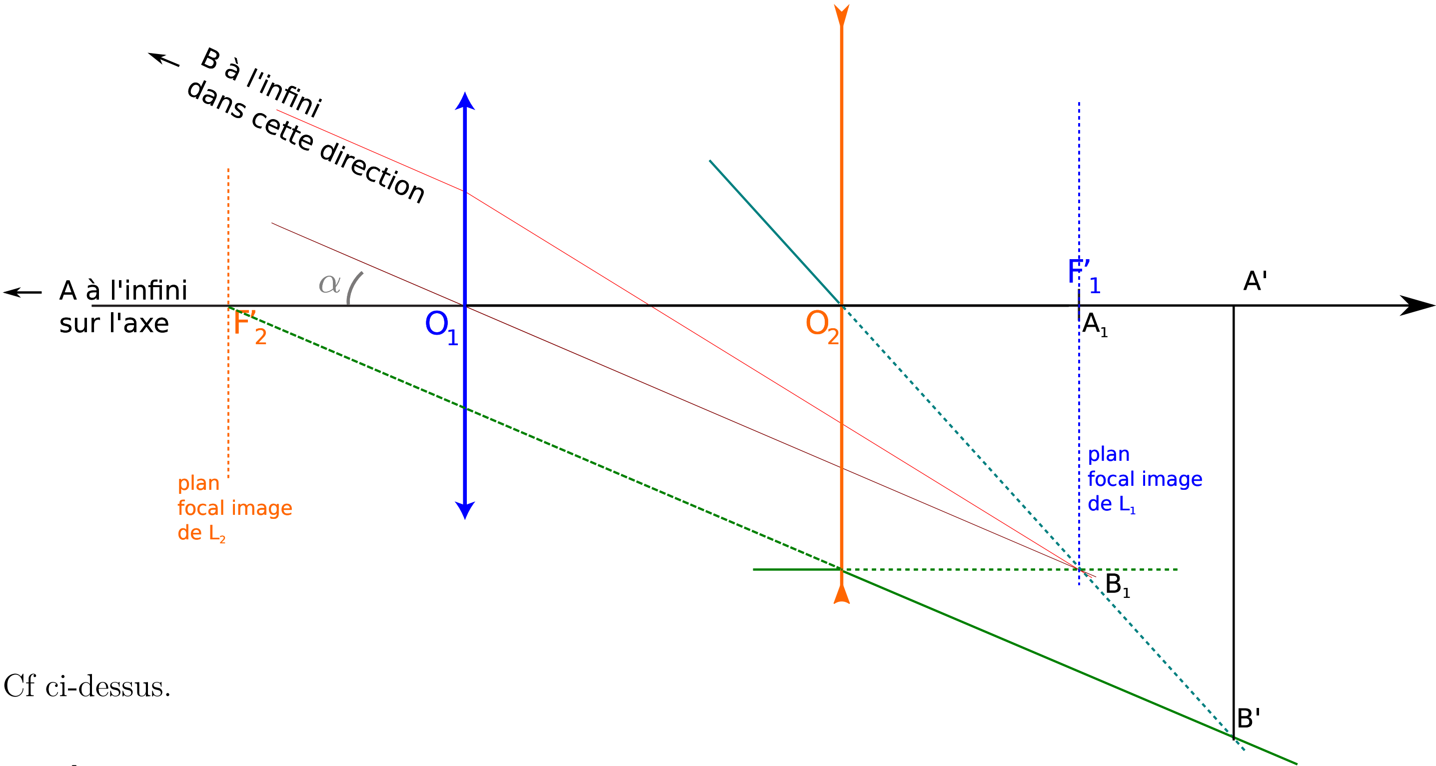
Donc avec les questions qui précèdent : $\boxed{r = \dfrac{p'}{f'_1 - e} \times f'_1 \tan\alpha = 0{,}36\,\text{mm}.}$ Le diamètre est donc de $0{,}72\,\text{mm}$.

Cette taille a été multipliée par $\gamma_2 = 1{,}61$ par rapport au cas précédent. Donc l'ajout de la lentille divergente permet de multiplier la taille de l'image par son grandissement pris entre le plan de F'_1 et du capteur.

Constructions géométriques

15 - Schémas :





16 - Cf ci-dessus.

II.3 Photons

17 - ⋆ Exprimons d'abord l'énergie totale reçue par l'appareil pendant le temps Δt :

$$E_{\text{tot}} = \Phi \times \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \Delta t,$$

car il faut en effet multiplier Φ par la surface de l'objectif, puis par le temps.

⋆ On sait ensuite que l'énergie d'un photon est $E_1 = h\nu$ et que $\lambda\nu = c$, d'où $E_1 = \dfrac{hc}{\lambda}$.

⋆ D'où le nombre de photons : $N = \dfrac{E_{\text{tot}}}{E_1} = \Phi\pi\dfrac{D^2}{4}\Delta t \times \dfrac{\lambda}{hc}$, soit encore $\boxed{N = \dfrac{\pi}{4}\dfrac{\Phi D^2 \Delta t \lambda}{hc}}$.

A.N. : $\boxed{N = 2 \times 10^{13}.}$