

Corrigé du DS n°3

1^{ère} Partie : Reconnaissance de pierres précieuses

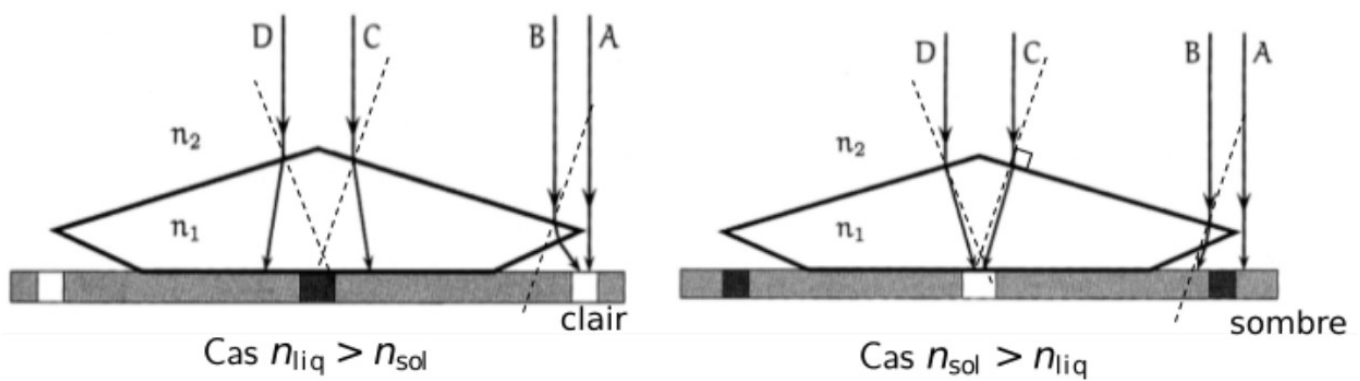
Q0 : L'USI associée à la masse volumique est le kg.m^{-3} . D'où :

$$\rho_{\text{CH}_3\text{I}} = 3330 \text{ kg.m}^{-3} = 3,330.10^6 \text{ g.m}^{-3} = 3,330.10^6 . (10^1 \text{ d}) \text{ g} . ((10^3 \text{ m}) \text{ m})^{-3} = \underline{3,330.10^{-2} \text{ dg.mm}^{-3}}$$

Q1 : 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 y flotter.

Q2 : Une lumière monochromatique correspond à une onde électromagnétique de fréquence (donc de longueur d'onde) unique. En pratique, seul un **laser** possède cette caractéristique.

Q3 : D'après la loi de Snell-Descartes pour la réfraction ($n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$), lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu moins réfringent à un milieu plus réfringent ($n_1 < n_2$), il se rapproche de la normale ($i_2 < i_1$), et inversement. On obtient les trajectoires suivantes :



Q4 : Les zones les plus lumineuses sont celles où les rayons arrivant sur l'écran se rapprochent. Et inversement pour les plus sombres.

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

Q5 : 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.

La pierre 2 est donc le zircon.

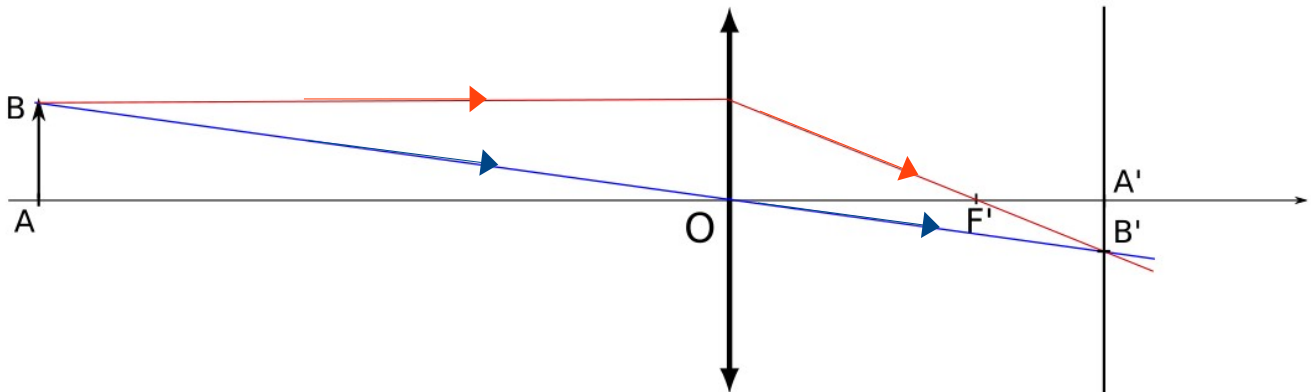
Q6 : D'après la loi de Snell-Descartes pour la réfraction : $i_2 = \arcsin\left(\frac{n_{\text{CH}_3\text{I}}}{n_{\text{zircon}}} \sin i_1\right)$

A.N. : $\underline{i_2 = \arcsin\left(\frac{1,75}{1,95} \sin 5,0^\circ\right) = 4,5^\circ}$

2^{ème} Partie : Appareil photographique numérique

II.A) Principe de l'appareil

Q7 : L'image est nette sur le capteur, d'où le schéma :



Remarque : on constate que sur le schéma : $0 < \gamma < 1$

Q8 : D'après la relation de conjugaison : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ $\Leftrightarrow \overline{OA'} = \frac{f' \cdot \overline{OA}}{\overline{OA} + f'}$

Et puisque $\overline{OA} = -d$ (attention au signe !!!), alors : $\boxed{\overline{OA'} = \frac{f' \cdot d}{d - f'}} > 0$: l'image est réelle !

Q9 : ζ est la lettre grecque « dzêta ».

Q10 : Par l'équivalent d'une relation de Chasles, on a : $\zeta = \overline{F'A'} = \overline{F'O} + \overline{OA'} = -f' + \frac{f' d}{d - f'}$, soit :

$$\boxed{\zeta = \frac{(f')^2}{d - f'}}$$

A.N. : $\zeta = \frac{50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}}{(3,0 \cdot 10^3 - 50) \text{ mm}} \approx 0,85 \text{ mm}$ ce qui signifie que le plan du capteur est très proche du plan

focal image. Ceci est tout à fait logique, car la distance au tableau est 60 fois plus grande que la distance focale de l'appareil photographique, ce qui revient à considérer le tableau comme étant presque à l'infini du point de vue de l'objectif.

Q11 : Connaissant les valeurs de $\overline{OA}$ et de $\overline{OA'}$, on calcule la **valeur du grandissement transversal de**

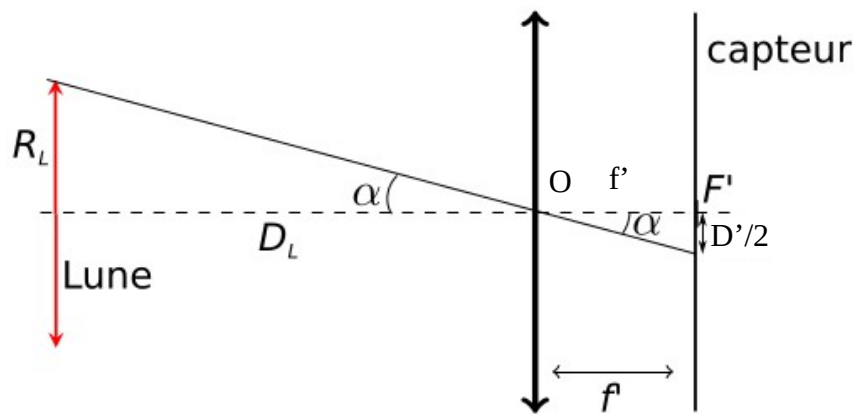
l'objectif : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -\frac{f'}{d - f'} = \frac{50}{3,0 \cdot 10^3 - 50} = -1,7 \cdot 10^{-2}$ (cohérent avec le schéma)

Cela signifie que la **taille de l'image du tableau** sur la pellicule est égale à : $(77 \text{ cm} \times 1,7 \cdot 10^{-2}) \times (53 \text{ cm} \times 1,7 \cdot 10^{-2}) = 1,3 \text{ cm} \times 0,90 \text{ cm} = 13 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$, ce qui est inclus dans le format $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$.

La Joconde sera donc intégralement photographiée, aussi bien en mode portrait qu'en mode paysage.

Q12 : Puisque **les étoiles sont clairement à l'infini** par rapport à l'objectif, il faut que le capteur soit placé **sur le plan focal image de l'objectif** pour que les étoiles apparaissent nettes.

Q13 : Un schéma (pas à l'échelle, bien sûr !) permet de mettre en évidence l'angle α recherché :



On constate donc que : $\tan \alpha = \frac{R_L}{D_L}$ et puisque $R_L \ll D_L$, on peut utiliser l'approximation des petits angles,

soit : $\alpha = \frac{R_L}{D_L}$ (en rad) **A.N. :** $\alpha \approx \frac{1,74}{384} = 4,53 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 0,260^\circ \approx 15,5'$

Q14 : Puisque $2\alpha > 1'$, c'est que la Lune est bien visible à l'œil nu depuis la surface de la Terre (ouf !!!).

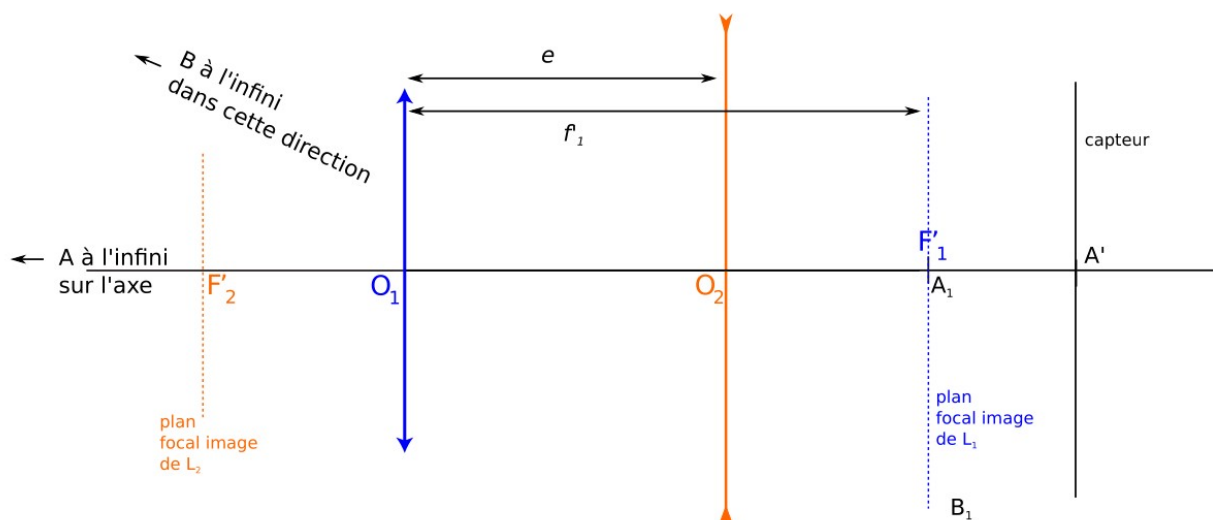
Q15 : D'après le schéma, on a : $\tan \alpha = \frac{R_L}{D_L} = \frac{D'/2}{f'} \Leftrightarrow D' = \frac{2R_L f'}{D_L}$

A.N. : $D' \approx \frac{2 \times 1,74 \times 50 \text{ mm}}{384} \approx 0,45 \text{ mm}$

Q16 : Remarquons que $36/24 = 15/10$. Ainsi, lors du tirage sur papier, on procède à un agrandissement d'un facteur : $\frac{15 \text{ cm}}{36 \text{ mm}} = \frac{10 \text{ cm}}{24 \text{ mm}} = 4,2$. La valeur du diamètre D_p du disque lunaire sur le papier est donc : $D_p = 4,2 \times D' = 4,2 \times 0,45 \text{ mm} \approx 1,9 \text{ mm}$, ce qui est assez décevant pour visualiser la Lune sur la photo !

II.B) Utilisation d'un téléobjectif

Q17 : Schéma du dispositif optique à l'échelle :



Q18 : A_1 , est l'image par la lentille L_1 du point objet A à l'infini sur l'axe optique. Il s'agit donc, par définition, du **foyer image F_1' de la lentille L_1** . Le plan perpendiculaire à l'axe optique passant par A_1 contient également le point image B_1 (par aplanétisme) et se nomme le **plan focal image** de la lentille L_1 .

Étude du grandissement

Q19 : A' étant l'image du point A_1 par la lentille L_2 , la relation de conjugaison s'écrit (avec $A_1 = F_1'$):

$$\frac{1}{\overline{O_2 A'}} - \frac{1}{\overline{O_2 A_1}} = \frac{1}{f_2'} \Leftrightarrow \overline{O_2 A'} = \frac{f_2' \cdot \overline{O_2 F_1'}}{\overline{O_2 F_1'} + f_2'}$$

Par ailleurs (relation de Chasles) : $\overline{O_2 F_1'} = \overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 F_1'} = f_1' - e$

On en déduit donc :
$$p' = \overline{O_2 A'} = \frac{f_2' (f_1' - e)}{f_1' + f_2' - e}$$

A.N. : $p' = \frac{-50 \text{ mm} \times (50 - 31) \text{ mm}}{(50 - 50 - 31) \text{ mm}} = 31 \text{ mm}$

Q20 : D'après le schéma : $\tan \alpha = \frac{A_1 B_1}{f_1'} \Leftrightarrow A_1 B_1 = f_1' \tan \alpha \simeq f_1' \alpha$

A.N. : $A_1 B_1 = 50 \text{ mm} \times 4,5 \cdot 10^{-3} = 0,22 \text{ mm}$ (cohérent avec **Q12** puisque $A_1 B_1 = D'/2$!)

Q21 : Par la relation du grandissement transversal :
$$\gamma_2 = \frac{\overline{A' B'}}{\overline{A_1 B_1}} = \frac{\overline{O_2 A'}}{\overline{O_2 A_1}} = \frac{p'}{f_1' - e}$$

Q22 : On en déduit D'_L , le nouveau diamètre de l'image de la Lune sur le capteur :

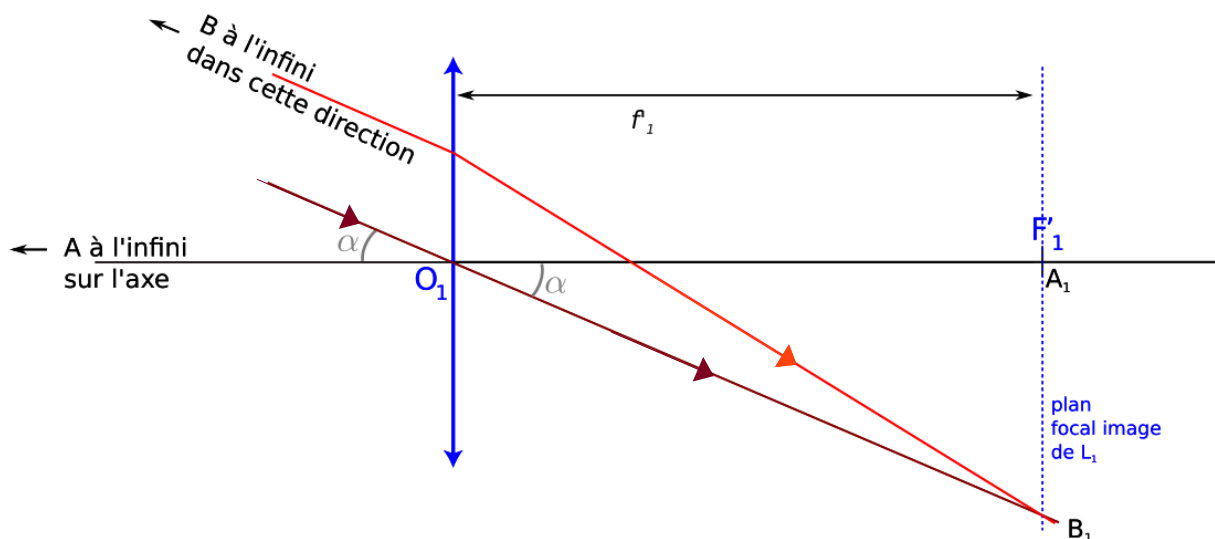
$D'_L = 2 A' B' = 2 \gamma_2 A_1 B_1$ soit
$$D'_L = 2 \frac{p'}{f_1' - e} \times f_1' \alpha$$

A.N. : $D'_L = \frac{2 \times 31 \text{ mm}}{(50 - 31) \text{ mm}} \times 50 \text{ mm} \times 4,5 \cdot 10^{-3} = 0,73 \text{ mm}$

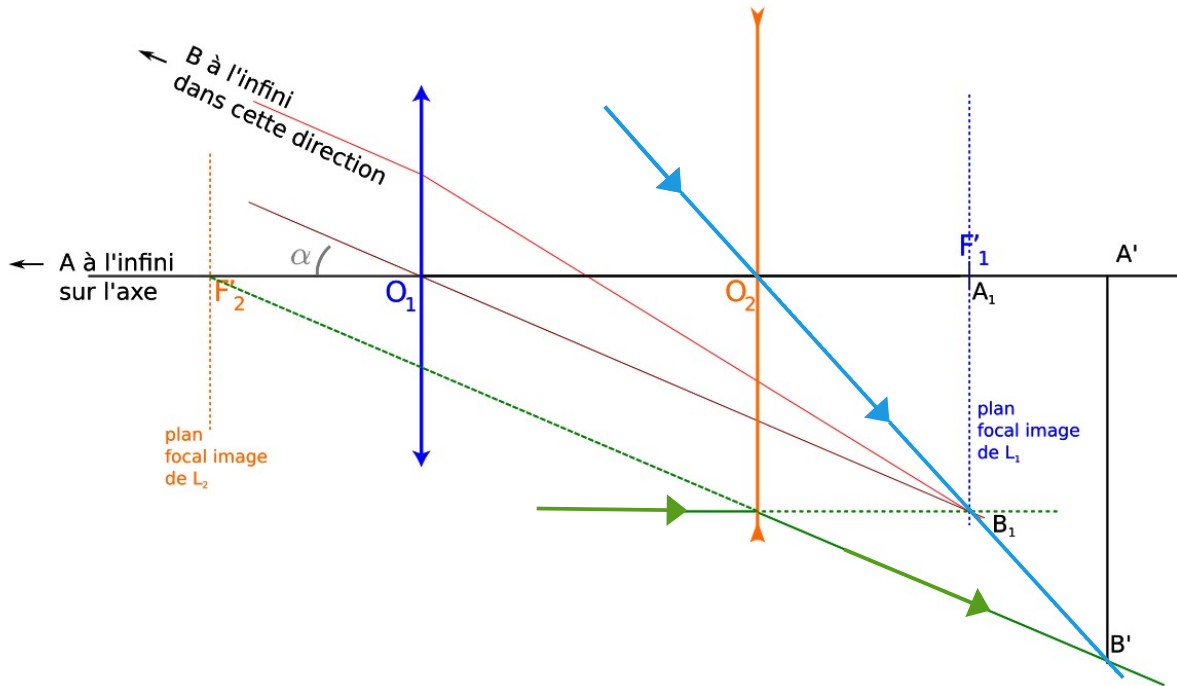
On constate que le téléobjectif a permis de multiplier la taille de l'image sur le capteur par $\gamma_2 = 1,6$.

Constructions géométriques

Q23 : Construction de l'image $A_1 B_1$ de l'objet AB par la lentille L_1 :



Q24 : Construction de l'image A'B' de l'objet A₁B₁ par la lentille L₂ :



II.C) Une histoire de photons

Q25 : Expression de l'énergie d'un photon associé à une onde de fréquence ν :

$$E_{1\text{photon}} = h \nu = \frac{hc}{\lambda}$$

A.N. : $E_{1\text{photon}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{500 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 3,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Q26 : Si on admet que la totalité de l'énergie qui atteint la lentille frontale parvient au capteur (pas de perte par absorption de photons dans la lentille notamment), alors l'énergie totale vaut :

$$E_{\text{tot}} = \Phi \times S \times \Delta t = N_{\text{photons}} \times E_{1\text{photon}} \quad \text{avec} \quad S = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \quad \text{la surface éclairée de la lentille frontale.}$$

On en déduit donc :

$$N_{\text{photons}} = \frac{\Phi \pi D^2 \Delta t}{4 E_{1\text{photon}}}$$

A.N. : $N_{\text{photons}} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \times \pi \times (5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \times 2,0 \text{ s}}{4 \times 3,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 2 \cdot 10^{13}$

3^{ème} Partie : Un peu de chimie (≈ 20 min)

Les éléments azote, oxygène et chlore s'associent pour former une grande diversité de molécules et d'ions polyatomiques.

Q27 : Rappeler le point commun entre tous ces éléments qui fait qu'ils s'associent par liaisons covalentes plutôt que par liaison métallique ou ionique.

Q28 : Proposer un schéma de Lewis pour chacun des corps simples issus de ces trois éléments : le diazote N_2 , le dioxygène O_2 et le dichlore Cl_2 .

Q29 : Proposer un schéma de Lewis pour chacun des ions polyatomiques composés de deux de ces trois éléments : l'ion nitrate NO_3^- , le tétrachlorure d'ammonium NCl_4^+ et l'ion chlorite ClO_2^- . On précise que l'atome souligné est l'unique atome central.

Q30 : Proposer un schéma de Lewis du corps composé de ces 3 éléments : le chlorure de nitrosyle NOCl .

Q31 : Parmi toutes les espèces étudiées, préciser celles qui sont polaires en justifiant la réponse.