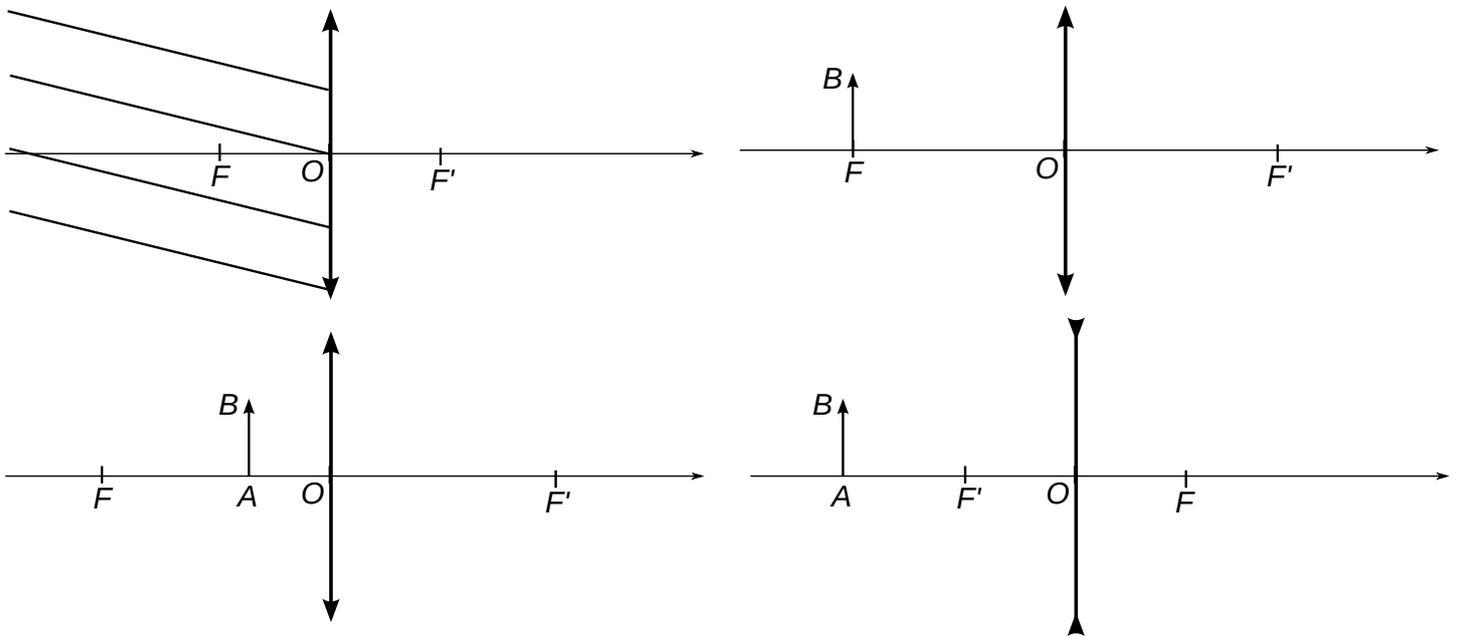


Physique-chimie – DS 1

- Calculatrices autorisées.
- Toute A.N. sans **unité** ne comptera aucun point, et dégradera l'humeur du correcteur.
- Vérifiez l'**homogénéité** de vos relations.
- Le sujet est assez long, il n'est donc pas nécessaire de faire toutes les questions pour avoir une bonne note. Les sous-parties du problème III sont indépendantes, ne bloquez donc pas trop longtemps sur une seule, mais essayez les toutes.

I Quelques tracés

1 - Compléter les tracés ci-dessous (directement sur la feuille de l'énoncé).



II Reconnaissance de pierres précieuses

Un collectionneur de pierres précieuses possède trois petites pierres transparentes et incolores : une moissanite, un zircon et du flint, ainsi qu'un flacon d'iodure de méthylène liquide. Les propriétés physiques de ces quatre substances sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Substance	Masse volumique (kg.m^{-3})	Indice de réfraction
Zircon	4690	1,95
Moissanite	3210	2,70
Verre Flint	3740	1,64
Iodure de méthylène	3330	1,75

Les trois pierres ont été interverties, si bien que leur propriétaire doit conduire une série d'expériences pour les reconnaître.

- 1 - L'immersion des trois pierres dans l'iodure de méthylène permet immédiatement de reconnaître la moissanite (sans faire appel aux propriétés optiques), pourquoi ?

Les deux pierres restantes (zircon et verre flint) sont posées sur un morceau de verre dépoli qui fait office d'écran, et sont recouvertes d'iodure de méthylène liquide, puis éclairées depuis le haut. Le collectionneur constate sur l'écran que la pierre numéro 1 est entourée d'un contour brillant, et que ses arêtes vives sont sombres tandis que la pierre numéro 2 est entourée d'un contour sombre, et les arêtes paraissent brillantes. Pour expliquer cette observation, on modélise une pierre par un solide transparent, d'indice optique n_{sol} , et on considère que l'iodure de méthylène est liquide transparent d'indice optique n_{liq} . Un faisceau lumineux monochromatique, en incidence normale, vient éclairer le solide, et après la traversée de celui-ci, illumine un écran situé sous le solide.

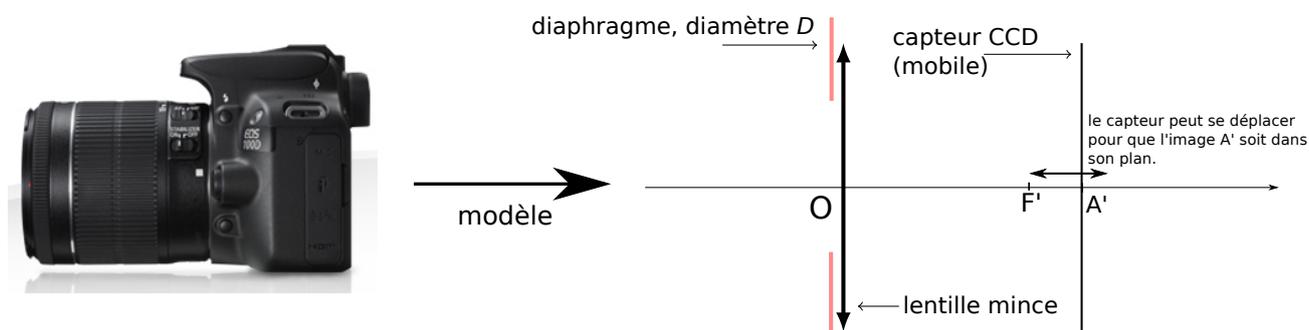


- 2 - Que signifie monochromatique ? Citer une source de lumière possédant cette propriété. Quelle est la couleur d'une lumière dont la longueur d'onde est de 700 nm ?
- 3 - Tracer sur les deux figures du document réponse l'allure des trajets des rayons issus de A, B, C et D jusqu'à l'écran, dans les deux cas. On ne tiendra pas compte des rayons réfléchis, seulement de ceux transmis.
- 4 - En déduire qualitativement les zones de plus forte et de plus faible intensité lumineuse sur l'écran.
- 5 - Application : Identifier les pierres numéro 1 et numéro 2.
- 6 - Prenons l'exemple du zircon. On considère un dioptre iodure de méthylène - zircon, et une lumière arrivant sur ce dioptre avec un angle d'incidence $i_1 = 5^\circ$ par rapport à la normale. Que vaut l'angle de réfraction i_2 ?

III Appareil photographique

III.1 Principe de l'appareil

Le modèle simple de l'appareil photographique avec lequel nous travaillerons est décrit sur le schéma ci-dessous.



On desire photographier le tableau de La Joconde situé à $d = 3,0\text{ m}$ en avant de l'objectif. Pour les applications numériques, on prendra $f' = 50\text{ mm}$. On donne la relation de conjugaison de Descartes : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$, et celle pour le grandissement transversal $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$, où les notations sont celles usuellement employées.

- 1 - Compléter le document réponse en traçant l'image $A'B'$ de l'objet AB . La mise au point est telle que l'image est nette sur le capteur.

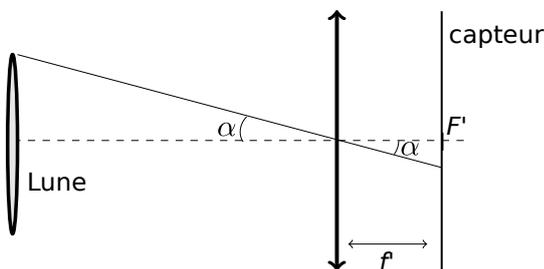
- 2 - Exprimer la distance $\overline{OA'}$ à laquelle il faut placer le capteur CCD pour obtenir une image nette de la toile en fonction de d et de f' .
- 3 - On définit le tirage de l'appareil photo par la distance $\tau = F'A'$. Que cette distance dans le cas présent (on attend une application numérique) ?
- 4 - La toile a pour dimensions $77 \text{ cm} \times 53 \text{ cm}$. Sachant que le capteur a un format 24×36 (24 mm de hauteur et 36 mm de largeur), pourra-t-on voir la Joconde entièrement ? Si oui, quelle sera la taille de l'image sur le capteur ?

Cet appareil photographique est désormais utilisé pour photographier le ciel nocturne.

- 5 - Où doit-on placer le capteur pour que les étoiles apparaissent nettes ?

On s'intéresse plus particulièrement à la Lune. Elle est supposée sphérique, de rayon $R_L = 1740 \text{ km}$, et de centre situé à $D_L = 384\,000 \text{ km}$ de l'objectif.

6 -



On définit α comme l'angle sous lequel on voit la Lune depuis la Terre, comme sur le schéma ci-contre. Calculer, en degré, puis en minute d'arc ($1^\circ = 60$ minutes), la valeur de α .

- 7 - Avec cet appareil, on photographie la pleine Lune, l'axe optique de l'objectif étant dirigé vers le centre du disque lunaire. Quel est le diamètre de l'image de la Lune sur le capteur ?
- 8 - On effectue un tirage sur du papier de format $10 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$. Quel est le diamètre d_p du disque lunaire sur le papier ? Commentaire ?

III.2 Téléobjectif

Afin d'obtenir une image de meilleure qualité, le photographe se munit d'un téléobjectif, qui remplace l'objectif précédent. Ce système est réalisé en associant deux lentilles distantes de e : une lentille convergente L_1 de centre optique O_1 et de focale f'_1 et une lentille divergente L_2 de centre O_2 et de focale f'_2 . On prendra pour les applications numériques : $f'_1 = 50 \text{ mm}$, $f'_2 = -50 \text{ mm}$ et $e = \overline{O_1O_2} = 31 \text{ mm}$.

- 9 - Faire un schéma optique du dispositif en respectant l'échelle. On fera apparaître les deux lentilles, les points O_1 , O_2 , F'_1 et F'_2 .
- 10 - On considère un objet AB à l'infini. A est sur l'axe optique. Les rayons provenant de B arrivent avec un angle α par rapport à l'axe optique. On note A_1B_1 l'image de AB par la lentille L_1 . Avec quel autre point le point A_1 est-il confondu ? Et dans quel plan est le point B_1 ?
- 11 - À l'aide du schéma précédent, exprimer la distance $\overline{O_2A_1}$ en fonction de f'_1 et de e .

Étude du grandissement

- 12 - On note $A'B'$ l'image de A_1B_1 par la seconde lentille. La position du capteur est telle que cette image est située sur le capteur. À partir des deux questions précédentes, et en utilisant la relation de conjugaison appliquée à la seconde lentille, déduire la distance $p' = \overline{O_2A'}$ entre la lentille L_2 et le capteur en fonction de f'_1 , f'_2 et e . Faire l'application numérique.

- 13 - Le faisceau de rayons arrivant de B fait un angle $\alpha = 4,5 \times 10^{-3}$ rad avec l'axe optique. Quelle est l'expression et la valeur de la taille de l'objet A_1B_1 ?
- 14 - Exprimer le grandissement transversal γ_2 de la lentille 2 en fonction de p' , f'_1 et e .
- 15 - En déduire l'expression de r , le rayon de l'image de la Lune sur le capteur en fonction de f'_1 , e , p' et α . Faire l'application numérique.
Par combien ce diamètre a-t-il été multiplié par rapport au cas précédant sans téléobjectif ?

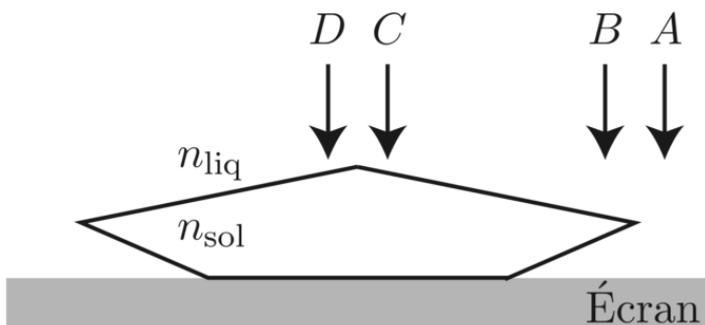
Constructions géométriques

Ces deux questions peuvent être traitées indépendamment du reste.

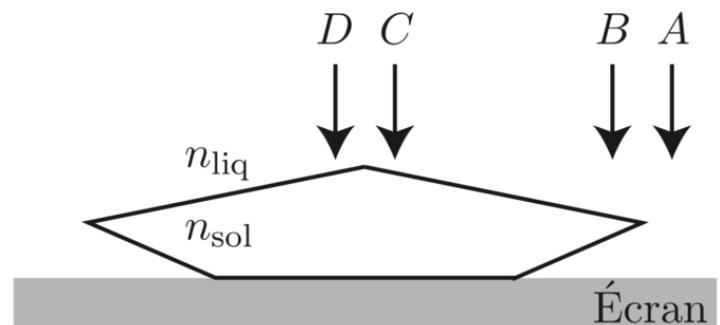
- 16 - On considère d'abord la lentille L_1 seule. Construire l'image A_1B_1 de AB par cette lentille. On fera un schéma à l'échelle.
- 17 - Faire ensuite, sur un second schéma, la construction de l'image $A'B'$ de A_1B_1 par la lentille L_2 .

IV Document réponse partie II et III

Partie II



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



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

Partie III

Tracer l'image de AB (on fera apparaître trois rayons).

