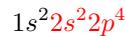


## Proxima du Centaure

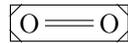
## I- Ozone et atmosphère

1/ La configuration électronique de l'oxygène dans son état fondamental est :

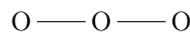


Un atome d'oxygène présente donc 6 électrons de valence.

2/ La molécule de dioxygène rassemble deux atomes d'oxygène soit 12 électrons de valence au total, ce qui donne donc 6 doublets à placer sur la structure de Lewis :



3/ La molécule d'ozone rassemble trois atomes d'oxygène. Ainsi, 18 électrons de valence sont mis en jeu dans 9 doublets :

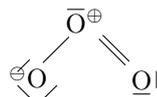


Afin de respecter la règle de l'octet pour l'oxygène, il nous faut adopter une structure dissymétrique :



Les charges partielles se calculent ainsi :  $q_f = n_v - n_e$  avec  $n_v$  le nombre d'électrons de valence de l'atome, ici 6 pour l'oxygène, et  $n_e$  le nombre d'électrons en propre dans la molécule, de la droite vers la gauche, 7, 5 et 6. D'où des charges partielles "-", "+", et nulle.

4/



Les deux liaisons sont polarisées. Pour les deux liaisons, la charge positive étant portée par l'oxygène central, un moment dipolaire orienté vers l'oxygène central existera.

Ces deux liaisons n'étant pas parallèles, les vecteurs moments dipolaires ne sont pas colinéaires, leur somme est donc non-nulle, la molécule d'ozone est donc polaire (étant données les différences de charges entre l'oxygène de gauche et celui de droite, les normes du vecteur ne sont pas les mêmes non plus).

## II- Découverte de Proxima du Centaure

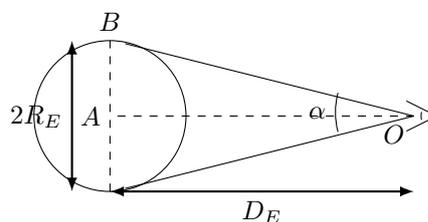
5/ Une radiation de longueur d'onde 600 nm a une couleur orange.

6/ On remarque que :

$$\frac{D_E}{D_{TS}} \approx 2.10^5$$

La distance Terre-Soleil est tout à fait négligeable par rapport à la distance Soleil-Proxima. On peut donc raisonnablement approximer la distance Terre-Proxima du Centaure à  $D_E$  soit 4,22 années-lumière.

7/



Plaçons-nous dans le triangle  $OAB$  rectangle en  $A$ . L'angle en  $O$  vaut  $\frac{\alpha}{2}$  et on a :

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{R_E}{D_E}$$

Le rapport,  $\frac{R_E}{D_E}$  étant très faible ( $\approx 10^8$ ), on peut estimer que  $\tan \alpha \sim \alpha$ , d'où l'expression :

$$\alpha = 2 \frac{R_E}{D_E}$$

L'application numérique donne ainsi :

$\alpha$	En radians	En degrés	En minutes d'arc	En secondes d'arc
	$4,92 \cdot 10^{-9}$	$2,82 \cdot 10^{-7}$	$1,69 \cdot 10^{-5}$	$1,01 \cdot 10^{-3}$

Avec ces chiffres significatifs, la valeur donnée sans l'approximation est la même. Notre approximation est donc justifiée.

- 8/ La résolution angulaire de l'œil est d'environ une minute d'arc. On ne peut résoudre l'étoile à l'œil nu dans la mesure où  $\alpha$  est inférieur à cet angle minimal de résolution.
- 9/ Un système optique est utilisé dans les conditions de Gauss si les rayons entrant dans le système sont paraxiaux : ils sont donc peu inclinés par rapport à l'axe optique et traversent la lentille proches du centre optique.

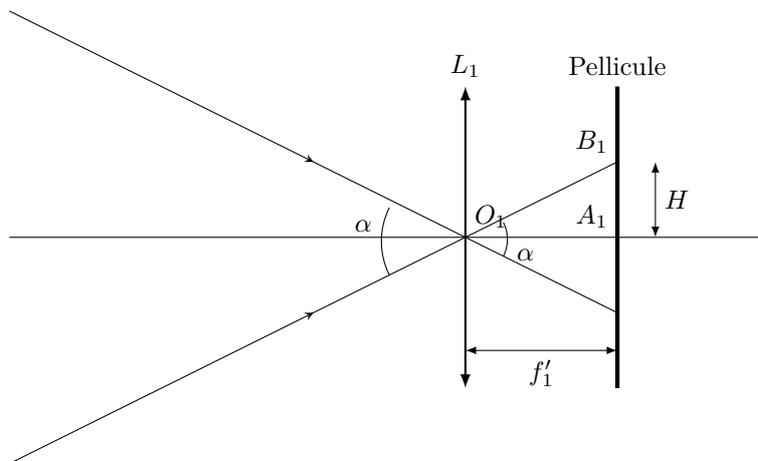
On considère qu'en dessous d'une vingtaine de radians d'inclinaison des rayons, les conditions de Gauss sont vérifiées à 1% près. Ici,  $\alpha$  est largement inférieur à cette limite, les conditions de Gauss sont donc vérifiées.

- 10/ La surface  $S$  de la pellicule est de  $S = 24 \times 36 = 864 \text{ m}^2$ .  
La surface d'un grain de bromure d'argent est de  $\varepsilon_C^2$ . Or,  $S = N\varepsilon_C^2$ , on en déduit donc l'expression :

$$\varepsilon_C = \sqrt{\frac{S}{N}}$$

L'application numérique donne :  $\varepsilon_C = 10 \text{ }\mu\text{m}$ .

- 11/  $D_E \gg f'_1$ , en effet :  $\frac{D_E}{f'_1} \approx 10^{16}$ . On en déduit donc assez directement que Proxima du Centaure est située à l'infini.
- 12/ Proxima du Centaure est située à l'infini, son image par la lentille  $L_1$  est donc située dans le plan focal image de  $L_1$ . Il faut donc séparer le capteur de la lentille de la distance focale  $f'_1$ .
- 13/



Plaçons-nous dans le triangle  $OA_1B_1$  rectangle en  $A_1$ . On a :

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{A_1B_1}{O_1A_1} = \frac{H}{f'_1}$$

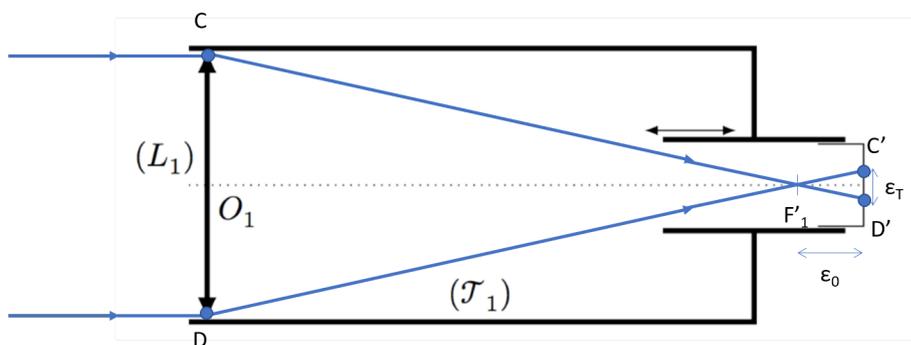
On obtient ainsi l'expression de  $H$  :

$$H = \frac{R_E f'_1}{D_E}$$

L'application numérique donne  $H = 2 \cdot 10^{-8} \text{ m}$  c'est RIDICULE !

Un grain de bromure d'argent ayant une largeur de  $10 \text{ }\mu\text{m}$ , on remarque que l'image est plus petite que le grain. Le système ne peut résoudre l'étoile dont l'image est un point sur le système étudié.

- 14/ (a) Les rayons extrêmes parallèles à l'axe optique émergent de ( $L_1$ ) en se croisant en  $F'_1$  :



Les rayons ne forment plus un point sur la pellicule mais une tâche de largeur  $\epsilon_T$ .  
 En appliquant le théorème de Thalès dans les triangles  $F_1'CD$  et  $F_1'C'D'$ , on obtient :

$$\frac{CD}{C'D'} = \frac{f_1'}{\epsilon_0}$$

Soit, avec les notations de l'énoncé :

$$\frac{d_1}{\epsilon_T} = \frac{f_1'}{\epsilon_0} \quad \text{d'où} \quad \boxed{\epsilon_T = \frac{d_1 \epsilon_0}{f_1'}}$$

14/(b) Cette non ponctualité ne se remarquera pas si  $\boxed{\epsilon_T < \epsilon_C}$ .

14/(c) L'inégalité devient :

$$\frac{d_1 \epsilon_0}{f_1'} < \epsilon_C \quad \text{soit} \quad \boxed{\epsilon_0 < \frac{\epsilon_C f_1'}{d_1}}$$

14/(d) L'application numérique donne :  $\epsilon_{0,lim} = 0,3 \text{ mm}$ . La plage de netteté est assez faible, il faut être très précis dans ce réglage si on ne veut pas que notre observation soit floue.

15/ Voir fin du corrigé. Le quatrième tracé ne rentre pas mais vous avez au moins tracé les rayons.

16/ Pour qu'une lentille divergente crée une image réelle, il faut que l'objet soit virtuel. Ici,  $A_1B_1$  joue le rôle d'objet et est placé dans le plan focal image de  $(L_1)$ , il faut donc que ce plan focal soit un objet virtuel pour  $(L_2)$ , qu'il soit donc placé en aval de  $(L_2)$ .

On en déduit donc que  $\overline{O_2F_1'} > 0$ .

17/ Représentons notre système :

$$A \leftrightarrow A_1 \leftrightarrow A' \quad \text{or, } A \text{ est à l'infini } A_\infty \leftrightarrow F_1' \leftrightarrow A'$$

La formule du grandissement  $\gamma_2$  pour la lentille  $(L_2)$  nous donne :

$$\gamma_2 = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}} \frac{\overline{O_2C}}{\overline{O_2F_1'}} \quad \text{or, par définition} \quad \gamma_2 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = 4 \text{ d'après l'énoncé.}$$

avec  $C$  le point d'intersection entre le capteur et l'axe optique car l'image  $A'$  est formée sur le capteur :  $\overline{O_2C} = D_{2C}$ . Ainsi, on obtient :

$$\boxed{\overline{O_2F_1'} = \frac{D_{2C}}{4}}$$

18/  $D_{12} = \overline{O_1O_2}$  et  $\overline{O_2F_1'} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1F_1'} = -D_{12} + f_1'$ . Donc :

$$\boxed{D_{12} = f_1' - \frac{D_{2C}}{4}}$$

L'application numérique donne :  $D_{12} = 7,985 \text{ m}$  soit, avec un seul chiffre significatif :  $D_{12} = 8 \text{ m} \approx f_1'$

19/ La relation de conjugaison de Descartes pour la lentille  $(L_2)$  donne :

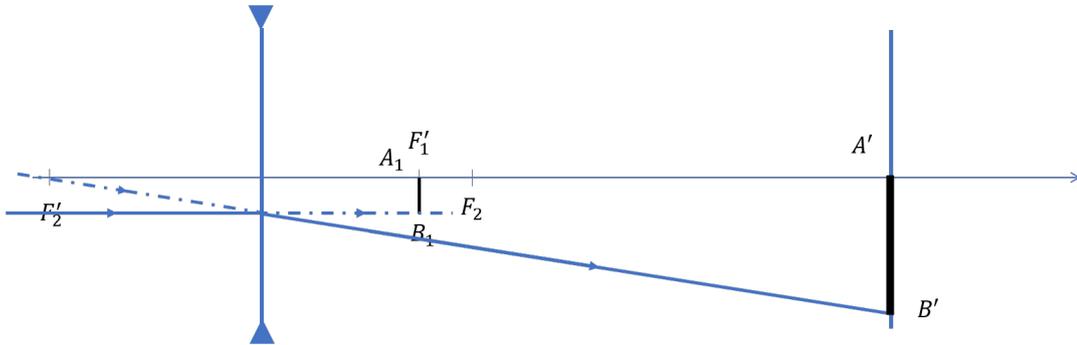
$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{1}{f_2'}$$

Ainsi :

$$f'_2 = \frac{\overline{O_2F'_1O_2C}}{\overline{O_2F'_1} - \overline{O_2C}} = \frac{\frac{D_{2C}^2}{4}}{\frac{D_{2C}}{4} - D_{2C}} = -\frac{D_{2C}}{3}$$

L'application numérique donne :  $f'_2 = -2,0 \text{ cm}$

20/



Je ne peux pas trop vous donner d'échelle car je ne sais pas comment ça rendra en termes de dimensions sur le corrigé.

21/ Une mesure du rapport de  $A'B'$  sur  $AB$  (on attend que vous donniez les valeurs que vous mesurez) donne bien  $\gamma = 4$ .

22/ Avec une seule lentille, on a vu en partie B) que la taille de l'image était proportionnelle à  $f'_1$  ( $H = \alpha f'_1$ ).

Si on ajoute la lentille de Barlow, l'image est 4 fois plus grande, on a donc l'impression de n'avoir qu'une lentille de focale  $4f'_1$ , comme si on avait juste transformé le système en une lentille convergente donc la focale a quadruplé.

23/ L'image quadruple de taille, soit, d'après le résultat à la question 13/, la taille  $H'$  de l'image vaut  $4H$  soit, numériquement :

$$H' = 8.10^{-8} \text{ m}$$

Ce qui est encore très petit et trop petit par rapport à  $\varepsilon_C$  pour voir les détails de Proxima du Centaure, on observe toujours un point.

24/ Pour espérer voir une image étendue sur la pellicule, il faudrait que  $H' > \varepsilon_C$  donc :

$$H'_{\text{lim}} = \varepsilon_C \quad \text{soit} \quad 4 \frac{f'_1 R_E}{D_E} = \varepsilon_C$$

On obtient donc une distance focale limite donnée par :

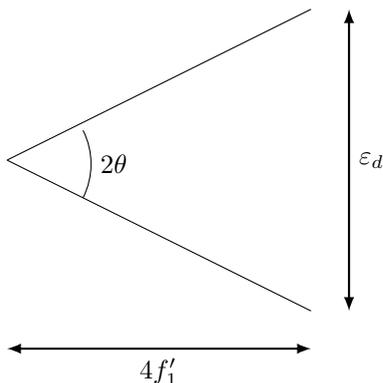
$$f'_{1,\text{lim}} = \frac{\varepsilon_C D_E}{4 R_E}$$

L'application numérique donne :

$$f'_{1,\text{lim}} = 1,0 \text{ km}$$

C'est une grande distance focale... Et on ne distinguerait qu'à peine les détails de Proxima du Centaure pour un encombrement immense du système... Bof bof...

25/ Dans ce cas, on a un cône de diffraction de demi-angle au sommet  $\theta \simeq \frac{\lambda}{d_1}$ .  
Un objet ponctuel donnera une tâche image de largeur  $\varepsilon_d$  d'après l'énoncé :



$$\text{Ainsi, } \tan \theta = \frac{\varepsilon/2}{4f'_1}$$

L'angle étant petit, on peut écrire  $\sin \theta \simeq \tan \theta \simeq \theta$  d'où :

$$\varepsilon_d = \frac{8f'_1 \lambda}{d_1}$$

L'application numérique donne, en prenant  $\lambda = \lambda_{\text{obs}}$  :

$$\varepsilon_d = 2.10^2 \mu\text{m}$$

Soit environ 20 pixels... La résolution du système est largement diminuée par la diffraction.

- 26/ L'approximation de l'optique géométrique est valable dès lors qu'on peut considérer les phénomènes ondulatoires comme étant négligeables. Ici, ce n'est plus le cas, l'approximation n'est donc plus valable...

### III- Chimie des films argentiques

- 27/ Deux isotopes ont même nombre de protons donc même numéro atomique, mais pas le même nombre de neutrons, donc pas le même nombre de masse.

$^{107}\text{Ag}$  a 47 protons et 60 neutrons, tandis que  $^{109}\text{Ag}$  a 47 protons et 62 neutrons.

- 28/ On a  $M_{\text{Ag}} = x_{109} \cdot M_{109} + x_{107} \cdot M_{107}$  où  $x_{107}$  et  $x_{109}$  sont les proportions respectives en argent 107 et 109, et  $M_{107}$  et  $M_{109}$  les masses molaires respectives de l'argent 107 et 109.

On a donc  $M_{\text{Ag}} = 0,52 \times 107 + 0,48 \times 109 = 107,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 29/ Ag :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^9$

Les électrons de valence sont les électrons  $5s^2 4d^9$ , les autres sont les électrons de cœur.

- 30/ Le  $n$  le plus grand est 5, l'argent est donc sur la 5<sup>ème</sup> ligne. Par ailleurs, il a 9 électrons sur sa couche  $d$  en cours de remplissage et il se situe donc sur la 11<sup>ème</sup> colonne, parmi les éléments de transition.

- 31/ Les couches 5s et 4d sont proches en énergie, donc il arrive qu'un électron de la sous-couche 5s soit promu à la sous-couche 4d, si cela permet de remplir entièrement la sous-couche 4d. En effet, on a alors une sous-couche à demi pleine ( $5s^1$ ) et une sous-couche pleine ( $4d^{10}$ ), ce qui confère à cette structure une plus grande stabilité.

On a donc  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10}$

- 32/ Pour établir la configuration d'un ion, il faut reclasser les sous-couches par ordre de  $n$  puis  $\ell$  croissant :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^1$

Ag perd un électron pour devenir  $\text{Ag}^+$ , il s'agit du plus énergétique donc celui se situant sur la couche 5s. Sa structure est alors  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^{10}$

- 33/ Pour  $\text{NH}_3$  :

N :  $1s^2 2s^2 2p^3$ , donc 5 électrons de valence.

H :  $1s^1$ , donc 1 électron de valence.

Il y a donc  $D_v = \frac{5 + 3 \times 1}{2} = 4$  doublets.

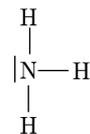
On place l'atome d'azote au centre car il fait le plus de liaisons.

Il n'y a pas de charges formelles.

Pour  $\text{CN}^-$  :

C :  $1s^2 2s^2 2p^2$ , donc 4 électrons de valence.

Il y a donc  $D_v = \frac{5 + 4 + 1}{2} = 5$  doublets.



On met un maximum de doublet sur la seule liaison possible, qui sera donc triple.

Pour vérifier la règle de l'octet et le nombre de doublets, on ajoute un doublet non liant à l'azote et au carbone.

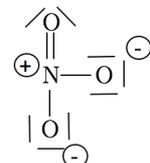
Le carbone a alors 5 électrons en propre (en cas de rupture), ce qui correspond à une charge négative formelle.

Pour  $\text{NO}_3^-$  :

O :  $1s^2 2s^2 2p^4$ , donc 6 électrons de valence.

Il y a donc  $D_v = \frac{5 + 6 \times 3 + 1}{2} = 12$  doublets.

On compte les électrons en propre et on compare aux électrons de valence pour trouver la charge formelle.



- 34/ Le propan-1-ol est polaire (grâce à la liaison OH) et protique, tout comme l'eau. Ils sont miscibles car deux liquides ayant les mêmes propriétés de proticité et de polarité sont miscibles.
- 35/ Le propan-1-ol est polaire, ce qui permet l'apparition d'interactions de Van der Waals fortes (dipôles permanent-permanent). Par ailleurs, le propan-1-ol contient un hydrogène et un oxygène, ce qui permet l'établissement de liaisons hydrogènes entre les molécules.

En ce qui concerne le propane, la molécule est apolaire et n'a pas d'atome très électronégatif susceptible de former une liaison hydrogène. Les seules interactions entre molécules sont des interactions de London. Le propan-1-ol a peu ou prou le même volume que le propane et est donc à peu près aussi polarisable ce qui indique que les interactions de London entre molécules sont du même ordre de grandeur que celles entre molécules de propane. Toutefois, le propan-1-ol est polaire, ce qui permet l'apparition d'interactions de Debye et de Keesom supplémentaires. Enfin, le propan-1-ol contient un hydrogène et un oxygène, ce qui permet l'établissement de liaisons hydrogène entre les molécules.

Les interactions entre molécules sont plus fortes au sein du propan-1-ol. Pour passer de l'état liquide à l'état gazeux, il faut donc apporter davantage d'énergie au propan-1-ol sous forme thermique. La température de changement d'état s'avère donc être plus forte pour cette espèce que pour le propane.

