

# Optique et atomistique

## Exercice 1 : Soufre et règle de Hund

- 1 - Énoncer la règle de Hund.
- 2 - Déterminer la configuration électronique fondamentale du soufre ( $Z = 16$ ) et construire son diagramme énergétique. Indiquer avec précision où la règle de Hund intervient.

## Exercice 2 : Lunette de Galilée

❖ *Barème : 12 points au total*

La lunette astronomique donne une image finale renversée par rapport à l'objet : elle n'est donc pas adaptée à l'observation d'objets terrestres éloignés, pour lesquels on veut une image droite. Une première solution consiste à ajouter une troisième lentille convergente à l'intérieur de la lunette astronomique, ce qui donne un instrument appelé lunette terrestre. La lunette de Galilée consiste au contraire à remplacer l'oculaire convergent de la lunette astronomique par un oculaire divergent.

- 1 - Justifier que la lunette de Galilée doit être un instrument d'optique afocal. En déduire la position relative des deux lentilles  $L_1$  modélisant l'objectif et  $L_2$  modélisant l'oculaire. Les représenter sur un schéma en prenant  $|f'_1| = 4|f'_2|$  (cela ne correspond pas aux valeurs réelles des focales).
- 2 - Construire l'image par la lunette de Galilée d'un objet  $AB$  situé à l'infini.
- 3 - On note  $\alpha$  la taille apparente de l'objet en entrée de la lunette et  $\alpha'$  la taille apparente de l'image. Calculer le grossissement de la lunette de Galilée. Conclure : l'image est-elle comme on le souhaite droite et agrandie ?
- 4 - La première lunette construite par Galilée était longue d'une quarantaine de centimètres et permettait d'avoir un grossissement d'environ 30. En déduire les focales des lentilles qu'il utilisait.
- 5 - Pour montrer à ses mécènes l'efficacité de son instrument, Galilée les invita sur une colline proche de Venise à observer l'île de Murano, distante de 3 km. L'histoire raconte que les riches vénitiens furent très impressionnés de voir les habitants de Murano avec une précision telle qu'ils les voyaient bouger au travers de la lunette alors qu'ils pouvaient à peine les distinguer à l'œil nu. Cela vous semble-t-il possible ? Un raisonnement argumenté est attendu, s'appuyant sur des ordres de grandeur que vous proposerez et/ou rappellerez. La question est ouverte, il n'y a donc pas qu'une seule argumentation possible, et la qualité de l'argumentation importe autant voire plus que la réponse.

### Éléments de correction de l'exercice 2 :

1 La lunette de Galilée sert à observer des objets éloignés, que l'on peut considérer comme étant à l'infini. Elle est destinée à une observation à l'œil : pour que l'œil ne fatigue pas, il ne doit pas accommoder, et donc l'image finale par la lunette de Galilée doit se trouver à l'infini. Finalement, la lunette de Galilée forme une image à l'infini d'un objet à l'infini : c'est bien la définition d'un instrument afocal.

Comme l'objet est à l'infini, l'image intermédiaire se trouve dans le plan focal image de  $L_1$ . Pour que l'image finale soit également à l'infini, elle doit se trouver dans le plan focal objet de  $L_2$ . On en déduit donc que **le plan focal image de l'objectif doit coïncider avec le plan focal objet de l'oculaire.**

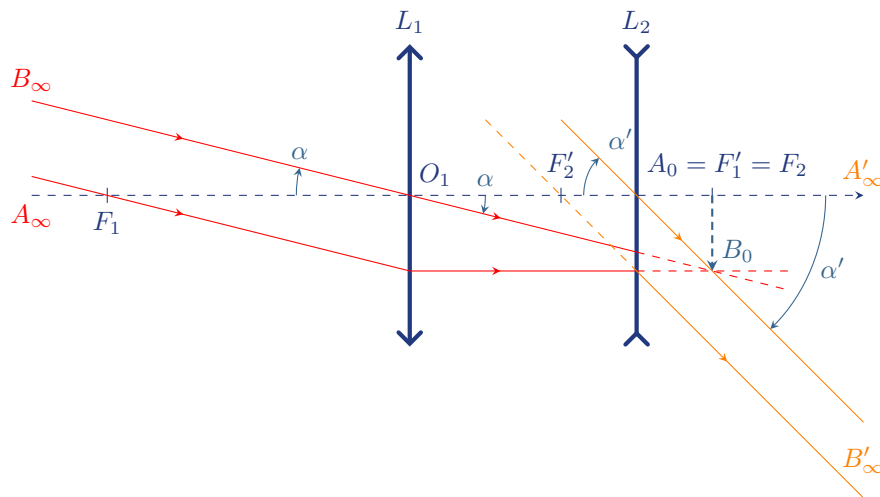
❖ *Barème : 1 point*

2 Voir figure 1. On construit l'image intermédiaire à partir des deux rayons rouges parallèles issus de  $B$  : celui qui passe par  $F_1$  et celui qui passe par  $O_1$ . Comme ils ne se coupent pas entre  $L_1$  et  $L_2$ , c'est leur prolongement virtuel au delà de  $L_2$  qui donne  $B_0$ . On construit ensuite l'image finale à partir des deux rayons oranges passant par  $B_0$  : celui passant par  $O_2$  et celui qui arrive sur  $L_2$  parallèlement à l'axe optique, et qui ressort donc tel que son prolongement passe par  $F'_2$ . Remarquons que ce dernier rayon est aussi celui qui passe par  $F_1$ .

❖ *Barème : 4 points au total. Image intermédiaire : 1 point, image finale : 2 points, respect des conventions de fléchage des rayons et de pointillés : 1 point. Une méthode farfelue coûte des points.*

3 Les angles  $\alpha < 0$  et  $\alpha' < 0$  sont représentés figure 1. Ils sont très exagérés sur la figure : on peut en fait les traiter dans l'approximation des petits angles. Le grossissement est défini à partir de ces angles par

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}.$$



**Figure 1 – Marche des rayons dans une lunette de Galilée.** Version couleur sur le site de la classe.

En raisonnant dans le triangle  $O_1A_0B_0$ ,

$$\alpha \simeq \tan \alpha = \frac{\overline{A_0B_0}}{\overline{O_1F_1'}} = \frac{\overline{A_0B_0}}{f_1'}$$

En raisonnant de même dans le triangle  $O_2A_0B_0$ ,

$$\alpha' \simeq \tan \alpha' = \frac{\overline{A_0B_0}}{\overline{O_2F_2'}} = \frac{\overline{A_0B_0}}{-f_2'}$$

Faites très attention aux signes : ici  $\overline{A_0B_0} < 0$ ,  $f_1' > 0$  et  $f_2' < 0$  (car lentille divergente) donc on a bien deux angles négatifs.

Finalement,

$$G = -\frac{\overline{A_0B_0}}{f_2'} \times \frac{f_1'}{\overline{A_0B_0}} \quad \text{soit} \quad \boxed{G = -\frac{f_1'}{f_2'}}$$

Comme l'oculaire est une lentille divergente, alors  $f_2' < 0$  donc  $G > 0$  : **on obtient bien une image droite**. De plus, la focale de l'objectif est (en valeur absolue) supérieure à la focale de l'oculaire, ce qui donne  $G > 1$ , c'est-à-dire que **l'image finale est agrandie**.

❖ **Barème** : 1.5 pour les angles + 0.5 pour  $G$  + 0.5 point pour la discussion

**4** La longueur  $L$  de la lunette correspond approximativement à la distance séparant le centre optique des deux lentilles. Comme  $f_2' < 0$ , cette distance est donnée par

$$L = f_1' + f_2'$$

En utilisant en plus l'expression de  $G$  obtenue à la question précédente, on en déduit

$$L = (-G + 1)f_2' \quad \text{soit} \quad \boxed{f_2' = \frac{L}{1 - G} \simeq 1,3 \text{ cm}}$$

et de même

$$L = \left(1 - \frac{1}{G}\right) f_1' \quad \text{soit} \quad \boxed{f_1' = \frac{G}{G - 1} L = 41,3 \text{ cm}}$$

❖ **Barème** : 1.5 points

**5** Compte tenu des questions précédentes portant sur les angles et de la vision à l'œil nu, on se doute qu'il s'agit de comparer la taille angulaire des habitants de Murano avec et sans lunette.

Commençons par la première partie de la légende : les habitants de Murano seraient à peine discernables à l'œil nu lorsqu'ils sont vus du haut de la colline, à une distance  $D = 3 \text{ km}$ . La taille apparente d'un habitant mesurant  $h = 1,80 \text{ m}$  vaut alors

$$\alpha \simeq \tan \alpha = \frac{h}{D} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

Sachant que le pouvoir de résolution d'un œil emmétrope est de l'ordre de  $3 \cdot 10^{-4}$  rad, la première partie de l'histoire est plausible.

Une fois que l'habitant est regardé au travers de la lunette, il est vu avec une taille angulaire  $\alpha' = G\alpha = 18 \cdot 10^{-3}$  rad, ce qui est visible sans difficulté. Pour pouvoir voir les habitants bouger, il faut par exemple que leur bras, de taille  $a \sim 10$  cm, soit visible. La taille angulaire d'un bras vu au travers de la lunette vaut

$$\alpha'_{\text{bras}} \simeq \frac{Ga}{D} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ rad},$$

ce qui est à nouveau nettement supérieur au pouvoir de résolution de l'œil. Comme un bras peut être vu au travers de la lunette, alors le mouvement est perceptible également.

En conclusion, **le fait que les mécènes voient les habitants de Murano bouger au travers de la lunette est tout à fait vraisemblable.**

❖ **Barème** : 3 points, décomposé à peu près en 1 pour avoir pensé aux angles, 1 pour avoir évoqué le pouvoir de résolution, et 1 pour avoir clairement défini ce que veut dire « voir bouger » ... mais d'autres réponses peuvent aussi apporter des points.



# Optique et atomistique

## Exercice 1 : Manganèse

Le manganèse Mn ( $Z = 25$ ) a pour unique isotope stable le manganèse 55. Donner sa composition, estimer sa masse atomique, et déterminer sa configuration électronique.

## Exercice 2 : Viseur à frontale fixe

Un viseur est un instrument optique souvent utilisé en spectroscopie. Il permet de pointer avec une grande précision la position d'un objet le long d'un axe, l'objet pouvant être indifféremment réel ou virtuel.

Un viseur est constitué d'un objectif  $L_1$ , assimilable à une lentille mince convergente de distance focale  $f'_1 = 10$  cm, et d'un oculaire  $L_2$ , assimilable à une lentille mince convergente de distance focale  $f'_2 = 2,0$  cm. Le viseur est réglé de façon à viser à  $d = 2f'_1 = 20$  cm de la face d'entrée de l'objectif. Cela signifie qu'un œil regardant à travers le viseur voit nettement *et sans accommoder* les objets se trouvant dans le plan de front situé 20 cm devant  $L_1$ .

- 1 - Où se situe l'image finale en sortie du viseur? En déduire la distance  $\ell$  séparant  $L_1$  et  $L_2$ .
- 2 - Construire l'image par le viseur d'un objet  $AB$  se trouvant dans le plan de front sur lequel le viseur est réglé.
- 3 - Notons  $\alpha'$  l'angle sous lequel l'observateur voit  $AB$  à travers le viseur. Calculer la puissance du viseur, définie par

$$P = \frac{\alpha'}{AB}.$$

- 4 - Quelle région de l'espace objet l'observateur peut-il voir au travers du viseur en accommodant s'il place son œil contre la lentille  $L_2$ ? Calculer numériquement sa profondeur. Commenter.
- 5 - Pour faciliter le réglage du viseur, un réticule fait de deux fins fils croisés est placé dans le plan conjugué par  $L_1$  du plan de front visé. À quoi sert-il?

*Donnée* : relations de conjugaison et de grandissement pour une lentille mince.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \text{et} \quad \overline{FA} \times \overline{F'A'} = -f'^2$$

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{et} \quad \gamma = -\frac{\overline{F'A'}}{f'} = -\frac{f}{\overline{FA}}$$

La distance focale *image* est notée  $f'$  alors que la distance focale *objet* est notée  $f = -f'$ .

### Éléments de correction de l'exercice 2 :

- 1 Image à l'infini. Image intermédiaire dans le plan focal image de  $L_2$ . Relation de conjugaison appliquée à l'objectif :

$$\frac{1}{\overline{O_1F_2}} - \frac{1}{-d} = \frac{1}{f'_1} \quad \text{d'où} \quad \overline{O_1F_2} = \frac{f'_1 d}{d - f'_1} \quad \text{donc} \quad \overline{O_1O_2} = \frac{f'_1 d}{d - f'_1} + f'_2 = f'_1 + f'_2 = 22 \text{ cm}.$$

- 2 Voir figure 1.

- 3  $\alpha' = \frac{A_0B_0}{f'_2}$  et  $A_0B_0 = |\gamma| AB$  avec ici

$$|\gamma| = \frac{\overline{O_1F_2}}{\overline{O_1A}} = \frac{f'_1 d}{d - f'_1} \times \frac{1}{d} = \frac{f'_1}{d - f'_1} = 1$$

On a donc  $P = 1/f'_2$ .

- 4 Pour que l'image soit vue par l'œil il faut qu'elle se trouve entre  $d_{PP} = 25$  cm devant l'œil et l'infini. On sait déjà que si l'image est à l'infini alors l'objet se trouve à distance  $d = 20$  cm devant  $L_1$  :  $\overline{O_1A} = -d = -20$  cm.

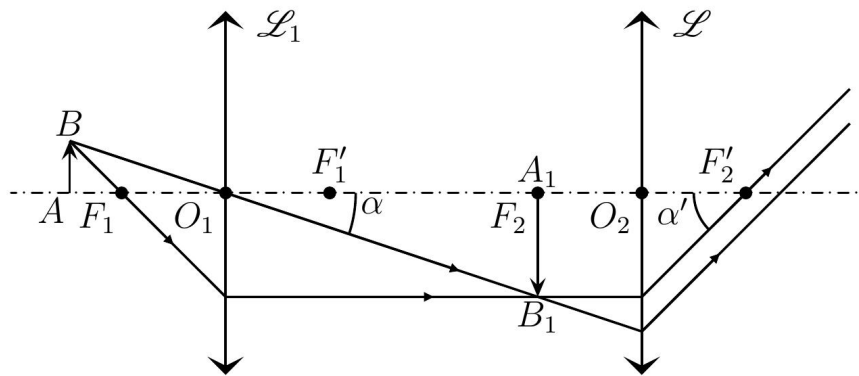


Figure 1 – Construction d'image au travers d'un viseur.

Cherchons donc la position de l'objet telle que  $A'$  l'image finale se trouve 25 cm devant l'œil, lui-même placé en  $O_2$  : on veut donc  $\overline{O_2A'} = -d_{PP}$ . On en déduit la position de l'image intermédiaire :

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A_0}} = \frac{1}{f_2'} \quad \text{soit} \quad \overline{O_2A_0} = \frac{-f_2' d_{PP}}{f_2' + d_{PP}} = -1,85 \text{ cm}$$

On en déduit ensuite  $\overline{O_1A_0} = \overline{O_1O_2} + \overline{O_2A_0} = 20,15 \text{ cm}$ , puis la position de l'objet :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_0}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1'} \quad \text{soit} \quad \overline{O_1A} = \frac{-f_1' \overline{O_1A_0}}{f_1' - \overline{O_1A_0}} = -19,85 \text{ cm}$$

Même en accommodant, l'œil ne peut voir net que sur 0,15 cm : très faible profondeur de champ, ce qui explique la précision du viseur.

- 5 Voir net l'objet et le réticule force l'œil à observer à l'infini, ce qui diminue encore la profondeur de champ.

# Optique et atomistique

## Exercice 1 : Raie du sodium

1 - Le sodium a pour numéro atomique  $Z = 11$ . Déterminer sa configuration électronique.

2 - En phase vapeur, le sodium émet une forte lumière colorée. Cette lumière est associée à la transition entre un état excité et l'état fondamental de l'atome, séparés de  $\Delta E = 2,11 \text{ eV}$ . Déterminer la longueur d'onde de la lumière émise et sa couleur.

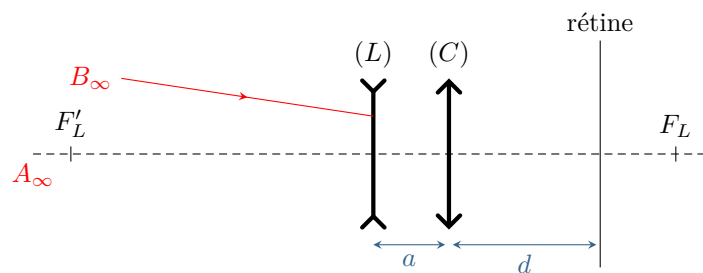
### Éléments de correction de l'exercice 1 :

$$\lambda = \frac{\Delta E}{hc} = 589,0 \text{ nm} : \text{c'est du jaune.}$$

## Exercice 2 : Correction de la myopie

La myopie est un trouble de la vision où le patient concerné voit flou de loin. Plusieurs origines sont possibles, les plus fréquentes étant un œil trop long et un cristallin trop convergent. Il en résulte dans les deux cas une formation de l'image par le cristallin avant la rétine. Pour la corriger, il faut donc utiliser des lunettes faites de verres divergents.

Dans cet exercice, on considère le cas d'un patient à la myopie dite moyenne, nécessitant une correction par des verres de vergence  $V_L = -5 \delta$ . Il porte ces lunettes ( $L$ ) à une distance  $a = 1 \text{ cm}$  de son œil. Pour simplifier, on considère que la distance entre le cristallin ( $C$ ) et la rétine du patient est égale à  $d = 2 \text{ cm}$ .



**Figure 1 – Œil myope corrigé.** Grâce au verre de lunettes, l'objet est vu nettement par l'œil myope.

1 - Reproduire la figure 1 et tracer l'image  $A'B'$  sur la rétine de l'objet  $AB$  situé à l'infini.

2 - Déterminer la focale  $f'_C$  du cristallin lorsque le patient observe au travers de ses lunettes un objet situé à l'infini.

3 - En supposant qu'il n'accomode pas dans la situation précédente, montrer que le punctum remotum du myope, c'est-à-dire la distance maximale à laquelle il peut voir sans ses lunettes, est approximativement égal à la focale des verres correcteurs.

4 - Pour un même objet situé à l'infini et lorsqu'il regarde au travers de ses lunettes, un myope voit-il une image plus petite ou plus grande qu'un patient emmétrope (à la vue normale)? Pour simplifier, on supposera que la distance entre le cristallin et la rétine est la même pour les deux patients.

### Éléments de correction de l'exercice 2 :

1 Le verre de lunettes ( $L$ ) forme une image intermédiaire  $A_0B_0$  dans son plan focal image. Cette image sert d'objet au cristallin, qui en forme une image sur la rétine. Comme on sait déjà dans quel plan de front se trouve l'image finale (celui de la rétine), seul le rayon passant par  $O_C$  suffit à la tracer. Ce n'est donc pas gênant que la focale du cristallin ne soit pas donnée.

2 On sait que l'image intermédiaire est dans le plan focal image du verre. Par la relation de conjugaison appliquée au cristallin,

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{-a + f'_L} = \frac{1}{f'_C} \quad \text{d'où} \quad f'_C = \frac{d(f'_L - a)}{f'_L - a - d} = 1,8 \text{ cm}$$

3 Relation de conjugaison au cristallin lorsque  $\overline{OA} = PR$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{PR} = \frac{1}{f'_C} \quad \text{soit} \quad \frac{1}{PR} = \frac{1}{d} - \frac{f'_L - a - d}{d(f'_L - a)} = \frac{d}{d(f'_L - a)} \quad \text{d'où} \quad PR = f'_L - a$$

mais  $a$  est bien plus petit (en valeur absolue) que  $f'_L$ .

4 Objet à l'infini qui envoie des rayons inclinés de  $\alpha$ . Il est recommandé de faire un schéma ...

▷ Taille de l'image sur la rétine emmétrope :  $h_{\text{em}} = d \tan \alpha$

▷ Taille de l'image sur la rétine d'un myope : il faut déjà calculer la taille de l'image intermédiaire,

$$h_0 = f'_L \tan \alpha$$

puis relation de grandissement :

$$\frac{h}{h_0} = \frac{d}{f'_L - a} \quad \text{soit} \quad h = \frac{f'_L}{f'_L - a} d \tan \alpha = \frac{f'_L}{f'_L - a} h_{\text{em}}$$

Comme  $|f'_L - a| > |f'_L|$  alors le myope voit une image un peu plus petite que l'œil emmétrope.



# Optique et atomistique

## Exercice 1 : Phosphore et principe de Pauli

1 - Énoncer le principe de Pauli.

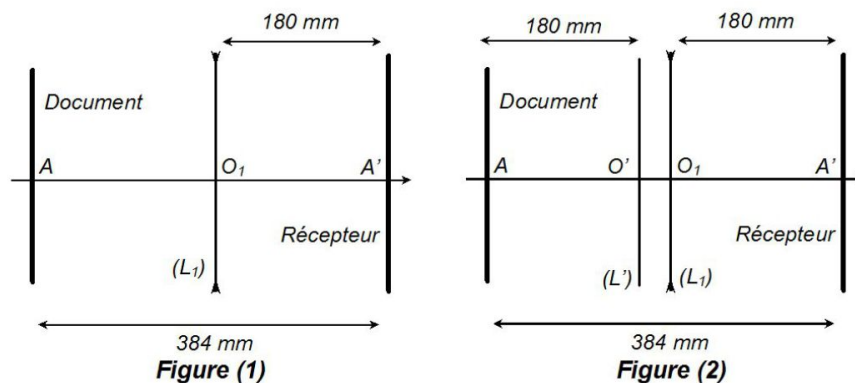
2 - Déterminer la configuration électronique fondamentale du phosphore ( $Z = 15$ ) et construire son diagramme énergétique. Indiquer avec précision où le principe de Pauli intervient.

## Exercice 2 : Photocopieuse

Le fonctionnement d'une photocopieuse repose sur la formation de l'image du document rétroéclairé sur une surface photosensible par l'intermédiaire d'un objectif de reproduction.

Un document de format A4 peut être copié en A4 (même format), en A3 (format double en surface) ou en A5 (format moitié en surface). Ces différents formats s'obtiennent en modifiant la position respective des lentilles à l'intérieur du système.

La distance entre le document et le récepteur photosensible est fixée par construction à 384 mm. Une première lentille mince divergente ( $L_1$ ) de distance focale image  $f'_1 = -90$  mm est placée à 180 mm du récepteur, voir figure (1).



1 - La lentille ( $L_1$ ) peut-elle donner une image du document sur le récepteur ?

2 - Une seconde lentille ( $L'$ ) se trouve devant la lentille ( $L_1$ ) à 180 mm du document, voir figure (2).

2.a - Calculer la distance focale image  $f'$  de cette lentille pour obtenir une image réelle du document sur le récepteur.

2.b - En déduire le grandissement  $\gamma_1$  de l'association des deux lentilles et indiquer le format de photocopie qu'il permet d'obtenir.

3 - Pour pouvoir modifier le format de photocopie, la lentille ( $L'$ ) est en fait constituée de deux lentilles accolées ( $L'_2$ ) et ( $L_3$ ), ( $L'_2$ ) étant identique à ( $L_1$ ). Calculer la distance focale image  $f'_3$  de la lentille ( $L_3$ ). Quelle est la nature de cette lentille mince ?

4 - Pour obtenir un autre format, la lentille ( $L_3$ ) est déplacée afin de l'accoler à ( $L_1$ ). Montrer que l'image du document reste sur le récepteur et calculer le grandissement  $\gamma_2$  correspondant à l'association de ces trois lentilles. En déduire le type de tirage obtenu.

### Éléments de correction de l'exercice 2 :

Voir le site d'Olivier Granier « un MOOC pour la physique », exercice Optique CCP 1 : <http://olivier.granier.free.fr/MOOC/co/ex-CCP-1-optique.html>



# Optique et atomistique

## Exercice 1 : Soufre et règle de Hund

- 1 - Énoncer la règle de Hund.
- 2 - Déterminer la configuration électronique fondamentale du soufre ( $Z = 16$ ) et construire son diagramme énergétique. Indiquer avec précision où la règle de Hund intervient.

## Exercice 2 : Lunette de Galilée

La lunette astronomique donne une image finale renversée par rapport à l'objet : elle n'est donc pas adaptée à l'observation d'objets terrestres éloignés, pour lesquels on veut une image droite. Une première solution consiste à ajouter une troisième lentille convergente à l'intérieur de la lunette astronomique, ce qui donne un instrument appelé lunette terrestre. La lunette de Galilée consiste au contraire à remplacer l'oculaire convergent de la lunette astronomique par un oculaire divergent.

- 1 - Justifier que la lunette de Galilée doit être un instrument d'optique afocal. En déduire la position relative des deux lentilles  $L_1$  modélisant l'objectif et  $L_2$  modélisant l'oculaire. Les représenter sur un schéma en prenant  $|f'_1| = 4|f'_2|$  (cela ne correspond pas aux valeurs réelles des focales).
- 2 - Construire l'image par la lunette de Galilée d'un objet  $AB$  situé à l'infini.
- 3 - On note  $\alpha$  la taille apparente de l'objet en entrée de la lunette et  $\alpha'$  la taille apparente de l'image. Calculer le grossissement de la lunette de Galilée. Conclure : l'image est-elle comme on le souhaite droite et agrandie ?
- 4 - La première lunette construite par Galilée était longue d'une quarantaine de centimètres et permettait d'avoir un grossissement d'environ 30. En déduire les focales des lentilles qu'il utilisait.
- 5 - Pour montrer à ses mécènes l'efficacité de son instrument, Galilée les invita sur une colline proche de Venise à observer l'île de Murano, distante de 3 km. L'histoire raconte que les riches vénitiens furent très impressionnés de voir les habitants de Murano avec une précision telle qu'ils les voyaient bouger au travers de la lunette alors qu'ils pouvaient à peine les distinguer à l'œil nu. Cela vous semble-t-il possible ? Un raisonnement argumenté est attendu, s'appuyant sur des ordres de grandeur que vous proposerez et/ou rappellerez. La question est ouverte, il n'y a donc pas qu'une seule argumentation possible, et la qualité de l'argumentation importe autant voire plus que la réponse.



# Optique et atomistique

## Exercice 1 : Manganèse

Le manganèse Mn ( $Z = 25$ ) a pour unique isotope stable le manganèse 55. Donner sa composition, estimer sa masse atomique, et déterminer sa configuration électronique.

## Exercice 2 : Viseur à frontale fixe

Un viseur est un instrument optique souvent utilisé en spectroscopie. Il permet de pointer avec une grande précision la position d'un objet le long d'un axe, l'objet pouvant être indifféremment réel ou virtuel.

Un viseur est constitué d'un objectif  $L_1$ , assimilable à une lentille mince convergente de distance focale  $f'_1 = 10$  cm, et d'un oculaire  $L_2$ , assimilable à une lentille mince convergente de distance focale  $f'_2 = 2,0$  cm. Le viseur est réglé de façon à viser à  $d = 2f'_1 = 20$  cm de la face d'entrée de l'objectif. Cela signifie qu'un œil regardant à travers le viseur voit nettement *et sans accommoder* les objets se trouvant dans le plan de front situé 20 cm devant  $L_1$ .

- 1 - Où se situe l'image finale en sortie du viseur ? En déduire la distance  $\ell$  séparant  $L_1$  et  $L_2$ .
- 2 - Construire l'image par le viseur d'un objet  $AB$  se trouvant dans le plan de front sur lequel le viseur est réglé.
- 3 - Notons  $\alpha'$  l'angle sous lequel l'observateur voit  $AB$  à travers le viseur. Calculer la puissance du viseur, définie par

$$P = \frac{\alpha'}{AB}.$$

- 4 - Quelle région de l'espace objet l'observateur peut-il voir au travers du viseur en accommodant s'il place son œil contre la lentille  $L_2$  ? Calculer numériquement sa profondeur. Commenter.
- 5 - Pour faciliter le réglage du viseur, un réticule fait de deux fins fils croisés est placé dans le plan conjugué par  $L_1$  du plan de front visé. À quoi sert-il ?

*Donnée :* relations de conjugaison et de grandissement pour une lentille mince.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \text{et} \quad \overline{FA} \times \overline{F'A'} = -f'^2$$

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{et} \quad \gamma = -\frac{\overline{F'A'}}{f'} = -\frac{f}{\overline{FA}}$$

La distance focale *image* est notée  $f'$  alors que la distance focale *objet* est notée  $f = -f'$ .



# Optique et atomistique

## Exercice 1 : Raie du sodium

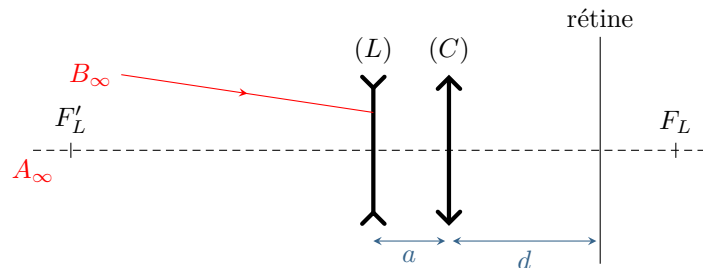
1 - Le sodium a pour numéro atomique  $Z = 11$ . Déterminer sa configuration électronique.

2 - En phase vapeur, le sodium émet une forte lumière colorée. Cette lumière est associée à la transition entre un état excité et l'état fondamental de l'atome, séparés de  $\Delta E = 2,11 \text{ eV}$ . Déterminer la longueur d'onde de la lumière émise et sa couleur.

## Exercice 2 : Correction de la myopie

La myopie est un trouble de la vision où le patient concerné voit flou de loin. Plusieurs origines sont possibles, les plus fréquentes étant un œil trop long et un cristallin trop convergent. Il en résulte dans les deux cas une formation de l'image par le cristallin avant la rétine. Pour la corriger, il faut donc utiliser des lunettes faites de verres divergents.

Dans cet exercice, on considère le cas d'un patient à la myopie dite moyenne, nécessitant une correction par des verres de vergence  $V_L = -5 \delta$ . Il porte ces lunettes ( $L$ ) à une distance  $a = 1 \text{ cm}$  de son œil. Pour simplifier, on considère que la distance entre le cristallin ( $C$ ) et la rétine du patient est égale à  $d = 2 \text{ cm}$ .



**Figure 1 – Œil myope corrigé.** Grâce au verre de lunettes, l'objet est vu nettement par l'œil myope.

1 - Reproduire la figure 1 et tracer l'image  $A'B'$  sur la rétine de l'objet  $AB$  situé à l'infini.

2 - Déterminer la focale  $f'_C$  du cristallin lorsque le patient observe au travers de ses lunettes un objet situé à l'infini.

3 - En supposant qu'il n'accomode pas dans la situation précédente, montrer que le punctum remotum du myope, c'est-à-dire la distance maximale à laquelle il peut voir sans ses lunettes, est approximativement égal à la focale des verres correcteurs.

4 - Pour un même objet situé à l'infini et lorsqu'il regarde au travers de ses lunettes, un myope voit-il une image plus petite ou plus grande qu'un patient emmétrope (à la vue normale) ? Pour simplifier, on supposera que la distance entre le cristallin et la rétine est la même pour les deux patients.





# Optique et atomistique

## Exercice 1 : Phosphore et principe de Pauli

1 - Énoncer le principe de Pauli.

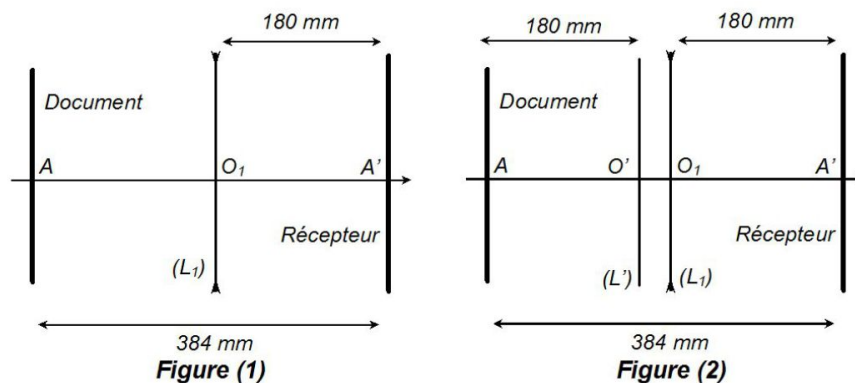
2 - Déterminer la configuration électronique fondamentale du phosphore ( $Z = 15$ ) et construire son diagramme énergétique. Indiquer avec précision où le principe de Pauli intervient.

## Exercice 2 : Photocopieuse

Le fonctionnement d'une photocopieuse repose sur la formation de l'image du document rétroéclairé sur une surface photosensible par l'intermédiaire d'un objectif de reproduction.

Un document de format A4 peut être copié en A4 (même format), en A3 (format double en surface) ou en A5 (format moitié en surface). Ces différents formats s'obtiennent en modifiant la position respective des lentilles à l'intérieur du système.

La distance entre le document et le récepteur photosensible est fixée par construction à 384 mm. Une première lentille mince divergente ( $L_1$ ) de distance focale image  $f'_1 = -90$  mm est placée à 180 mm du récepteur, voir figure (1).



1 - La lentille ( $L_1$ ) peut-elle donner une image du document sur le récepteur ?

2 - Une seconde lentille ( $L'$ ) se trouve devant la lentille ( $L_1$ ) à 180 mm du document, voir figure (2).

2.a - Calculer la distance focale image  $f'$  de cette lentille pour obtenir une image réelle du document sur le récepteur.

2.b - En déduire le grandissement  $\gamma_1$  de l'association des deux lentilles et indiquer le format de photocopie qu'il permet d'obtenir.

3 - Pour pouvoir modifier le format de photocopie, la lentille ( $L'$ ) est en fait constituée de deux lentilles accolées ( $L'_2$ ) et ( $L_3$ ), ( $L'_2$ ) étant identique à ( $L_1$ ). Calculer la distance focale image  $f'_3$  de la lentille ( $L_3$ ). Quelle est la nature de cette lentille mince ?

4 - Pour obtenir un autre format, la lentille ( $L_3$ ) est déplacée afin de l'accoler à ( $L_1$ ). Montrer que l'image du document reste sur le récepteur et calculer le grandissement  $\gamma_2$  correspondant à l'association de ces trois lentilles. En déduire le type de tirage obtenu.