

Durée 2H. Calculatrice interdite.

Indications pour le devoir :

- Lire l'énoncé en entier avant d'écrire quoi que ce soit, puis choisir l'exercice par lequel vous souhaiter commencer.
- Vous pouvez faire les exercices dans l'ordre de votre choix, mais dans un exercice donné, les questions doivent se suivre.
- Une attention particulière sera donnée à la présentation et à la rédaction (justifiez vos réponses, précisez la signification et l'unité des termes utilisés...).
- Toute réponse non justifiée ne sera pas prise en compte.

<u>Compétences évaluées:</u>	Où?
PHYSIQUE : chapitre P2.	
Construire l'image d'un objet réel ou virtuel situé à distance finie ou infinie à l'aide des rayons lumineux, identifier sa nature réelle ou virtuelle.	Q5
Énoncer les conditions permettant un stigmatisme approché et les relier aux caractéristiques d'un détecteur.	Q3
Utiliser les définitions et les propriétés du centre optique, des foyers, de la distance focale, de la vergence.	Q4 et Q5
Modéliser l'œil comme l'association d'une lentille de vergence variable et d'un capteur fixe.	Q4
Citer les ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation.	Q1 et Q2
Modéliser l'appareil photographique comme l'association d'une lentille mince et d'un capteur.	Q7
CHIMIE : Chapitres C1 et C2.	Exercice 2
Établir un ou des schémas de Lewis pertinent(s) pour une molécule ou un ion constitué des éléments C, H, O et N.	Q1
Associer qualitativement la géométrie d'une entité à une minimisation de son énergie.	Q2
Relier l'existence ou non d'un moment dipolaire permanent à la structure géométrique donnée d'une molécule.	Q3
Déterminer direction et sens du vecteur moment dipolaire d'une liaison ou d'une molécule de géométrie donnée.	Q3
Déterminer la formule chimique qui représente un cristal parfait, sa structure étant donnée.	Q5
Déterminer la valeur de la masse volumique d'un cristal parfait.	Q5
Interpréter l'évolution de températures de changement d'état de corps purs moléculaires à l'aide de l'existence d'interactions de Van der Waals ou par pont hydrogène.	Q4

CHECK LIST AVANT DE RENDRE SA COPIE.

- La copie est entièrement rédigée au STYLO.
- Toutes les copies sont numérotées.
- Toutes les réponses sont justifiées.
- Les questions sont rédigées dans l'ordre.
- Chaque question / schéma / calcul est INTRODUIT par une PHRASE / un mot.
- Les lois sont citées : « D'après la loi ... »
- Aucune phrase ne commence par « c'est », « car »...
- Les SCHÉMAS sont GRANDS, PROPRES, COMPLÉTÉS au STYLO.
- Introduire les applications numériques par 'AN':
- AUCUNE ligne de calcul ne contient de signe « = » VIDE à gauche.
- Un seul signe « = » par ligne.
- Les formules littérales utilisées pour faire les AN sont encadrés.
- Les applications numériques sont toutes suivies d'une UNITÉ (si elle existe).
- Les applications numériques sont soulignées.

Exercice 1: observer Mars (1h15). (D'après e3a 2021 MP et CCS TSI 2016).

Un astronome amateur souhaite observer la planète Mars. Il dispose d'une lunette composée d'un objectif L_1 de distance focale $f'_1=1,0\text{ m}$ et d'un oculaire L_2 de distance focale $f'_2=1,0\text{ cm}$.

Lorsque la lunette est bien réglée, ces deux lentilles constituent un doublet afocal : le foyer image de la première lentille coïncide avec le foyer objet de la seconde.

A. Observation à l'oeil nu.

- On appelle diamètre apparent α l'angle sous lequel est vu un objet. Montrer que le diamètre apparent de la planète Mars lorsqu'elle est observée sans lunette et qu'elle se trouve à la distance $d=68$ millions de kilomètres vaut $1,0 \cdot 10^{-4}\text{ rad}$.



Figure 2 – Définition de l'angle α

On rappelle que pour des angles faibles, on peut écrire $\tan(\alpha) \approx \alpha$

Donnée : le diamètre de Mars vaut $D=6800\text{ km}$.

- Citer l'ordre de grandeur de la limite de résolution angulaire de l'oeil. En déduire s'il est possible de voir à l'oeil nu la surface de Mars.

B. Utilisation de la lunette.

- La lunette est utilisée dans les conditions de l'approximation de Gauss, ce qui permet un stigmatisme approché. Énoncer ces conditions et définir la notion de stigmatisme.
- Justifier pourquoi il est très raisonnable de considérer que Mars est située à l'infini, ce que l'on supposera pour toute la suite.
- À quelle condition l'œil d'un observateur, supposé sans défaut, n'accorde-t-il pas (ne se fatigue pas) ? Justifier alors pourquoi le foyer image de la première lentille doit coïncider avec le foyer objet de la seconde.

6. Reproduire la figure 3, sans respecter les échelles, et compléter la marche du rayon incident d'angle α avec l'axe optique en faisant clairement apparaître les traits de construction. On note A_1B_1 l'image intermédiaire et $A'B'$ l'image finale.

Indiquer l'angle α' sous lequel est vue la planète à travers l'instrument sous ces mêmes conditions.



Figure 3 – Lunette astronomique

7. Le grossissement d'une lunette est défini par $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. Pour une lunette astronomique, on

montre que G peut aussi se calculer à partir des distances focales des lentilles utilisées: $G=f'_1/f'_2$.

a) Calculer le grossissement.

b) Mars pourra-t-elle être discernée correctement avec une telle lunette ?

C. Utilisation d'un capteur.

L'astronome amateur souhaite photographier la planète sans utiliser la lunette. On considère toujours Mars à l'infini.

L'appareil photographique numérique utilisé est un téléobjectif modélisé par l'association d'une lentille convergente (l'objectif L_3 , distance focale $f'_3=60$ cm) et d'un capteur CCD.

8. Le capteur photographique sur lequel se forme l'image est une matrice rectangulaire de taille $L \times l$ avec $L=36$ mm et $l = 24$ mm constituée de pixels carrés de taille a . Le constructeur indique pour son capteur une résolution de 24 Mpixels. Déterminer la valeur numérique de a .

9. Quelle est la distance entre le capteur et l'objectif de l'appareil photographique pour avoir une image nette? Déterminer alors la hauteur ϵ , exprimée en nombre de pixels, de l'image de Mars sur le capteur ? On s'aidera d'un schéma.

Exercice 2 : autour de l'eau (45 min) (d'après CCINP 2024 TSI).

1. Etablir la formule de Lewis des deux molécules suivantes: molécule d'eau H_2O et molécule de dioxyde carbone CO_2 .
2. La molécule d'eau a une géométrie coudée alors que le dioxyde de carbone est une molécule linéaire : expliquer qualitativement pourquoi.
3. Justifications à l'appui, représenter le vecteur moment dipolaire de la molécule d'eau sur un schéma de celle-ci. Préciser le qualificatif donné en conséquence à cette molécule.
4. En expliquant la démarche suivie, déterminer quelle espèce, parmi l'eau ou le dioxyde de carbone, possède la température d'ébullition la plus élevée sous une pression de 1 bar.
5. La glace ordinaire, variété stable à 273K et sous 1bar, est la glace (I). La structure de sa maille élémentaire est représentée sur la figure 1, seuls les atomes d'oxygène sont représentés.
 - a. Dénombrer le nombre d'atomes d'oxygène O qui appartiennent en propre à cette maille.
 - b. Justifier qu'il y a nécessairement 8 atomes d'hydrogène dans cette maille.
 - c. Donner l'expression littérale de la masse volumique de la glace en fonction du nombre d'Avogadro, de la masse molaire M de l'eau et des paramètres a et c de la maille.

Données:

- masse molaire de l'eau : $M=18 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Nombre d'Avogadro $N_A=6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Angle au sommet : $\alpha = 60^\circ$
- $a=b=451 \text{ pm}$; $c=737 \text{ pm}$

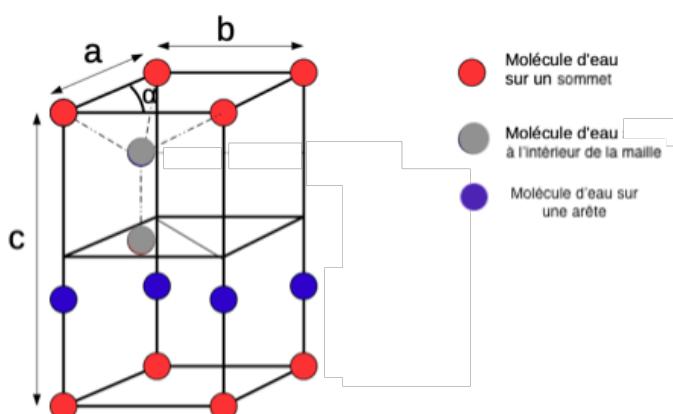


Figure 1: structure de la glace I.