





## Exercice 1 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

### Les structures microscopiques de la silice et du silicium

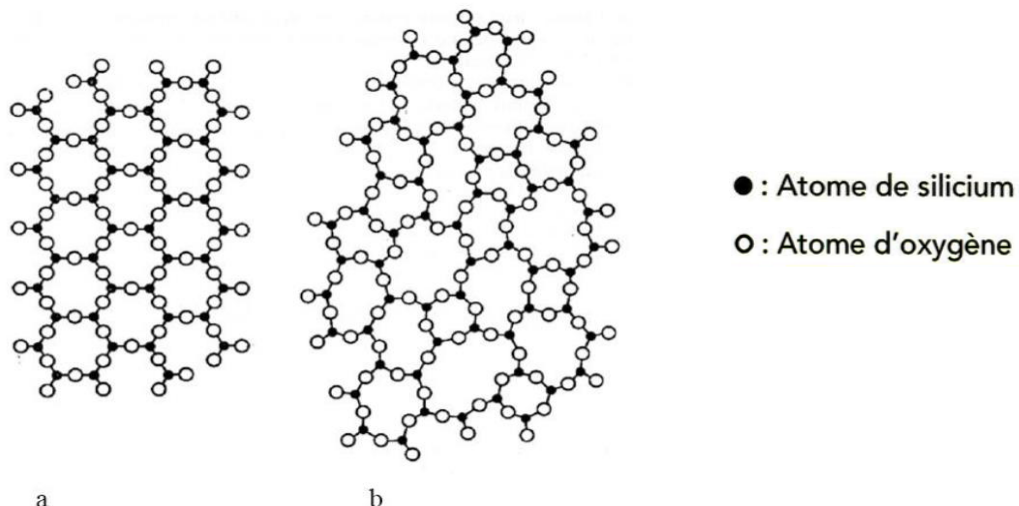
Sur 10 points

La silice est la forme naturelle du dioxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ) qui entre dans la composition de nombreux minéraux (quartz, etc.). La silice représente 60,6 % de la masse de la croûte terrestre continentale. De nombreuses roches sont constituées de silice (sable, grès, granite, etc.) et l'étude des différentes structures possibles permet d'en savoir plus sur les conditions de formation des roches.

Le verre utilisé dans l'industrie est un solide non cristallin (amorphe), dur, fragile (cassant) et transparent. Sa composition chimique contient une part importante de silice.

#### Partie A. La silice : une structure amorphe ou cristalline

Document 1. Deux structures en coupe de la silice



Source : d'après CHAGUETMI, Salem (2010), *Élaboration et caractérisation de nouveaux verres de fluorohafnates de strontium et de phosphosulfates*. Thèse, Université Mohamed Khider Biskra  
<http://thesis.univ-biskra.dz/1006/3/Chapitre%201.pdf>

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

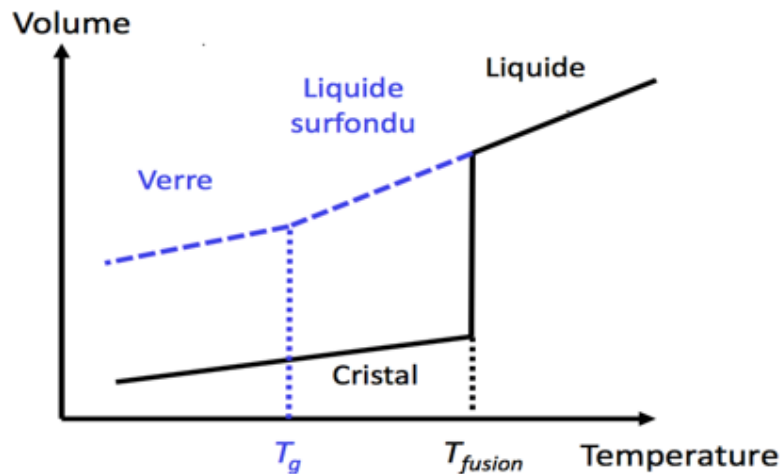
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

1- La figure du document 1 montre deux structures possibles de la silice. L'une d'elles est dite cristalline, l'autre amorphe (verre). Parmi les représentations a et b, laquelle correspond à une structure cristalline ? Justifier votre choix.

À partir de deux échantillons identiques de silice liquide, on peut obtenir soit un verre, soit un cristal selon la vitesse de refroidissement.

Document 2. Évolution du volume d'un échantillon de silice lors d'un changement d'état



Température de transition vitreuse :  
 $T_g = 1473 \text{ K}$

Température de fusion :  
 $T_{\text{fusion}} = 1996 \text{ K}$

2- Comparer qualitativement les volumes des deux échantillons obtenus (verre ou cristal) à la température de 1400 K.

3- Proposer une explication à cette différence de volume en s'appuyant sur le document 1.

### Partie B. Étude de la maille cristalline du silicium

On s'intéresse dans cette partie au silicium pur. On fait l'hypothèse que la structure cristalline du silicium est cubique à faces centrées, avec les caractéristiques suivantes :

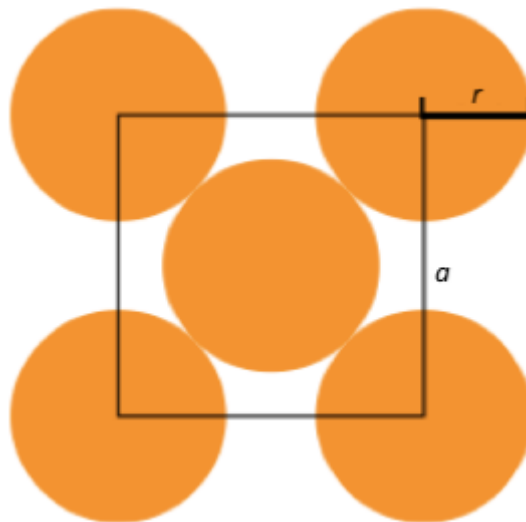
Rayon d'un atome de silicium :  $r = 118 \times 10^{-12} \text{ m}$

Masse d'un atome de silicium :  $m = 4,66 \times 10^{-26} \text{ kg}$



**4-** Le but de cette partie est de déterminer la masse volumique du silicium afin de valider ou d'invalidier l'hypothèse formulée sur sa structure (cubique à faces centrées).

Document 3. Coupe d'une maille selon le modèle cubique à faces centrées



La mesure  $a$  correspond au paramètre de la maille et on suppose que les atomes de silicium sont sphériques et tangents. Le rayon d'un atome de silicium est noté  $r$ .

**4-a-** À l'aide de la figure du document 3, démontrer que :  $a = 2\sqrt{2} r$  et calculer sa valeur.

**4-b-** Représenter en perspective cavalière la maille cubique à faces centrées.

**4-c-** On rappelle que, dans la structure cubique à faces centrées, une maille contient l'équivalent de 4 atomes de silicium. Calculer la masse volumique d'un cristal de silicium dans cette hypothèse.

**4-d-** En réalité, la masse volumique du cristal de silicium est  $2,33 \text{ g.cm}^{-3}$ . L'hypothèse de la structure cristalline cubique à faces centrées peut-elle être validée ?

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## Exercice 2 – Niveau première

*Thème « Son et musique, porteurs d'information »*

### Gamme tempérée et gamme de Pythagore

Sur 10 points

Il y a eu dans l'histoire de nombreuses constructions de gammes pour ordonner les notes à l'intérieur d'une octave. Cet exercice étudie deux types de gammes à douze notes : la gamme tempérée et la gamme de Pythagore.

L'octave peut être divisée en douze intervalles en formant douze notes de base (Do, Do<sup>#</sup>, Ré, Mi<sup>b</sup>, Mi, Fa, Fa<sup>#</sup>, Sol, Sol<sup>#</sup>, La, Si<sup>b</sup>, Si). La gamme fréquemment utilisée de nos jours est la gamme tempérée, dans laquelle le rapport de fréquences entre deux notes consécutives est constant.

- 1- Préciser la valeur du rapport des fréquences de deux notes séparées d'une octave.
- 2- Expliquer pourquoi la valeur exacte du rapport des fréquences entre deux notes consécutives de la gamme tempérée est  $\sqrt[12]{2}$ .
- 3- La fréquence du La<sub>3</sub> est égale à 440 Hz. Calculer la valeur, arrondie au dixième, de la fréquence de la note suivante (Si<sub>3</sub><sup>b</sup>) dans la gamme tempérée.
- 4- Jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle, la gamme la plus utilisée était la gamme de Pythagore, obtenue à partir des quintes successives d'une note initiale. Le tableau ci-dessous donne les fréquences des différentes notes de la gamme de Pythagore en partant de 440 Hz.

| Note           | Mi <sub>3</sub> | Fa <sub>3</sub> | Fa <sub>3</sub> <sup>#</sup> | Sol <sub>3</sub> | Sol <sub>3</sub> <sup>#</sup> | La <sub>3</sub> | Si <sub>3</sub> <sup>b</sup> | Si <sub>3</sub> | Do <sub>4</sub> | Do <sub>4</sub> <sup>#</sup> | Ré <sub>4</sub> | Ré <sub>4</sub> <sup>#</sup> |
|----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Fréquence (Hz) | 330             | 352,4           | 371,3                        | 396,4            | 417,7                         | 440             | 469,9                        | 495             | 528,6           | 556,9                        | 594,7           | 626,5                        |

**4-a-** Calculer le rapport des fréquences des notes Si<sub>3</sub> et Mi<sub>3</sub> et donner le nom d'un tel intervalle.

**4-b-** On considère la fonction Python `freq_suivante` ci-dessous qui permet de construire la gamme de Pythagore.



```
def freq_suivante(f):  
    f = 3/2*f  
    if f >= 660 :  
        f = f/2  
    return(f)
```

Donner les nombres renvoyés après l'exécution de `freq_suivante(330)` et de `freq_suivante(440)`.

Préciser les notes correspondantes.

|  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Modèle CCYC : ©DNE   |   |  |  |   |  |  |   |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nom de famille (naissance) :<br><small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>   |   |  |  |   |  |  |   |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Prénom(s) :  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| N° candidat :  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |  | N° d'inscription : |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <br><small>Liberté • Égalité • Fraternité</small><br><small>RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small> | <small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small> |  |  |   |  |  |   |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Né(e) le :  |  |  | / |  |  | / |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1.1

## Exercice 3 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

### Température moyenne de la surface de la Terre

Sur 10 points

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du soleil. Cette énergie conditionne sa température de surface.

1- Préciser le phénomène physique à l'origine de l'énergie dégagée par le soleil.

2- Calculer la masse solaire transformée chaque seconde en énergie, sachant que la puissance rayonnée par le soleil a pour valeur  $3,9 \times 10^{26}$  W.

Donnée : vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3,0 \times 10^8$  m·s<sup>-1</sup>

L'étude du spectre du rayonnement émis par le Soleil, que l'on peut modéliser comme un spectre de corps noir, permet de déterminer la température de la surface du Soleil.

À l'aide du document 1 fourni sur la page ci-après, répondre aux questions suivantes :

3-a- Déterminer les longueurs d'ondes correspondant au maximum d'émission pour les températures de 4000, 5000 et 6000 K. Décrire qualitativement l'évolution de la longueur d'onde au maximum d'émission en fonction de la température du corps.

3-b- Justifier à partir de la valeur de la longueur d'onde d'émission maximale du spectre solaire que la température du Soleil est comprise entre 5500 K et 6000 K.

3-c- La température de surface du Soleil peut être déterminée plus précisément à partir de la loi de Wien. Cette loi permet de déterminer la température d'un corps noir à partir de la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  de son maximum d'émission par la relation :

$$\lambda_{\max} = k/T$$

avec :

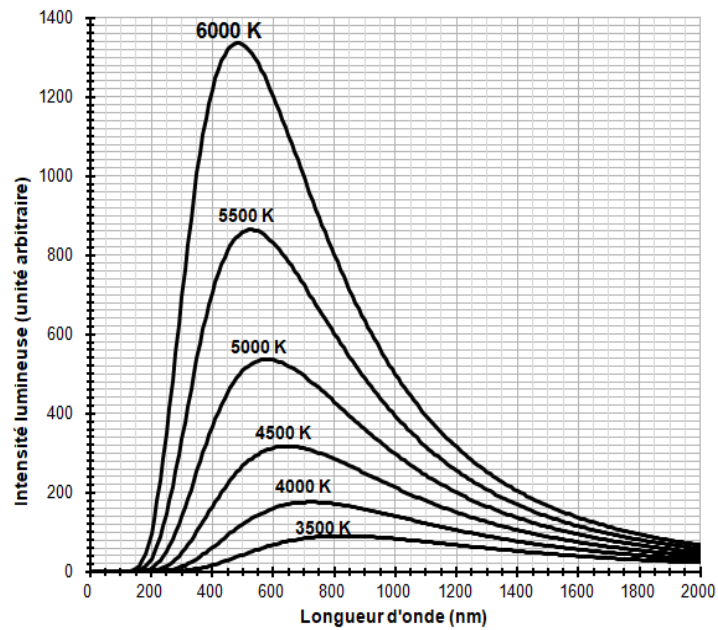
$T$  : température du corps noir, en kelvins (K)

$k$  : constante égale à  $2,898 \times 10^{-3}$  m·K

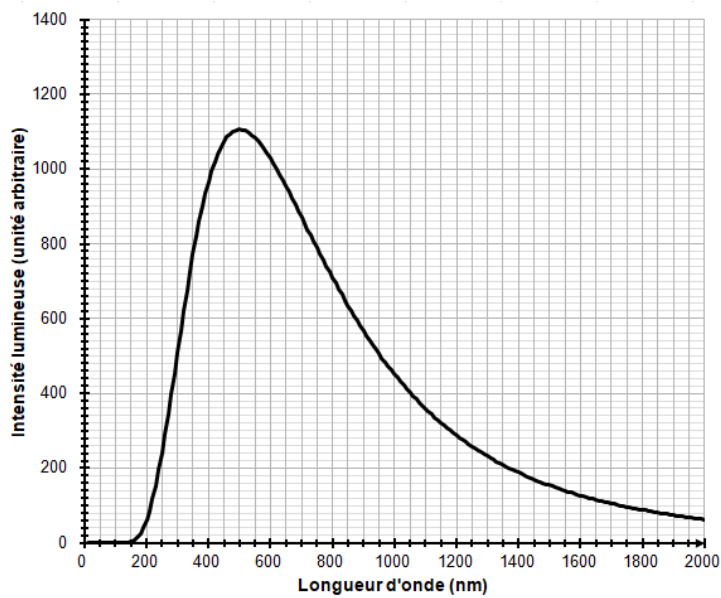
En considérant que le Soleil se comporte comme un corps noir, déterminer sa température de surface  $T$  à partir de la loi de Wien.



Document 1 : spectres d'émission



**Figure 1a :** spectres d'émission du corps noir à différentes températures



**Figure 1b :** modèle du spectre d'émission du soleil.



