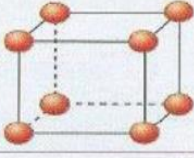
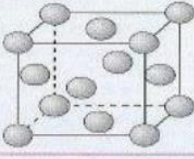


Exercice N°1 :

	1	2	3
A - Le chlorure de sodium :	est constitué de molécules.	est un cristal.	possède une maille cubique.
B - 	Il s'agit de la maille d'une structure cubique à faces centrées.	On dénombre huit entités par maille.	On dénombre une entité par maille.
C - 	C'est une représentation en perspective cavalière.	Il s'agit de la maille d'une structure cubique simple.	On dénombre quatre entités par maille.
D - La compacité :	s'exprime en m^3 .	est toujours supérieure à 1.	est plus petite pour une structure cubique simple que pour une structure cubique à faces centrées.

Exercice N°2 :

Le cuivre est un métal constitué d'atomes de symbole Cu qui cristallise dans la structure cubique à faces centrées.

Données : Pour le cuivre, paramètre de la maille $a = 361 \text{ pm}$ (10^{-12} m)

Masse atomique du cuivre $m_{\text{Cu}} = 1,05 \times 10^{-25} \text{ kg}$

1. Représenter la maille du cuivre en perspective cavalière.
2. Déterminer le nombre d'atomes de cuivre par maille (détailler votre calcul en expliquant).
3. Rappeler la formule de la masse volumique puis calculer la masse volumique du cuivre et la comparer à la valeur de référence $\rho_{\text{Cu}} = 8,9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Exercice N°3 : Les diamants, des mines de crayon de haute pression

Le graphite et le diamant sont deux minéraux qui possèdent la même composition chimique : ils sont tous deux composés exclusivement de carbone. Cependant, leurs propriétés physiques sont très différentes : alors que le graphite est opaque, friable, avec une conductivité électrique élevée, le diamant, lui, est transparent, très dur et est un isolant électrique.

Partie 1. Structure cristalline du diamant

Ne sachant pas à quel type de réseau cristallin appartient le diamant, on fait l'hypothèse qu'il s'agit d'une structure cubique à faces centrées et que les atomes de carbone sont des sphères tangentes.

- 1- Représenter en perspective cavalière le cube modélisant une maille élémentaire cubique à faces centrées.
- 2- Représenter une face de ce cube et justifier que le rayon r des sphères modélisant les atomes de carbone et l'arête a du cube sont liés par la relation $r = \frac{a\sqrt{2}}{4}$.
- 3- Calculer la compacité d'une structure cristalline cubique à faces centrées (volume effectivement occupé par les atomes d'une maille divisé par le volume de la maille). La clarté et l'explicitation du calcul sera prise en compte.
- 4- À partir d'une mesure de la masse volumique du diamant, on déduit que sa compacité est en fait égale à 0,34. Que peut-on conclure quant à l'hypothèse d'une structure cubique à faces centrées ?

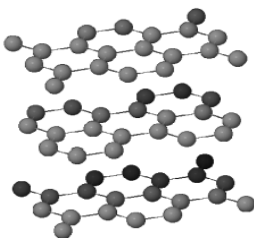
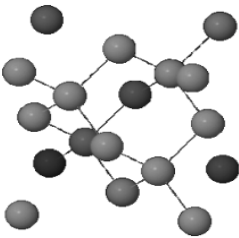
Partie 2. Les conditions de formation du diamant

Document 1 : L'origine des diamants

Les diamants sont des cristaux de carbone pur, qui ne sont stables qu'à très forte pression. La majorité des diamants ont cristallisé très profondément, dans le manteau terrestre, au sein de veines où circulent des fluides carbonés. Les diamants remontent en surface, dans la quasi-totalité des cas, en étant inclus dans une lave volcanique atypique et très rare : la kimberlite. [...] Le dynamisme éruptif à l'origine des kimberlites est extrêmement explosif. La vitesse d'ascension des kimberlites est de plusieurs dizaines de km/h en profondeur, et les laves arrivent en surface à une vitesse supérieure à la vitesse du son. C'est cette importante vitesse de remontée qui entraîne une décompression et un refroidissement extrêmement rapides des diamants, trop rapides pour qu'ils aient le temps de se transformer en graphite. Les diamants n'ont pas cristallisé dans la lave kimberlitique, mais ne sont que des enclaves arrachées au manteau par la kimberlite sur son trajet ascensionnel.

Adapté de planet-terre.ens-lyon.fr

Document 2 : Comparaison des propriétés physiques du graphite et du diamant

Propriétés physiques	Graphite	Diamant
Dureté	Friable (débit en feuillets)	Très dur
Arrangement des atomes de carbone C		
Opacité	Opaque (sert pour les mines de crayon de papier)	Transparent (sert en joaillerie)
Masse volumique ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	$2,1 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$

Les réponses aux questions suivantes s'appuieront sur vos connaissances et sur les informations contenues dans les différents documents.

5- Proposer une hypothèse pour expliquer la différence de masse volumique entre le graphite et le diamant.

6- Le diamant est exploité dans des mines qui peuvent être en surface ou à une profondeur maximale d'un kilomètre. Comment expliquer que l'on retrouve des diamants en surface alors que le minéral carboné stable en surface est le graphite ?

Exercice N°4 : DIAMANT ET KIMBERLITE

Structure cristalline du diamant

Des diamants sont souvent présents dans la kimberlite sous forme d'inclusions. Le diamant est un minéral transparent composé de cristaux de carbone pur. Cette « pierre précieuse » est connue pour être le minéral le plus dur qui soit. On cherche à savoir si, dans le cas du diamant, le carbone cristallise sous une forme cubique à face centrée.

Données :

- Rayon d'un atome de carbone : $r = 70 \text{ pm}$
- Masse d'un atome de carbone : $m = 2,0 \times 10^{-26} \text{ kg}$.

3- Étude d'un réseau cubique à faces centrées.

3-a Compléter le schéma de maille d'un réseau cubique à faces centrées présenté dans le document réponse en indiquant la position des atomes.

3-b Déterminer, en le justifiant, le nombre d'atomes présents à l'intérieur d'une maille.

Document 1. Vue d'une face du cube (réseau cubique à faces centrées)

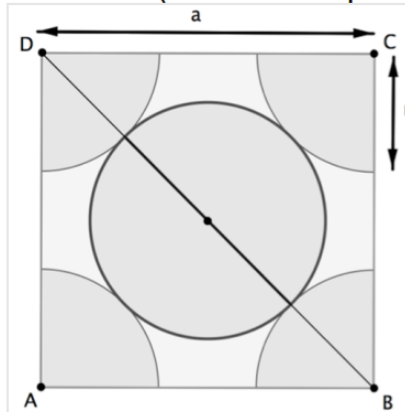


Illustration de l'auteur

3-c Le paramètre de maille, noté a , est la longueur d'une arête du cube.

Démontrer que $a = 2\sqrt{2}r$

3-d Montrer que la masse volumique ρ qu'aurait le diamant s'il possédait une structure cubique à faces centrées vérifierait approximativement la formule $\rho = 0,18 \times \frac{m}{r^3}$ (avec m : masse d'un atome de carbone et r : rayon d'un atome de carbone modélisée par une sphère).

4- La masse volumique du diamant est $3,51 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$. Indiquer si le diamant possède une structure cubique à face centrée.

Recherche de la profondeur de formation du diamant

Le carbone pur est présent dans la nature sous deux formes principales : le diamant, qui est transparent, et le graphite, qui est gris et opaque. En laboratoire, il est possible de fabriquer artificiellement du diamant à partir du graphite en modifiant les paramètres de pression et de température : le diamant peut être produit si la pression est comprise entre 5 et 12 GPa . (1 GPa = 1×10^9 Pa).

Exercice N°5 : Structures cristallines du fer

À la pression atmosphérique, le fer existe sous différentes structures cristallines selon la température. En dessous de 910°C , le fer est sous la forme dite α (figure). Entre 910 et 1394°C , le fer est dit fer γ sa structure est cubique à faces centrées.

1. La maille du fer α est-elle celle d'une structure cubique simple ? Pourquoi ?

2.a. Représenter en perspective cavalière la maille du cristal de fer γ .

b. Déterminer le nombre d'atomes par maille.

3.a. En considérant les atomes sphériques et tangents dans la maille du fer γ , établir la relation entre le paramètre de maille $a_{Fe\gamma}$ et le rayon R des atomes de fer.

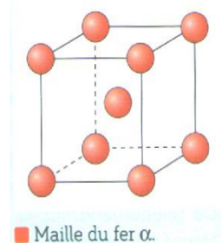
b. En déduire par un calcul la compacité du fer γ .

c. La structure des cristaux de nickel est aussi cubique à faces centrées. Quelle est la valeur de sa compacité si l'on considère les atomes de nickel sphériques et tangents ? Justifier.

4.a. Déterminer la valeur de la masse volumique ρ_γ du fer γ .

b. Comparer cette valeur à celle de la masse volumique du fer α : $\rho_\alpha = 7,53 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$. Conclure.

Données : Paramètre de maille du fer γ : $a_{Fe\gamma} = 365 \text{ pm}$; Masse atomique du fer : $m_{Fe} = 9,28 \times 10^{-26} \text{ kg}$.



Exercice N°6 : Avoir un regard critique

Corriger les affirmations suivantes en justifiant.

a. Les cristaux de chlorure de sodium sont cubiques car les ions qui le constituent ont une forme de cube.

b. Tous les solides sont des cristaux.

c. La masse volumique d'un cristal ne dépend que de sa composition chimique.

d. Une espèce chimique peut cristalliser selon un seul type de structure.

Exercice N°7 : Les gaz nobles à l'état solide

Élément	Néon	Argon	Krypton	Xénon
Masse de l'atome (en g)	$3,35 \cdot 10^{-23}$	$6,63 \cdot 10^{-23}$	$1,39 \cdot 10^{-22}$	$2,18 \cdot 10^{-22}$
a (en nm)	0,443	0,525	0,571	0,618

$$1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$$

Les éléments de la colonne 18 du tableau périodique sont des gaz monoatomiques inertes à température ambiante, d'où le nom de « gaz nobles ». Il faut les porter à des températures très basses pour obtenir des cristaux. On obtient alors des structures CFC.

Questions

- (2 points) Représentez la maille CFC.
- (1 point) Démontrer que pour un réseau CFC, $a = \frac{4}{\sqrt{2}}r$.
- (2 points) Déduisez-en les rayons atomiques du néon.
- (3 points) Calculez la masse volumique du néon à l'état solide.
- (2 points) Déterminer la multiplicité d'une telle maille. Justifier.
- (2 points) Formule de compacité : $C = \frac{Z \frac{4}{3} \pi r^3}{a^3}$. Calculer la compacité du néon. Dépend-elle du rayon de l'atome ? Justifier.