

Architecture de la matière**Extrait de la banque PT 2013**

Le monoxyde de carbone : ami ou ennemi ?

Ce sujet a pour but d'étudier quelques généralités sur la molécule de monoxyde de carbone (partie 1), l'utilité qu'elle présente pour des applications industrielles, plus particulièrement la pyrométallurgie du zinc (partie 2), tout en réfléchissant à la nocivité qu'elle peut représenter pour l'organisme humain (partie 3).

Ces trois parties sont largement indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre de son choix.

L'ensemble des données nécessaires se situent à la fin de l'énoncé.

Tous les résultats numériques finaux de ce sujet seront donnés avec 3 chiffres significatifs.

La calculatrice n'est pas autorisée.

Partie 1 : Généralités sur la molécule de monoxyde de carbone

La molécule de monoxyde de carbone est constituée d'un atome d'oxygène ($Z = 8$) et d'un atome de carbone ($Z = 6$).

1. Donner la configuration électronique de l'atome d'oxygène puis de l'atome de carbone dans leur état fondamental.
2. Indiquer le nom des règles utiles à l'établissement de ces configurations électroniques.
3. Expliquer pourquoi le carbone est tétravalent.
4. Quels sont les deux isotopes du carbone les plus répandus sur Terre ? Ecrire leur représentation symbolique.
5. Où se situe l'oxygène dans la classification périodique (ligne, colonne) ?
6. Citer un élément situé dans la même colonne que l'oxygène.
7. Proposer une représentation possible de Lewis pour la molécule de monoxyde de carbone.
8. Comment évolue l'électronégativité d'un élément au sein d'une ligne du tableau périodique ?
9. La formule de Lewis proposée par vos soins est-elle alors en accord avec les électronégativités du carbone et de l'oxygène ?

Partie 2 : Pyrométallurgie du zinc

Structures cristallines

L'oxyde de zinc peut exister dans la nature sous forme de poudre ou de cristal massif.

Du point de vue cristallographique, ZnO peut exister selon les conditions d'élaboration, sous trois types de structures différentes. La première est la structure Würtzite, stable dans les conditions usuelles ; la seconde est la structure cubique, qui est instable et qui apparaît sous des pressions élevées ; la troisième est la structure Rocksalt qui apparaît sous des pressions très élevées.

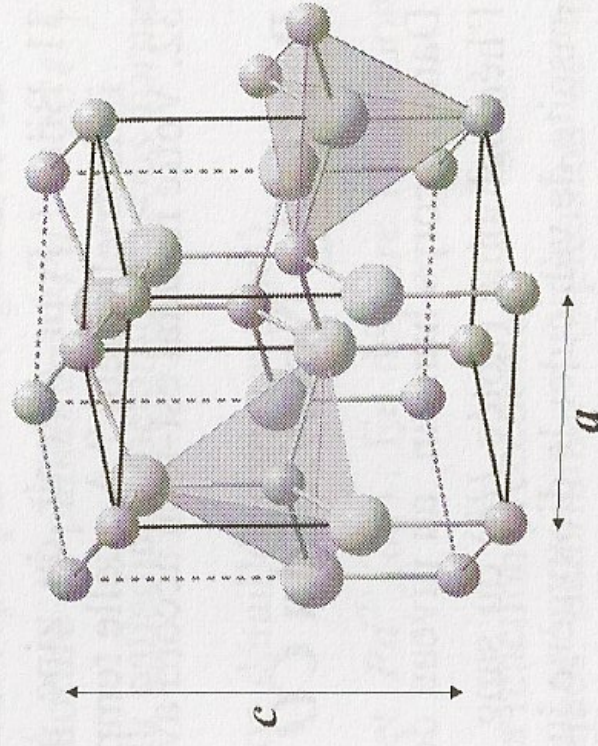
Ces différentes structures sont formées des ions Zn^{2+} et O^{2-} , de rayons respectifs $r_{Zn^{2+}}$ et $r_{O^{2-}}$.

Pour la structure cubique, les atomes d'oxygène sont aux sommets du cube et un atome de zinc occupe le centre du cube.

Pour la structure Rocksalt, les atomes d'oxygène occupent les sommets du cube et le milieu de chaque face ; les atomes de zinc occupent tous les sites octaédriques de cette structure.

10. Dessiner sur l'annexe fournie (et à rendre avec la copie) les deux structures cubique et Rocksalt décrites précédemment.
11. Pour chaque maille, calculer le nombre d'atomes en propre de zinc et d'oxygène (c' est à dire le nombre d'atomes de zinc et d'oxygène réellement contenu dans la maille).
12. L'électronéutralité à l'intérieur de ces mailles conventionnelles est-elle respectée ?
13. Pour la structure cubique, préciser suivant quel axe s'effectue le contact entre atomes (arête, diagonale d'une face, diagonale du cube ?). En déduire l'expression littérale puis la valeur du paramètre de maille a correspondant.
14. Mêmes questions pour la structure Rocksalt.
15. Exprimer puis calculer la masse volumique de ces édifices.

La structure Würtzite (la plus stable) est caractérisée par des atomes d'oxygène disposés suivant une structure hexagonale compacte et des atomes de zinc occupant la moitié des sites tétraédriques de ce réseau hexagonal compact. Pour les questions 16 à 18, on considèrera la maille conventionnelle de cette structure (surlignée en noir sur le schéma).



Structure Würtzite

16. Calculer le nombre d'atomes en propre d'oxygène.
17. L'électronéutralité est-elle respectée sachant que l'on a dans cette maille conventionnelle 2 atomes de zinc en propre ?
18. Exprimer puis calculer la masse volumique de ce cristal.