

DEVOIR SURVEILLE de Chimie (durée 1h30).

I Structure du silicium (15 min)

Numéros atomiques Z : H = 1 ; O = 8 ; Si = 14 ; P = 15 ; S = 16

1. Écrire la configuration électronique à l'état fondamental de l'atome de silicium Si.
2. Préciser ses électrons de cœur et de valence.
3. En déduire sa position dans la classification périodique de Mendeleïev (numéro de période = ligne et numéro de colonne).
4. Citer un élément chimique très répandu qui possède la même configuration de valence.
5. Le silicium intervient naturellement dans de nombreux composés : SiO_2 , Si(OH)_4 , SiCl_4 .

Donner la structure de Lewis pour chacun de ces composés dans lesquels **l'atome de silicium est central**.

II Électronégativités (15 min)

Données :

Atome	${}^1\text{H}$	${}^9\text{F}$	${}^{19}\text{K}$
Électronégativité	2,1	4,0	0,8

6. Le difluor F_2 .

Quel est le schéma de Lewis de la molécule de difluor F_2 ?

Quelle est la nature de la liaison chimique entre les deux atomes de fluor dans la molécule de difluor F_2 ?

7. Le fluorure de potassium KF.

Quel est le schéma de Lewis de la molécule KF ?

Quelle est la nature de la liaison chimique entre l'atome de potassium et l'atome de fluor dans la molécule KF ?

Dessiner le moment dipolaire.

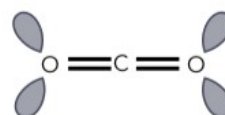
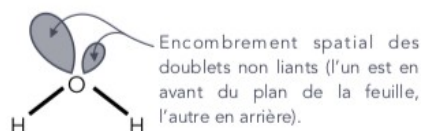
8. Le fluorure d'hydrogène HF.

Quel est le schéma de Lewis de la molécule HF ?

Quelle est la nature de la liaison chimique entre l'atome d'hydrogène et l'atome de fluor dans la molécule HF.

Représenter la liaison hydrogène entre deux molécules de HF.

9. Les molécules d'eau et de dioxyde de carbone présentent des géométries différentes : coudée pour l'eau, linéaire pour le dioxyde de carbone :



Données :

Atome	H	C	O
Electronégativité χ	2,20	2,55	3,44

Le moment dipolaire d'une liaison OH vaut $\mu_{\text{OH}} = 1,51$ Debye.

L'angle de valence de la molécule d'eau est de $104,5^\circ$.

Sachant que le moment dipolaire d'une molécule est la somme vectorielle des moments dipolaires de chacune des liaisons des molécules, déterminer le moment dipolaire de l'eau et du dioxyde de carbone.

Calculer le moment dipolaire de la molécule d'eau.

III Cristallographie

◇ Extrait concours (20 min)-Étude des matériaux composant les cages de hockey

Les cages de hockey sont dotées de tiges en acier. Ce matériau est utilisé car les tiges de ces cages peuvent subir des impacts de palets à très hautes vitesses.

Document 2 - Le fer et ses propriétés

L'examen des propriétés du fer, qui est un métal gris, révèle qu'il n'est pas mécaniquement très performant. Il manifeste en effet une faible résistance à la traction et une faible dureté. De plus, il est très peu résistant à la corrosion. Le fer pur existe sous différentes formes parmi lesquelles le fer α , qui est la forme stable à température ambiante et présente une structure cubique centrée et le fer γ , forme stable à température élevée et qui présente une structure cubique faces centrées. Le fer α a une masse volumique de $7,9 \text{ g cm}^{-3}$ alors que celle du fer γ est de $7,6 \text{ g cm}^{-3}$. Pour augmenter les performances mécaniques du fer, il faut diminuer ses possibilités de déformation, en insérant par exemple des atomes étrangers dans la structure cristallographique. Les aciers, par exemple, sont des alliages d'insertion fer-carbone. Ils présentent de nombreux avantages tels qu'une forte résistance aux chocs et à la déformation. Ils sont de plus recyclables.

Document 3 - Les alliages

Les alliages sont des solides constitués par plusieurs métaux ou obtenus par addition d'un non-métal (type carbone ou bore) à un métal. Les propriétés physiques des alliages peuvent être très différentes de celles observées pour les corps purs constituant l'alliage. Les alliages d'insertion sont obtenus en insérant des atomes dans les sites interstitiels de la structure cristallographique d'un métal. Dans des structures compactes, seuls des atomes de petits rayons tels que le carbone ($r = 77 \cdot 10^{-3} \text{ nm}$) peuvent occuper les interstices.

Source : *Chimie tout-en-un MPSI-PTSI*, Bruno Fosset, Jean-Bernard Baudin, Frédéric Lahitète (édition Dunod 2013)

Données

Masse molaire du fer : $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g mol}^{-1}$

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- Le fer a pour symbole ${}^{56}_{26}\text{Fe}$. Donner la composition (nombre de protons, de neutrons et d'électrons) d'un atome de cet élément.
- Donner la configuration électronique du fer dans son état fondamental en justifiant.
- Le fer peut passer de la forme fer α à la forme fer γ . Quel nom donne-t-on à ce type de transformation ?
- L'austénite est un alliage dans lequel le fer peut adopter une structure de type cubique à faces centrées.

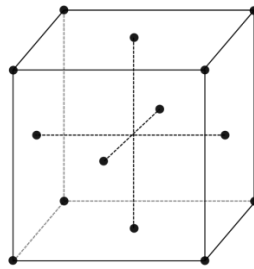


Figure 4 - Exemple de structure cubique à faces centrées.

Les points noirs représentent les centres des atomes de fer. La longueur de l'arête du cube (ou paramètre de maille) est notée a . À l'aide de la **figure 4**, déterminer le nombre d'atomes de fer dans une maille, noté N .

- Connaissant la masse volumique et la masse molaire du fer, montrer que le paramètre de maille a vaut $3,7 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.
- Sachant que les sphères figurant les atomes sont en contact suivant la diagonale d'une face de la maille, vérifier que le rayon d'un atome de fer γ est d'environ $1,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.
- Reproduire la structure cubique à faces centrées sur votre copie. À l'aide de croix rouges, indiquer la position des sites octaédriques.
- Quel doit-être le rayon maximal d'un atome s'insérant dans un site octaédrique pour créer un alliage ?
- Comparer cette valeur au rayon d'un atome de carbone. Quel peut être l'effet de l'insertion d'un atome de carbone dans la maille

◇ La galène (20 min)

La galène est un solide minéral composé de sulfure de plomb de formule PbS. C'est la principale source de plomb pour l'industrie.

Données :

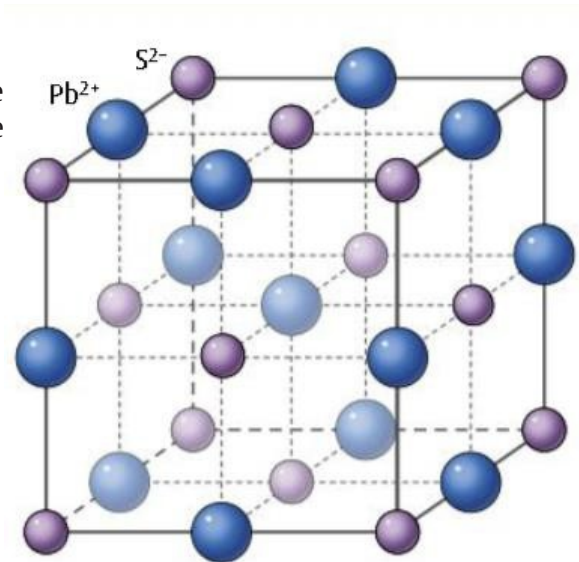
$$M_{Pb} = 207 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_S = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$R_{Pb^{2+}} = 180 \text{ pm}$$

$$R_{S^{2-}} = 120 \text{ pm}$$

$$\text{Constante d'Avogadro : } N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

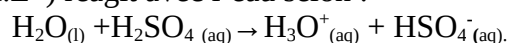


19. Déterminer le type réseau formé par les ions négatifs S²⁻ et déterminez comment sont placés les Pb²⁺ par rapport à eux.
20. Calculer la population (nombre d'entités par maille) des ions négatifs puis celle des ions positifs
21. Justifier que le cristal soit électriquement neutre.
22. Calculer la valeur de a paramètre de maille en supposant que les atomes sont tangents.
23. Exprimer puis calculer la masse volumique du cristal.

IV Réactions (20 min)

L'une des étapes de la synthèse de l'acide sulfurique est la réaction entre le sulfure d'hydrogène H₂S et le dioxyde de soufre SO₂. Le soufre S et l'eau H₂O sont les produits de cette réaction.

24. Ecrire l'équation de cette réaction en utilisant les nombres stoechiométriques entiers les plus petits possibles.
25. Préparer un tableau d'évolution pour le système suivant : 4 mol SO₂ et 5 mol H₂S. Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.
26. Quelle est la composition en quantité de matière de l'état final ?
27. On considère maintenant le mélange initial suivant : 3,5 mol SO₂ et n mol H₂S. Déterminer n pour que le mélange soit stœchiométrique; en déduire l'état final .
28. L'acide sulfurique (0,1 mol.L⁻¹) réagit avec l'eau selon :



La réaction est considérée comme totale, l'eau en quantité majoritaire. Déterminer x_{\max} .

FIN

Les moments dipolaires des liaisons OH sont représentés sur la figure ci-dessous.

L'angle avec la verticale vaut $52,25^\circ$. Les composantes horizontales s'annulent et la somme des moments de liaison est donc orientée sur l'axe vertical. Elle vaut :

$$2\mu_{\text{OH}} \cos (52,25) = 1,85 \text{ D}$$

