

Le Silicium

Cours



Chimie Minérale Descriptive



14

Saliha Guermouche - Chérifa Rabia

Editions Al-Djazair

Pr. Saliha Guermouche
USTHB

Pr. Chérifa Rabia
USTHB

Le Silicium

Chimie Minérale Descriptive

Cours

Editions Al-Djazair

SOMMAIRE

Chapitre IX : Le silicium

I. Introduction

II. Caractéristiques

III. Composés chimiques

IV. Propriétés acido-basiques et redox

IV. 1 Propriétés acido-basiques

IV.2 Propriétés redox

V. Applications

VI. Production

Le silicium

I. Introduction

Le silicium a été découvert par Thénard (1811) isolé par Berzelius (1823) et sous forme de cristaux par Deville (1854). Le nom silicium dérive du latin *silex*, *silicis* signifiant pierre.

Le silicium est l'élément le plus abondant après le carbone. Il constitue plus de 27% de la croûte terrestre. Il est généralement sous forme de silicates dans de nombreuses roches (argiles, zéolithes) et sous forme de silice (oxyde de silicium) dans le sable.

Le silicium possède trois isotopes: ^{28}Si (92,2 %), ^{29}Si (4,7 %) et ^{30}Si (3,1%).

II. Caractéristiques

Le silicium (Si) est un élément chimique de la famille des pictogènes constituant le sous-groupe IVA (ou le 14^{ième} groupe) de la classification périodique. Sa configuration électronique externe est $3s^23p^2$. Dans les conditions normales de température et de pression, le silicium est un solide cristallisé qui se trouve sous forme d'aiguilles de couleur gris-noir. Il a une structure cubique de type diamant. C'est un semi-conducteur. Le silicium est semblable aux métaux dans son comportement chimique. Il est pratiquement insoluble dans l'eau mais soluble dans l'acide fluorhydrique ou un mélange acide fluorhydrique/acide nitrique.

La silice (SiO_2) est le principal composé du silicium. Dans les conditions normales de température et de pression, la silice est un solide qui se trouve sous plusieurs variétés allotropiques dont les plus connues sont le quartz, le verre de silice, la silice fibreuse et la silice amorphe. La masse volumique et la température de fusion de la silice, dépendant de la forme allotropique, varient entre $1,96$ et $2,65\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ et entre 1600 à 1710°C respectivement. La température d'ébullition de la silice est de 2230°C .

Le tableau 1 présente certaines caractéristiques de l'atome de silicium.

Tableau 1 : Caractéristiques de l'atome de silicium

Numéro atomique	14
Masse atomique	28,0855
Rayon atomique (Å)	1,32
Rayon ionique (Å)	2,71 (pour C ⁴⁻); 0,41 (pour C ⁴⁺)
Electronégativité de Pauling	1,8
Affinité électronique (kJ.mol ⁻¹)	133,6
Energie d'ionisation (kJ.mol ⁻¹)	786,5
Température de Fusion (°C)	1410
Température d'ébullition (°C)	2355
Masse volumique (g.cm ⁻³)	2,33

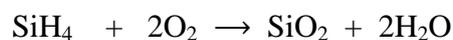
III. Composés chimiques

Le silicium possède deux degrés d'oxydation II et IV. Il se combine à l'hydrogène, l'oxygène et aux halogènes.

- Hydrures de silicium

Le silicium donne plusieurs types d'hydrures appelés silanes : SiH₄, Si₂H₆... Si₆H₁₄. Certains hydrures sont des gaz (SiH₄, Si₂H₆) ou des liquides. Les silanes sont moins stables que les alcanes correspondants.

Le silane SiH₄ s'enflamme spontanément à l'air selon la réaction :

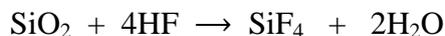


- Oxyde de silicium

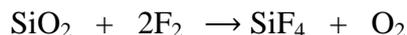
Le silicium réagit avec l'oxygène pour donner de la silice (SiO₂) ou des ions silicates SiO₄⁴⁻. Les anions SiO₄⁴⁻ s'associent à des cations pour assurer la neutralité électrique de l'ensemble du matériau. Dans la silice, le silicium est dans une structure tétraédrique avec des atomes d'oxygène aux sommets du tétraèdre. Les motifs SiO₄ sont liés entre eux par les atomes d'oxygène de façon régulière.

La silice est peu réactive, elle ne réagit ni avec le chlore, ni avec l'hydrogène.

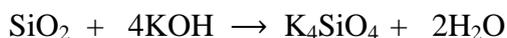
La silice résiste à l'attaque des acides à l'exception de l'acide fluorhydrique (HF), avec lequel elle réagit pour former des tétrafluorosilanes SiF_4 selon la réaction suivante :



Avec le fluor, la silice donne également des tétrafluorosilanes :

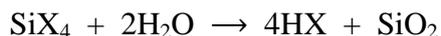


Avec les bases fortes et les carbonates fondus, la silice donne des silicates :



- Halogénures de silicium

Avec le fluor, le silicium donne plusieurs types de fluorures appelés fluorosilanes : SiF_4 , Si_2F_6 – $\text{Si}_{16}\text{F}_{34}$ et avec le chlore, les chlorosilanes : SiCl_4 , Si_2Cl_6 – $\text{Si}_6\text{Cl}_{14}$. Avec le brome et l'iode, seul SiX_4 existe. Les halogénures SiX_4 s'hydrolysent facilement pour donner la silice:



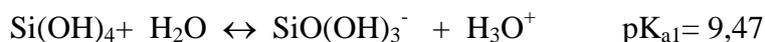
- Autres composés de silicium

Le silicium donne des nitrures avec l'azote (Si_3N_4), des carbures avec le carbone (SiC) et des sulfites avec le soufre (SiS_2).

IV. Propriétés acido-basiques et redox

IV.1 Propriétés acido-basiques

La silice très peu soluble dans l'eau (0,14g/l) donne l'acide silicique Si(OH)_4 qui est un acide faible. Les équilibres de dissociation les plus importants sont les suivants :

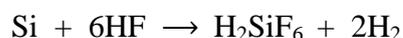


La silice, SiO_2 , est un oxyde acide. En présence d'un oxyde basique, il donne des silicates selon l'équation suivante :

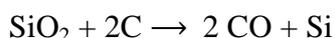


IV.2 Propriétés redox

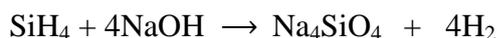
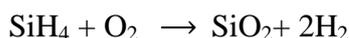
Le silicium a des propriétés réductrices, en présence des halogènes, il s'oxyde pour donner des halogénures SiX_4 et en présence des bases fortes (NaOH , KOH), il s'oxyde en silicates (Na_4SiO_4 , K_4SiO_4). Parmi les acides, seul HF l'oxyde pour donner l'acide hexafluorosilicique qui est un acide fort :



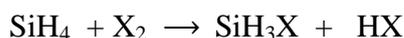
La silice a également des propriétés oxydantes, elle se réduit en silicium en présence de carbone :



Les silanes sont des réducteurs puissants. Ils s'oxydent spontanément à l'air et en présence de bases pour donner la silice et des silicates respectivement et de l'hydrogène (H_2) :



Avec Br_2 et Cl_2 (X_2), les silanes réagissent de manière explosive et donnent des composés de substitution en présence de chlorure d'aluminium (AlCl_3), comme catalyseur :



Les halogénures, SiX_4 , sont des réducteurs puissants. Ils réduisent les nitrates, les phosphates et les sulfates.

V. Applications

Le silicium est utilisé dans les :

- puces des circuits intégrés,
- isolateurs électriques,
- dispositifs de semi-conducteur,
- cellules photovoltaïques,
- produits pharmaceutiques (lentilles de contact, prothèses mammaires),
- élastomères (claviers, montre, calculatrice, ...),
- ustensiles de cuisine.

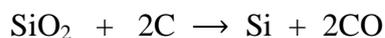
La silice est utilisée comme matière dans la fabrication :

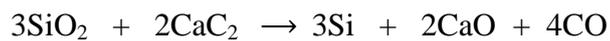
- du carbure de silicium (SiC) employé dans les garnitures de véhicules (freins, mèches...), pour élaborer des briques réfractaires, comme abrasif pour le travail des métaux et de la pierre, comme élément d'addition dans la fonte et les aciers et comme semi-conducteur en électronique,
- du silicate de magnésium hydraté, constituant du talc (desséchant cutané),
- du verre (cuves pour spectromètres UV, verre optique), des céramiques, abrasifs, émaux, mortiers, plastiques, peintures, produits cosmétiques et pharmaceutiques...

VI. Production

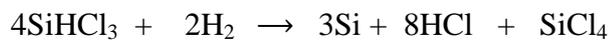
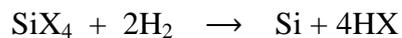
Le silicium commercial est obtenu par :

- réduction de la silice SiO_2 avec du carbone ou CaC_2 dans un four électrique (2000°C) :

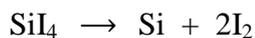




- réduction des halogénures de silicium SiX_4 (X : Cl, Br) ou SiHCl_3 par l'hydrogène :



- décomposition thermique de SiI_4 ou SiH_4 en utilisant un filament chaud :

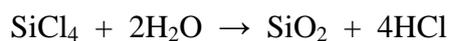


La silice commerciale est obtenue par :

- action d'un acide fort (HCl , H_2SO_4) sur une solution de silicate de sodium :



- hydrolyse de SiCl_4 à 1000°C .



Titres du même auteur :

Chimie Minérale Descriptive :

- L'hydrogène ~ Editions Al-Djazair Octobre 2013
- Les alcalins et les alcalino-terreux ~ Editions Al-Djazair Octobre 2013
- Les halogènes ~ Editions Editions Al-Djazair Octobre 2013
- L'oxygène, l'ozone, et les peroxydes ~ Editions Al-Djazair Octobre 2013
- Le soufre et l'acide sulfurique ~ Editions Al-Djazair Octobre 2013
- L'azote et l'acide nitrique ~ Editions Al-Djazair Octobre 2013
- Le silicium ~ Editions Al-Djazair Octobre 2013

Copyright Editions El-Djazair — Octobre 2013
13, rue des frères Boulahdour
16000 Alger-Algérie

Cet ouvrage est soumis au copyright. Le présent ouvrage présent sur le site web et à son contenu appartient aux Editions El-Djazair.
Le présent site web et son contenu, que ce soit en tout ou en partie, ne peuvent être reproduits, publiés, affichés, téléchargés, modifiés, utilisés en vue de créer des œuvres dérivées ou reproduits ou transmis de toute autre façon par tout moyen électronique connu ou inconnu à la date des présentes sans l'autorisation écrite expresse des Editions El-Djazair
Les actes ci-dessus sont des infractions sanctionnées par le Code de la propriété intellectuelle Algérienne.