

Tổng hợp kiến thức Silic và Công nghiệp Silicat

A. SILIC (Si)

I. Vị trí và cấu hình electron nguyên tử

- **Kí hiệu hóa học:** Si
- **Số hiệu nguyên tử (Z):** 14
- **Vị trí trong bảng tuần hoàn:** Ô số 14, chu kì 3, nhóm IVA.
- **Cấu hình electron:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$. Có 4 electron ở lớp ngoài cùng.

II. Tính chất vật lí

Silic có hai dạng thù hình chính:

- **Silic tinh thể:** Có cấu trúc tương tự kim cương, màu xám, có ánh kim. Dẫn điện kém nhưng tăng khi nhiệt độ tăng (tính bán dẫn). Nhiệt độ nóng chảy cao (1414°C).
- **Silic vô định hình:** Là chất bột màu nâu, hoạt động hóa học mạnh hơn silic tinh thể.

III. Tính chất hóa học

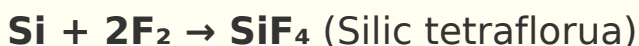
Silic có các số oxi hóa phổ biến là -4, 0, +2, +4. Trong các phản ứng hóa học, silic vừa thể hiện tính khử, vừa thể hiện tính oxi hóa.

1. Tính khử (Tác dụng với chất oxi hóa mạnh)

Silic thể hiện tính khử khi tác dụng với phi kim hoặc các hợp chất có tính oxi hóa mạnh.

• Tác dụng với phi kim:

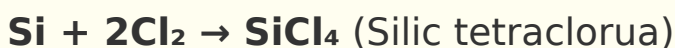
- Với flo (F_2), phản ứng xảy ra ở nhiệt độ thường:



- Với oxi (O_2), cần nhiệt độ cao ($400-600^\circ C$):



- Với clo (Cl_2), brom (Br_2), lưu huỳnh (S) khi đun nóng:



• Tác dụng với dung dịch kiềm:



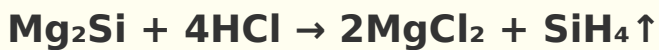
Ví dụ: Một mảnh silic tan từ từ trong dung dịch natri hiđroxit nóng, giải phóng khí hiđro.

2. Tính oxi hóa (Tác dụng với chất khử mạnh)

Silic thể hiện tính oxi hóa khi tác dụng với các kim loại hoạt động mạnh như Mg, Ca ở nhiệt độ cao, tạo thành các hợp chất silixua kim loại.

• Phản ứng: $2Mg + Si \rightarrow Mg_2Si$ (Magie silixua)

- **Ví dụ:** Đun nóng hỗn hợp bột magie và bột silic, phản ứng xảy ra mãnh liệt tạo thành magie silixua. Hợp chất Mg_2Si dễ bị thủy phân trong nước hoặc dung dịch axit tạo khí silan (SiH_4) có mùi khó chịu và tự bốc cháy trong không khí.

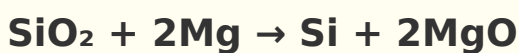


IV. Trạng thái tự nhiên và điều chế

- **Trạng thái tự nhiên:** Silic là nguyên tố phổ biến thứ hai trong vỏ Trái Đất (sau oxi), nhưng chỉ tồn tại ở dạng hợp chất. Hợp chất phổ biến nhất là silic đioxit (SiO_2) có trong cát trắng, thạch anh, và các khoáng vật silicat (cao lanh, mica...).

- **Điều chế:**

- **Trong phòng thí nghiệm:** Dùng chất khử mạnh (Mg, Al) để khử SiO_2 ở nhiệt độ cao.



- **Trong công nghiệp:** Dùng than cốc (C) khử SiO_2 trong lò điện ở nhiệt độ rất cao ($\sim 1800^\circ\text{C}$).



Silic thu được có độ tinh khiết khoảng 97-98%, được dùng trong luyện kim. Để thu silic tinh khiết (dùng trong công nghiệp bán dẫn), người ta phải qua nhiều công đoạn tinh chế phức tạp.

V. Ứng dụng của Silic

- **Chất bán dẫn:** Silic siêu tinh khiết được dùng để chế tạo các linh kiện bán dẫn trong máy tính, tivi, điện thoại (chip, tranzito, diot...).
- **Pin mặt trời:** Chế tạo các tấm pin mặt trời để chuyển hóa năng lượng ánh sáng thành năng lượng điện.

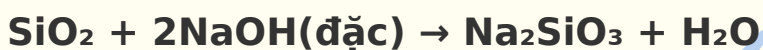
- **Luyện kim:** Dùng để chế tạo các hợp kim như ferosilic, silumin có độ bền cao, chịu axit tốt.

B. HỢP CHẤT CỦA SILIC

I. Silic đioxit (SiO_2)

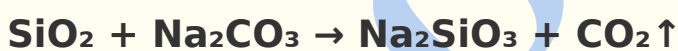
- **Tính chất vật lí:** Là chất ở dạng tinh thể (như thạch anh) hoặc vô định hình (như cát), không tan trong nước, nhiệt độ nóng chảy rất cao (1713°C).
- **Tính chất hóa học:** SiO_2 là một oxit axit. Nó không tác dụng với nước nhưng có các tính chất hóa học đặc trưng:

- **Tác dụng với dung dịch kiềm đặc, nóng:**



Ví dụ: Cát trắng tan chậm trong dung dịch NaOH đặc khi đun nóng.

- **Tác dụng với oxit bazơ hoặc cacbonat kim loại kiềm ở nhiệt độ cao:**



- **Phản ứng đặc biệt với axit flohidric (HF):** Đây là phản ứng duy nhất của SiO_2 với axit, được dùng để khắc chữ hoặc họa tiết lên thủy tinh.



Ví dụ: Dùng dung dịch HF để vẽ lên một chiếc cốc thủy tinh, phần thủy tinh tiếp xúc với axit sẽ bị ăn mòn và mờ đi.

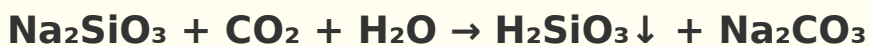
II. Axit silixic (H_2SiO_3)

- **Công thức:** H_2SiO_3 (hay $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

- **Tính chất:**

- Là chất ở dạng keo, không tan trong nước, khi sấy khô mất một phần nước tạo thành vật liệu xốp gọi là silicagel (dùng làm chất hút ẩm).
- Là một axit rất yếu, yếu hơn cả axit cacbonic (H_2CO_3).

- **Điều chế:** Cho từ từ dung dịch axit (HCl , H_2SO_4) hoặc sục khí CO_2 vào dung dịch muối silicat.



Ví dụ: Khi sục khí CO_2 vào dung dịch natri silicat, sẽ thấy xuất hiện kết tủa keo trắng của axit silixic. Phản ứng này chứng tỏ H_2SiO_3 yếu hơn H_2CO_3 .

III. Muối Silicat

- Chỉ có muối silicat của kim loại kiềm (Na_2SiO_3 , K_2SiO_3) tan được trong nước.
- Dung dịch đậm đặc của Na_2SiO_3 và K_2SiO_3 được gọi là **thủy tinh lỏng**.
- **Ứng dụng của thủy tinh lỏng:**
 - Chế tạo keo dán thủy tinh, sứ.
 - Sản xuất vật liệu chịu lửa, sơn chịu nhiệt.
 - Tẩm vào vải, gỗ để làm vật liệu khó cháy.

C. CÔNG NGHIỆP SILICAT

Công nghiệp silicat là ngành công nghiệp chế biến các hợp chất của silic, bao gồm các lĩnh vực sản xuất đồ gốm, sứ, xi măng và thủy tinh.

I. Sản xuất đồ gốm, sứ

- **Nguyên liệu chính:** Đất sét, cao lanh ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), thạch anh (SiO_2) và feldpat ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$).
- **Nguyên tắc sản xuất:** Nhào trộn nguyên liệu với nước để tạo khối dẻo, sau đó tạo hình, sấy khô và nung trong lò ở nhiệt độ cao.
- **Phân loại:**
 - **Gốm:** Sản phẩm có cấu trúc xốp, không trong suốt (gạch, ngói, chum, vại).
 - **Sứ:** Sản phẩm cứng, không xốp, bề mặt nhẵn bóng, gõ vào có tiếng vang (bát đĩa, ấm chén, sứ cách điện, sứ vệ sinh).

II. Sản xuất xi măng

- **Nguyên liệu chính:** Đá vôi (CaCO_3), đất sét, và một số phụ gia khác.
- **Thành phần hóa học chính:** Canxi silicat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ và $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) và canxi aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$).
- **Quy trình sản xuất:**
 1. Nghiền nhỏ hỗn hợp đá vôi và đất sét theo tỉ lệ thích hợp, trộn đều với nước thành dạng bùn.

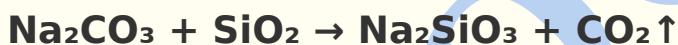
2. Nung hỗn hợp trong lò quay hoặc lò đứng ở nhiệt độ 1400-1500°C. Ở nhiệt độ này, các phản ứng hóa học xảy ra tạo thành khối rắn màu xám gọi là **clanke**.

3. Nghiền mịn clanke cùng với thạch cao (khoảng 5%) để được bột xi măng.

- **Quá trình đông cứng:** Khi nhào xi măng với nước và cát, sỏi, xảy ra các quá trình hóa học phức tạp, tạo thành các tinh thể hydrat đan xen vào nhau thành một khối rắn chắc, gọi là bê tông.

III. Sản xuất thủy tinh

- **Khái niệm:** Thủy tinh là một hỗn hợp vô định hình, đồng nhất của SiO_2 với oxit của một số kim loại.
- **Nguyên liệu:** Cát trắng (SiO_2), đá vôi (CaCO_3), soda (Na_2CO_3).
- **Quy trình sản xuất:** Trộn đều các nguyên liệu theo tỉ lệ thích hợp và nung trong lò ở khoảng 1400°C. Các phản ứng xảy ra:



Hỗn hợp nóng chảy được làm nguội từ từ để tạo thành thủy tinh.

- **Thành phần của thủy tinh thông thường:** $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$

So sánh một số loại thủy tinh thông dụng

Loại thủy tinh	Thành phần thay thế	Tính chất nổi bật	Ứng dụng
Thủy tinh thông thường (thủy tinh natri)	Na_2O , CaO , SiO_2	Dễ nóng chảy, không bền với hóa chất.	Chai, lọ, cửa kính, kính xây dựng.
Thủy tinh kali	Thay Na_2CO_3 bằng K_2CO_3 . ($\text{K}_2\text{O}.\text{CaO}.6\text{SiO}_2$)	Nóng chảy ở nhiệt độ cao hơn, bền hơn.	Dụng cụ thí nghiệm, lăng kính, thấu kính.
Thủy tinh pha lê	Thay CaO bằng PbO (chì(II) oxit).	Nặng, trong suốt, có độ tán sắc ánh sáng cao.	Ly, cốc cao cấp, đồ trang trí, lăng kính.
Thủy tinh thạch anh	Thành phần gần như chỉ có SiO_2 .	Hệ số nở nhiệt rất nhỏ, chịu được nhiệt độ cao đột ngột, bền với hóa chất.	Dụng cụ chịu nhiệt trong phòng thí nghiệm, bóng đèn cao áp.