

TỔNG HỢP KIẾN THỨC VỀ CACBON MONOXIT (CO)

Cacbon monoxit, công thức hóa học là CO, là một hợp chất vô cơ quan trọng của cacbon. Đây là một chất khí độc nhưng lại có nhiều ứng dụng thiết yếu trong công nghiệp.

I. Cấu tạo phân tử

- **Công thức phân tử:** CO
- **Phân tử khối:** 28 g/mol
- **Công thức cấu tạo:** $\text{C}\equiv\text{O}$

Trong phân tử CO, giữa nguyên tử Cacbon và Oxi có một liên kết ba bền vững, trong đó có một liên kết cho - nhận (nguyên tử Oxi là nhà cung cấp cặp electron). Do độ âm điện của Oxi (3,44) lớn hơn Cacbon (2,55) nên phân tử CO phân cực nhẹ.

II. Tính chất vật lí

CO có những tính chất vật lí đặc trưng sau:

- Là chất khí, không màu, không mùi, không vị.
- Nhẹ hơn không khí một chút (tỉ khối so với không khí là $d = 28/29 \approx 0,97$).
- Hóa lỏng ở $-191,5^{\circ}\text{C}$ và hóa rắn ở -205°C .
- Tan rất ít trong nước.

- **Đặc biệt:** CO là một khí rất độc, hít phải một lượng lớn có thể gây tử vong.

III. Tính chất hóa học

Số oxi hóa của Cacbon trong CO là +2, là một số oxi hóa trung gian. Do đó, CO vừa có thể thể hiện tính khử (lên C^{+4}) vừa có thể hiện tính oxi hóa (về C^0). Tuy nhiên, tính chất hóa học đặc trưng và quan trọng nhất của CO là **tính khử mạnh**. Ngoài ra, CO còn là một oxit trung tính.

1. CO là oxit trung tính

Oxit trung tính là oxit không tác dụng với axit, bazơ và nước ở điều kiện thường.

- CO không tác dụng với dung dịch axit: **$CO + HCl \rightarrow$ không phản ứng**
- CO không tác dụng với dung dịch kiềm: **$CO + NaOH \rightarrow$ không phản ứng**
- CO không tác dụng với nước: **$CO + H_2O \rightarrow$ không phản ứng**

2. CO là chất khử mạnh

CO thể hiện tính khử mạnh khi tác dụng với các chất oxi hóa (như O_2 , oxit kim loại, halogen...) ở nhiệt độ cao.

a. Tác dụng với Oxi (Phản ứng cháy)

Khi đốt trong không khí hoặc oxi, CO cháy với ngọn lửa màu xanh lam, tỏa ra nhiều nhiệt.

- **Phương trình hóa học:** **$2CO + O_2 \xrightarrow{(t^\circ)} 2CO_2$ ($\Delta H < 0$)**
- **Giải thích:** Trong phản ứng này, số oxi hóa của Cacbon tăng từ +2 lên +4, thể hiện tính khử.

- **Ví dụ:** Phản ứng này giải thích tại sao CO được sử dụng làm nhiên liệu trong công nghiệp (khí than, khí lò gas).

b. Tác dụng với oxit kim loại

Ở nhiệt độ cao, CO có khả năng khử được nhiều oxit của các kim loại đứng sau Nhôm (Al) trong dãy hoạt động hóa học (từ ZnO trở đi).

- **Phương trình tổng quát:** $x\text{CO} + \text{M}_2\text{O}_x \xrightarrow{(t^\circ)} 2\text{M} + x\text{CO}_2$

- **Ví dụ 1: Khử Đồng(II) oxit (CuO)**

- **Phương trình:** $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{(t^\circ)} \text{Cu} + \text{CO}_2$
- **Hiện tượng:** Chất rắn màu đen (CuO) dần chuyển thành lớp kim loại màu đỏ (Cu).

- **Ví dụ 2: Khử Sắt(III) oxit (Fe_2O_3)**

- **Phương trình:** $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{(t^\circ)} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
- **Ứng dụng:** Đây là phản ứng cơ bản trong quá trình luyện gang, thép từ quặng sắt trong lò cao.

- **Ví dụ 3: Khử Chì(II) oxit (PbO)**

- **Phương trình:** $\text{CO} + \text{PbO} \xrightarrow{(t^\circ)} \text{Pb} + \text{CO}_2$

c. Tác dụng với một số chất oxi hóa khác

CO có thể tác dụng với các halogen khi có xúc tác và ánh sáng.

- **Phương trình hóa học:** $\text{CO} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{(\text{ánh sáng, xúc tác})} \text{COCl}_2$

- **Giải thích:** Sản phẩm tạo thành là photgen (phosgene), một chất khí cực độc đã từng được sử dụng làm vũ khí hóa học.

IV. Độc tính của CO

CO là một chất gây ngạt toàn thân do cơ chế đặc biệt của nó với máu.

1. Cơ chế gây ngộ độc

Trong máu, hemoglobin (Hb) có vai trò vận chuyển O_2 từ phổi đến các tế bào. Tuy nhiên, CO có ái lực với Hb mạnh hơn O_2 khoảng 200-250 lần.

- Khi hít phải CO, nó sẽ kết hợp với hemoglobin tạo thành một phức chất bền vững gọi là cacboxyhemoglobin (HbCO).
- **Phương trình:** $Hb + CO \rightleftharpoons HbCO$
- Phức HbCO rất bền, làm cho hemoglobin mất khả năng vận chuyển O_2 . Các tế bào trong cơ thể bị thiếu O_2 , gây ra tổn thương, đặc biệt là các cơ quan cần nhiều oxi như não và tim, dẫn đến tử vong nếu nồng độ CO cao.

2. Nguồn phát sinh và cách phòng tránh

- **Nguồn phát sinh:** CO sinh ra chủ yếu từ sự cháy không hoàn toàn của các hợp chất chứa cacbon như than, củi, xăng, dầu, khí gas... trong điều kiện thiếu oxi. Ví dụ: khí thải động cơ, khói từ bếp than, lò sưởi, cháy rừng...
- **Triệu chứng ngộ độc:** Nhức đầu, chóng mặt, buồn nôn, khó thở, tức ngực, lú lẫn, mất ý thức.
- **Phòng tránh:**

1. Không đốt than, củi, nổ máy xe trong phòng kín, không gian hẹp.
2. Sử dụng các thiết bị sưởi, bếp gas đúng cách, đảm bảo thông gió tốt.
3. Khi có người bị ngộ độc, cần nhanh chóng đưa nạn nhân ra nơi thoáng khí và gọi cấp cứu ngay lập tức.

V. Ứng dụng

Mặc dù độc, CO có nhiều ứng dụng quan trọng trong công nghiệp:

Lĩnh vực	Ứng dụng cụ thể
Nhiên liệu	CO là thành phần chính của nhiều loại khí nhiên liệu như khí than ướt, khí lò gas. Phản ứng cháy của CO tỏa nhiều nhiệt, cung cấp năng lượng cho các quy trình công nghiệp.
Luyện kim	Dùng làm chất khử để điều chế kim loại từ quặng oxit. Ứng dụng quan trọng nhất là trong lò cao để sản xuất gang từ quặng sắt.
Công nghiệp hóa học	Là nguyên liệu quan trọng để tổng hợp nhiều hợp chất hữu cơ và vô cơ, ví dụ: sản xuất metanol (CH_3OH), axit axetic (CH_3COOH), photgen (COCl_2)...

VI. Điều chế

1. Trong phòng thí nghiệm

Để điều chế một lượng nhỏ CO trong phòng thí nghiệm, người ta đun nóng axit fomic (HCOOH) với xúc tác là axit sunfuric đặc.

- **Phương trình hóa học:** $\text{HCOOH} \xrightarrow[\text{đặc, } t^\circ]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- **Giải thích:** H_2SO_4 đặc có vai trò là chất hút nước, tách phân tử nước ra khỏi HCOOH.

2. Trong công nghiệp

a. Sản xuất khí than ướt

Cho hơi nước đi qua than nung đỏ ở nhiệt độ khoảng 1050°C .

- **Phương trình hóa học:** $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{hơi}) \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$
- **Sản phẩm:** Hỗn hợp khí thu được gọi là khí than ướt, chứa chủ yếu là CO và H_2 . Cả hai khí này đều cháy được và tỏa nhiều nhiệt.

b. Sản xuất khí lò gas (khí than khô)

Thổi không khí (chứa O_2 và N_2) qua than nung đỏ trong các lò gas.

- **Giai đoạn 1:** Cacbon cháy trong không khí tạo ra CO_2 .
$$\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CO}_2$$
- **Giai đoạn 2:** CO_2 đi lên phía trên, gặp lớp than nung đỏ và bị khử thành CO.
$$\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CO}$$
- **Sản phẩm:** Hỗn hợp khí thu được gọi là khí lò gas, thành phần chính gồm CO, N_2 và một ít CO_2 . Hỗn hợp này có nhiệt cháy thấp hơn khí than ướt do

chứa nhiều N_2 không cháy.

VIDOCU.COM