

Chuyên đề Amoniac và Muối Amoni

PHẦN I. AMONIAC (NH_3)

1. Cấu tạo phân tử

Công thức phân tử: NH_3

Công thức cấu tạo: Phân tử amoniac có cấu trúc hình chóp tam giác, với nguyên tử Nitơ ở đỉnh và ba nguyên tử Hidro ở đáy. Nguyên tử Nitơ còn một cặp electron tự do chưa liên kết. Cặp electron này quyết định tính bazơ đặc trưng của amoniac.

- Liên kết N-H là liên kết cộng hóa trị có cực, nguyên tử Nitơ có độ âm điện lớn hơn nên cặp electron dùng chung lệch về phía Nitơ.
- Do cấu trúc không đối xứng, phân tử NH_3 là phân tử có cực.

2. Tính chất vật lí

- Là chất khí không màu, có mùi khai và xốc, rất độc.
- Nhẹ hơn không khí ($d = 17/29 \approx 0,59$).
- Tan rất nhiều trong nước do phân tử NH_3 phân cực và có khả năng tạo liên kết hidro với phân tử nước. Ở điều kiện thường, 1 lít nước có thể hòa tan khoảng 800 lít khí amoniac.
- Dung dịch amoniac đậm đặc trong nước được gọi là dung dịch amoniac, có nồng độ khoảng 25%.

3. Tính chất hóa học

Do trên nguyên tử N còn cặp electron tự do và số oxi hóa của N là -3 (thấp nhất), amoniac thể hiện hai tính chất hóa học đặc trưng: tính bazơ yếu và tính khử.

a. Tính bazơ yếu

Cặp electron tự do trên nguyên tử Nitơ có khả năng nhận proton (H^+), thể hiện tính bazơ.

Tác dụng với nước:

- **Phương trình:** $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
- **Giải thích:** Khi tan trong nước, một phần nhỏ các phân tử amoniac phản ứng với nước tạo ra ion amoni (NH_4^+) và ion hidroxit (OH^-). Ion OH^- làm cho dung dịch có tính bazơ.
- **Ví dụ 1:** Dung dịch amoniac làm quỳ tím ẩm chuyển sang màu xanh.
- **Ví dụ 2:** Dung dịch amoniac làm dung dịch phenolphthalein không màu chuyển sang màu hồng.

Tác dụng với axit:

- **Phương trình tổng quát:** $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$
- **Giải thích:** Amoniac dễ dàng phản ứng với các axit để tạo thành muối amoni.
- **Ví dụ 1:** Thí nghiệm cho hai đĩa thủy tinh nhúng vào dung dịch HCl đặc và NH_3 đặc lại gần nhau, sẽ thấy xuất hiện khói trắng là các hạt NH_4Cl rắn.

- **Phương trình:** $\text{NH}_3(\text{khí}) + \text{HCl}(\text{khí}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{rắn})$
- **Ví dụ 2:** Cho khí amoniac tác dụng với axit sunfuric.
- **Phương trình:** $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Tác dụng với dung dịch muối:

- **Giải thích:** Dung dịch amoniac có khả năng tạo kết tủa hidroxit với nhiều ion kim loại.
- **Phương trình:** $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NH}_4^+$
- **Ví dụ:** Nhỏ từ từ dung dịch NH_3 vào dung dịch nhôm clorua (AlCl_3) sẽ thấy xuất hiện kết tủa keo trắng $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- **Phương trình:** $\text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$

b. Tính khử

Trong amoniac, Nitơ có số oxi hóa -3, là số oxi hóa thấp nhất. Do đó, khi tham gia phản ứng oxi hóa-khử, amoniac thể hiện tính khử, số oxi hóa của N sẽ tăng lên (0, +1, +2...).

Tác dụng với oxi:

- **Khi đốt trong oxi (không xúc tác):** Amoniac cháy với ngọn lửa màu vàng, tạo ra khí nitơ và hơi nước.
- **Phương trình:** $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{nhiệt độ}} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- **Khi đốt trong oxi có xúc tác (Pt, 850-900°C):** Phản ứng tạo ra khí nitơ monooxit (NO) và nước. Đây là phản ứng quan trọng trong công nghiệp sản xuất axit nitric.

- **Phương trình:** $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow (\text{Pt}, 850-900^\circ\text{C}) 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$

Tác dụng với một số oxit kim loại:

- **Giải thích:** Ở nhiệt độ cao, amoniac có thể khử một số oxit kim loại (như CuO, PbO) về kim loại tương ứng.
- **Phương trình:** $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \rightarrow (\text{nhiệt độ}) 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- **Ví dụ:** Dẫn khí amoniac qua bột đồng(II) oxit (màu đen) nung nóng, bột rắn sẽ chuyển dần sang màu đỏ của kim loại đồng.

4. Điều chế

a. Trong phòng thí nghiệm

- **Nguyên tắc:** Đun nóng muối amoni với dung dịch kiềm mạnh.
- **Phương trình:** $2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{rắn}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{rắn}) \rightarrow (\text{nhiệt độ}) \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- **Cách thu khí:** Khí NH_3 nhẹ hơn không khí nên được thu bằng phương pháp đẩy không khí (úp ngược bình thu). Để làm khô khí, người ta dùng vôi sống (CaO) mà không dùng H_2SO_4 đặc vì H_2SO_4 phản ứng với NH_3 .

b. Trong công nghiệp

- **Nguyên tắc:** Tổng hợp từ nitơ và hidro theo quy trình Haber-Bosch.
- **Phương trình:** $\text{N}_2(\text{k}) + 3\text{H}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{k}), \Delta H = -92 \text{ kJ}$
- **Điều kiện phản ứng tối ưu:**

1. **Nhiệt độ:** $450 - 500^\circ\text{C}$.

2. **Áp suất:** 200 - 300 atm.

3. **Chất xúc tác:** Bột sắt (Fe) được trộn thêm các oxit như Al_2O_3 , K_2O .

5. Ứng dụng

- Phần lớn amoniac được dùng để sản xuất phân đạm (phân ure $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, amoni nitrat NH_4NO_3 , amoni sunfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).
- Sản xuất axit nitric (HNO_3), một hóa chất cơ bản quan trọng.
- Điều chế hidrazin (N_2H_4) làm nhiên liệu cho tên lửa.
- Amoni lỏng được dùng làm chất làm lạnh trong các thiết bị lạnh công nghiệp.
- Dung dịch amoniac còn được dùng làm chất tẩy rửa.

PHẦN II. MUỐI AMONI

1. Khái niệm và cấu trúc

Khái niệm: Muối amoni là hợp chất ion được tạo thành từ cation amoni (NH_4^+) và anion gốc axit (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- ...).

Cấu trúc ion NH_4^+ : Ion amoni có cấu trúc hình tứ diện đều, trong đó nguyên tử Nitơ ở trung tâm liên kết với bốn nguyên tử Hidro bằng liên kết cộng hóa trị.

2. Tính chất vật lí

- Tất cả các muối amoni đều là chất tinh thể, không màu, có cấu trúc ion.
- Hầu hết các muối amoni đều tan tốt trong nước.
- Khi tan trong nước, chúng điện li hoàn toàn ra ion.

- **Ví dụ 1:** $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
- **Ví dụ 2:** $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}$

3. Tính chất hóa học

a. Tác dụng với dung dịch kiềm

Đây là phản ứng đặc trưng để nhận biết ion amoni.

- **Giải thích:** Muối amoni tác dụng với dung dịch kiềm mạnh, đun nóng nhẹ sẽ giải phóng khí amoniac có mùi khai.
- **Phương trình ion rút gọn:** $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\text{nhiệt độ}} \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- **Ví dụ 1:** Cho dung dịch NaOH vào dung dịch amoni clorua và đun nóng.
- **Phương trình:** $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{nhiệt độ}} \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- **Ví dụ 2:** Phản ứng của amoni sunfat và kali hidroxit.
- **Phương trình:** $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \xrightarrow{\text{nhiệt độ}} \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

b. Phản ứng nhiệt phân

Các muối amoni dễ bị nhiệt phân hủy. Sản phẩm của phản ứng phụ thuộc vào bản chất của gốc axit tạo muối.

Loại muối amoni	Bản chất gốc axit	Sản phẩm nhiệt phân	Ví dụ
Muối tạo bởi axit dễ bay hơi, không có tính oxi hóa	Gốc Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- ...	Phân hủy thành NH_3 và axit tương ứng.	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{k}) + \text{HCl}(\text{k})$ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{r}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{h})$
Muối tạo bởi axit có tính oxi hóa mạnh	Gốc NO_2^- , NO_3^- ...	Phân hủy thành N_2 hoặc N_2O và H_2O . Nitơ trong NH_4^+ bị oxi hóa.	$\text{NH}_4\text{NO}_2(\text{r}) \rightarrow (\text{nhiệt độ}) \text{N}_2(\text{k}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{r}) \rightarrow (\text{nhiệt độ}) \text{N}_2\text{O}(\text{k}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ (Khí cười)

4. Nhận biết ion amoni (NH_4^+)

- **Thuốc thử:** Dung dịch kiềm mạnh như NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$...
- **Cách tiến hành:** Cho từ từ dung dịch kiềm vào dung dịch chứa ion NH_4^+ , sau đó đun nóng nhẹ hỗn hợp.
- **Hiện tượng:** Có khí mùi khai đặc trưng (NH_3) thoát ra. Đưa một mẫu giấy quỳ tím ẩm lên miệng ống nghiệm, giấy quỳ sẽ chuyển sang màu xanh.
- **Phương trình hóa học:** $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow (\text{nhiệt độ}) \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- **Ví dụ:** Để phân biệt dung dịch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ và dung dịch Na_2SO_4 , ta cho vào mỗi mẫu thử một ít dung dịch NaOH và đun nóng. Mẫu thử nào có khí mùi

khai thoát ra làm xanh quỳ tím ẩm là $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

VIDOCU.COM