

Bài
11

AMONIAC VÀ MUỐI AMONI

- Biết được tính chất vật lí, hoá học của amoniac (NH_3) và muối amoni.
- Biết rõ vai trò quan trọng của amoniac và muối amoni trong đời sống và trong sản xuất.
- Vận dụng nguyên lí chuyển dịch cân bằng để giải thích các điều kiện của phản ứng tổng hợp amoniac từ nitơ và hiđro.

A. AMONIAC

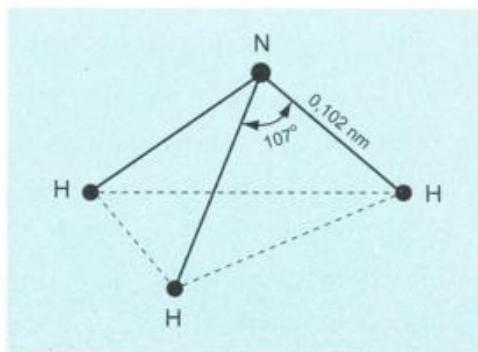
I - CẤU TẠO PHÂN TỬ

Do có ba electron độc thân, nên nguyên tử nitơ trong phân tử amoniac tạo thành ba liên kết cộng hoá trị với ba nguyên tử hiđro.

Phân tử NH_3 có cấu tạo hình chóp, với nguyên tử nitơ ở đỉnh, đây là một tam giác mà đỉnh là ba nguyên tử hiđro (hình 2.2). Ba liên kết N – H đều là liên kết cộng hoá trị có cực, các cặp electron chung đều lệch về phía nguyên tử nitơ. Do đó, NH_3 là phân tử có cực : ở N có dư điện tích âm, ở các nguyên tử H có dư điện tích dương.



Công thức electron Công thức cấu tạo



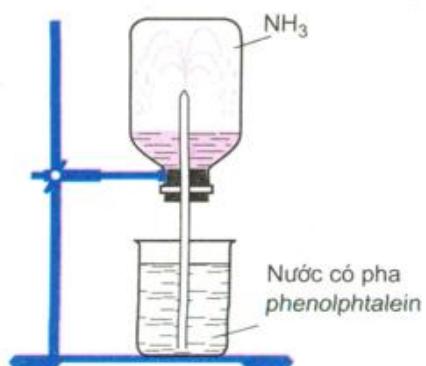
Hình 2.2. Sơ đồ cấu tạo của phân tử amoniac

II - TÍNH CHẤT VẬT LÍ

- Amoniac là chất khí không màu, mùi khai và sặc, nhẹ hơn không khí nên có thể thu khí NH_3 bằng cách đẩy không khí (úp ngược bình).

- Khí NH_3 tan rất nhiều trong nước : 1 lít nước ở 20°C hoà tan được khoảng 800 lít khí NH_3 . Thí nghiệm ở hình 2.3 chứng minh tính tan nhiều của NH_3 trong nước. Do tan nhiều trong nước, áp suất của khí NH_3 trong bình giảm đột ngột, nước trong cốc bị hút vào bình qua ống thuỷ tinh vuốt nhọn, phun thành các tia nước có màu hồng.

- Amoniac tan trong nước tạo thành dung dịch amoniac. Dung dịch amoniac đậm đặc thường có nồng độ 25% ($D = 0,91 \text{ g/cm}^3$).



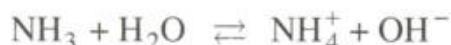
Hình 2.3. Thí nghiệm về tính tan nhiều của NH_3 trong nước

III - TÍNH CHẤT HÓA HỌC

1. Tính bazơ yếu

a) Tác dụng với nước

Khi tan trong nước, một phần nhỏ các phân tử amoniac kết hợp với ion H^+ của nước, tạo thành ion amoni (NH_4^+) và giải phóng ion hiđroxit (OH^-) :

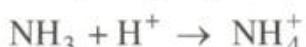


Ion OH^- làm cho dung dịch có tính bazơ, tuy nhiên so với dung dịch kiềm mạnh (thí dụ NaOH) cùng nồng độ, thì nồng độ ion OH^- do NH_3 tạo thành nhỏ hơn nhiều.

Trong dung dịch, **amoniac là một bazơ yếu** : ở 25°C , hằng số phân li bazơ $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$. Dung dịch amoniac làm cho phenolphthalein từ không màu chuyển sang màu hồng, quỳ tím chuyển sang màu xanh. Lợi dụng tính chất này người ta **dùng giấy quỳ tím ẩm để nhận ra khí amoniac**

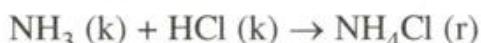
b) Tác dụng với axit

Amoniac (dạng khí cũng như dung dịch) kết hợp dễ dàng với axit tạo thành muối amoni.



Hình 2.4. Sự tạo thành "khói" amoni clorua

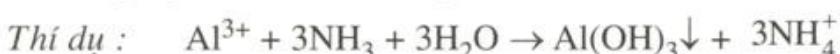
Khi đặt hai bình mở nút đựng dung dịch HCl đặc và NH₃ đặc gần nhau thì thấy có "khói" màu trắng tạo thành (hình 2.4). "Khói" là những hạt nhỏ li ti của tinh thể muối amoni clorua (NH₄Cl). Muối này được tạo thành do khí amoniac và khí hiđro clorua hóa hợp với nhau :



Phản ứng này cũng được sử dụng để nhận ra khí amoniac.

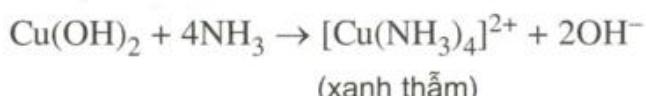
c) Tác dụng với dung dịch muối

Dung dịch amoniac có khả năng làm kết tủa nhiều hiđroxít kim loại khi tác dụng với dung dịch muối của chúng.



2. Khả năng tạo phức

Dung dịch amoniac có khả năng hoà tan hiđroxít hay muối ít tan của một số kim loại, tạo thành các dung dịch **phức chất**.

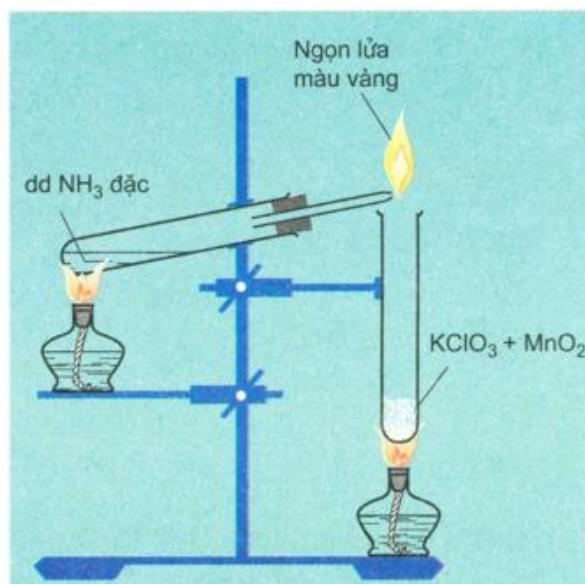
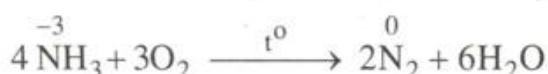


Sự tạo thành các ion phức $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, ... xảy ra do các phân tử amoniac kết hợp với các ion Cu^{2+} , Ag^+ , ... bằng các liên kết cho – nhận giữa cặp electron chưa sử dụng của nguyên tử nitơ với orbital trống của ion kim loại.

3. Tính khử

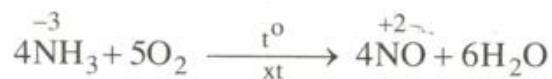
a) Tác dụng với oxi

Khi đốt trong khí oxi, amoniac cháy với ngọn lửa màu vàng, tạo ra khí nitơ và hơi nước (hình 2.5).



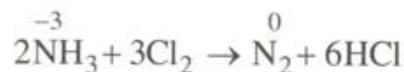
Hình 2.5. Khí amoniac cháy trong khí oxi

Khi đốt amoniac trong oxi không khí có mặt chất xúc tác thì tạo ra khí NO và nước :



b) Tác dụng với clo

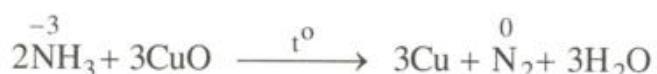
Dẫn khí NH_3 vào bình chứa khí clo, NH_3 tự bốc cháy tạo ra ngọn lửa có "khói" trắng.



"Khói" trắng là những hạt NH_4Cl sinh ra do khí HCl vừa tạo thành hoá hợp với NH_3 .

c) Tác dụng với oxit kim loại

Khi đun nóng, NH_3 có thể khử một số oxit kim loại thành kim loại, chẳng hạn NH_3 khử CuO màu đen tạo ra Cu màu đỏ, nước và khí N_2 .



IV - ÚNG DỤNG

Amoniac được sử dụng để sản xuất axit nitric ; các loại phân đạm như urê $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,... ; điều chế hiđrazin (N_2H_4) làm nhiên liệu cho tên lửa. Amoniac lỏng được dùng làm chất gây lạnh trong máy lạnh.

V - ĐIỀU CHẾ

1. Trong phòng thí nghiệm

Khí amoniac được điều chế bằng cách cho muối amoni tác dụng với chất kiềm khi đun nóng nhẹ.

Thí dụ :



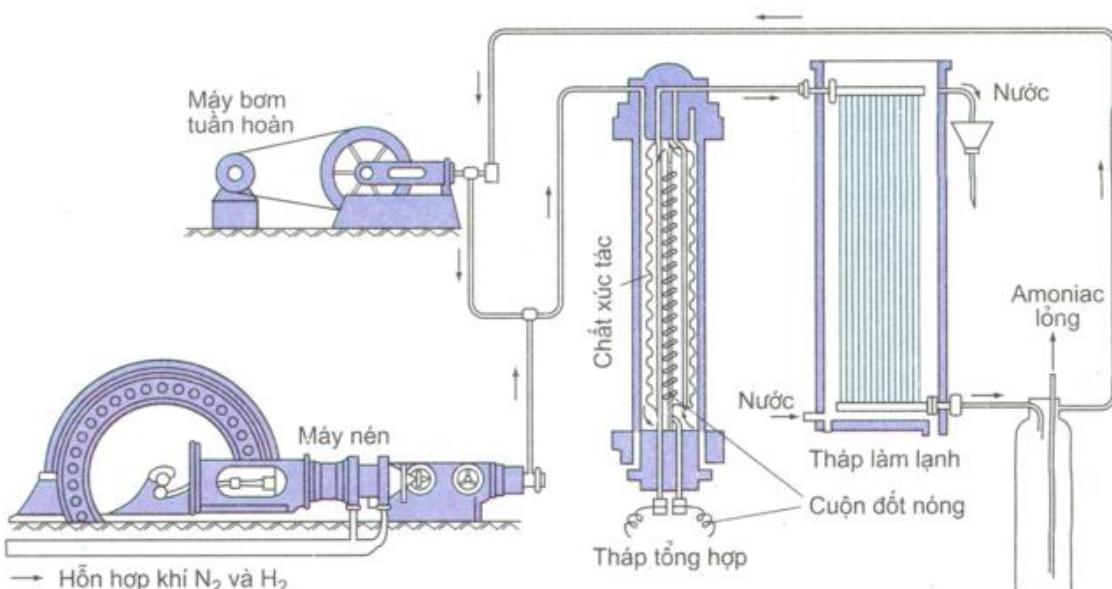
Muốn điều chế nhanh một lượng nhỏ khí amoniac, người ta thường đun nóng dung dịch amoniac đậm đặc. Để làm khô khí, cho khí NH_3 vừa được tạo thành có lăn hơi nước đi qua bình đựng vôi sống (CaO).

2. Trong công nghiệp

Amoniac được tổng hợp từ khí nitơ và khí hiđro theo phản ứng :



Đây là phản ứng thuận nghịch và toả nhiệt. Theo nguyên lý chuyển dịch cân bằng Lơ Sa-tơ-li-ê, muốn cho cân bằng chuyển dịch về phía tạo thành amoniac cần phải hạ nhiệt độ và tăng áp suất. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ thấp quá thì phản ứng xảy ra rất chậm và nếu áp suất cao quá thì đòi hỏi thiết bị công kềnh và phức tạp. Trên thực tế, người ta thường thực hiện phản ứng ở nhiệt độ khoảng $450 - 500^\circ\text{C}$, áp suất khoảng $200 - 300 \text{ atm}$ và dùng chất xúc tác là sắt kim loại được trộn thêm Al_2O_3, K_2O, \dots để làm cho cân bằng nhanh chóng được thiết lập. Ở các điều kiện như trên, hiệu suất chuyển hóa thành NH_3 cũng chỉ đạt tới $20 - 25\%$.



Hình 2.6. Sơ đồ thiết bị tổng hợp amoniac trong công nghiệp

Hỗn hợp khí N_2 và H_2 (tỉ lệ mol 1 : 3) được nén ở áp suất cao và đưa vào tháp tổng hợp (hình 2.6). Trong tháp này, amoniac được tạo thành ở các điều kiện nhiệt độ, áp suất và chất xúc tác thích hợp đã nêu ở trên. Hỗn hợp khí đi ra từ tháp tổng hợp (gồm có N_2 , H_2 và NH_3) được dẫn đến tháp làm lạnh. Ở đây, khí amoniac hoá lỏng và được tách riêng ra, còn hỗn hợp khí N_2 và H_2 chưa phản ứng được đưa trở lại tháp tổng hợp.

B. MUỐI AMONI

I - TÍNH CHẤT VẬT LÍ

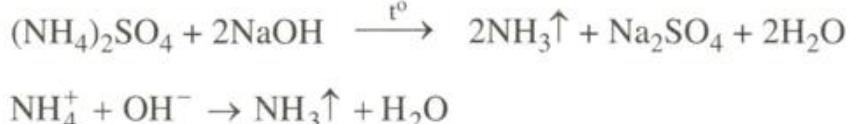
Muối amoni là những chất tinh thể ion, gồm cation amoni (NH_4^+) và anion gốc axit. Tất cả các muối amoni đều dễ tan trong nước và khi tan điện li hoàn toàn thành các ion. Ion NH_4^+ không có màu.

II - TÍNH CHẤT HÓA HỌC

1. Tác dụng với dung dịch kiềm

Dung dịch đậm đặc của muối amoni tác dụng với dung dịch kiềm khi đun nóng sẽ cho khí NH_3 bay ra.

Thí dụ :



Ion NH_4^+ nhường H^+ cho ion OH^- , vậy **trong dung dịch ion NH_4^+ là một axit**.

Phản ứng này được sử dụng để **nhận biết ion NH_4^+** .

Ngoài ra, muối amoni còn có thể tham gia phản ứng trao đổi với dung dịch các muối khác.

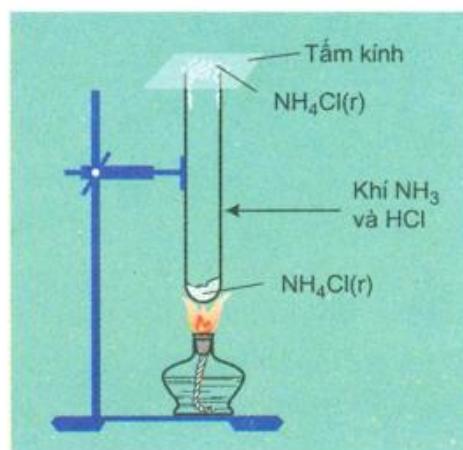
2. Phản ứng nhiệt phân

Khi đun nóng, các muối amoni dễ bị nhiệt phân huỷ, tạo ra các sản phẩm khác nhau. Sản phẩm của sự phân huỷ được quyết định chủ yếu bởi bản chất của gốc axit tạo nên muối.

- Muối amoni chứa gốc của axit không có tính oxi hoá khi đun nóng bị phân huỷ thành amoniac.

Thí dụ :

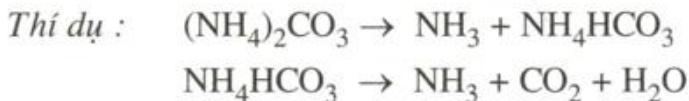
Tinh thể NH_4Cl được đun nóng trong ống nghiệm (hình 2.7) sẽ phân huỷ thành khí NH_3 và khí HCl :



Hình 2.7. Sự phân huỷ của NH_4Cl

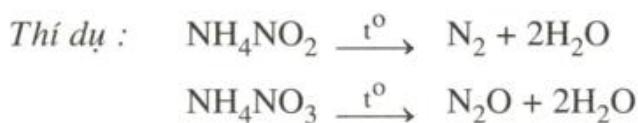
Khi bay lên miệng ống nghiệm gặp nhiệt độ thấp hơn, hai khí này hoá hợp với nhau tạo lại tinh thể NH_4Cl màu trắng bám lên thành ống.

Các muối amoni cacbonat và amoni hiđrocacbonat bị phân huỷ chậm ngay ở nhiệt độ thường, giải phóng khí NH_3 và khí CO_2 .



Trong thực tế người ta thường dùng muối NH_4HCO_3 để làm xốp bánh.

• Muối amoni chứa gốc của axit có tính oxi hoá như axit nitơ, axit nitric khi bị nhiệt phân cho ra N_2 , N_2O (đinitơ oxit) và nước.



Những phản ứng này được sử dụng để điều chế các khí N_2 và N_2O trong phòng thí nghiệm.

BÀI TẬP

- Mô tả và giải thích hiện tượng xảy ra trong thí nghiệm chứng minh amoniac tan nhiều trong nước.
- Có 5 bình đựng riêng biệt 5 chất khí : N_2 , O_2 , NH_3 , Cl_2 và CO_2 . Hãy đưa ra một thí nghiệm đơn giản để nhận ra bình đựng khí NH_3 .
- Nêu tính chất hoá học đặc trưng và những ứng dụng của amoniac. Tại sao người ta nói amoniac là một bazơ yếu ?
- Dung dịch amoniac có thể hoà tan được Zn(OH)_2 là do
 - Zn(OH)_2 là hiđroxít lưỡng tính.
 - Zn(OH)_2 là một bazơ ít tan.
 - Zn(OH)_2 có khả năng tạo thành phức chất tan, tương tự như Cu(OH)_2 .
 - NH_3 là một hợp chất có cực và là một bazơ yếu.
- Viết phương trình hoá học của các phản ứng thực hiện sơ đồ chuyển hoá sau :



- Cho cân bằng hoá học :



Cân bằng trên sẽ chuyển dịch theo chiều nào (có giải thích) khi :

- a) tăng nhiệt độ ;
 - b) hoá lỏng amoniac để tách amoniac ra khỏi hỗn hợp phản ứng ;
 - c) giảm thể tích của hệ phản ứng.
7. Có thể phân biệt muối amoni với các muối khác bằng cách cho nó tác dụng với dung dịch kiềm, vì khi đó
- A. thoát ra một chất khí màu lục nhạt.
 - B. thoát ra một chất khí không màu, mùi khai, làm xanh giấy quỳ tím ẩm.
 - C. thoát ra một chất khí màu nâu đỏ, làm xanh giấy quỳ tím ẩm.
 - D. thoát ra chất khí không màu, không mùi.
- 8*. Người ta có thể sản xuất amoniac để điều chế urê bằng cách chuyển hóa có xúc tác một hỗn hợp gồm không khí, hơi nước và khí metan (thành phần chính của khí thiên nhiên).
- Phản ứng điều chế H_2 và CO_2 : $CH_4 + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 4H_2$ (1)
- Phản ứng thu N_2 (từ không khí) và CO_2 : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ (2)
- Phản ứng tổng hợp NH_3 : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
- Để sản xuất khí amoniac, nếu lấy $841,7\text{ m}^3$ không khí (chứa $21,03\% O_2$, $78,02\% N_2$, còn lại là khí hiếm), thì cần phải lấy bao nhiêu m^3 khí metan và bao nhiêu m^3 hơi nước để có đủ lượng N_2 và H_2 theo tỉ lệ $1 : 3$ về thể tích dùng cho phản ứng tổng hợp amoniac. Giải thiết các phản ứng (1) và (2) đều xảy ra hoàn toàn và các thể tích khí được đo ở cùng điều kiện.