

## Bài 6

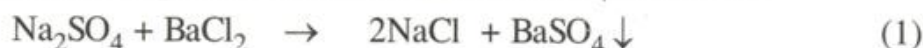
# PHẢN ỨNG TRAO ĐỔI ION TRONG DUNG DỊCH CÁC CHẤT ĐIỆN LI

- Hiểu bản chất và điều kiện xảy ra phản ứng trao đổi ion trong dung dịch các chất điện li.
- Viết được phương trình ion rút gọn của phản ứng trong dung dịch các chất điện li.

## I – ĐIỀU KIỆN XẢY RA PHẢN ỨNG TRAO ĐỔI ION TRONG DUNG DỊCH CÁC CHẤT ĐIỆN LI

### 1. Phản ứng tạo thành chất kết tủa

*Thí nghiệm* : Nhỏ dung dịch natri sunfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) vào ống nghiệm đựng dung dịch bari clorua ( $\text{BaCl}_2$ ) thấy kết tủa trắng của  $\text{BaSO}_4$  xuất hiện :



*Giải thích* :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  và  $\text{BaCl}_2$  đều dễ tan và phân li mạnh trong nước :



Trong số bốn ion được phân li ra chỉ có các ion  $\text{Ba}^{2+}$  và  $\text{SO}_4^{2-}$  kết hợp được với nhau tạo thành chất kết tủa là  $\text{BaSO}_4$  (hình 1.6), nên thực chất phản ứng trong dung dịch là :

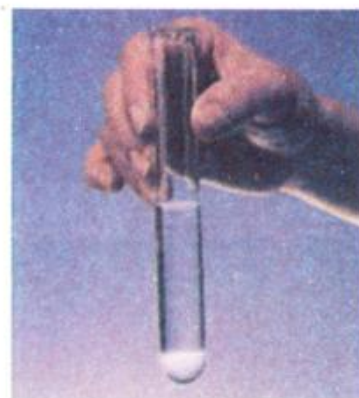


Phương trình (2) được gọi là **phương trình ion rút gọn** của phản ứng (1).

**Phương trình ion rút gọn cho biết bản chất của phản ứng trong dung dịch các chất điện li.**

Cách chuyển phương trình hoá học dưới dạng phân tử thành phương trình ion rút gọn như sau :

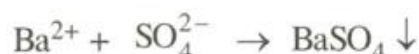
- Chuyển tất cả các chất vừa dễ tan vừa điện li mạnh thành ion, các chất khí, kết tủa, điện li yếu để nguyên dạng phân tử. Phương trình thu được là phương trình ion đầy đủ, *thí dụ* đối với phản ứng (1) ta có :



Hình 1.6. Chất kết tủa  $\text{BaSO}_4$



- Lược bỏ những ion không tham gia phản ứng, ta được phương trình ion rút gọn :

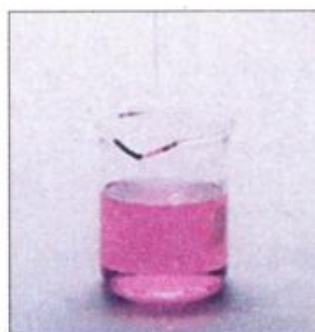


Từ phương trình này ta thấy rằng, muốn điều chế  $\text{BaSO}_4$  cần trộn hai dung dịch, một dung dịch chứa ion  $\text{Ba}^{2+}$  và dung dịch kia chứa ion  $\text{SO}_4^{2-}$ .

## 2. Phản ứng tạo thành chất điện li yếu

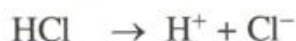
### a) Phản ứng tạo thành nước

*Thí nghiệm* : Chuẩn bị một cốc đựng 25 ml dung dịch  $\text{NaOH}$  0,10M. Nhỏ vào đó vài giọt dung dịch phenolphtalein. Dung dịch có màu hồng (hình 1.7). Rót từ từ dung dịch  $\text{HCl}$  0,10M vào cốc trên, vừa rót vừa khuấy cho đến khi mất màu. Phản ứng như sau :  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$



Hình 1.7. Màu của phenolphtalein trong môi trường kiềm

*Giải thích* :  $\text{NaOH}$  và  $\text{HCl}$  đều dễ tan và phân li mạnh trong nước :



Các ion  $\text{OH}^-$  trong dung dịch  $\text{NaOH}$  làm cho phenolphtalein chuyển sang màu hồng. Khi cho dung dịch  $\text{HCl}$  vào dung dịch  $\text{NaOH}$ , chỉ có các ion  $\text{H}^+$  của  $\text{HCl}$  phản ứng với các ion  $\text{OH}^-$  của  $\text{NaOH}$  tạo thành chất điện li rất yếu là  $\text{H}_2\text{O}$ . Phương trình ion rút gọn là :  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Khi màu của dung dịch trong cốc mất, đó là lúc các ion  $\text{H}^+$  của  $\text{HCl}$  đã phản ứng hết với các ion  $\text{OH}^-$  của  $\text{NaOH}$ .

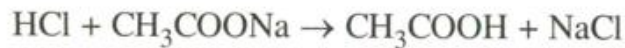
Phản ứng giữa dung dịch axit và hidroxit có tính bazơ rất dễ xảy ra vì tạo thành chất điện li rất yếu là  $\text{H}_2\text{O}$ .

Chẳng hạn,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ít tan trong nước, nhưng dễ dàng tan trong dung dịch axit mạnh :

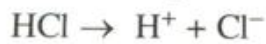


### b) Phản ứng tạo thành axit yếu

*Thí nghiệm* : Nhỏ dung dịch  $\text{HCl}$  vào ống nghiệm đựng dung dịch  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , axit yếu  $\text{CH}_3\text{COOH}$  sẽ tạo thành.



*Giải thích* : HCl và CH<sub>3</sub>COONa là các chất dễ tan và phân li mạnh :



Trong dung dịch, các ion H<sup>+</sup> sẽ kết hợp với các ion CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> tạo thành chất điện li yếu là CH<sub>3</sub>COOH (mùi giấm). Phương trình ion rút gọn :



### 3. Phản ứng tạo thành chất khí

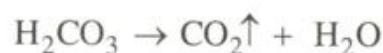
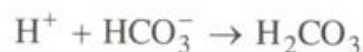
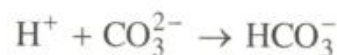
*Thí nghiệm* : Rót dung dịch HCl vào cốc đựng dung dịch Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ta thấy có bọt khí thoát ra :



*Giải thích* : HCl và Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> đều dễ tan và phân li mạnh :



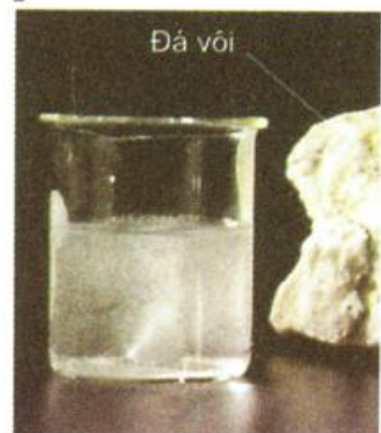
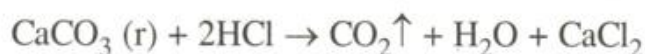
Các ion H<sup>+</sup> và CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> trong dung dịch kết hợp với nhau tạo thành axit yếu là H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Axit này không bền bị phân huỷ ra CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O :



Phương trình ion rút gọn :

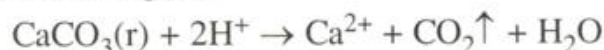


Phản ứng giữa muối cacbonat và dung dịch axit rất dễ xảy ra, vì vừa tạo thành chất điện li rất yếu là H<sub>2</sub>O, vừa tạo ra chất khí CO<sub>2</sub> tách khỏi môi trường phản ứng. Chẳng hạn, các muối cacbonat ít tan trong nước, nhưng dễ tan trong các dung dịch axit. *Thí dụ*, đá vôi (CaCO<sub>3</sub>) rất dễ tan trong dung dịch HCl (hình 1.8).



**Hình 1.8.** Phản ứng tạo thành chất khí CO<sub>2</sub>

Phương trình ion rút gọn :



**Kết luận :**

a) Phản ứng xảy ra trong dung dịch các chất điện li là phản ứng giữa các ion.  
b) Phản ứng trao đổi ion trong dung dịch các chất điện li chỉ xảy ra khi các ion kết hợp được với nhau tạo thành ít nhất một trong các chất sau :

- Chất kết tủa.
- Chất điện li yếu.
- Chất khí.

## II - PHẢN ỨNG THUYẾT PHÂN CỦA MUỐI

### 1. Khái niệm sự thủy phân của muối

Nước nguyên chất có pH = 7,0 nhưng nhiều muối khi tan trong nước làm cho pH biến đổi, điều đó chứng tỏ muối đã tham gia phản ứng trao đổi ion với nước làm cho nồng độ  $\text{H}^+$  trong nước biến đổi. **Phản ứng trao đổi ion giữa muối và nước là phản ứng thủy phân của muối.**

### 2. Phản ứng thủy phân của muối

*Thí dụ 1:* Khi xác định pH của dung dịch  $\text{CH}_3\text{COONa}$  trong nước, ta thấy pH > 7,0. Điều này được giải thích như sau :  $\text{CH}_3\text{COONa}$  tan trong nước phân li ra ion theo phương trình  $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ . Anion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  phản ứng với  $\text{H}_2\text{O}$  tạo ra chất điện li yếu  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Phương trình ion rút gọn :



Các anion  $\text{OH}^-$  được giải phóng, nên môi trường có pH > 7,0. Sản phẩm phản ứng là axit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) và bazơ ( $\text{OH}^-$ ), do đó có phản ứng ngược lại. Cation  $\text{Na}^+$  trong muối  $\text{CH}_3\text{COONa}$  là cation của bazơ mạnh ( $\text{NaOH}$ ), nên không phản ứng với nước.

*Thí dụ 2:* pH của dung dịch  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  nhỏ hơn 7,0 vì cation  $\text{Fe}^{3+}$  được tạo ra do sự điện li của  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  tác dụng với  $\text{H}_2\text{O}$  tạo thành chất điện li yếu là  $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$  và giải phóng các ion  $\text{H}^+$  :



Nồng độ  $\text{H}^+$  tăng lên, nên dung dịch có pH < 7,0. Phản ứng là thuận nghịch vì  $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$  là bazơ, còn  $\text{H}^+$  là axit, nên có phản ứng ngược lại. Ion  $\text{NO}_3^-$  là gốc của axit mạnh ( $\text{HNO}_3$ ), nên không phản ứng với nước.

*Thí dụ 3* : Khi hoà tan  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  trong nước, cả hai ion  $\text{Pb}^{2+}$  và  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  đều bị thuỷ phân. Môi trường là axit hay kiềm phụ thuộc vào độ thuỷ phân của hai ion.

*Thí dụ 4* : Những muối axit như  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  khi hoà tan trong nước phân li ra các anion  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Các ion này là lưỡng tính. Chúng cũng phản ứng với  $\text{H}_2\text{O}$ , môi trường của dung dịch tùy thuộc vào bản chất của anion.

### **Kết luận :**

a) Khi muối trung hoà tạo bởi cation của bazơ mạnh và anion gốc axit yếu tan trong nước thì gốc axit yếu bị thuỷ phân, môi trường của dung dịch là kiềm ( $\text{pH} > 7,0$ ).

*Thí dụ* :  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ;  $\text{K}_2\text{S}$  ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

b) Khi muối trung hoà tạo bởi cation của bazơ yếu và anion gốc axit mạnh tan trong nước, thì cation của bazơ yếu bị thuỷ phân làm cho dung dịch có tính axit ( $\text{pH} < 7,0$ ).

*Thí dụ* :  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{ZnBr}_2$ .

c) Khi muối trung hoà tạo bởi cation của bazơ mạnh và anion gốc axit mạnh tan trong nước, các ion không bị thuỷ phân, môi trường của dung dịch vẫn trung tính ( $\text{pH} = 7,0$ ).

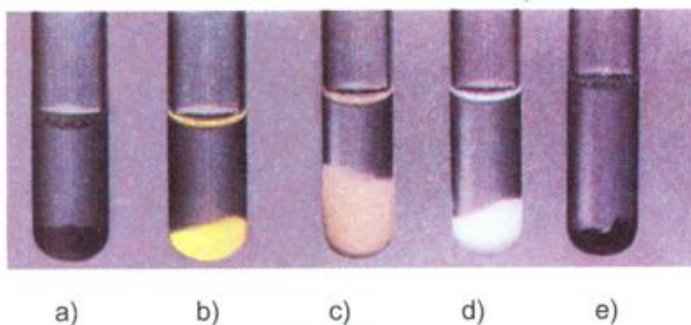
*Thí dụ* :  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KI}$ .

d) Khi muối trung hoà tạo bởi cation của bazơ yếu và anion gốc axit yếu tan trong nước, cả cation và anion đều bị thuỷ phân. Môi trường của dung dịch phụ thuộc vào độ thuỷ phân của hai ion.

## **BÀI TẬP**

1. Điều kiện để xảy ra phản ứng trao đổi ion trong dung dịch các chất điện li là gì ? Lấy các thí dụ minh hoạ.
2. Viết phương trình ion rút gọn của các phản ứng (nếu có) xảy ra trong dung dịch giữa các cặp chất sau :
  - a)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH}$
  - b)  $\text{KNO}_3 + \text{NaCl}$
  - c)  $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH}$
  - d)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{HCl}$
  - e)  $\text{Cu}(\text{OH})_2(r) + \text{HCl}$
  - g)  $\text{FeS}(r) + \text{HCl}$
  - h)  $\text{Cu}(\text{OH})_2(r) + \text{NaOH}(\text{đặc})$
  - i)  $\text{Sn}(\text{OH})_2(r) + \text{H}_2\text{SO}_4$

3. Hãy điều chế kết tủa CuS bằng ba phản ứng trao đổi ion khác nhau xảy ra trong dung dịch. Từ đó rút ra bản chất của phản ứng trong các dung dịch này.
4. Phương trình ion rút gọn của phản ứng cho biết
  - A. những ion nào tồn tại trong dung dịch.
  - B. nồng độ những ion nào trong dung dịch lớn nhất.
  - C. bản chất của phản ứng trong dung dịch các chất điện li.
  - D. không tồn tại các phân tử trong dung dịch các chất điện li.
5. a) Dùng phản ứng hoá học để tách cation  $\text{Ca}^{2+}$  ra khỏi dung dịch chứa  $\text{NaNO}_3$  và  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .  
b) Dùng phản ứng hoá học để tách anion  $\text{Br}^-$  ra khỏi dung dịch chứa  $\text{KBr}$  và  $\text{KNO}_3$ .
6. Một trong các nguyên nhân gây bệnh đau dạ dày là do lượng axit HCl trong dạ dày quá cao. Để giảm bớt lượng axit, người ta thường uống được phẩm Nabica ( $\text{NaHCO}_3$ ). Viết phương trình ion rút gọn của phản ứng xảy ra.
7. Khi nhúng cặp điện cực vào cốc đựng dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  trong bộ dụng cụ như ở hình 1.1 rồi nối các dây dẫn điện với nguồn điện, bóng đèn sáng rõ. Sau khi thêm vào cốc đó một lượng dung dịch  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , bóng đèn sáng yếu đi. Nếu cho dư dung dịch  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  vào, bóng đèn lại sáng rõ. Giải thích.
8. Viết phương trình hoá học dưới dạng phân tử và ion rút gọn của phản ứng trao đổi ion trong dung dịch tạo thành từng kết tủa sau (hình 1.9) :  
a) CuS ;    b) CdS ;    c) MnS ;    d) ZnS ;    e) FeS.



Hình 1.9

9. Dung dịch chất nào dưới đây có môi trường kiềm ?  
A.  $\text{AgNO}_3$  ;    B.  $\text{NaClO}_3$  ;    C.  $\text{K}_2\text{CO}_3$  ;    D.  $\text{SnCl}_2$ .
10. Dung dịch chất nào dưới đây có môi trường axit ?  
A.  $\text{NaNO}_3$  ;    B.  $\text{KClO}_4$  ;    C.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ;    D.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
11. Tính nồng độ  $\text{H}^+$  (mol/l) trong các dung dịch sau :  
a)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,10M ( $K_b$  của  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  là  $5,71 \cdot 10^{-10}$ ) ;  
b)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,10M ( $K_a$  của  $\text{NH}_4^+$  là  $5,56 \cdot 10^{-10}$ ).