

Bài  
4

## SỰ ĐIỆN LI CỦA NƯỚC. pH. CHẤT CHỈ THỊ AXIT - BAZO

- Hiểu tích số ion của nước là gì.
- Hiểu cách đánh giá độ axit và độ kiềm của các dung dịch theo nồng độ ion  $H^+$  và pH.
- Biết màu của một số chất chỉ thị trong dung dịch ở các khoáng pH khác nhau.

### I - NƯỚC LÀ CHẤT ĐIỆN LI RẤT YẾU

#### 1. Sự điện li của nước

Bằng dụng cụ đo nhạy, người ta thấy nước cũng dẫn điện nhưng cực kỳ yếu.  
Nước là chất điện li rất yếu :  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  (1)

#### 2. Tích số ion của nước

Từ phương trình (1) ta có thể viết được biểu thức hằng số cân bằng K của phản ứng :

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Thực nghiệm đã xác định được rằng, ở nhiệt độ thường cứ 555 triệu phân tử nước chỉ có một phân tử phân li ra ion, nên  $[H_2O]$  được coi là hằng số. Từ đó, đặt :

$$K_{H_2O} = K[H_2O] = [H^+].[OH^-]$$

$K_{H_2O}$  được gọi là **tích số ion của nước**, **tích số này là hằng số ở nhiệt độ xác định**.

Ở  $25^\circ C$  :  $K_{H_2O} = [H^+].[OH^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$ , tuy nhiên giá trị này thường được dùng khi nhiệt độ không khác nhiều với  $25^\circ C$

Một cách gần đúng, có thể coi giá trị tích số ion của nước là **hằng số** cả trong **dung dịch loãng** của các **chất khác nhau**.

Vì một phân tử  $H_2O$  phân li ra một ion  $H^+$  và một ion  $OH^-$ , nên trong nước :

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{1,0 \cdot 10^{-14}} = 1,0 \cdot 10^{-7} M$$

Nước có môi trường trung tính, nên có thể định nghĩa :

**Môi trường trung tính là môi trường trong đó  $[H^+] = [OH^-] = 1,0 \cdot 10^{-7} M$ .**

### 3. Ý nghĩa tích số ion của nước

#### a) Môi trường axit

Khi hoà tan axit vào nước, nồng độ  $H^+$  tăng, nên nồng độ  $OH^-$  phải giảm sao cho tích số ion của nước không đổi.

*Thí dụ*, hoà tan axit vào nước để nồng độ  $H^+$  bằng  $1,0 \cdot 10^{-3}$  M thì nồng độ

$OH^-$  là :

$$[OH^-] = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{[H^+]} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,0 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \cdot 10^{-11} M$$

Vậy môi trường axit là môi trường trong đó  $[H^+] > [OH^-]$  hay  $[H^+] > 1,0 \cdot 10^{-7}$  M.

#### b) Môi trường kiềm

Khi hoà tan bazơ vào nước, nồng độ  $OH^-$  tăng, nên nồng độ  $H^+$  phải giảm sao cho tích số ion của nước không đổi. *Thí dụ*, hoà tan bazơ vào nước để nồng độ  $OH^-$  bằng  $1,0 \cdot 10^{-5}$  M thì nồng độ  $H^+$  là :

$$[H^+] = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,0 \cdot 10^{-5}} = 1,0 \cdot 10^{-9} M$$

Vậy môi trường kiềm là môi trường trong đó :  $[H^+] < [OH^-]$  hay  $[H^+] < 1,0 \cdot 10^{-7}$  M.

Những thí dụ trên cho thấy, nếu biết nồng độ  $H^+$  trong dung dịch nước, thì nồng độ  $OH^-$  cũng được xác định và ngược lại. Vì vậy, độ axit và độ kiềm của dung dịch có thể được đánh giá chỉ bằng nồng độ  $H^+$  :

Môi trường trung tính :  $[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-7} M$

Môi trường axit :  $[H^+] > 1,0 \cdot 10^{-7} M$

Môi trường kiềm :  $[H^+] < 1,0 \cdot 10^{-7} M$

## II - KHÁI NIỆM VỀ pH. CHẤT CHỈ THỊ AXIT – BAZO

### 1. Khái niệm về pH

Như đã thấy ở trên, dựa vào nồng độ  $H^+$  trong dung dịch nước có thể đánh giá được độ axit và độ kiềm của dung dịch. Nhưng dung dịch thường dùng có nồng độ  $H^+$  nhỏ, để tránh ghi nồng độ  $H^+$  với số mũ âm, người ta dùng pH với quy ước như sau :

$$[H^+] = 10^{-pH(*)} M. Nếu [H^+] = 10^{-a} M thì pH = a.$$

(\*) Vẽ mặt toán học  $pH = -\lg[H^+]$

- Thí dụ :  $[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-1} M \Rightarrow pH = 1,00$  : môi trường axit.
- $[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-7} M \Rightarrow pH = 7,00$  : môi trường trung tính.
- $[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-11} M \Rightarrow pH = 11,00$  : môi trường kiềm.

Thang pH thường dùng có giá trị từ 1 đến 14.

Giá trị pH có ý nghĩa to lớn trong thực tế. Chẳng hạn, pH của máu người và động vật có giá trị gần như không đổi. Thực vật có thể sinh trưởng bình thường chỉ khi giá trị pH của dung dịch trong đất ở trong khoảng xác định đặc trưng cho mỗi loại cây. Tốc độ ăn mòn kim loại trong nước tự nhiên phụ thuộc rất nhiều vào pH của nước mà kim loại tiếp xúc.

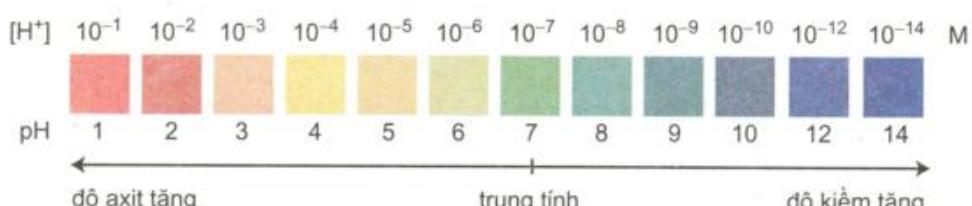
## 2. Chất chỉ thị axit - bazơ

Chất chỉ thị axit-bazơ là chất có màu biến đổi phụ thuộc vào giá trị pH của dung dịch. *Thí dụ*, màu của hai chất chỉ thị axit - bazơ là quỳ và phenolphthalein trong các khoảng pH khác nhau được đưa ra trong bảng 1.1.

Bảng 1.1. Màu của quỳ và phenolphthalein trong dung dịch ở các khoảng pH khác nhau

Quỳ	dỏ $pH \leq 6$	tím	xanh $pH \geq 8$
Phenolphthalein	$pH < 8,3$ không màu	$pH \geq 8,3$ hồng (*)	

Trộn lẫn một số chất chỉ thị có màu biến đổi kế tiếp nhau theo giá trị pH, ta được hỗn hợp chất *chỉ thị vạn năng*. Dùng băng giấy tẩm dung dịch hỗn hợp này có thể xác định được gần đúng giá trị pH của dung dịch (hình 1.5).



Hình 1.5. Màu của chất chỉ thị vạn năng (thuốc thử MERCK của Đức) ở các giá trị pH khác nhau

Để xác định tương đối chính xác giá trị pH của dung dịch người ta dùng máy đo pH.

(\*) Trong dung dịch xút đặc màu hồng bị mất.

## BÀI TẬP

1. Phát biểu các định nghĩa môi trường axit, trung tính và kiềm theo nồng độ  $H^+$  và pH.
2. Một dung dịch có  $[OH^-] = 2,5 \cdot 10^{-10} M$ . Môi trường của dung dịch là  
A. axit      B. kiềm      C. trung tính      D. không xác định được.
3. Trong dung dịch  $HNO_3 0,010M$ , tích số ion của nước là  
A.  $[H^+] [OH^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$  ;      B.  $[H^+] [OH^-] > 1,0 \cdot 10^{-14}$  ;  
C.  $[H^+] [OH^-] < 1,0 \cdot 10^{-14}$  ;      D. không xác định được.
4. Một dung dịch có  $[H^+] = 4,2 \cdot 10^{-3} M$ , đánh giá nào dưới đây là đúng ?  
A.  $pH = 3,00$  ;      B.  $pH = 4,00$  ;  
C.  $pH < 3,00$  ;      D.  $pH > 4,00$ .
5. Một dung dịch có  $pH = 5,00$ , đánh giá nào dưới đây là đúng ?  
A.  $[H^+] = 2,0 \cdot 10^{-5} M$  ;      B.  $[H^+] = 5,0 \cdot 10^{-4} M$  ;  
C.  $[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-5} M$  ;      D.  $[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-4} M$ .
6.  $K_a(CH_3COOH) = 1,75 \cdot 10^{-5}$  ;  $K_a(HNO_2) = 4,0 \cdot 10^{-4}$ . Nếu hai axit có nồng độ mol bằng nhau và ở cùng nhiệt độ, khi quá trình điện li ở trạng thái cân bằng, đánh giá nào dưới đây là đúng ?  
A.  $[H^+]_{CH_3COOH} > [H^+]_{HNO_2}$  ;      B.  $[H^+]_{CH_3COOH} < [H^+]_{HNO_2}$  ;  
C.  $pH(CH_3COOH) < pH(HNO_2)$  ;      D.  $[CH_3COO^-] > [NO_2^-]$ .
7. Hai dung dịch axit đưa ra ở câu 6 có cùng nồng độ mol và ở cùng nhiệt độ, axit nào có độ điện li  $\alpha$  lớn hơn ?
8. Chất chỉ thị axit – bazơ là gì ? Hãy cho biết màu của quỳ và phenolphthalein trong dung dịch ở các khoảng pH khác nhau.
9. Cần bao nhiêu gam NaOH để pha chế 300,0 ml dung dịch có  $pH = 10,0$  ?
- 10.a) Tính pH của dung dịch chứa 1,46 g HCl trong 400,0 ml.  
b) Tính pH của dung dịch tạo thành sau khi trộn 100,0 ml dung dịch HCl 1,00M với 400,0 ml dung dịch NaOH 0,375M.



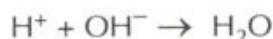
## pH VÀ SỰ SÂU RĂNG

Răng được bảo vệ bởi lớp men cứng, dày khoảng 2 mm. Lớp men này là hợp chất  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  và được tạo thành bằng phản ứng :



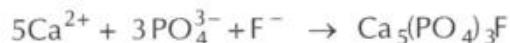
Quá trình tạo lớp men này là sự bảo vệ tự nhiên của con người chống lại bệnh sâu răng. Sau bữa ăn, vi khuẩn trong miệng tấn công các thức ăn còn lưu lại trên răng tạo thành các axit hữu cơ như axit axetic, axit lactic. Thức ăn với hàm lượng đường cao tạo điều kiện tốt cho việc sản sinh ra các axit đó.

Lượng axit trong miệng tăng, pH giảm, làm cho phản ứng sau xảy ra :



Khi nồng độ  $\text{OH}^-$  giảm, theo nguyên lý Lơ Sa-tơ-li-ê, cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều nghịch và men răng bị mòn, tạo điều kiện cho sâu răng phát triển.

Biện pháp tốt nhất phòng sâu răng là ăn thức ăn ít chua, ít đường, đánh răng sau khi ăn. Người ta thường trộn vào thuốc đánh răng  $\text{NaF}$  hay  $\text{SnF}_2$ , vì ion  $\text{F}^-$  tạo điều kiện cho phản ứng sau xảy ra :



Hợp chất  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  là men răng thay thế một phần  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ .

Ở nước ta, một số người có thói quen ăn trầu, việc này rất tốt cho việc tạo men răng theo phản ứng (1), vì trong trầu có vôi tói ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), chứa các ion  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{OH}^-$  làm cho cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều thuận.