

Phần

# HÓA VÔ CƠ



## §1

## KHÁI NIỆM VỀ CÂN BẰNG HÓA HỌC

Học xong bài này, em có thể:

- ❖ Trình bày được khái niệm phản ứng thuận nghịch và trạng thái cân bằng của phản ứng thuận nghịch.
- ❖ Viết được biểu thức hằng số cân bằng ( $K_C$ ) của phản ứng thuận nghịch.
- ❖ Thực hiện được thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ tới chuyển dịch cân bằng:
  - ★ Phản ứng:  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$
  - ★ Phản ứng thuỷ phân sodium acetate.
- ❖ Vận dụng được nguyên lí chuyển dịch cân bằng Le Chatelier để giải thích ảnh hưởng của nhiệt độ, nồng độ, áp suất đến cân bằng hóa học.

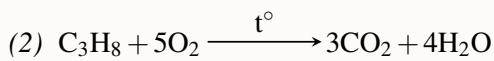
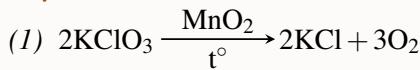
### I. Nội dung bài học

#### ① Phản ứng một chiều, phản ứng thuận nghịch và cân bằng hóa học

##### a) phản ứng một chiều

Phản ứng một chiều là phản ứng chỉ xảy ra một chiều từ trái sang phải.

Ví dụ:

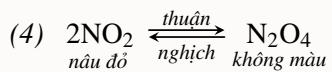
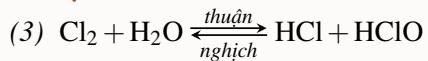


##### b) phản ứng thuận nghịch

Phản ứng thuận nghịch là phản ứng xảy ra theo hai chiều trái ngược nhau trong cùng một điều kiện. Trong đó

- ❖ Chiều mũi tên từ trái sang phải là chiều phản ứng thuận
- ❖ Chiều mũi tên từ phải sang trái là chiều phản ứng nghịch



**Ví dụ:****c) Cân bằng hóa học**

Xét phản ứng thuận nghịch (1.1):



Tốc độ phản ứng thuận và nghịch phụ thuộc vào nồng độ các chất tham gia như sau:

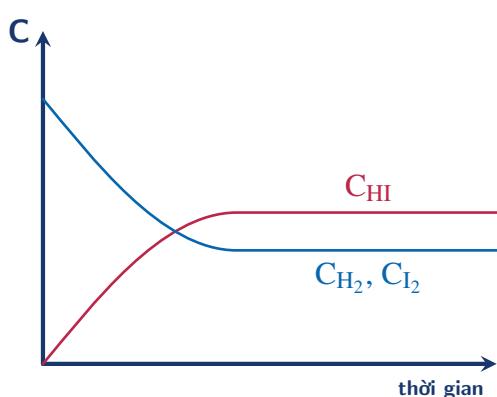
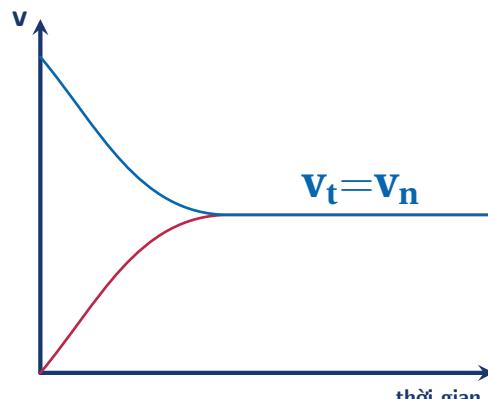
$$v_t = k_t C_{\text{H}_2} C_{\text{I}_2} \quad (1.1\text{a})$$

$$v_n = k_n C_{\text{HI}}^2 \quad (1.1\text{b})$$



1. Dựa vào biểu thức (1.1a) và (1.1b) hãy hoàn thành bảng sau:

Thời điểm	Sự thay đổi nồng độ các chất	Sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận và nghịch
Lúc đầu mới bắt đầu trộn $\text{H}_2$ và $\text{I}_2$	$C_{\text{H}_2}, C_{\text{I}_2} = \text{Max}$ $C_{\text{HI}} = 0$	$v_t = \text{max}$ $v_n = 0$
Sau khi trộn hai khí $\text{H}_2$ và $\text{I}_2$	$C_{\text{H}_2}, C_{\text{I}_2} \downarrow$ $C_{\text{HI}} \uparrow$	$v_t \downarrow$ $v_n \uparrow$
Sau một khoảng thời gian nhất định	$C_{\text{H}_2}, C_{\text{I}_2} = \text{const}$ $C_{\text{HI}} = \text{const}$	$v_t = v_n$

**Hình 1.1:** Sự biến thiên nồng độ các chất trong phản ứng thuận nghịch theo thời gian**Hình 1.2:** Sự biến thiên tốc độ phản ứng thuận và nghịch theo thời gian

Khi đạt trạng thái cân bằng ta có

$$v_t = v_n \quad (1.2)$$

Thay (1.1a) và (1.1b) vào (1.2) ta được

$$\begin{aligned} k_t C_{H_2} C_{I_2} &= k_n C_{HI}^2 \\ \Rightarrow \frac{C_{HI}^2}{C_{H_2} C_{I_2}} &= \frac{k_t}{k_n} = \text{hằng số} \end{aligned} \quad (1.3)$$



**Cân bằng hóa học** là trạng thái của phản ứng thuận nghịch khi tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch.

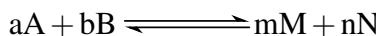


**Lưu ý:** Ở trạng thái cân bằng phản ứng không dừng lại, mà phản ứng thuận và phản ứng nghịch vẫn diễn ra nhưng với tốc độ bằng nhau ( $v_t = v_n$ ). Do đó **cân bằng hóa học là cân bằng động**

## ② Hằng số cân bằng

### a) Biểu thức tính hằng số cân bằng

Xét một cách tổng quát, nếu có phản ứng thuận nghịch sau:



Áp dụng (1.3) và đặt  $\frac{k_t}{k_n} = K_C$  ta có

$$\frac{C_M^m C_N^n}{C_A^a C_B^b} = K_C^{[1]} \quad (1.4)$$

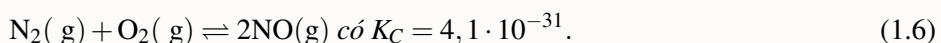
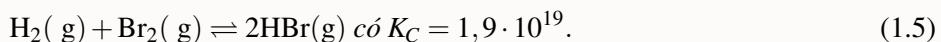
$K_C$  được gọi là **hằng số cân bằng** (tính theo nồng độ mol); giá trị của  $K_C$  chỉ **phụ thuộc** vào **bản chất của các chất** trong cân bằng và **nhiệt độ**<sup>[2]</sup>.

### b) Ý nghĩa của hằng số cân bằng

#### ⊕ Dự đoán chiều của phản ứng

Hằng số cân bằng lớn (hay nhỏ) chỉ cho biết phản ứng thuận diễn ra thuận lợi hay không thuận lợi mà không cho biết thời gian đạt đến trạng thái cân bằng là nhanh hay chậm.

**Ví dụ:** Xét hai phản ứng sau ở 25°C



Ta thấy hằng số cân bằng  $K_C$  của phản ứng (1.5) rất lớn so với phản ứng (1.6), điều đó chứng tỏ phản ứng thuận (1.5) xảy ra dễ dàng hơn so với phản ứng thuận (1.6).

[1] Đôi với phản ứng có chất rắn tham gia, trong công thức tính hằng số cân bằng  $K_C$  không biểu diễn nồng độ chất rắn.

[2] Thông thường, khi không nói tới nhiệt độ thì các giá trị của hằng số cân bằng được hiểu là ở 25°C.



## ④ Tính toán nồng độ các chất tại cân bằng

**Ví dụ:** Cho cân bằng hóa học:



Tính nồng độ mol của  $\text{NH}_3$  ở trạng thái cân bằng (nồng độ cân bằng của  $\text{NH}_3$ ). Biết rằng ở  $472^\circ\text{C}$ , nồng độ cân bằng của  $\text{N}_2$  và  $\text{H}_2$  lần lượt là  $0,0402\text{M}$  và  $0,1200\text{M}$ ; hằng số cân bằng  $K_C$  là  $0,1050$ .

**Giải:**

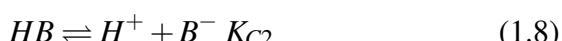
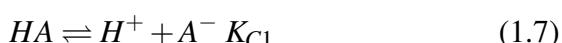
Ta có

$$\begin{aligned} K_C &= \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} \\ \Rightarrow [\text{NH}_3] &= \sqrt{K_C \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} \\ &= \sqrt{0,1050 \cdot 0,0402 \cdot (0,1200)^3} \\ &= 2,7 \cdot 10^{-3} (\text{M}) \end{aligned}$$

Vậy nồng độ của  $\text{NH}_3$  ở trạng thái cân bằng là  $2,7 \cdot 10^{-3}$  (M).

## ⑤ So sánh độ mạnh của axit và bazơ

Giả sử hai acid HA và HB khi hòa tan vào nước xảy ra cân bằng sau:



Hằng số phân li của hai phản ứng phân li này lần lượt là  $K_{C1}$ ,  $K_{C2}$ . Nếu  $K_{C1} > K_{C2}$  thì ta nói axit HA mạnh hơn HB và ngược lại



**Em có biết?**

Hằng số  $K_{C1}$  và  $K_{C2}$  ở (1.7) và (1.8) gọi là hằng số acid ( $K_a$ ). Ngoài ra còn có hằng số bazơ ( $K_b$ ) áp dụng cho phản ứng  $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^- \quad K_b$

## ③ Các yếu tố ảnh hưởng đến cân bằng

### a) Ảnh hưởng của nhiệt độ



Khi tăng nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nhiệt độ, tức là chiều phản ứng thu nhiệt ( $\Delta_r H_{298}^\circ > 0$ ), nghĩa là chiều làm giảm tác động của việc tăng nhiệt độ và ngược lại.

Nhiệt độ	Cân bằng dời	Nhiệt hóa học
Tăng	Nghịch	Thu nhiệt
Giảm	Thuận	Toả nhiệt

### b) Ảnh hưởng của nồng độ



Khi tăng nồng độ một chất trong phản ứng thì cân bằng hóa học bị phá vỡ và chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ của chất đó và ngược lại.



### c) Ảnh hưởng của áp suất



Khi **tăng áp suất** chung của hệ, thì cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm áp suất, tức là chiều làm **giảm số mol khí** và ngược lại.

**Chú ý.** Đối với phản ứng thuận nghịch có tổng hệ số tỉ lượng của các chất khí ở hai vế của phương trình hoá học bằng nhau thì trạng thái cân bằng của hệ không bị chuyển dịch khi thay đổi áp suất chung của hệ.

## ④ Nguyên lý chuyển dịch cân bằng (Le Chatelier)



Một phản ứng thuận nghịch đang ở trạng thái cân bằng, khi chịu một tác động bên ngoài như biến đổi nồng độ, nhiệt độ, áp suất thì cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều làm giảm tác động bên ngoài đó.



### Tổng kết

Biến đổi bên ngoài		Cân bằng chuyển dịch theo chiều...
Nhiệt độ	tăng	thu nhiệt
	giảm	toả nhiệt
Nồng độ (g hay aq)	tăng	giảm nồng độ chất ấy
	giảm	tăng nồng độ chất ấy
Áp suất (g)	tăng	giảm số mol khí của phản ứng
	giảm	tăng số mol khí của phản ứng

## II. Các dạng bài tập

### Dạng 1. Lý thuyết về cân bằng hóa học

#### Ví dụ mẫu

##### ① Ví dụ 1

Phát biểu nào sau đây về một phản ứng thuận nghịch tại trạng thái cân bằng là **không đúng**?

- A Tốc độ của phản ứng thuận bằng tốc độ của phản ứng nghịch.
- B Nồng độ của tất cả các chất trong hỗn hợp phản ứng là không đổi.



- C** Nồng độ mol của chất phản ứng luôn bằng nồng độ mol của chất sản phẩm phản ứng.
- D** Phản ứng thuận và phản ứng nghịch vẫn diễn ra.

 *Hướng dẫn:*

- A** Trạng thái cân bằng là trạng thái của phản ứng thuận nghịch mà tại đó tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch.
- B** Khi phản ứng đạt trạng thái cân bằng nồng độ các chất trong hỗn hợp phản ứng không thay đổi
- C** Nồng độ mol của chất phản ứng và nồng độ mol của chất sản phẩm có thể khác nhau
- D** Cân bằng hóa học là cân bằng động có nghĩa là khi phản ứng đạt trạng thái cân bằng phản ứng thuận và nghịch vẫn diễn ra.

 **(C)**

 **Ví dụ 2**

Yếu tố nào sau đây không ảnh hưởng đến sự chuyển dịch cân bằng hóa học

- A** nồng độ.      **B** nhiệt độ.      **C** áp suất.      **D** xúc tác.

 *Hướng dẫn:*

Chất xúc tác không ảnh hưởng đến sự chuyển dịch cân bằng mà làm cho cân bằng hóa học nhanh chóng được thiết lập.

 **(D)**

### Bài tập tự luyện dạng 1

#### A. Phần trắc nghiệm nhiều lựa chọn

**Câu 1.** Trong một phản ứng thuận nghịch đạt trạng thái cân bằng, điều nào sau đây là đúng?

- A** Tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch
- B** Phản ứng đã dừng hoàn toàn
- C** Nồng độ các chất tham gia phản ứng bằng nhau
- D** Tỉ lệ nồng độ giữa các chất luôn bằng 1

 *Hướng dẫn:*

Khi phản ứng đạt trạng thái cân bằng, tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch. Điều này không có nghĩa là phản ứng đã dừng, mà là một trạng thái động trong đó các chất vẫn tiếp tục phản ứng nhưng không có sự thay đổi về nồng độ theo thời gian.

 **(A)**

**Câu 2.** Nguyên lý Le Chatelier được áp dụng cho:

- A** Mọi phản ứng hóa học
- B** Chỉ các phản ứng một chiều
- C** Các phản ứng thuận nghịch ở trạng thái cân bằng
- D** Chỉ các phản ứng tỏa nhiệt

 *Hướng dẫn:*



Nguyên lý Le Chatelier chỉ áp dụng cho các phản ứng thuận nghịch ở trạng thái cân bằng. Nguyên lý này mô tả cách hệ thống cân bằng phản ứng với các thay đổi bên ngoài để duy trì trạng thái cân bằng.



**Câu 3.** Khi tăng nồng độ của một chất trong hệ phản ứng cân bằng, điều gì sẽ xảy ra?

- A** Cân bằng luôn dịch chuyển theo chiều thuận
- B** Cân bằng luôn dịch chuyển theo chiều nghịch
- C** Cân bằng dịch chuyển theo chiều làm giảm nồng độ chất được thêm vào
- D** Cân bằng không bị ảnh hưởng

*Hướng dẫn.*

Theo nguyên lý Le Chatelier, khi tăng nồng độ của một chất trong hệ phản ứng cân bằng, cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều làm giảm nồng độ của chất đó. Điều này có nghĩa là hệ thống sẽ tiêu thụ một phần chất được thêm vào để thiết lập trạng thái cân bằng mới.



**Câu 4.** Đối với phản ứng tỏa nhiệt, việc tăng nhiệt độ sẽ:

- A** Không ảnh hưởng đến cân bằng
- B** Làm dịch chuyển cân bằng theo chiều nghịch
- C** Làm dịch chuyển cân bằng theo chiều thuận
- D** Làm tăng hằng số cân bằng

*Hướng dẫn.*

Đối với phản ứng tỏa nhiệt, việc tăng nhiệt độ sẽ làm dịch chuyển cân bằng theo chiều nghịch (chiều thu nhiệt). Điều này phù hợp với nguyên lý Le Chatelier, theo đó hệ thống sẽ phản ứng để giảm bớt tác động của sự thay đổi nhiệt độ.



**Câu 5.** Hằng số cân bằng K của một phản ứng phụ thuộc vào:

- |                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>A</b> Nồng độ ban đầu của các chất | <b>B</b> Áp suất của hệ thống       |
| <b>C</b> Nhiệt độ của phản ứng        | <b>D</b> Sự có mặt của chất xúc tác |

*Hướng dẫn.*

Hằng số cân bằng K chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của phản ứng. Nó không bị ảnh hưởng bởi nồng độ ban đầu, áp suất (trừ trường hợp cân bằng pha khí), hay sự có mặt của chất xúc tác.



**Câu 6.** Trong phản ứng tổng hợp amoniac:  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ , việc tăng áp suất sẽ:

- A** Làm dịch chuyển cân bằng về phía các chất khí
- B** Làm dịch chuyển cân bằng về phía tạo  $NH_3$
- C** Không ảnh hưởng đến cân bằng
- D** Làm giảm hiệu suất tạo  $NH_3$

*Hướng dẫn.*

Trong phản ứng này, số mol khí giảm từ 4 mol ( $N_2 + 3H_2$ ) xuống còn 2 mol ( $2NH_3$ ). Theo nguyên lý Le Chatelier, khi tăng áp suất, cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều làm giảm số mol khí, tức là về phía tạo  $NH_3$ .



**Câu 7.** Chất xúc tác trong phản ứng thuận nghịch có tác dụng:

- A** Làm tăng hiệu suất phản ứng
- B** Làm dịch chuyển cân bằng



**C** Làm tăng tốc độ đạt cân bằng

**D** Làm thay đổi hằng số cân bằng

**Hướng dẫn.**

Chất xúc tác chỉ làm tăng tốc độ đạt cân bằng bằng cách tăng tốc độ cả phản ứng thuận và nghịch. Nó không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng, hiệu suất phản ứng hay hằng số cân bằng.



**(C)**

**Câu 8.** Đổi với phản ứng thu nhiệt:  $A + B \rightleftharpoons C + D$ , phương án nào sau đây làm tăng nồng độ C?

**A** Giảm nhiệt độ

**B** Tăng nhiệt độ

**C** Thêm chất xúc tác

**D** Giảm áp suất (nếu các chất đều ở thể khí)

**Hướng dẫn.**

Đổi với phản ứng thu nhiệt, việc tăng nhiệt độ sẽ làm dịch chuyển cân bằng theo chiều thuận (chiều thu nhiệt), do đó làm tăng nồng độ của sản phẩm C.



**(B)**

**Câu 9.** Trong phản ứng:  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ , việc tăng nồng độ  $O_2$  sẽ:

**A** Làm giảm nồng độ  $SO_3$

**B** Làm tăng nồng độ  $SO_3$

**C** Không ảnh hưởng đến nồng độ  $SO_3$

**D** Làm giảm hằng số cân bằng

**Hướng dẫn.**

Theo nguyên lý Le Chatelier, khi tăng nồng độ  $O_2$  (một chất tham gia phản ứng), cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều tiêu thụ  $O_2$ , tức là theo chiều tạo  $SO_3$ . Do đó, nồng độ  $SO_3$  sẽ tăng.



**(B)**

**Câu 10.** Đổi với phản ứng tỏa nhiệt:  $A + B \rightleftharpoons C + D$ , phương án nào sau đây làm giảm hiệu suất tạo C?

**A** Tăng nồng độ A

**B** Giảm nồng độ D

**C** Tăng nhiệt độ

**D** Tăng áp suất (nếu các chất đều ở thể khí)

**Hướng dẫn.**

Đổi với phản ứng tỏa nhiệt, việc tăng nhiệt độ sẽ làm dịch chuyển cân bằng theo chiều nghịch (chiều thu nhiệt), do đó làm giảm hiệu suất tạo sản phẩm C.



**(C)**

**Câu 11.** Trong phản ứng:  $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ , màu của hỗn hợp phản ứng sẽ đậm hơn khi:

**A** Giảm nhiệt độ

**B** Tăng áp suất

**C** Tăng nhiệt độ

**D** Thêm chất xúc tác

**Hướng dẫn.**

$NO_2$  có màu nâu đỏ, trong khi  $N_2O_4$  không màu. Phản ứng này là thu nhiệt. Khi tăng nhiệt độ, cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận, tạo ra nhiều  $NO_2$  hơn, làm cho màu của hỗn hợp đậm hơn.



**(C)**

**Câu 12.** Khi nào một phản ứng thuận nghịch được coi là đạt trạng thái cân bằng?

**A** Khi nồng độ các chất không đổi theo thời gian

**B** Khi tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch



**C** Khi không còn sự biến đổi hóa học xảy ra

**D** Cả A và B đúng

*Hướng dẫn.*

Một phản ứng thuận nghịch đạt trạng thái cân bằng khi tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch, và do đó, nồng độ các chất không đổi theo thời gian. Tuy nhiên, vẫn có sự biến đổi hóa học xảy ra ở mức độ vi mô.

(D)

**Câu 13.** Trong phản ứng:  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ , việc loại bỏ  $\text{H}_2$  khỏi hệ phản ứng sẽ:

**A** Làm giảm nồng độ  $\text{CO}_2$

**B** Làm tăng nồng độ  $\text{CO}_2$

**C** Không ảnh hưởng đến nồng độ  $\text{CO}_2$

**D** Làm giảm hằng số cân bằng

*Hướng dẫn.*

Theo nguyên lý Le Chatelier, khi loại bỏ  $\text{H}_2$  (một sản phẩm) khỏi hệ phản ứng, cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều tạo ra thêm  $\text{H}_2$  để bù đắp. Điều này đồng nghĩa với việc tạo ra thêm  $\text{CO}_2$ , do đó nồng độ  $\text{CO}_2$  sẽ tăng.

(B)

**Câu 14.** Đối với phản ứng:  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 + Q$ , phương án nào sau đây làm tăng nồng độ  $\text{NO}_2$ ?

**A** Tăng áp suất

**C** Tăng nhiệt độ

**B** Thêm  $\text{N}_2\text{O}_4$  vào hệ phản ứng

**D** Thêm chất xúc tác

*Hướng dẫn.*

Phản ứng này là tỏa nhiệt ( $+Q$ ). Khi tăng nhiệt độ, theo nguyên lý Le Chatelier, cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều thu nhiệt, tức là chiều phân hủy  $\text{N}_2\text{O}_4$  thành  $\text{NO}_2$ . Do đó, nồng độ  $\text{NO}_2$  sẽ tăng.

(C)

**Câu 15.** Trong phản ứng:  $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ , việc giảm thể tích phản ứng sẽ:

**A** Làm tăng nồng độ  $\text{Cl}_2$

**B** Không ảnh hưởng đến cân bằng

**C** Làm dịch chuyển cân bằng về phía tạo  $\text{PCl}_5$

**D** Làm tăng hằng số cân bằng

*Hướng dẫn.*

Giảm thể tích tương đương với tăng áp suất. Theo nguyên lý Le Chatelier, cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều giảm số mol khí. Trong phản ứng này, chiều thuận (tạo  $\text{PCl}_5$ ) làm giảm số mol khí, nên cân bằng sẽ dịch chuyển về phía tạo  $\text{PCl}_5$ .

(C)

**Câu 16.** Hằng số cân bằng K của phản ứng:  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$  là 4. Hằng số cân bằng của phản ứng nghịch:  $\text{C} + \text{D} \rightleftharpoons \text{A} + \text{B}$  là bao nhiêu?

**A** 4

**B** -4

**C** 0,25

**D** 2

*Hướng dẫn.*

Hằng số cân bằng của phản ứng nghịch là nghịch đảo của hằng số cân bằng của phản ứng thuận. Do đó,  $K(\text{nghịch}) = 1/K(\text{thuận}) = 1/4 = 0,25$ .

(C)

**Câu 17.** Trong phản ứng tổng hợp amoniacy:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + Q$ , yếu tố nào sau đây không làm tăng



hiệu suất tạo  $\text{NH}_3$ ?

- A Tăng áp suất
- C Loại bỏ  $\text{NH}_3$  khỏi hệ phản ứng

- B Giảm nhiệt độ
- D Thêm chất xúc tác

⇒ *Hướng dẫn.*

Chất xúc tác chỉ làm tăng tốc độ đạt cân bằng mà không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng hay hiệu suất phản ứng. Các yếu tố khác (tăng áp suất, giảm nhiệt độ, loại bỏ sản phẩm) đều làm tăng hiệu suất tạo  $\text{NH}_3$  theo nguyên lý Le Chatelier.

☞ (D)

**Câu 18.** Đối với phản ứng:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + \text{Q}$ , phương án nào sau đây làm giảm hiệu suất tạo  $\text{SO}_3$ ?

- A Tăng nồng độ  $\text{SO}_2$
- C Tăng nhiệt độ

- B Tăng áp suất
- D Loại bỏ  $\text{SO}_3$  khỏi hệ phản ứng

⇒ *Hướng dẫn.*

Phản ứng này là tỏa nhiệt ( $+Q$ ). Theo nguyên lý Le Chatelier, tăng nhiệt độ sẽ làm dịch chuyển cân bằng theo chiều thu nhiệt, tức là chiều phân hủy  $\text{SO}_3$ . Do đó, tăng nhiệt độ sẽ làm giảm hiệu suất tạo  $\text{SO}_3$ .

☞ (C)

**Câu 19.** Trong phản ứng:  $\text{CaCO}_3(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{r}) + \text{CO}_2(\text{k})$ , việc tăng áp suất sẽ:

- A Làm tăng nồng độ  $\text{CO}_2$
- C Không ảnh hưởng đến cân bằng

- B Làm giảm nồng độ  $\text{CO}_2$
- D Làm tăng hằng số cân bằng

⇒ *Hướng dẫn.*

Trong phản ứng này, chỉ có  $\text{CO}_2$  ở thể khí. Khi tăng áp suất, theo nguyên lý Le Chatelier, cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều giảm áp suất, tức là giảm số mol khí. Do đó, cân bằng sẽ dịch chuyển về phía tạo  $\text{CaCO}_3$ , làm giảm nồng độ  $\text{CO}_2$ .

☞ (B)

**Câu 20.** Khi nào việc thay đổi nồng độ không làm dịch chuyển cân bằng hóa học?

- A Khi thêm chất xúc tác
- B Khi thay đổi nhiệt độ
- C Khi thay đổi nồng độ chất rắn trong cân bằng dị thể
- D Khi loại bỏ sản phẩm khỏi hệ phản ứng

⇒ *Hướng dẫn.*

Trong cân bằng dị thể, việc thay đổi nồng độ (hay chính xác hơn là lượng) của chất rắn không làm dịch chuyển cân bằng. Điều này là do nồng độ của chất rắn không xuất hiện trong biểu thức hằng số cân bằng.

☞ (C)

**Câu 21.** Nhận xét nào sau đây **không** đúng?

- A Trong phản ứng một chiều, phản ứng kết thúc khi có một chất tham gia hết
- B Trong phản ứng thuận nghịch, chất tham gia và sản phẩm đều có trong thành phần của hỗn hợp sau phản ứng
- C Trong phản ứng một chiều, khi phản ứng kết thúc chỉ có duy nhất chất sản phẩm
- D Trong phản ứng thuận nghịch, nồng độ các chất tham gia và sản phẩm luôn không đổi khi phản ứng đạt trạng thái cân bằng

⇒ *Hướng dẫn.*



Trong phản ứng một chiều, có thể chất tham gia còn dư lại sau phản ứng



C

**Câu 22.** Cân bằng hóa học là

- A** là trạng thái của phản ứng thuận nghịch khi diễn ra phản ứng nồng độ chất tham gia bằng nồng độ chất sản phẩm
- B** là trạng thái của phản ứng một chiều khi diễn ra phản ứng mà nồng độ chất tham gia bằng nồng độ chất sản phẩm
- C** là trạng thái của phản ứng thuận nghịch khi diễn ra phản ứng mà nồng độ các chất tham gia và sản phẩm không đổi theo thời gian
- D** là trạng thái của phản ứng một chiều mà khi diễn ra phản ứng nồng độ các chất tham gia và sản phẩm không đổi theo thời gian

*Hướng dẫn.*

Cân bằng hóa học là trạng thái của phản ứng thuận nghịch mà khi diễn ra phản ứng nồng độ các chất tham gia và sản phẩm không đổi theo thời gian



C

**B. Phản trắc nghiệm đúng/sai****Câu 23.** Trong các nhận định sau, nhận định nào đúng, nhận định nào sai?

Phát biểu	Đ	S
<b>A</b> Mọi phản ứng đều xảy ra cân bằng hóa học		
<b>B</b> Trong phản ứng thuận nghịch chất tham giá và sản phẩm đều có mặt trong hỗn hợp sau phản ứng		
<b>C</b> Trong phản ứng thuận nghịch, tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch		
<b>D</b> Tại trạng thái cân bằng, phản ứng hóa học vẫn diễn ra		

*Hướng dẫn.*

- A** **Sai.** Chỉ có phản ứng thuận nghịch mới xảy ra cân bằng hóa học.
- B** **Đúng.** Trong phản ứng thuận nghịch chiều thuận sẽ tạo ra sản phẩm và chiều nghịch tạo ra chất tham gia, hai quá trình này diễn ra đồng thời nên khi cân bằng xảy ra, chất sản phẩm và tham gia đều tồn tại trong hỗn hợp.
- C** **Sai.** Trong phản ứng thuận nghịch khi cân bằng hóa học xảy ra thì tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch.
- D** **Đúng.** Cân bằng hóa học là cân bằng động vì tại trạng thái cân bằng phản ứng vẫn diễn ra nhưng tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch.

**Câu 24.** Trong các nhận định sau, nhận định nào đúng, nhận định nào sai?

Phát biểu	Đ	S



<b>A</b> Chất xúc tác không ảnh hưởng đến cân bằng hóa học		
<b>B</b> Khi tăng nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch		
<b>C</b> Khi tăng áp suất cân bằng sau $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{V}_2\text{O}_5]{450^\circ\text{C} - 500^\circ\text{C}} 2\text{SO}_3(\text{g})$ $\Delta_rH_{298}^\circ = -198,4 \text{ kJ}$ không chuyển dịch.		
<b>D</b> Khi tăng nhiệt độ cân bằng sau $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{V}_2\text{O}_5]{450^\circ\text{C} - 500^\circ\text{C}} 2\text{SO}_3(\text{g})$ $\Delta_rH_{298}^\circ = -198,4 \text{ kJ}$ chuyển dịch theo chiều nghịch.		

 *Hướng dẫn.*

- A** **Đúng.** Chất xúc tác không làm ảnh hưởng đến cân bằng mà chỉ làm tăng tốc độ phản ứng thuận và nghịch làm cho cân bằng nhanh chóng được thiết lập.
- B** **Sai.** Khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều thu nhiệt (có thể là phản ứng thuận hay nghịch).
- C** **Sai.** Áp suất ảnh hưởng đến phản ứng có tổng số mol khí trước và sau phản ứng khác nhau. Ở đây  $n_{\text{khí trước}} = 3$  và  $n_{\text{khí sau}} = 2$ .
- D** **Đúng.** Khi tăng nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều thu nhiệt. Trong phản ứng này chiều thuận có  $\Delta H < 0$  là phản ứng tỏa nhiệt do đó chiều nghịch là chiều thu nhiệt.



**Câu 25.** Trong các nhận định sau, nhận định nào đúng, nhận định nào sai?

Phát biểu	Đ	S
<b>A</b> Chất xúc tác làm tăng tốc độ phản ứng thuận và nghịch như nhau		
<b>B</b> Khi giảm nồng độ sản phẩm, cân bằng luôn chuyển dịch theo chiều thuận		
<b>C</b> Nguyên lý Le Chatelier phát biểu về sự chuyển dịch của cân bằng khi có tác động từ bên ngoài		
<b>D</b> Hằng số cân bằng K không phụ thuộc vào nhiệt độ		

 *Hướng dẫn.*

- A** **Đúng.** Chất xúc tác làm giảm năng lượng hoạt hóa của cả phản ứng thuận và nghịch, do đó tăng tốc độ của cả hai phản ứng như nhau mà không ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng.
- B** **Sai.** Khi giảm nồng độ sản phẩm, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều tạo ra thêm sản phẩm để bù đắp sự giảm nồng độ, nhưng điều này không phải lúc nào cũng là chiều thuận.
- C** **Đúng.** Nguyên lý Le Chatelier mô tả cách hệ thống cân bằng phản ứng với các thay đổi từ bên ngoài bằng cách chuyển dịch theo hướng giảm thiểu tác động của sự thay đổi đó.
- D** **Sai.** Hằng số cân bằng K phụ thuộc vào nhiệt độ. Khi nhiệt độ thay đổi, giá trị của K cũng thay đổi theo.



**Câu 26.** Trong các nhận định sau, nhận định nào đúng, nhận định nào sai?

Phát biểu	Đ	S
(A) Khi tăng áp suất, cân bằng chuyển dịch theo chiều giảm số mol khí		
(B) Phản ứng tổng hợp amoniac là phản ứng thu nhiệt		
(C) Trong phản ứng tổng hợp amoniac, việc tăng áp suất sẽ làm tăng hiệu suất phản ứng		
(D) Chất xúc tác sắt trong phản ứng tổng hợp amoniac làm thay đổi hằng số cân bằng		

 *Hướng dẫn.*

- (A) **Đúng.** Theo nguyên lý Le Chatelier, khi tăng áp suất, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều làm giảm áp suất, tức là giảm số mol khí.
- (B) **Sai.** Phản ứng tổng hợp amoniac ( $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ) là phản ứng tỏa nhiệt, không phải thu nhiệt.
- (C) **Đúng.** Trong phản ứng tổng hợp amoniac, số mol khí giảm từ 4 mol xuống còn 2 mol. Vì vậy, việc tăng áp suất sẽ làm cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận, tăng hiệu suất tạo  $NH_3$ .
- (D) **Sai.** Chất xúc tác sắt chỉ làm tăng tốc độ đạt cân bằng mà không làm thay đổi hằng số cân bằng.



**Câu 27.** Trong các nhận định sau, nhận định nào đúng, nhận định nào sai?

Phát biểu	Đ	S
(A) Trong phản ứng tổng hợp HI, việc tăng nhiệt độ sẽ làm tăng hiệu suất phản ứng		
(B) Phản ứng este hóa giữa axit và rượu là phản ứng một chiều		
(C) Trong phản ứng este hóa, việc loại bỏ nước sẽ làm tăng hiệu suất phản ứng		
(D) Hằng số cân bằng K luôn lớn hơn 1		

 *Hướng dẫn.*

- (A) **Đúng.** Phản ứng tổng hợp HI ( $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ ) là phản ứng thu nhiệt. Theo nguyên lý Le Chatelier, tăng nhiệt độ sẽ làm cân bằng chuyển dịch theo chiều thu nhiệt, tức là tăng hiệu suất tạo HI.
- (B) **Sai.** Phản ứng este hóa là phản ứng thuận nghịch, không phải phản ứng một chiều.
- (C) **Đúng.** Trong phản ứng este hóa, nước là một sản phẩm. Loại bỏ nước sẽ làm cân bằng chuyển dịch theo chiều tạo thêm sản phẩm (este), làm tăng hiệu suất phản ứng.
- (D) **Sai.** Hằng số cân bằng K có thể lớn hơn, nhỏ hơn hoặc bằng 1, tùy thuộc vào bản chất của phản ứng và điều kiện nhiệt độ.



**Câu 28.** Trong các nhận định sau, nhận định nào đúng, nhận định nào sai?



Phát biểu	Đ	S
(A) Trong phản ứng tổng hợp $\text{SO}_3$ , việc tăng nồng độ $\text{O}_2$ sẽ làm tăng hiệu suất phản ứng		
(B) Phản ứng tổng hợp $\text{SO}_3$ là phản ứng thu nhiệt		
(C) Chất xúc tác $\text{V}_2\text{O}_5$ trong phản ứng tổng hợp $\text{SO}_3$ không làm thay đổi hiệu suất phản ứng		
(D) Khi giảm nhiệt độ, cân bằng luôn chuyển dịch theo chiều tỏa nhiệt		

**Hướng dẫn.**

- (A) **Đúng.** Trong phản ứng  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ , tăng nồng độ  $\text{O}_2$  sẽ làm cân bằng chuyển dịch theo chiều tiêu thụ  $\text{O}_2$ , tức là tăng hiệu suất tạo  $\text{SO}_3$ .
- (B) **Sai.** Phản ứng tổng hợp  $\text{SO}_3$  là phản ứng tỏa nhiệt, không phải thu nhiệt.
- (C) **Đúng.** Chất xúc tác  $\text{V}_2\text{O}_5$  chỉ làm tăng tốc độ đạt cân bằng mà không làm thay đổi hiệu suất hay vị trí cân bằng của phản ứng.
- (D) **Sai.** Việc cân bằng chuyển dịch theo chiều nào khi giảm nhiệt độ phụ thuộc vào bản chất thu nhiệt hay tỏa nhiệt của phản ứng, không phải luôn theo chiều tỏa nhiệt.



**Câu 29.** Trong các nhận định sau, nhận định nào đúng, nhận định nào sai?

Phát biểu	Đ	S
(A) Trong phản ứng $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ , khi tăng nồng độ $\text{N}_2$ , cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận		
(B) Hằng số cân bằng K phụ thuộc vào nồng độ ban đầu của các chất		
(C) Trong phản ứng tổng hợp $\text{HCl}$ , việc tăng áp suất không ảnh hưởng đến cân bằng		
(D) Chất xúc tác làm thay đổi giá trị của hằng số cân bằng		

**Hướng dẫn.**

- (A) **Đúng.** Khi tăng nồng độ  $\text{N}_2$ , theo nguyên lý Le Chatelier, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều tiêu thụ  $\text{N}_2$ , tức là chiều thuận tạo ra  $\text{NH}_3$ .
- (B) **Sai.** Hằng số cân bằng K chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ, không phụ thuộc vào nồng độ ban đầu của các chất.
- (C) **Đúng.** Trong phản ứng  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$ , số mol khí trước và sau phản ứng không thay đổi. Do đó, việc thay đổi áp suất không ảnh hưởng đến cân bằng.
- (D) **Sai.** Chất xúc tác không làm thay đổi giá trị của hằng số cân bằng, nó chỉ làm tăng tốc độ đạt cân bằng.

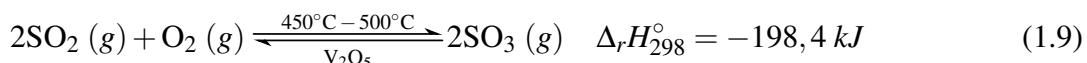


## ❷ Dạng 2. Sự chuyển dịch cân bằng

### Ví dụ mẫu

#### ① Ví dụ 3

Trong quy trình sản xuất sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) có giai đoạn dùng dung dịch  $H_2SO_4$  98% hấp thụ sulfur trioxide ( $SO_3$ ) thu được oleum ( $H_2SO_4nSO_3$ ). Sulfur trioxide được tạo thành bằng cách oxi hoá sulfur dioxide bằng oxygen hoặc lượng dư không khí ở nhiệt độ  $450^{\circ}C - 500^{\circ}C$ , chất xúc tác vanadium (V) oxide ( $V_2O_5$ ) theo phương trình hoá học:



Cân bằng hoá học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

- ① tăng nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② tăng nồng độ của khí  $SO_2$  ?
- ③ tăng nồng độ của khí  $O_2$  ?
- ④ dùng dung dịch  $H_2SO_4$  98% hấp thụ  $SO_3$  sinh ra?

Giải thích.

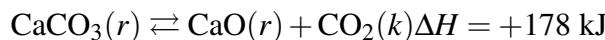
#### ► Hướng dẫn:

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H < 0$  là phản ứng tỏa nhiệt, khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thu nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều nghịch)
- ② Khi tăng nồng độ của khí  $SO_2$  cân bằng sẽ chuyển dịch về phía làm giảm nồng độ  $SO_2$  tức chuyển dịch theo chiều thuận
- ③ Khi tăng nồng độ của khí  $O_2$  cân bằng sẽ chuyển dịch về phía làm giảm nồng độ  $O_2$  tức chuyển dịch theo chiều thuận
- ④ Dung dịch  $H_2SO_4$  98% hấp thụ  $SO_3$  làm nồng độ  $SO_3$  giảm đi, cân bằng chuyển dịch về phía làm tăng nồng độ  $SO_3$  (tức chuyển dịch theo phản ứng thuận)

### Ví dụ tự luyện dạng 2

#### A. Bài tập tự luận

**Bài 1.** Hệ cân bằng sau xảy ra trong bình kín:



Cân bằng trên dịch chuyển về chiều nào khi xảy ra một trong các biến đổi sau:

- ① Tăng dung tích của bình phản ứng.
- ② Thêm  $CaCO_3$  vào bình phản ứng.
- ③ Tách  $CaO$  ra khỏi bình phản ứng.



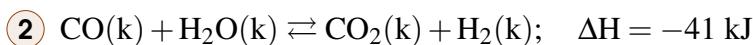
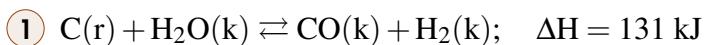
④ Thêm một ít dung dịch NaOH vào bình phản ứng.

⑤ Tăng nhiệt độ.

### Hướng dẫn giải:

- ①  $\text{CaCO}_3(r)$  và  $\text{CaO}(r)$  có nồng độ là hằng số. Khi thể tích bình chứa tăng  $\Rightarrow$  nồng độ khí  $\text{CO}_2$  giảm  $\Rightarrow$  cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận.
- ② Vì  $\text{CaCO}_3$  là chất rắn nên có nồng độ không thay đổi nên không làm dịch chuyển cân bằng.
- ③ Vì  $\text{CaO}_3$  là chất rắn nên có nồng độ không thay đổi nên không làm dịch chuyển cân bằng.
- ④ Xảy ra phản ứng  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  làm giảm nồng độ  $\text{CO}_2 \Rightarrow$  tốc độ phản ứng nghịch giảm  $\Rightarrow$  cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận.
- ⑤ Tăng nhiệt độ cân bằng hóa học của phản ứng thuận nghịch dịch chuyển theo chiều thu nhiệt  $\Rightarrow$  chiều thuận.

### Bài 2. Xét các hệ cân bằng sau xảy ra trong bình kín:



Các cân bằng trên sẽ dịch chuyển theo chiều nào khi làm biến đổi một trong các điều kiện sau đây:

- (1) Tăng nhiệt độ.
- (2) Thêm hơi nước vào bình phản ứng.
- (3) Thêm khí  $\text{H}_2$  vào bình phản ứng.
- (4) Tăng áp suất chung bằng cách nén cho thể tích của hệ giảm xuống.

### Hướng dẫn giải:

	Cân bằng 1	Cân bằng 2
(1)	Chiều thuận thu nhiệt. Khi tăng nhiệt độ cân bằng dời theo chiều thu nhiệt $\Rightarrow$ chiều thuận.	Chiều thuận tỏa nhiệt. Khi tăng nhiệt độ cân bằng dời theo chiều thu nhiệt $\Rightarrow$ chiều nghịch.
(2)	$\text{H}_2\text{O}(k)$ là chất tham gia.	$\text{H}_2\text{O}(k)$ là chất tham gia.
	Tăng nồng độ $\text{H}_2\text{O}(k) \Rightarrow$ tốc độ phản ứng thuận tăng $\Rightarrow$ cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận.	
(3)	$\text{H}_2(k)$ là sản phẩm của phản ứng.	
	Thêm khí $\text{H}_2 \Rightarrow$ nồng độ $\text{H}_2$ tăng $\Rightarrow$ tốc độ phản ứng nghịch tăng $\Rightarrow$ cân bằng dịch chuyển theo chiều nghịch.	
(4)	$\Delta n_{(\text{khí})} = 1$	$\Delta n_{(\text{khí})} = 0$

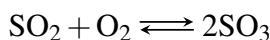


	cân bằng (a)	cân bằng (b)
	Tăng áp suất cân bằng dịch chuyển theo chiều làm giảm số mol khí $\Rightarrow$ chiều nghịch.	Tăng áp suất không làm dịch chuyển cân bằng.

**Bài 3.** Cho phản ứng:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ . Xảy ra ở  $t^\circ\text{C}$ .

Nồng độ cân bằng:  $[\text{SO}_2] = 0,2 \text{ mol/l}$ ;  $[\text{O}_2] = 0,1 \text{ mol/l}$ ;  $[\text{SO}_3] = 1,8 \text{ mol/l}$ . Hồi tốc độ của phản ứng thuận và nghịch thay đổi như thế nào và cân bằng sẽ chuyển dịch về phía nào khi thể tích của hỗn hợp giảm xuống 3 lần.

 *Hướng dẫn giải:*



Gọi  $k_t$ ,  $k_n$  là hằng số tốc độ phản ứng thuận và nghịch.

Ta có  $v_t = k_t[\text{O}_2][\text{SO}_2]^2$  và  $v_n = k_n[\text{SO}_3]^2$ .

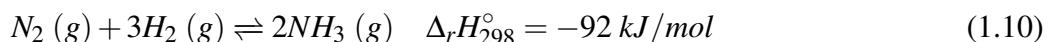
Giảm thể tích bình chứa 3 lần thì nồng độ các chất phản ứng sẽ tăng 3 lần.

$$v'_t = k_t(3 \cdot [\text{O}_2])(3 \cdot [\text{SO}_2]^2) = k_t \cdot 27[\text{O}_2][\text{SO}_2]^2 = 27 \cdot v_t$$

$$v'_n = k_n(3 \cdot [\text{SO}_3])^2 = k_n \cdot 9[\text{SO}_3]^2 = 9 \cdot v_n$$

Do tốc độ phản ứng thuận tăng 27 lần và tốc độ phản ứng nghịch tăng 9 lần ( $v_t$  tăng nhiều hơn  $v_n$ ) so với lúc cân bằng nên cân bằng sẽ dịch chuyển sang phía phải (theo chiều thuận).

**Bài 4.** Trong quy trình sản xuất amoniac theo phương pháp Haber, nitrogen và hydrogen phản ứng với nhau theo phương trình:



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

- ① tăng nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② tăng áp suất của hệ phản ứng?
- ③ thêm chất xúc tác sắt vào hệ phản ứng?
- ④ loại bỏ một phần  $\text{NH}_3$  ra khỏi hệ phản ứng?

Giải thích.

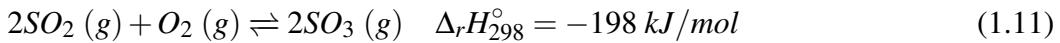
 *Hướng dẫn giải:*

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H < 0$  là phản ứng tỏa nhiệt, khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thu nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều nghịch)
- ② Khi tăng áp suất, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía có số mol khí ít hơn. Ở đây, phía sản phẩm có 2 mol khí, trong khi phía reactant có 4 mol khí. Do đó, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)
- ③ Chất xúc tác sắt không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng. Nó chỉ làm tăng tốc độ đạt đến trạng thái cân bằng



- ④ Khi loại bỏ một phần NH<sub>3</sub>, nồng độ NH<sub>3</sub> giảm. Cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo ra thêm NH<sub>3</sub> để bù đắp sự mất mát, tức là chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)

**Bài 5.** Trong quá trình sản xuất axit sulfuric bằng phương pháp tiếp xúc, SO<sub>2</sub> được oxi hóa thành SO<sub>3</sub> theo phương trình:



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

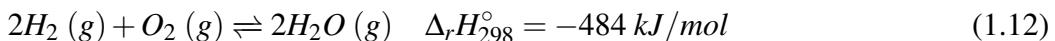
- ① giảm nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② giảm thể tích của bình phản ứng?
- ③ thêm chất xúc tác V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vào hệ phản ứng?
- ④ thêm một lượng nhỏ He (khí trơ) vào hệ phản ứng?

Giải thích.

### Hướng dẫn giải:

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H < 0$  là phản ứng tỏa nhiệt, khi giảm nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều tỏa nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều thuận)
- ② Giảm thể tích tương đương với tăng áp suất. Cân bằng sẽ chuyển dịch về phía có số mol khí ít hơn. Ở đây, phía sản phẩm có 2 mol khí, trong khi phía tham gia có 3 mol khí. Do đó, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)
- ③ Chất xúc tác V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng. Nó chỉ làm tăng tốc độ đạt đến trạng thái cân bằng
- ④ Thêm khí trơ He sẽ làm tăng áp suất tổng, nhưng không ảnh hưởng đến áp suất riêng phần của các chất tham gia phản ứng. Do đó, vị trí cân bằng không thay đổi

**Bài 6.** Xét phản ứng tạo thành nước từ hydrogen và oxygen:



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

- ① tăng nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② giảm nồng độ của O<sub>2</sub>?
- ③ thêm một lượng nhỏ N<sub>2</sub> (khí trơ) vào hệ phản ứng?
- ④ loại bỏ một phần H<sub>2</sub>O ra khỏi hệ phản ứng?

Giải thích.

### Hướng dẫn giải:

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H < 0$  là phản ứng tỏa nhiệt, khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thu nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều nghịch)



- ② Khi giảm nồng độ O<sub>2</sub>, cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo ra thêm O<sub>2</sub> để bù đắp sự mất mát, tức là chuyển dịch về phía trái (chiều nghịch)
- ③ Thêm khí tro N<sub>2</sub> sẽ làm tăng áp suất tổng, nhưng không ảnh hưởng đến áp suất riêng phần của các chất tham gia phản ứng. Do đó, vị trí cân bằng không thay đổi
- ④ Khi loại bỏ một phần H<sub>2</sub>O, nồng độ H<sub>2</sub>O giảm. Cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo ra thêm H<sub>2</sub>O để bù đắp sự mất mát, tức là chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)

**Bài 7.** Xét phản ứng tổng hợp methanol từ carbon monoxide và hydrogen:



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

- ① giảm nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② tăng áp suất của hệ phản ứng?
- ③ thêm chất xúc tác ZnO/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vào hệ phản ứng?
- ④ tăng nồng độ của H<sub>2</sub>?

Giải thích.

 *Hướng dẫn giải:*

- ① Phản ứng thuận có ΔH < 0 là phản ứng tỏa nhiệt, khi giảm nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều tỏa nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều thuận)
- ② Khi tăng áp suất, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía có số mol khí ít hơn. Ở đây, phía sản phẩm có 1 mol khí, trong khi phía reactant có 3 mol khí. Do đó, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)
- ③ Chất xúc tác ZnO/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng. Nó chỉ làm tăng tốc độ đạt đến trạng thái cân bằng
- ④ Khi tăng nồng độ H<sub>2</sub>, cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tiêu thụ H<sub>2</sub> để chống lại sự thay đổi, tức là chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)

**Bài 8.** Xét phản ứng phân hủy calcium carbonate:



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

- ① tăng nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② tăng áp suất của hệ phản ứng?
- ③ thêm một lượng CaO vào hệ phản ứng?
- ④ loại bỏ một phần CO<sub>2</sub> ra khỏi hệ phản ứng?

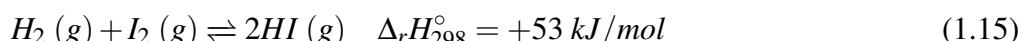
Giải thích.

 *Hướng dẫn giải:*



- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H > 0$  là phản ứng thu nhiệt, khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thu nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều thuận)
- ② Khi tăng áp suất, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía có số mol khí ít hơn. Ở đây, phía reactant không có khí, trong khi phía sản phẩm có 1 mol khí  $\text{CO}_2$ . Do đó, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía trái (chiều nghịch)
- ③ Khi thêm  $\text{CaO}$ , cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tiêu thụ  $\text{CaO}$  để chống lại sự thay đổi, tức là chuyển dịch về phía trái (chiều nghịch)
- ④ Khi loại bỏ một phần  $\text{CO}_2$ , nồng độ  $\text{CO}_2$  giảm. Cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo ra thêm  $\text{CO}_2$  để bù đắp sự mất mát, tức là chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)

**Bài 9.** Xét phản ứng tổng hợp hydrogen iodide từ hydrogen và iodine:



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

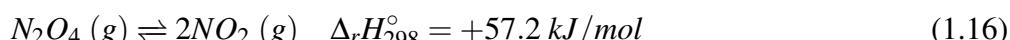
- ① giảm nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② giảm thể tích của bình phản ứng?
- ③ thêm một lượng nhỏ Ar (khí trơ) vào hệ phản ứng?
- ④ tăng nồng độ của  $\text{I}_2$ ?

Giải thích.

### Hướng dẫn giải:

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H > 0$  là phản ứng thu nhiệt, khi giảm nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều tỏa nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều nghịch)
- ② Giảm thể tích tương đương với tăng áp suất. Tuy nhiên, số mol khí ở cả hai về của phương trình là nhau 2 mol. Do đó, thay đổi áp suất không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng
- ③ Thêm khí trơ Ar sẽ làm tăng áp suất tổng, nhưng không ảnh hưởng đến áp suất riêng phần của các chất tham gia phản ứng. Do đó, vị trí cân bằng không thay đổi
- ④ Khi tăng nồng độ  $\text{I}_2$ , cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tiêu thụ  $\text{I}_2$  để chống lại sự thay đổi, tức là chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)

**Bài 10.** Xét phản ứng phân hủy dinitrogen tetroxide thành nitrogen dioxide:



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

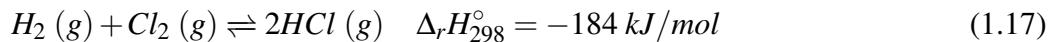
- ① tăng nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② tăng thể tích của bình phản ứng?
- ③ thêm một lượng  $\text{NO}_2$  vào hệ phản ứng?
- ④ thêm một lượng nhỏ He (khí trơ) vào hệ phản ứng?



Giải thích.

 **Hướng dẫn giải:**

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H > 0$  là phản ứng thu nhiệt, khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thu nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều thuận)
- ② Tăng thể tích tương đương với giảm áp suất. Cân bằng sẽ chuyển dịch về phía có số mol khí nhiều hơn. Ở đây, phía sản phẩm có 2 mol khí, trong khi phía reactant có 1 mol khí. Do đó, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)
- ③ Khi thêm  $\text{NO}_2$ , cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tiêu thụ  $\text{NO}_2$  để chống lại sự thay đổi, tức là chuyển dịch về phía trái (chiều nghịch)
- ④ Thêm khí trơ He sẽ làm tăng áp suất tổng, nhưng không ảnh hưởng đến áp suất riêng phần của các chất tham gia phản ứng. Do đó, vị trí cân bằng không thay đổi

**Bài 11.** Xét phản ứng tổng hợp hydrogen chloride từ hydrogen và chlorine:

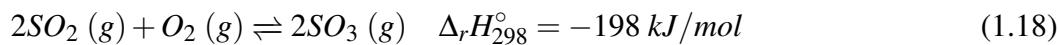
Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

- ① giảm nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② giảm nồng độ của  $\text{Cl}_2$ ?
- ③ tăng áp suất của hệ phản ứng?
- ④ loại bỏ một phần  $\text{HCl}$  ra khỏi hệ phản ứng?

Giải thích.

 **Hướng dẫn giải:**

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H < 0$  là phản ứng tỏa nhiệt, khi giảm nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều tỏa nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều thuận)
- ② Khi giảm nồng độ  $\text{Cl}_2$ , cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo ra thêm  $\text{Cl}_2$  để bù đắp sự mất mát, tức là chuyển dịch về phía trái (chiều nghịch)
- ③ Khi tăng áp suất, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía có số mol khí ít hơn. Tuy nhiên, số mol khí ở cả hai về của phương trình là như nhau 2 (mol). Do đó, thay đổi áp suất không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng
- ④ Khi loại bỏ một phần  $\text{HCl}$ , nồng độ  $\text{HCl}$  giảm. Cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo ra thêm  $\text{HCl}$  để bù đắp sự mất mát, tức là chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)

**Bài 12.** Xét phản ứng tổng hợp sulfur trioxide từ sulfur dioxide và oxygen:

Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

- ① tăng nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② tăng nồng độ của  $\text{O}_2$ ?



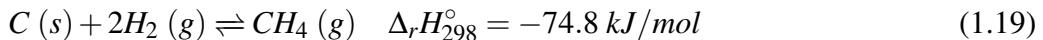
- ③ giảm thể tích của bình phản ứng?
- ④ thêm chất xúc tác V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vào hệ phản ứng?

Giải thích.

 *Hướng dẫn giải:*

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H < 0$  là phản ứng tỏa nhiệt, khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thu nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều nghịch)
- ② Khi tăng nồng độ O<sub>2</sub>, cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tiêu thụ O<sub>2</sub> để chống lại sự thay đổi, tức là chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)
- ③ Giảm thể tích tương đương với tăng áp suất. Cân bằng sẽ chuyển dịch về phía có số mol khí ít hơn. Ở đây, phía reactant có 3 mol khí, trong khi phía sản phẩm có 2 mol khí. Do đó, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)
- ④ Chất xúc tác V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng. Nó chỉ làm tăng tốc độ đạt đến trạng thái cân bằng

**Bài 13.** Xét phản ứng tổng hợp methane từ carbon và hydrogen:



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch theo chiều nào khi

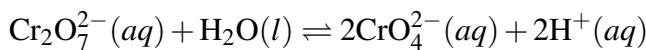
- ① tăng nhiệt độ của hệ phản ứng?
- ② tăng áp suất của hệ phản ứng?
- ③ thêm một lượng C vào hệ phản ứng?
- ④ loại bỏ một phần CH<sub>4</sub> ra khỏi hệ phản ứng?

Giải thích.

 *Hướng dẫn giải:*

- ① Phản ứng thuận có  $\Delta H < 0$  là phản ứng tỏa nhiệt, khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thu nhiệt (tức chuyển dịch theo chiều nghịch)
- ② Khi tăng áp suất, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía có số mol khí ít hơn. Ở đây, phía reactant có 2 mol khí, trong khi phía sản phẩm có 1 mol khí. Do đó, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)
- ③ Thêm C (chất rắn) không ảnh hưởng đến vị trí cân bằng vì nồng độ của chất rắn không thay đổi trong phản ứng cân bằng
- ④ Khi loại bỏ một phần CH<sub>4</sub>, nồng độ CH<sub>4</sub> giảm. Cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo ra thêm CH<sub>4</sub> để bù đắp sự mất mát, tức là chuyển dịch về phía phải (chiều thuận)

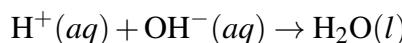
**Bài 14.** Chromium(VI) tạo ra hai dạng ion oxy khác nhau: ion đicromat màu cam ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) và ion cromat màu vàng ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ). Phản ứng cân bằng giữa hai ion này là:



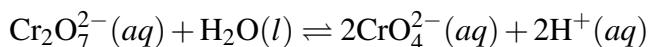
Giải thích tại sao dung dịch đicromat màu cam chuyển sang màu vàng khi thêm natri hydroxit (NaOH).

### Hướng dẫn giải:

Khi thêm natri hydroxit (NaOH) vào dung dịch đicromat, các ion OH<sup>-</sup> từ NaOH sẽ phản ứng với các ion H<sup>+</sup> trong dung dịch để tạo thành nước:

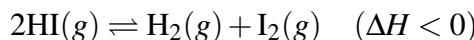


Điều này làm giảm nồng độ H<sup>+</sup> trong dung dịch, làm dịch chuyển cân bằng của phản ứng sau về phía sản phẩm (theo nguyên lý Le Chatelier):



Khi cân bằng dịch chuyển về phía sản phẩm, nồng độ ion cromat (CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) tăng lên và làm cho dung dịch chuyển sang màu vàng.

**Bài 15.** Cho cân bằng hóa học sau



Cân bằng hóa học sẽ chuyển dịch như thế nào trong các trường hợp sau:

- a) Thêm H<sub>2</sub>(g).
- b) Loại bỏ I<sub>2</sub>(g).
- c) Loại bỏ HI(g).
- d) Thêm Ar(g) vào bình phản ứng kín.
- e) Thể tích bình phản ứng được tăng gấp đôi.
- f) Giảm nhiệt độ .

### Hướng dẫn giải:

- a) Thêm H<sub>2</sub>(g):

Theo nguyên lý Le Chatelier, khi thêm H<sub>2</sub>(g), cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng giảm H<sub>2</sub>, tức là về phía HI để giảm nồng độ H<sub>2</sub>.

- b) Loại bỏ I<sub>2</sub>(g):

Khi loại bỏ I<sub>2</sub>(g), cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo thêm I<sub>2</sub>, tức là chiều thuận.

- c) Loại bỏ HI(g):

Khi loại bỏ HI(g), cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo thêm HI, tức là về chiều nghịch.

- d) Thêm Ar(g) vào bình phản ứng kín:

Thêm Ar(g) sẽ không ảnh hưởng đến cân bằng vì nó là khí trơ và không tham gia vào phản ứng.

- e) Thể tích bình phản ứng được tăng gấp đôi:

Tăng thể tích sẽ làm giảm áp suất tổng, tuy nhiên tổng mol khí ở chất tham gia và sản phẩm bằng nhau, do đó không ảnh hưởng đến cân bằng.

- f) Giảm nhiệt độ sẽ làm cân bằng chuyển dịch về phía tỏa nhiệt tức là chiều thuận.

**Bài 16.** Dự đoán sự dịch chuyển của vị trí cân bằng xảy ra đối với các phản ứng sau khi thể tích bình phản ứng được tăng lên:



- a)  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
- b)  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$
- c)  $H_2(g) + F_2(g) \rightleftharpoons 2HF(g)$
- d)  $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$
- e)  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

► *Hướng dẫn giải:*

- a)  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ :

Khi thể tích bình phản ứng được tăng lên, áp suất tổng giảm. Theo nguyên lý Le Chatelier, cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo thêm nhiều phân tử khí hơn để tăng áp suất, tức là về phía các chất phản ứng.

- b)  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ :

Tăng thể tích làm giảm áp suất tổng. Cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo thêm nhiều phân tử khí hơn, tức là về phía các sản phẩm, vì có 2 phân tử khí ở phía sản phẩm và 1 phân tử khí ở phía phản ứng.

- c)  $H_2(g) + F_2(g) \rightleftharpoons 2HF(g)$ :

Khi thể tích tăng, áp suất giảm. Ở cả hai bên phản ứng, số lượng phân tử khí là như nhau (2 phân tử khí ở bên trái và 2 phân tử khí ở bên phải). Vì vậy, sự thay đổi thể tích không ảnh hưởng đến cân bằng.

- d)  $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ :

Tăng thể tích giảm áp suất tổng. Cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo thêm nhiều phân tử khí hơn, tức là về phía sản phẩm vì có 2 phân tử khí ở phía sản phẩm và 1 phân tử khí ở phía phản ứng.

- e)  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ :

Tăng thể tích giảm áp suất tổng. Cân bằng sẽ chuyển dịch theo hướng tạo thêm nhiều phân tử khí hơn, tức là về phía sản phẩm vì có 1 phân tử khí ở phía sản phẩm, 0 phân tử khí phía tham gia.

**Bài 17.** Lượng đường glucose trong máu người thường ổn định ở nồng độ khoảng 0,1%. Khi ta ăn tinh bột, glucose sẽ được sinh ra trong cơ thể; còn khi cơ thể vận động và hoạt động trí não, glucose bị tiêu thụ.

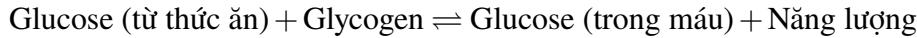
- ① Em hãy tìm hiểu để giải thích vì sao lượng glucose trong máu luôn ổn định ở mức khoảng 0,1%.
- ② Theo em, khi cơ thể hoạt động thể thao hay khi ăn uống sẽ xảy ra đồng thời hai quá trình sinh ra và mất đi glucose? Giải thích. Sự ổn định của glucose trong máu có thể được coi là trạng thái cân bằng hóa học không? Nếu có, hãy đề xuất cân bằng đó.

► *Hướng dẫn giải:*

- ❖ Lượng glucose trong máu luôn ổn định ở mức khoảng 0,1% do cơ thể có các cơ chế điều hòa đường huyết như tiết insulin từ tuyến tụy để giảm nồng độ glucose khi nó quá cao và tiết glucagon để tăng nồng độ glucose khi nó quá thấp. Insulin giúp các tế bào hấp thu glucose từ máu, còn glucagon thúc đẩy gan giải phóng glucose vào máu.
- ❖ Khi cơ thể hoạt động thể thao hoặc khi ăn uống, cả hai quá trình sinh ra và mất đi glucose đều diễn ra đồng thời. Sự ổn định của glucose trong máu là kết quả của trạng thái cân bằng hóa học giữa các quá trình



này. Cân bằng này có thể được biểu diễn bằng phản ứng:

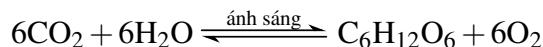


**Bài 18.** Thành phần không khí trên Trái Đất tương đối ổn định qua hàng triệu năm, trong đó oxi chiếm khoảng 20% thể tích. Tuy nhiên, trong tự nhiên luôn diễn ra các quá trình sản sinh và tiêu thụ oxi.

- 1 Em hãy tìm hiểu và giải thích vì sao hàm lượng oxi trong không khí có thể duy trì ổn định ở mức khoảng 20% qua thời gian dài như vậy.
- 2 Theo em, có mối liên hệ nào giữa sự ổn định này với các khái niệm trong cân bằng hóa học không? Hãy giải thích và đề xuất một mô hình cân bằng (nếu có) để mô tả hiện tượng này.

### Hướng dẫn giải:

- ❖ Hàm lượng oxi trong không khí luôn ổn định ở mức khoảng 20% do có sự cân bằng giữa các quá trình sản xuất và tiêu thụ oxi trong tự nhiên:
  - ★ Quá trình sản xuất oxi chủ yếu: quang hợp của thực vật và tảo.
  - ★ Quá trình tiêu thụ oxi: hô hấp của động vật và thực vật, quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch, và các phản ứng oxy hóa khác trong tự nhiên.
- ❖ Các yếu tố địa lý và khí hậu cũng góp phần duy trì sự ổn định này, như sự hòa tan và giải phóng oxi từ đại dương.
- ❖ Trong tự nhiên, hai quá trình sinh ra và mất đi oxi xảy ra đồng thời:
  - ★ Sinh ra oxi: quang hợp diễn ra liên tục ở các vùng có ánh sáng.
  - ★ Mất đi oxi: hô hấp của sinh vật và các quá trình oxy hóa diễn ra liên tục trên toàn cầu.
- ❖ Sự ổn định của hàm lượng oxi trong không khí có thể được coi là một trạng thái cân bằng hóa học động, mặc dù phức tạp hơn so với các cân bằng trong phòng thí nghiệm. Cân bằng này có thể được biểu diễn đơn giản hóa như sau:



Trong đó, chiều thuận đại diện cho quá trình quang hợp (sản xuất oxi), và chiều nghịch đại diện cho quá trình hô hấp và đốt cháy (tiêu thụ oxi).

## B. Bài tập trắc nghiệm nhiều phương án

**Câu 30.** Cho cân bằng:  $2\text{SO}_2(\text{k}) + \text{O}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{k})$ . Khi tăng nhiệt độ thì tỉ khối của hỗn hợp khí so với H<sub>2</sub> giảm đi. Phát biểu đúng khi nói về cân bằng này là:

- A Phản ứng thuận thu nhiệt, cân bằng dịch chuyển theo chiều nghịch khi tăng nhiệt độ
- B Phản ứng nghịch toả nhiệt, cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận khi tăng nhiệt độ
- C Phản ứng nghịch thu nhiệt, cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận khi tăng nhiệt độ
- D Phản ứng thuận toả nhiệt, cân bằng dịch chuyển theo chiều nghịch khi tăng nhiệt độ

### Hướng dẫn.

Áp dụng định luật BTKL:  $m_{(\text{trước})} = m_{(\text{sau})} = m$



$$\Rightarrow \bar{M} = \frac{m}{n_{khí}} \Rightarrow d_{H_2} = \frac{\bar{M}}{2} = \frac{m}{2 \cdot n_{khí}}$$

$$\text{Theo đề ra: } d_{trước} = \frac{m}{2 \cdot n_{trước}} > d_{sau} = \frac{m}{2 \cdot n_{sau}} \Rightarrow n_{sau} > n_{trước}$$

Vậy:  $n_{khí}$  tăng  $\Rightarrow$  CBHH dịch chuyển theo chiều nghịch  $\Rightarrow$  chiều nghịch thu nhiệt  $\Rightarrow$  chiều thuận tỏa nhiệt.

**Câu 31.** Cho cân bằng:  $N_2(k) + 3H_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$ . Khi giảm áp suất và tăng nhiệt độ thì nồng độ  $NH_3$  giảm. Phát biểu đúng về cân bằng này là:

- A Phản ứng thuận thu nhiệt
- B Phản ứng nghịch tỏa nhiệt
- C Số mol khí tăng khi phản ứng xảy ra theo chiều thuận
- D Số mol khí giảm khi phản ứng xảy ra theo chiều thuận

*Hướng dẫn.*

- ❖ Khi giảm áp suất, cân bằng dịch chuyển theo chiều tăng số mol khí. Số mol khí giảm khi phản ứng xảy ra theo chiều thuận ( $4\text{mol} \rightarrow 2\text{mol}$ ). Do đó, khi giảm áp suất, cân bằng dịch chuyển theo chiều nghịch, làm giảm nồng độ  $NH_3$ .
- ❖ Khi tăng nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều thu nhiệt do đó theo giả thiết chiều thu nhiệt ứng với chiều giảm nồng độ  $NH_3$  tức chiều nghịch.



**Câu 32.** Xét cân bằng:  $2NO_2(k) \rightleftharpoons N_2O_4(k) + Q$ . Nhận xét đúng về cân bằng này là:

- A Khi tăng nhiệt độ, cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận
- B Khi giảm thể tích, nồng độ  $NO_2$  tăng
- C Khi thêm chất xúc tác, cân bằng dịch chuyển theo chiều nghịch
- D Khi tăng áp suất, cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận

*Hướng dẫn.*

- ❖ Khi tăng nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều thu nhiệt.
- ❖ giảm thể tích dẫn đến áp suất tăng cân bằng dịch chuyển theo chiều giảm mol khí tức chiều thuận làm giảm nồng độ  $N_2O_4$ .
- ❖ Chất xúc tác không ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng
- ❖ Khi áp suất tăng cân bằng dịch chuyển theo chiều giảm mol khí tức chiều thuận làm giảm nồng độ  $N_2O_4$ .



**Câu 33.** Cho cân bằng:  $CO(k) + H_2O(k) \rightleftharpoons CO_2(k) + H_2(k)$ . Khi tăng nồng độ  $CO$ , phát biểu đúng là:

- A Nồng độ  $H_2$  giảm
- B Nồng độ  $CO_2$  giảm
- C Cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận
- D Hằng số cân bằng K tăng

*Hướng dẫn.*

- ❖ Theo nguyên lý Le Chatelier, khi tăng nồng độ  $CO$ , cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều tiêu thụ  $CO$ , tức là chiều thuận chiều tăng nồng độ  $H_2$  và giảm nồng độ  $CO_2$ .



❖ Hằng số cân bằng K chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ, không thay đổi khi thay đổi nồng độ.

**Câu 34.** Xét cân bằng:  $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$   $\Delta H < 0$ . Biết rằng phức  $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$  làm cho dung dịch có màu đỏ máu. Màu đỏ máu của dung dịch sẽ đậm hơn khi:

- A Thêm dd  $\text{AgNO}_3$  vào dung dịch  
C Thêm dung dịch  $\text{NaOH}$  vào

- B Thêm dung dịch  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  vào  
D Thêm dung dịch  $\text{KSCN}$  vào

*Hướng dẫn.*

❖ Khi cho dung dịch  $\text{AgNO}_3$  làm cho nồng độ ion  $\text{SCN}^-$  giảm do xảy ra phản ứng



❖ Khi cho dung dịch  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  vào làm cho nồng độ ion  $\text{Fe}^{3+}$  giảm do xảy ra phản ứng



❖ Thêm dung dịch  $\text{NaOH}$  vào làm cho nồng độ ion  $\text{Fe}^{3+}$  giảm do xảy ra phản ứng



❖ Thêm dung dịch  $\text{KSCN}$  vào làm cho nồng độ ion  $\text{SCN}^-$  tăng do đó cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ ion  $\text{SCN}^-$  tức chiều thuận làm màu đỏ máu đậm dần.



**Câu 35.** Cho cân bằng:  $2\text{SO}_2(\text{k}) + \text{O}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{k}) + \text{Q}$ . Cách làm tăng hiệu suất tạo  $\text{SO}_3$  là:

- A Tăng nhiệt độ và giảm áp suất  
C Tăng nhiệt độ và tăng áp suất

- B Giảm nhiệt độ và tăng áp suất  
D Giảm nhiệt độ và giảm áp suất

*Hướng dẫn.*

Phản ứng thuận tỏa nhiệt và có sự giảm số mol khí. Để tăng hiệu suất tạo  $\text{SO}_3$ , cần dịch chuyển cân bằng sang phải bằng cách giảm nhiệt độ và tăng áp suất.



**Câu 36.** Xét cân bằng:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{k}) - \text{Q}$ . Màu của hỗn hợp khí sẽ đậm hơn khi:

- A Giảm thể tích bình phản ứng  
B Thêm khí trơ vào hệ phản ứng  
C Tăng nhiệt độ của hệ phản ứng  
D Thêm chất xúc tác vào hệ phản ứng

*Hướng dẫn.*

$\text{NO}_2$  có màu nâu đỏ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  không màu.

❖ Tăng nhiệt độ sẽ dịch chuyển cân bằng theo chiều thu nhiệt (chiều thuận), tạo thêm  $\text{NO}_2$ , làm đậm màu.

❖ Giảm thể tích dẫn đến tăng áp suất cân bằng dịch chuyển sang chiều giảm mol khí (chiều nghịch) làm màu hỗn hợp đậm dần

❖ Khi thêm khí trơ và chất xúc tác không ảnh hưởng đến cân bằng.



**Câu 37.** Cho cân bằng:  $\text{H}_2(\text{k}) + \text{I}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{k})$ . Phát biểu đúng là:

- A Tăng áp suất sẽ làm tăng hiệu suất tạo  $\text{HI}$   
B Thêm chất xúc tác sẽ làm tăng nồng độ  $\text{HI}$



- C** Giảm nồng độ  $H_2$  sẽ làm tăng nồng độ  $I_2$   
**D** Tăng nhiệt độ không ảnh hưởng đến cân bằng

**Hướng dẫn.**

Số mol khí không thay đổi, nên áp suất không ảnh hưởng. Giảm nồng độ  $H_2$  sẽ làm dịch chuyển cân bằng sang trái, tăng nồng độ  $I_2$ .



(C)

**Câu 38.** Xét cân bằng:  $CaCO_3(r) \rightleftharpoons CaO(r) + CO_2(k) - Q$ . Cách làm tăng nồng độ  $CO_2$  là:

- A** Thêm  $CaCO_3$  vào hệ phản ứng  
**B** Giảm áp suất của hệ phản ứng  
**C** Thêm chất xúc tác vào hệ phản ứng  
**D** Tăng nhiệt độ của hệ phản ứng

**Hướng dẫn.**

Phản ứng thuận thu nhiệt. Tăng nhiệt độ sẽ dịch chuyển cân bằng theo chiều thu nhiệt (chiều thuận), làm tăng nồng độ  $CO_2$ . Giảm áp suất cũng sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải (tăng số mol khí), làm tăng nồng độ  $CO_2$ . Thêm  $CaCO_3$  không ảnh hưởng vì nó là chất rắn. Thêm chất xúc tác không làm thay đổi nồng độ cân bằng.



(D)

**Câu 39.** Xét cân bằng:  $2SO_2(k) + O_2(k) \rightleftharpoons 2SO_3(k) + Q$ . Cách làm tăng hiệu suất tạo  $SO_3$  là:

- A** Giảm nồng độ  $O_2$  trong hệ phản ứng  
**B** Tăng thể tích của bình phản ứng  
**C** Tăng nhiệt độ của hệ phản ứng  
**D** Thêm chất xúc tác  $V_2O_5$  vào hệ phản ứng

**Hướng dẫn.**

Giảm thể tích (tăng áp suất) sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải (giảm số mol khí), làm tăng hiệu suất tạo  $SO_3$ . Giảm nhiệt độ sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải (chiều tỏa nhiệt), cũng làm tăng hiệu suất tạo  $SO_3$ . Thêm chất xúc tác không làm thay đổi hiệu suất, chỉ làm tăng tốc độ đạt cân bằng.



(B)

**Câu 40.** Cho cân bằng:  $N_2(k) + O_2(k) \rightleftharpoons 2NO(k) - Q$ . Phát biểu đúng là:

- A** Tăng áp suất sẽ làm tăng nồng độ NO  
**B** Giảm nhiệt độ sẽ làm tăng hiệu suất tạo NO  
**C** Thêm khí trơ vào hệ sẽ làm tăng nồng độ NO  
**D** Tăng nồng độ  $N_2$  sẽ làm giảm nồng độ  $O_2$

**Hướng dẫn.**

Phản ứng thuận thu nhiệt và có sự tăng số mol khí. Tăng nhiệt độ và giảm áp suất sẽ làm tăng hiệu suất tạo NO. Tăng nồng độ  $N_2$  sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải, làm giảm nồng độ  $O_2$ .



(D)

**Câu 41.** Xét cân bằng:  $H_2(k) + Br_2(k) \rightleftharpoons 2HBr(k) + Q$ . Cách làm giảm nồng độ HBr là:

- A** Tăng nồng độ  $H_2$  trong hệ phản ứng  
**B** Giảm thể tích của bình phản ứng  
**C** Tăng nhiệt độ của hệ phản ứng  
**D** Thêm chất xúc tác vào hệ phản ứng

**Hướng dẫn.**

Tăng nhiệt độ sẽ dịch chuyển cân bằng sang trái (chiều thu nhiệt), làm giảm nồng độ HBr. Thay đổi áp suất không ảnh hưởng đến cân bằng vì số mol khí không thay đổi. Thêm chất xúc tác không làm thay đổi nồng độ cân bằng.



**Câu 42.** Cho cân bằng:  $4\text{NH}_3(\text{k}) + 5\text{O}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{k}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{k}) + Q$ . Nhận xét đúng là:

- A** Tăng nồng độ O<sub>2</sub> sẽ làm giảm nồng độ NO
- B** Giảm áp suất sẽ làm tăng hiệu suất tạo NO
- C** Tăng nhiệt độ sẽ làm giảm hiệu suất tạo NO
- D** Thêm hơi nước vào hệ sẽ làm tăng nồng độ NH<sub>3</sub>

*Hướng dẫn.*

Tăng nồng độ O<sub>2</sub> sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải, làm tăng nồng độ NO. Giảm áp suất sẽ dịch chuyển cân bằng sang trái (tăng số mol khí), làm giảm hiệu suất tạo NO. Tăng nhiệt độ sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải (chiều thu nhiệt), làm tăng hiệu suất tạo NO.Thêm hơi nước vào hệ sẽ dịch chuyển cân bằng sang trái, làm tăng nồng độ NH<sub>3</sub>.



**D**

**Câu 43.** Xét cân bằng:  $2\text{NO}(\text{k}) + \text{Cl}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{NOCl}(\text{k}) + Q$ . Cách làm tăng hiệu suất tạo NOCl là:

- A** Giảm nồng độ NO trong hệ phản ứng
- B** Tăng thể tích của bình phản ứng
- C** Tăng nhiệt độ của hệ phản ứng
- D** Thêm khí trơ vào hệ phản ứng

*Hướng dẫn.*

Giảm thể tích (tăng áp suất) sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải (giảm số mol khí), làm tăng hiệu suất tạo NOCl. Giảm nhiệt độ sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải (chiều tỏa nhiệt), cũng làm tăng hiệu suất tạo NOCl. Thêm khí trơ không ảnh hưởng đến cân bằng khi thể tích không đổi.



**B**

**Câu 44.** Cho cân bằng:  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3 \Delta H < 0$ . Màu của dung dịch sẽ nhạt đi khi:

- |                                               |                                                 |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>A</b> Thêm dung dịch FeCl <sub>3</sub> vào | <b>B</b> Thêm dung dịch NH <sub>4</sub> SCN vào |
| <b>C</b> Thêm dung dịch NaOH vào              | <b>D</b> Giảm nhiệt độ của dung dịch            |

*Hướng dẫn.*

Phức [Fe(SCN)<sub>3</sub>] có màu đỏ máu. Thêm NaOH sẽ làm kết tủa Fe(OH)<sub>3</sub>, giảm nồng độ Fe<sup>3+</sup>, dịch chuyển cân bằng sang trái, làm giảm nồng độ phức màu đỏ.



**C**

**Câu 45.** Xét cân bằng:  $\text{CaCO}_3(\text{r}) + 2\text{HCl}(\text{dd}) \rightleftharpoons \text{CaCl}_2(\text{dd}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{k})$ . Phát biểu đúng là:

- A** Tăng nồng độ HCl sẽ làm giảm lượng CO<sub>2</sub> tạo ra
- B** Giảm áp suất sẽ làm tăng hiệu suất tạo CO<sub>2</sub>
- C** Tăng nhiệt độ không ảnh hưởng đến cân bằng
- D** Thêm CaCO<sub>3</sub> sẽ làm tăng pH của dung dịch

*Hướng dẫn.*

Tăng nồng độ HCl sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải, làm tăng lượng CO<sub>2</sub> tạo ra. Giảm áp suất sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải (tăng số mol khí), làm tăng hiệu suất tạo CO<sub>2</sub>. Thêm CaCO<sub>3</sub> sẽ dịch chuyển cân bằng sang phải, làm tăng lượng OH<sup>-</sup> trong dung dịch, tăng pH.



**D**



### Dạng 3. Tính hằng số cân bằng

#### Ví dụ mẫu

##### ① Ví dụ 4

Biểu thức nào sau đây là biểu thức hằng số cân bằng ( $K_C$ ) của phản ứng  $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ ?

A  $K_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]}$ .

B  $K_C = \frac{[CH_4]}{[C][H_2]^2}$ .

C  $K_C = \frac{[CH_4]}{[C][H_2]}$ .

D  $K_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$ .

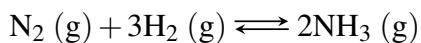
Hướng dẫn:

Phản ứng xảy ra ở trạng thái cân bằng, nồng độ của chất rắn không được tính vào hằng số cân bằng. Do đó, biểu thức hằng số cân bằng  $K_C$  cho phản ứng  $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$  là  $K_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$ . (D)

#### Bài tập tự luyện dạng 3

##### A. Trắc nghiệm nhiều lựa chọn

**Câu 46.** Biểu thức nào sau đây là biểu thức hằng số cân bằng ( $K_C$ ) của phản ứng



A  $K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

B  $K_C = \frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$

C  $K_C = \frac{[NH_3]}{[H_2]^2}$

D  $K_C = \frac{[N_2][H_2]}{[NH_3]}$

Hướng dẫn.

Phản ứng xảy ra ở trạng thái cân bằng, biểu thức hằng số cân bằng  $K_C$  cho phản ứng  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  là  $K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ . (A)

**Câu 47.** Biểu thức nào sau đây là biểu thức hằng số cân bằng ( $K_C$ ) của phản ứng  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ?

A  $K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$

B  $K_C = \frac{[SO_3]}{[SO_2][O_2]^2}$

C  $K_C = \frac{[SO_2][O_2]}{[SO_3]}$

D  $K_C = \frac{[SO_3]}{[SO_2][O_2]}$

Hướng dẫn.

Phản ứng xảy ra ở trạng thái cân bằng, biểu thức hằng số cân bằng  $K_C$  cho phản ứng  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$  là  $K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$ . (A)



**Câu 48.** Biểu thức nào sau đây là biểu thức hằng số cân bằng ( $K_C$ ) của phản ứng  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ?

A  $K_C = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$

C  $K_C = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$

B  $K_C = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$

D  $K_C = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]}$

👉 *Hướng dẫn.*

Phản ứng xảy ra ở trạng thái cân bằng, biểu thức hằng số cân bằng  $K_C$  cho phản ứng  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$

là  $K_C = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$ .

☞ (C)

**Câu 49.** Biểu thức nào sau đây là biểu thức hằng số cân bằng ( $K_C$ ) của phản ứng  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ?

A  $K_C = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2]^2 [\text{O}_2]}$

C  $K_C = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2] [\text{O}_2]^2}$

B  $K_C = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2] [\text{O}_2]}$

D  $K_C = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2]^2 [\text{O}_2]}$

👉 *Hướng dẫn.*

Phản ứng xảy ra ở trạng thái cân bằng, biểu thức hằng số cân bằng  $K_C$  cho phản ứng  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

là  $K_C = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2]^2 [\text{O}_2]}$ .

☞ (A)

**Câu 50.** Biểu thức nào sau đây là biểu thức hằng số cân bằng ( $K_C$ ) của phản ứng  $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$ ?

A  $K_C = \frac{[\text{CO}_2]^2}{[\text{CO}] [\text{O}_2]}$

C  $K_C = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}] [\text{O}_2]}$

B  $K_C = \frac{[\text{CO}_2]^2}{[\text{CO}]^2 [\text{O}_2]}$

D  $K_C = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}] [\text{O}_2]}$

👉 *Hướng dẫn.*

Phản ứng xảy ra ở trạng thái cân bằng, biểu thức hằng số cân bằng  $K_C$  cho phản ứng  $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$

là  $K_C = \frac{[\text{CO}_2]^2}{[\text{CO}]^2 [\text{O}_2]}$ .

☞ (B)

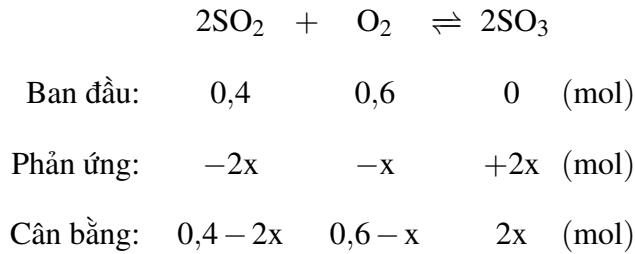
## B. Bài tập tự luận

**Bài 19.** Cho 0,4 mol  $\text{SO}_2$  và 0,6 mol  $\text{O}_2$  vào một bình dung tích 1 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$  Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng  $\text{SO}_3$ , trong bình là 0,3 mol. Tính hằng số cân bằng  $K_C$  của phản ứng tổng hợp  $\text{SO}_3$  ở nhiệt độ trên.

👉 *Hướng dẫn giải:*



Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Theo đề bài  $n_{\text{SO}_3} = 0,3 \Rightarrow 2x = 0,3 \Rightarrow x = 0,15$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$\begin{aligned} [\text{SO}_2] &= (0,4 - 2 \cdot 0,15) / 1 = 0,1 \\ [\text{O}_2] &= (0,6 - 0,15) / 1 = 0,45 \\ [\text{SO}_3] &= (2 \cdot 0,15) / 1 = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \end{aligned}$$

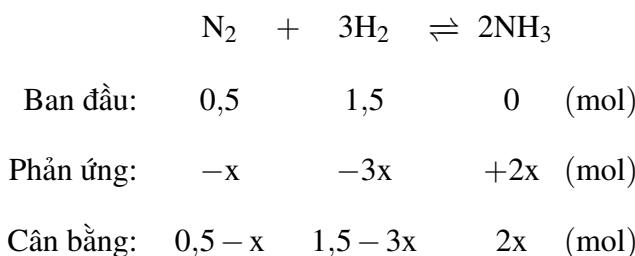
Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{0,3^2}{0,1^2 \cdot 0,45} = 20$$

**Bài 20.** Cho 0,5 mol N<sub>2</sub> và 1,5 mol H<sub>2</sub> vào một bình dung tích 2 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau: N<sub>2</sub>(g) + 3H<sub>2</sub>(g) ⇌ 2NH<sub>3</sub>(g). Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng NH<sub>3</sub> trong bình là 0,4 mol. Tính hằng số cân bằng K<sub>C</sub> của phản ứng tổng hợp NH<sub>3</sub> ở nhiệt độ trên.

 *Hướng dẫn giải:*

Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Theo đề bài  $n_{\text{NH}_3} = 0,4 \Rightarrow 2x = 0,4 \Rightarrow x = 0,2$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$\begin{aligned} [\text{N}_2] &= 0,5 - 0,2 = 0,3 \\ [\text{H}_2] &= 1,5 - 3 \cdot 0,2 = 0,9 \\ [\text{NH}_3] &= 0,4 \end{aligned}$$

Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} = \frac{0,4^2}{0,3 \cdot 0,9^3} \approx 0,65$$

**Bài 21.** Cho 1 mol CO và 2 mol H<sub>2</sub> vào một bình dung tích 1 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau: CO(g) + 2H<sub>2</sub>(g) ⇌ CH<sub>3</sub>OH(g). Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng CH<sub>3</sub>OH trong bình là 0,5 mol. Tính hằng số cân bằng K<sub>C</sub> của phản ứng tổng hợp CH<sub>3</sub>OH ở nhiệt độ trên.

 *Hướng dẫn giải:*



Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Ban đầu: 1 2 0 (mol)

Phản ứng:  $-x$   $-2x$   $+x$  (mol)

Cân bằng:  $1 - x$   $2 - 2x$   $x$  (mol)

Theo đề bài  $n_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,5 \Rightarrow x = 0,5$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$[\text{CO}] = 1 - 0,5 = 0,5$$

$$[\text{H}_2] = 2 - 2 \cdot 0,5 = 1$$

$$[\text{CH}_3\text{OH}] = 0,5$$

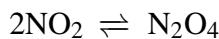
Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^2} = \frac{0,5}{0,5 \cdot 1^2} = 1$$

**Bài 22.** Cho 1 mol NO<sub>2</sub> vào một bình dung tích 2 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau:  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ . Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> trong bình là 0,3 mol. Tính hằng số cân bằng K<sub>C</sub> của phản ứng tổng hợp N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ở nhiệt độ trên.

 *Hướng dẫn giải:*

Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Ban đầu: 1 0 (mol)

Phản ứng:  $-2x$   $+x$  (mol)

Cân bằng:  $1 - 2x$   $x$  (mol)

Theo đề bài  $n_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,3 \Rightarrow x = 0,3$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$[\text{NO}_2] = \frac{1 - 2 \cdot 0,3}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2$$

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{0,3}{2} = 0,15$$

Hằng số cân bằng của phản ứng

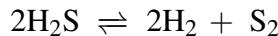
$$K_C = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{0,15}{0,2^2} = 3,75$$

**Bài 23.** Cho 2 mol H<sub>2</sub>S vào một bình dung tích 1 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau:  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ . Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng H<sub>2</sub> trong bình là 1,5 mol. Tính hằng số cân bằng K<sub>C</sub> của phản ứng tổng hợp H<sub>2</sub> và S<sub>2</sub> ở nhiệt độ trên.

 *Hướng dẫn giải:*



Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Ban đầu: 2 0 0 (mol)

Phản ứng:  $-2x$   $+2x$   $+x$  (mol)

Cân bằng:  $2 - 2x$   $2x$   $x$  (mol)

Theo đề bài  $n_{\text{H}_2} = 1,5 \Rightarrow 2x = 1,5 \Rightarrow x = 0,75$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$[\text{H}_2\text{S}] = 2 - 2 \cdot 0,75 = 0,5$$

$$[\text{H}_2] = 1,5$$

$$[\text{S}_2] = 0,75$$

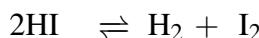
Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{S}_2]}{[\text{H}_2\text{S}]^2} = \frac{1,5^2 \cdot 0,75}{0,5^2} = 13,5$$

**Bài 24.** Cho 0,8 mol HI vào một bình dung tích 4 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau:  $2\text{HI}(g) \rightleftharpoons \text{H}_2(g) + \text{I}_2(g)$ . Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng  $\text{H}_2$  trong bình là 0,1 mol. Tính hằng số cân bằng  $K_C$  của phản ứng tổng hợp  $\text{H}_2$  và  $\text{I}_2$  ở nhiệt độ trên.

#### Hướng dẫn giải:

Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Ban đầu: 0,8 0 0 (mol)

Phản ứng:  $-2x$   $+x$   $+x$  (mol)

Cân bằng:  $0,8 - 2x$   $x$   $x$  (mol)

Theo đề bài  $n_{\text{H}_2} = 0,1 \Rightarrow x = 0,1$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$[\text{HI}] = \frac{0,8 - 2 \cdot 0,1}{4} = \frac{0,6}{4} = 0,15$$

$$[\text{H}_2] = \frac{0,1}{4} = 0,025$$

$$[\text{I}_2] = \frac{0,1}{4} = 0,025$$

Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{0,025 \cdot 0,025}{0,15^2} \approx 0,028$$

**Bài 25.** Cho 0,5 mol PCl<sub>5</sub> vào một bình dung tích 1 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau:  $\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$ . Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng Cl<sub>2</sub> trong bình là 0,2 mol. Tính hằng số cân bằng  $K_C$  của phản ứng tổng hợp PCl<sub>3</sub> và Cl<sub>2</sub> ở nhiệt độ trên.



 Hướng dẫn giải:

Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Ban đầu: 0,5 0 0 (mol)

Phản ứng: -x +x +x (mol)

Cân bằng: 0,5 - x x x (mol)

Theo đề bài  $n_{\text{Cl}_2} = 0,2 \Rightarrow x = 0,2$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$[\text{PCl}_5] = 0,5 - 0,2 = 0,3$$

$$[\text{PCl}_3] = 0,2$$

$$[\text{Cl}_2] = 0,2$$

Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{0,2 \cdot 0,2}{0,3} \approx 0,13$$

**Bài 26.** Cho 1 mol  $\text{NH}_3$  vào một bình dung tích 2 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau:  $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ . Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng  $\text{H}_2$  trong bình là 0,6 mol. Tính hằng số cân bằng  $K_C$  của phản ứng phân hủy  $\text{NH}_3$  ở nhiệt độ trên.

 Hướng dẫn giải:

Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Ban đầu: 1 0 0 (mol)

Phản ứng: -2x +x +3x (mol)

Cân bằng: 1 - 2x x 3x (mol)

Theo đề bài  $n_{\text{H}_2} = 0,6 \Rightarrow 3x = 0,6 \Rightarrow x = 0,2$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$[\text{NH}_3] = \frac{1 - 2 \cdot 0,2}{2} = \frac{0,6}{2} = 0,3$$

$$[\text{N}_2] = \frac{0,2}{2} = 0,1$$

$$[\text{H}_2] = \frac{0,6}{2} = 0,3$$

Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{0,1 \cdot 0,3^3}{0,3^2} = 0,1$$

**Bài 27.** Cho 0,6 mol  $\text{SO}_2$  và 0,4 mol  $\text{O}_2$  vào một bình dung tích 1 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ . Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng,



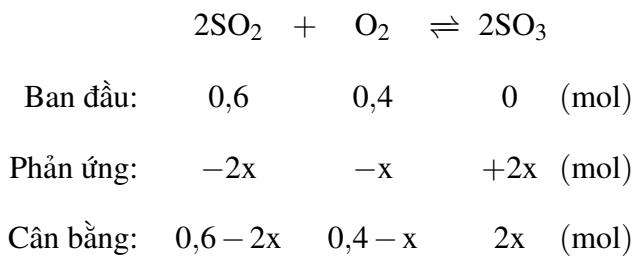
### Bài 1. Khái niệm về cân bằng hóa học

Biên soạn: Nguyễn Tường Duy

lượng SO<sub>3</sub> trong bình là 0,2 mol. Tính hằng số cân bằng K<sub>C</sub> của phản ứng tổng hợp SO<sub>3</sub> ở nhiệt độ trên.

#### Hướng dẫn giải:

Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Theo đề bài n<sub>SO<sub>3</sub></sub> = 0,2 ⇒ 2x = 0,2 ⇒ x = 0,1

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$\begin{aligned} [\text{SO}_2] &= 0,6 - 2 \cdot 0,1 = 0,4 \\ [\text{O}_2] &= 0,4 - 0,1 = 0,3 \\ [\text{SO}_3] &= 0,2 \end{aligned}$$

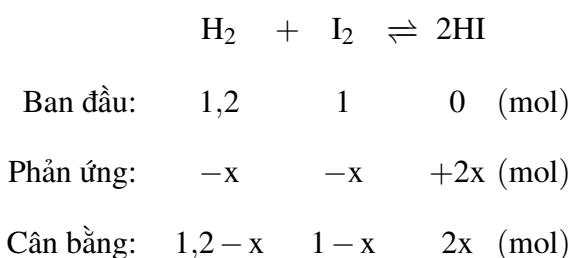
Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{0,2^2}{0,4^2 \cdot 0,3} \approx 0,83$$

**Bài 28.** Cho 1,2 mol H<sub>2</sub> và 1 mol I<sub>2</sub> vào một bình dung tích 2 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau: H<sub>2</sub>(g) + I<sub>2</sub>(g) ⇌ 2HI(g). Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng HI trong bình là 1 mol. Tính hằng số cân bằng K<sub>C</sub> của phản ứng tổng hợp HI ở nhiệt độ trên.

#### Hướng dẫn giải:

Ta có tiến trình của phản ứng như sau:



Theo đề bài n<sub>HI</sub> = 1 ⇒ 2x = 1 ⇒ x = 0,5

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$\begin{aligned} [\text{H}_2] &= \frac{1,2 - 0,5}{2} = 0,35 \\ [\text{I}_2] &= \frac{1 - 0,5}{2} = 0,25 \\ [\text{HI}] &= \frac{1}{2} = 0,5 \end{aligned}$$

Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} = \frac{0,5^2}{0,35 \cdot 0,25} \approx 2,86$$

**Bài 29.** Cho 0,3 mol N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vào một bình dung tích 2 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình



xảy ra như sau:  $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ . Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng  $\text{NO}_2$  trong bình là 0,4 mol. Tính hằng số cân bằng  $K_C$  của phản ứng phân hủy  $\text{N}_2\text{O}_5$  ở nhiệt độ trên.

### Hướng dẫn giải:

Ta có tiến trình của phản ứng như sau:

	$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	
Ban đầu:	0,3	0      0 (mol)
Phản ứng:	-2x	+4x      +x (mol)
Cân bằng:	$0,3 - 2x$	4x      x (mol)

Theo đề bài  $n_{\text{NO}_2} = 0,4 \Rightarrow 4x = 0,4 \Rightarrow x = 0,1$

Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng:

$$[\text{N}_2\text{O}_5] = \frac{0,3 - 2 \cdot 0,1}{2} = 0,05$$

$$[\text{NO}_2] = \frac{0,4}{2} = 0,2$$

$$[\text{O}_2] = \frac{0,1}{2} = 0,05$$

Hằng số cân bằng của phản ứng

$$K_C = \frac{[\text{NO}_2]^4 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_5]^2} = \frac{0,2^4 \cdot 0,05}{0,05^2} \approx 0,064$$

### Dạng 4. Nồng độ các chất tại trạng thái cân bằng

#### A. Bài tập tự luận

**Bài 30.** Xét phản ứng thuận nghịch sau đây:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  Tại nhiệt độ  $25^\circ\text{C}$ , hằng số cân bằng  $K_C$  của phản ứng là  $4.61 \times 10^{-3}$ . Ban đầu, trong một bình kín 1 lít chỉ có  $\text{N}_2\text{O}_4$  với nồng độ 0,08M. Hệ phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng.

- ① Tính nồng độ cân bằng của  $\text{N}_2\text{O}_4$  và  $\text{NO}_2$ .
- ② Tính độ chuyển hóa của  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

### Hướng dẫn giải:

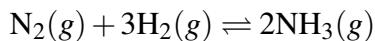
Ta có tiến trình phản ứng như sau:

	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$	
Ban đầu:	0,08	0
Phản ứng:	-x	+2x
Cân bằng:	$0,08 - x$	2x



Ta có  $K_C = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(2x)^2}{(0,08 - x)} = 4,61 \cdot 10^{-3} \Rightarrow 4x^2 + 4,61 \cdot 10^{-3} - 3,688 \cdot 10^{-4} = 0$   
 $\Rightarrow x = 9,043 \cdot 10^{-3}$  (M)  
 $\Rightarrow [\text{N}_2\text{O}_4] = 0,08 - 9,043 \cdot 10^{-3} = 0,071$  (M);  $[\text{NO}_2] = 2 \cdot 9,043 \cdot 10^{-3} = 0,0181$  (M)  
Độ chuyển hóa  $\text{N}_2\text{O}_4$  là  $\frac{9,043 \cdot 10^{-3}}{0,08} \cdot 100\% \approx 11,3\%$

**Bài 31.** Tìm các giá trị còn thiếu của các phản ứng sau:



	$\text{N}_2(\text{g}), (\text{M})$	$\text{H}_2(\text{g}), (\text{M})$	$\text{NH}_3(\text{g}), (\text{M})$	$K_C$
1. Ở $472^\circ\text{C}$	0,042	0,1200	?	0,1050
2. Ở $500^\circ\text{C}$	0,750	0,420	0,250	?

Hướng dẫn giải:

(1) Ở  $472^\circ\text{C}$ , ta có

$$K_C = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

$$\Rightarrow [\text{NH}_3] = \sqrt{K_C \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

$$= \sqrt{0,1050 \cdot 0,042 \cdot (0,1200)^3} \approx 2,70 \cdot 10^{-3}$$
 (M)

(2) Ở  $500^\circ\text{C}$ , ta có

$$K_C = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

$$= \frac{(0,250)^2}{0,750 \cdot (0,420)^3}$$

$$= 1,125$$

**Bài 32.** Cho 4,84 gam  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  vào 1 lít dung dịch KSCN 0,1 M và được giữ ở nhiệt độ không đổi. Trong dung dịch giữa ion  $\text{Fe}^{3+}$  và  $\text{SCN}^-$  xảy ra cân bằng hóa học sau



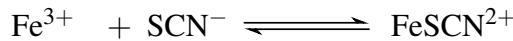
Hãy tính nồng độ của  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{SCN}^-$  và  $\text{FeSCN}^{2+}$  ở trạng thái cân bằng. Biết thể tích dung dịch thay đổi không đáng kể

Hướng dẫn giải:

$$n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = 0,02 \text{ (mol)}; C_{\text{Fe}^{3+}} = \frac{0,02}{1} = 0,02 \text{ (M).}$$



Ta có tiến trình phản ứng sau:



Ban đầu: 0,02 0,1 0 (mol/l)

Phản ứng: -x -x +x (mol/l)

Cân bằng: 0,02 - x 0,1 - x x (mol/l)

$$\text{Ta có } K_C = \frac{x}{(0,02-x)(0,1-x)} = 1,1 \times 10^3 \Rightarrow 1,1 \times 10^3 x^2 - 133x + 2,2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 1,1011 \text{ (loại)} \\ x = 0,0198 \text{ (nhận)} \end{cases}.$$

Vậy nồng các chất tại trạng thái cân bằng là :

$$[\text{Fe}^{3+}] = 0,02 - x = 0,02 - 0,0198 = 0,002 \text{ (M)}$$

$$[\text{SCN}^-] = 0,1 - x = 0,1 - 0,0198 = 0,802 \text{ (M)}$$

$$[\text{FeSCN}^{2+}] = x = 0,0198 \text{ (M)}$$

**Bài 33.** Trong một thí nghiệm, ba ống nghiệm được chuẩn bị như sau:

- ❖ Ống nghiệm 1: chứa dung dịch kali chromate ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ )
- ❖ Ống nghiệm 2 và 3: chứa dung dịch kali dichromate ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

Trong hệ này, tồn tại hai cân bằng hóa học quan trọng:

- ① Cân bằng giữa ion chromate và dichromate:  $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- ② Cân bằng tạo kết tủa giữa ion bari và ion chromate:  $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCrO}_4$  (rắn)

Khi thêm dung dịch bari clorua ( $\text{BaCl}_2$ ) 0,1 M vào các ống nghiệm, người ta quan sát thấy:

- ❖ Ống nghiệm 1: xuất hiện lượng lớn kết tủa màu vàng.
- ❖ Ống nghiệm 2: chỉ xuất hiện một lượng nhỏ kết tủa màu vàng.
- ❖ Ống nghiệm 3: trước khi thêm  $\text{BaCl}_2$ , người ta thêm vào một ít axit nitric ( $\text{HNO}_3$ ).

Sau đó, khi thêm  $\text{BaCl}_2$ , không có kết tủa nào xuất hiện.

Dựa trên các quan sát trên và kiến thức về cân bằng hóa học, hãy trả lời các câu hỏi sau:

- ① Viết biểu thức hằng số cân bằng ( $K_C$ ) cho phản ứng cân bằng (1).
- ② Giải thích tại sao lượng kết tủa trong ống nghiệm 2 ít hơn so với ống nghiệm 1. Phân tích dựa trên cân bằng hóa học giữa ion chromate và dichromate.
- ③ Áp dụng nguyên lý Le Chatelier để giải thích hiện tượng xảy ra trong ống nghiệm 3 khi thêm axit  $\text{HNO}_3$ . Tại sao không có kết tủa xuất hiện khi thêm  $\text{BaCl}_2$  vào ống nghiệm này?
- ④ Nếu muốn tăng nồng độ ion  $\text{CrO}_4^{2-}$  trong dung dịch  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , bạn sẽ thêm chất nào vào? Giải thích lý do.
- ⑤ Viết biểu thức tích số tan ( $K_{sp}$ ) cho cân bằng (2). Kết tủa  $\text{BaCrO}_4$  có màu gì?
- ⑥ Độ tan của  $\text{BaCrO}_4$  trong nước ở  $25^\circ\text{C}$  là  $1,210^{-4}$  mol/L. Tính giá trị  $K_{sp}$  của  $\text{BaCrO}_4$  ở nhiệt độ này.



- 7) Nếu thêm một lượng nhỏ dung dịch NaOH vào ống nghiệm 2, dự đoán sự thay đổi về màu sắc của dung dịch và giải thích lý do dựa trên sự dịch chuyển của cân bằng (1).

 *Hướng dẫn giải:*

- 1)  $K_C = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]^2[\text{H}^+]^2}$
- 2) Trong ống nghiệm 2 chứa  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , cân bằng nghiêng về phía  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , nên nồng độ  $\text{CrO}_4^{2-}$  thấp, dẫn đến ít kết tủa  $\text{BaCrO}_4$  hình thành. Ngược lại, ống nghiệm 1 chứa  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  nên có nhiều  $\text{CrO}_4^{2-}$ , tạo nhiều kết tủa.
- 3) Khi thêm  $\text{HNO}_3$ , cân bằng (1) dịch chuyển sang phải theo nguyên lý Le Chatelier, tạo ra nhiều  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  hơn và giảm nồng độ  $\text{CrO}_4^{2-}$ . Do đó, khi thêm  $\text{Ba}^{2+}$ , không đủ  $\text{CrO}_4^{2-}$  để tạo kết tủa.
- 4) Thêm một base như  $\text{NaOH}$ . Base sẽ tiêu thụ  $\text{H}^+$ , làm cân bằng (1) dịch chuyển sang trái, tạo ra nhiều  $\text{CrO}_4^{2-}$ .
- 5)  $K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{CrO}_4^{2-}]$ . Kết tủa  $\text{BaCrO}_4$  có màu vàng.
- 6) Độ tan S =  $1,210^{-4}$  mol/L;  $K_{sp} = S^2 = (1,210^{-4})^2 = 1,4410^{-8}$
- 7) Khi thêm  $\text{NaOH}$ , cân bằng (1) sẽ dịch chuyển sang trái, tạo ra nhiều  $\text{CrO}_4^{2-}$ . Màu sắc sẽ chuyển từ da cam (màu của  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) sang vàng (màu của  $\text{CrO}_4^{2-}$ ).

**Bài 34.** Xét cân bằng sau trong dung dịch:



Hãy nêu hiện tượng quan sát được và giải thích khi:

- 1) Thêm dung dịch  $\text{NaCl}$  đậm đặc vào dung dịch  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ .
- 2) Thêm nước cất vào dung dịch  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ .
- 3) Thêm dung dịch  $\text{AgNO}_3$  vào dung dịch  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ .
- 4) Tăng nhiệt độ của hệ phản ứng.

 *Hướng dẫn giải:*

- 1) Hiện tượng: Màu dung dịch chuyển dần từ hồng sang xanh.

Giải thích: Khi thêm  $\text{NaCl}$  đậm đặc, nồng độ  $\text{Cl}^-$  tăng mạnh. Theo nguyên lý Le Chatelier, cân bằng dịch chuyển sang phải để giảm nồng độ  $\text{Cl}^-$ , tạo ra nhiều  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  (màu xanh) hơn.

- 2) Hiện tượng: Màu xanh của dung dịch nhạt dần, có thể chuyển sang hồng nhạt.

Giải thích: Thêm nước làm giảm nồng độ của tất cả các chất tan, bao gồm  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  và  $\text{Cl}^-$ . Cân bằng dịch chuyển về phía có nhiều chất tan hơn, tức là về phía trái, tạo ra  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  (hồng).

- 3) Hiện tượng: Xuất hiện kết tủa trắng  $\text{AgCl}$ , màu dung dịch chuyển dần từ xanh sang hồng.

Giải thích:  $\text{Ag}^+$  kết hợp với  $\text{Cl}^-$  tạo kết tủa  $\text{AgCl}$ , làm giảm nồng độ  $\text{Cl}^-$  trong dung dịch. Cân bằng dịch chuyển sang trái để bù đắp sự giảm này, tạo ra nhiều  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  (hồng).



④ Hiện tượng: Màu xanh của dung dịch đậm lên.

Giải thích: Phản ứng chuyển  $[Co(H_2O)_6]^{2+}$  thành  $[CoCl_4]^{2-}$  là thu nhiệt. Khi tăng nhiệt độ, cân bằng dịch chuyển theo chiều thu nhiệt (về phía phải) để chống lại sự tăng nhiệt độ, tạo ra nhiều  $[CoCl_4]^{2-}$  (xanh) hơn.



## Học xong bài này, em có thể:

- ❖ Nếu được khái niệm sự điện li, chất điện li, chất không điện li.
- ❖ Trình bày được thuyết Brønsted - Lowry (Bron-stêt - Lau-ri) về acid - base.
- ❖ Nếu được khái niệm và ý nghĩa của pH trong thực tiễn (liên hệ giá trị pH ở các bộ phận trong cơ thể với sức khoẻ con người, pH của đất, nước tới sự phát triển của động thực vật, ...).
- ❖ Viết được biểu thức tính pH và biết cách sử dụng các chất chỉ thị để xác định pH (môi trường acid, base, trung tính) bằng các chất chỉ thị phổ biến như giấy chỉ thị màu, quỳ tím, phenolphthalein, ...
- ❖ Nếu được nguyên tắc xác định nồng độ acid, base mạnh bằng phương pháp chuẩn độ.
- ❖ Thực hiện được thí nghiệm chuẩn độ acid - base: Chuẩn độ dung dịch base mạnh (sodium hydroxide) bằng dung dịch acid mạnh (hydrochloric acid).
- ❖ Trình bày được ý nghĩa thực tiễn cân bằng trong dung dịch nước của ion  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$   $\text{VClCO}_3^{2-}$ .

### I. Nội dung bài học



Có một anh kĩ sư nông nghiệp trồng cà chua. Anh ấy nhận thấy cây cà chua của mình không phát triển tốt như mong đợi. Sau khi tìm hiểu, anh ấy biết rằng cà chua thích hợp với đất có độ pH từ 6,0 đến 6,8. Anh ấy đo pH của đất trong vườn và thấy nó là 5,5. Câu hỏi đặt ra là:

- ❖ Tại sao độ pH của đất lại quan trọng đối với sự phát triển của cây trồng?
- ❖ Điều gì khiến độ pH của đất thay đổi?
- ❖ Làm thế nào để anh kĩ sư nông nghiệp có thể điều chỉnh pH của đất?



Để trả lời những câu hỏi này, chúng ta cần hiểu về cân bằng axit-bazơ trong dung dịch, đặc biệt là trong môi trường đất. Đất là một hệ thống phức tạp, trong đó có nhiều phản ứng hóa học xảy ra đồng thời, bao gồm cả các phản ứng cân bằng.



## ① Sự điện li

### a) Hiện tượng điện li

#### Apple Tìm hiểu về sự điện li

##### \* Thí nghiệm về sự điện li

❖ Chuẩn bị hóa chất: Kim loại: Al, Cu; muối: NaCl, CaCl<sub>2</sub>, CuSO<sub>4</sub>; hạt nhựa PVC, đường, rượu etylic, silic dioxit.

##### ❖ Cách tiến hành:

★ Thí nghiệm 1: Đặt điện cực tiếp xúc trực tiếp với các chất trước khi cho nước cất vào.

★ Thí nghiệm 2: Đặt điện cực tiếp xúc với nước sau khi rót nước vào và khuấy đều.

Quan sát hiện tượng.



a) Trước khi rót nước vào



b) Đã rót nước và khuấy



c) Trước khi rót nước vào



d) Đã cho nước và khuấy

Hình 2.1: Thí nghiệm về sự điện li



1. Quan sát ở hình 2.1 hãy trả lời các câu hỏi sau:

- (1) Trước khi rót nước vào (thí nghiệm 1), bóng đèn có sáng khi nhúng cặp điện cực vào các chất nào? Tại sao? Đối với các chất không làm sáng bóng đèn trong thí nghiệm 1, bạn có nhận xét gì về trạng thái của chúng (rắn, lỏng, khí)?
- (2) Sau khi hòa tan các chất vào nước và khuấy đều (thí nghiệm 2), bóng đèn có sáng khi nhúng cặp điện cực vào dung dịch nào?
- (3) So sánh kết quả của thí nghiệm 1 và thí nghiệm 2. Bạn nhận thấy điều gì khác biệt?
- (4) Đối với các chất làm sáng bóng đèn trong thí nghiệm 2 nhưng không làm sáng trong thí nghiệm 1, điều gì đã xảy ra khi chúng được hòa tan vào nước? Theo bạn, tại sao một số chất chỉ dẫn điện khi được hòa tan vào nước?
- (5) Nếu một chất khi hòa tan vào nước làm cho dung dịch dẫn điện, bạn nghĩ trong dung dịch đó có gì?

#### ► Hướng dẫn giải:

- (1) Trong thí nghiệm 1 trước khi rót nước vào, bóng đèn sáng khi nhúng cặp điện cực vào kim loại Al, Cu. Đây là do kim loại có cấu trúc tinh thể với các electron tự do có thể di chuyển, cho phép dòng điện đi qua. Các chất không làm sáng bóng đèn như (nước cất, nhựa PVC, rượu, canxi clorua rắn, đồng sunfat khan,...) đều ở trạng thái rắn hoặc lỏng, nhưng không có cấu trúc cho phép các hạt mang điện di



(2) Trong thí nghiệm 2, sau khi hòa tan các chất vào nước và khuấy đều, bóng đèn sáng khi nhúng cặp điện cực vào dung dịch Natri clorua, canxi clorua và dung dịch đồng sunfat.

(3) So sánh kết quả của hai thí nghiệm, ta nhận thấy:

- ❖ Thí nghiệm 1: Chỉ có kim loại đồng, nhôm dẫn điện.
- ❖ Thí nghiệm 2: dung dịch natri clorua, canxi clorua và đồng sunfat dẫn điện.

Điều này cho thấy một số chất không dẫn điện ở trạng thái rắn, nhưng lại dẫn điện khi hòa tan trong nước.

(4) Khi Natricleorua, canxi clorua và đồng sunfat được hòa tan vào nước, chúng phân li thành các ion. Các ion này có khả năng di chuyển tự do trong dung dịch, cho phép dòng điện đi qua. Một số chất chỉ dẫn điện khi hòa tan trong nước vì nước có khả năng phân li các chất thành các ion mang điện.

(5) Khi một chất hòa tan vào nước làm cho dung dịch dẫn điện, trong dung dịch đó có các ion. Các ion này là các hạt mang điện có khả năng di chuyển tự do trong dung dịch, cho phép dòng điện đi qua. Ví dụ, trong dung dịch canxi clorua, ta có các ion  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Cl}^-$ , còn trong dung dịch đồng sunfat, ta có các ion  $\text{Cu}^{2+}$  và  $\text{SO}_4^{2-}$ .

 Quá trình phân li các chất trong nước tạo thành ion được gọi là **sự điện li**.

## b) Chất điện li

### ⊕ Chất điện li và chất không điện li

Thí nghiệm trên cho thấy: các chất như natri clorua, canxi clorua,... tan trong nước phân li ra các ion nên chúng là chất điện li. Saccarose, ethanol,... không phân li ra các ion nên chúng là chất không điện li.

Như vậy trong dung dịch NaCl có chứa các ion  $\text{Na}^+$  và  $\text{Cl}^-$  mang điện còn ở dung dịch đường chức các phân tử đường không mang điện



Phương trình (2.20) được gọi là **phương trình điện li**

- ❖ Những chất khi tan trong nước phân li ra các ion được gọi là **chất điện li**
- ❖ Những chất khi tan trong nước không phân li thành các ion được gọi là **Chất không điện li**.

### ⊕ Chất điện li mạnh và chất điện li yếu



2. Quan sát và nêu hiện tượng của thí nghiệm? Giải thích

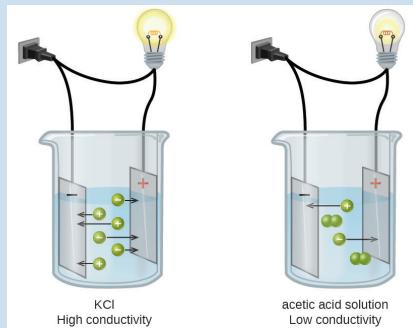
 *Hướng dẫn giải:*

**Hiện tượng:** Cả hai dung dịch đều dẫn điện, nhưng dung dịch HCl 0,1M dẫn điện tốt hơn dung dịch CH<sub>3</sub>COOH 0,1M.



### \* Thí nghiệm so sánh khả năng phân li trong nước của HCl và CH<sub>3</sub>COOH

- Chuẩn bị 2 dung dịch HCl 0,1M và dung dịch CH<sub>3</sub>COOH 0,1M, cắm điện cực vào 2 dung dịch, quan sát hiện tượng xảy ra?



**Hình 2.2:** Thí nghiệm so sánh khả năng phân li của HCl và CH<sub>3</sub>COOH

#### Giải thích:

❖ Cả HCl và CH<sub>3</sub>COOH đều là axit, khi hòa tan trong nước sẽ điện ly tạo ra các ion:



❖ Độ dẫn điện của dung dịch phụ thuộc vào số lượng ion trong dung dịch. Dung dịch có nhiều ion hơn sẽ dẫn điện tốt hơn. Khi nhúng điện cực vào dung dịch HCl đèn sáng mạnh hơn so với dung dịch CH<sub>3</sub>COOH, điều đó chứng tỏ HCl khi hòa tan vào nước phân li ra nhiều ion hơn so với CH<sub>3</sub>COOH

❖ **Kết luận:** Dung dịch HCl 0,1M dẫn điện tốt hơn dung dịch CH<sub>3</sub>COOH 0,1M vì HCl là axit mạnh, điện ly hoàn toàn, tạo ra nhiều ion hơn trong dung dịch so với CH<sub>3</sub>COOH - một axit yếu chỉ điện ly một phần.



Dựa vào mức độ phân li thành các ion, chất điện li được chia thành hai loại:

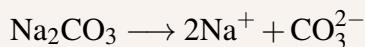
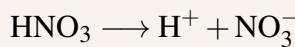
(1) **Chất điện li mạnh** là chất khi tan trong nước, hầu hết các phân tử chất tan đều phân li ra ion. Các chất điện li mạnh thường gặp là:

❖ **Các acid mạnh:** HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ...

❖ **Các base mạnh:** NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>, ...

❖ **Hầu hết các muối.**

Quá trình phân li của chất điện li mạnh xảy ra gần như hoàn toàn và được biểu diễn bằng **mũi tên một chiều**.



(2) **Chất điện li yếu** là chất khi tan trong nước chỉ có một phần số phân tử chất tan phân li ra ion, phần còn lại vẫn tồn tại ở dạng phân tử trong dung dịch.

Ví dụ: trong dung dịch CH<sub>3</sub>COOH 0,1M, cứ 1000 phân tử hòa tan thì chỉ có 3 phân tử phân



li thành ion, còn lại tồn tại ở dạng phân tử.

Những chất điện li yếu gồm :

❖ **Các acid yếu:** CH<sub>3</sub>COOH, HClO, HF, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ...

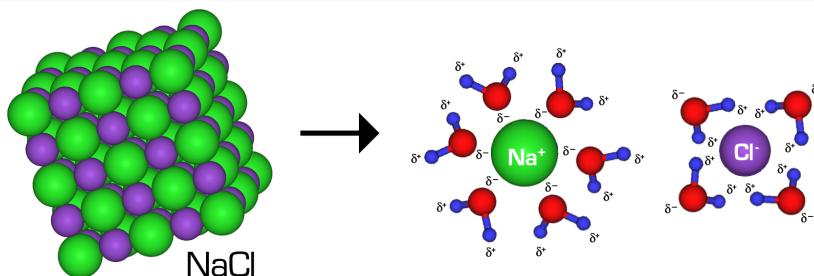
❖ **Các base yếu:** Cu(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, ...

Quá trình phân li của chất điện li yếu là một phản ứng thuận nghịch và được biểu diễn bằng **hai nửa mũi tên ngược chiều nhau**



### ■ Cơ chế quá trình điện li

Nước đóng vai trò quan trọng trong sự điện li của một chất. Điều này được giải thích bởi nước là phân tử phân cực (các nguyên tử H mang một phần điện tích dương và nguyên tử O mang một phần điện tích âm) nên khi hòa tan một chất điện li vào nước, xuất hiện tương tác của nước với các ion. Tương tác này sẽ hút các ion khỏi tinh thể (hoặc phân tử) để tan vào nước.



Hình 2.3: Quá trình điện li NaCl trong nước

## ② Thuyết acid-base của bronsted - lowry

### a) Khái niệm acid và base theo bronsted - lowry



3. Cho các dung dịch: HCl, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

- ① Viết phương trình điện li của các chất trên.
- ② Theo khái niệm acid-base trong môn Khoa học tự nhiên ở lớp 8, trong những chất cho ở trên: Chất nào là acid? Chất nào là base?
- ③ Sử dụng máy đo pH (hoặc giấy pH) xác định pH, môi trường (acid/base) của các dung dịch trên.

### ► Hướng dẫn giải:

- ① Phương trình điện li của các chất:



② Theo khái niệm acid-base trong môn Khoa học tự nhiên ở lớp 8:

- ❖ HCl là acid vì nó giải phóng ion  $H^+$  khi hòa tan trong nước.
- ❖ NaOH là base vì nó giải phóng ion  $OH^-$  khi hòa tan trong nước.
- ❖  $Na_2CO_3$  không phải là bazơ vì khi tan vào nước nó không phân ly ra  $OH^-$ .

③ Sử dụng máy đo pH (hoặc giấy pH) xác định:

- ❖ Dung dịch HCl: pH < 7, môi trường acid.
- ❖ Dung dịch NaOH: pH > 7, môi trường base.
- ❖ Dung dịch  $Na_2CO_3$ : pH > 7, môi trường base.



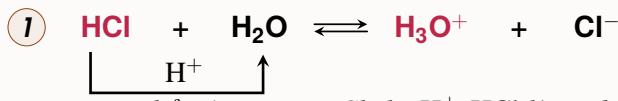
4. Nếu theo quan điểm cũ,  $Na_2CO_3$  không phải là bazơ vì không phân ly ra ion  $OH^-$ . Tuy nhiên, khi đo pH, ta lại thấy dung dịch  $Na_2CO_3$  có tính bazơ. Điều này có mâu thuẫn không?

**Hướng dẫn giải:** Khái niệm acid-base đề cập ở lớp 8 chỉ đúng với dung môi nước và chưa phản ánh đầy đủ bản chất acid/base. Năm 1923, nhà hoá học người Đan Mạch J. Brønsted (Bronstet) và nhà hoá học người Anh T. Lowry (Lao-ri) đã đưa ra một định nghĩa tổng quát hơn về acid, base.



**Thuyết Brønsted - Lowry:** acid là chất **cho proton** ( $H^+$ ) và **base** là chất **nhận proton**. Acid và base có thể là phân tử hoặc ion.

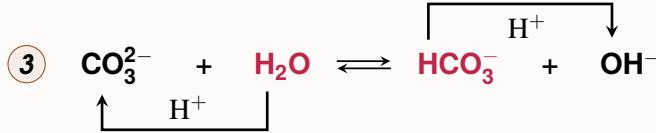
Ví dụ:



Trong phản ứng trên:  $HCl$  cho  $H^+$ ,  $HCl$  là acid;  $H_2O$  nhận  $H^+$ ,  $H_2O$  là base.



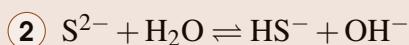
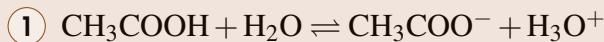
Trong phản ứng trên:  $H_2O$  cho  $H^+$ ,  $H_2O$  là acid;  $NH_3$  nhận  $H^+$ ,  $NH_3$  là base.



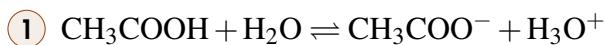
Trong phản ứng thuận,  $CO_3^{2-}$  nhận  $H^+$  của  $H_2O$ ,  $CO_3^{2-}$  là base,  $H_2O$  là acid. Trong phản ứng nghịch, ion  $HCO_3^-$  là acid, ion  $OH^-$  là base.



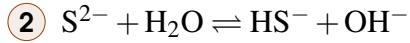
5. Dựa vào thuyết acid-base của Brønsted-Lowry, hãy xác định chất nào là acid, chất nào là base trong các phản ứng sau:



**Hướng dẫn giải:** Dựa vào thuyết acid-base của Brønsted-Lowry, một acid là chất cho proton ( $H^+$ ) và một base là chất nhận proton. Áp dụng định nghĩa này vào từng phản ứng:



- ❖  $CH_3COOH$  là acid vì nó cho proton ( $H^+$ ) để tạo thành  $CH_3COO^-$ .
- ❖  $H_2O$  là base vì nó nhận proton ( $H^+$ ) để tạo thành  $H_3O^+$ .



- ❖  $S^{2-}$  là base vì nó nhận proton ( $H^+$ ) từ nước để tạo thành  $HS^-$ .
- ❖  $H_2O$  là acid vì nó cho proton ( $H^+$ ) để tạo thành  $OH^-$ .

## b) Ưu điểm của thuyết bronsted - lowry



Ưu điểm của thuyết acid-base Bronsted-Lowry so với thuyết Arrhenius:

- ① Phạm vi áp dụng rộng hơn: Thuyết Bronsted-Lowry không chỉ áp dụng cho các phản ứng trong dung dịch nước như thuyết Arrhenius, mà còn có thể áp dụng cho các phản ứng trong môi trường khác như dung dịch amoniac, dung dịch acid anhydric, etc.
- ② Định nghĩa acid-base cụ thể hơn: Theo Bronsted-Lowry, acid là chất cho proton ( $H^+$ ), base là chất nhận proton. Định nghĩa này rõ ràng hơn và bao quát hơn so với định nghĩa acid-base của Arrhenius chỉ dựa trên sự tan trong nước.
- ③ Phản ứng acid-base không chỉ xảy ra trong dung dịch, mà còn có thể xảy ra trong các chất rắn, khí.
- ④ Thuyết Bronsted-Lowry giải thích được nhiều hiện tượng mà thuyết Arrhenius không thể giải thích, như phản ứng tạo phức men-chất nền, phản ứng trao đổi proton.

## ③ pH và chất chỉ thị acid - Base

### a) Tìm hiểu về pH

Nước là chất điện li yếu:



Tích số ion của nước, kí hiệu  $K_w$ :

$$K_w = [H^+] [OH^-]$$

Ở  $25^\circ C$ ,  $K_w = [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$ . Đôi khi với nước nguyên chất có  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ .

Nồng độ ion  $H^+$  hoặc ion  $OH^-$  được dùng để đánh giá tính acid hoặc tính base của các dung dịch. Tuy nhiên, nếu các dung dịch có nồng độ  $H^+$ , nồng độ  $OH^-$  thấp, chúng là những số có số mũ âm hoặc có nhiều chữ số thập phân. Vì vậy, để tiện sử dụng, người ta dùng đại lượng pH với quy ước như sau:

$$pH = -\lg [H^+] \text{ hoặc } [H^+] = 10^{-pH}$$

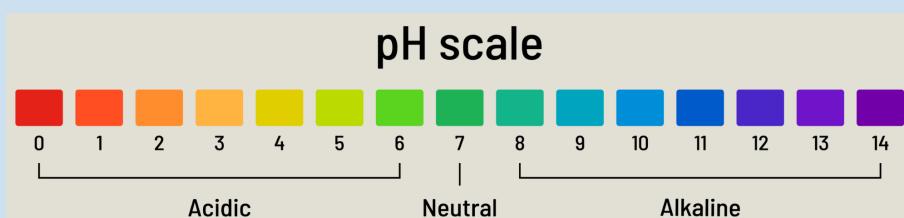
Trong đó  $[H^+]$  là nồng độ mol của ion  $H^+$ . Nếu dung dịch có  $[H^+] = 10^{-a} \text{ mol/L}$  thì  $pH = a$ .



Dựa vào nồng độ  $H^+$  có thể đánh giá môi trường của dung dịch

- ① Môi trường acid là môi trường có  $[H^+] > [OH^-]$  nên  $[H^+] > 10^{-7}$  mol/L hay pH < 7.
- ② Môi trường base là môi trường có  $[H^+] < [OH^-]$  nên  $[H^+] < 10^{-7}$  mol/L hay pH > 7.
- ③ Môi trường trung tính là môi trường có  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$  mol/L hay pH = 7.

Thang pH thường dùng có giá trị từ 1 đến 14



**Hình 2.4:** thang pH

## b) Ý nghĩa pH trong thực tiễn

Thang đo pH là một công cụ quan trọng để duy trì sự cân bằng và an toàn trong nhiều lĩnh vực của cuộc sống hàng ngày.

- ① **Kiểm soát chất lượng nước:** pH của nước ảnh hưởng đến sự sống của các sinh vật trong nước. Ví dụ, nước có pH quá thấp (acid) có thể gây hại cho cá và các sinh vật thủy sinh. Trong xử lý nước, kiểm tra và điều chỉnh pH là cần thiết để đảm bảo nước an toàn cho con người và động vật.
- ② **Sản xuất thực phẩm và đồ uống:** pH ảnh hưởng đến hương vị, màu sắc và độ an toàn của thực phẩm. Ví dụ, pH của rượu vang, sữa chua và pho mát phải được kiểm soát để đảm bảo chất lượng sản phẩm. Ngoài ra, trong ngành công nghiệp đồ uống, pH còn ảnh hưởng đến sự phát triển của vi khuẩn và quá trình lên men.
- ③ **Dược phẩm và y học:** pH có vai trò quan trọng trong việc hấp thu và hiệu quả của thuốc. Một số loại thuốc chỉ hoạt động tốt ở một mức pH nhất định, do đó việc điều chỉnh pH của môi trường là cần thiết để đảm bảo thuốc có tác dụng.
- ④ **Nông nghiệp:** Đất có pH phù hợp là yếu tố quan trọng đối với sự phát triển của cây trồng. Đất có pH quá cao hoặc quá thấp có thể ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ dinh dưỡng của cây. Nông dân thường kiểm tra pH của đất để điều chỉnh phân bón và cải tạo đất.
- ⑤ **Mỹ phẩm:** pH của các sản phẩm chăm sóc da và tóc ảnh hưởng đến tính an toàn và hiệu quả của chúng. Các sản phẩm như sữa rửa mặt, dầu gội, và kem dưỡng da cần có pH tương thích với da và tóc để tránh kích ứng và bảo vệ lớp màng acid tự nhiên.
- ⑥ **Xử lý chất thải:** pH của chất thải phải được kiểm soát trước khi xả ra môi trường để ngăn ngừa ô nhiễm. Nước thải công nghiệp thường phải được trung hòa pH trước khi xả ra hệ thống thoát nước hoặc sông ngòi.



### c) Chất chỉ thị axit-base



Chất chỉ thị acid - base là chất có màu sắc biến đổi theo giá trị pH của dung dịch.

Một số chất chỉ thị axit-base phổ biến:

- ❖ Quỳ tím Trong môi trường acid ( $\text{pH} < 7$ ), quỳ tím chuyển sang màu đỏ. Trong môi trường base ( $\text{pH} > 7$ ), quỳ tím chuyển sang màu xanh.
- ❖ Phenolphthalein: Chuyển từ không màu ( $\text{pH} < 7$ ) sang hồng ( $\text{pH} > 8.2$ ).
- ❖ Methyl orange: Chuyển từ đỏ ( $\text{pH} < 3.1$ ) sang vàng ( $\text{pH} > 4.4$ ).
- ❖ Bromothymol blue: Chuyển từ vàng ( $\text{pH} < 6.0$ ) sang xanh dương ( $\text{pH} > 7.6$ ).



**Em có biết?**

### Mối quan hệ giữa pH và màu sắc của hoa cẩm tú cầu

Hoa cẩm tú cầu (*Hydrangea*) có thể thay đổi màu sắc dựa trên độ pH của đất nơi chúng được trồng. Sự thay đổi màu sắc chủ yếu được điều chỉnh bởi các hợp chất anthocyanins trong hoa và ion nhôm ( $\text{Al}^{3+}$ ) trong đất.

- ❖ Trong đất acid ( $\text{pH} \text{ dưới } 6.0$ ): Hoa cẩm tú cầu thường có màu xanh dương.
- ❖ Trong đất trung tính ( $\text{pH} \text{ khoảng } 6.0 – 7.0$ ): Hoa có thể có màu tím nhạt hoặc xanh dương nhạt.
- ❖ Trong đất kiềm ( $\text{pH} \text{ trên } 7.0$ ): Hoa cẩm tú cầu thường chuyển sang màu hồng hoặc đỏ.



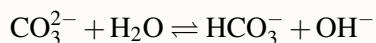
Điều chỉnh độ pH của đất có thể giúp thay đổi màu sắc của hoa: thêm các vật liệu làm acid đất như nhôm sulfate để tạo màu xanh dương, hoặc thêm vôi nông nghiệp để làm tăng pH và tạo màu hồng. Các yếu tố khác như loại đất, tình trạng dinh dưỡng và lượng nước cũng ảnh hưởng đến màu sắc của hoa.

### ④ Sự thủy phân của muối

Trong dung dịch nước, một số ion như  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  và  $\text{CO}_3^{2-}$  phản ứng với nước tạo ra các dung dịch có môi trường acid/base.

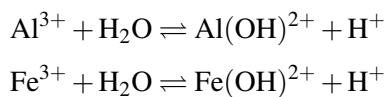
**Ví dụ:**

- 1 Trong dung dịch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ion  $\text{Na}^+$  không bị thủy phân, còn  $\text{CO}_3^{2-}$  thủy phân trong nước tạo ion  $\text{OH}^-$  theo phương trình:



Vì vậy, dung dịch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  có môi trường base.

- ② Trong dung dịch  $\text{AlCl}_3$  và  $\text{FeCl}_3$ , ion  $\text{Cl}^-$  không bị thuỷ phân, các ion  $\text{Al}^{3+}$  và  $\text{Fe}^{3+}$  bị thuỷ phân trong nước tạo ion  $\text{H}^+$  theo phương trình ở dạng đơn giản như sau:



Do đó, dung dịch  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$  có môi trường acid. Trong thực tế, các loại đất có chứa nhiều ion  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  có giá trị pH thấp hay còn gọi là đất chua. Để khử chua, người ta bón vôi cho đất.

Các muối nhôm và sắt, ví dụ: phèn nhôm ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ) và phèn sắt ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ) được sử dụng làm chất keo tụ trong quá trình xử lý nước, dùng làm chất cầm màu trong công nghiệp dệt, nhuộm, hoặc làm chất kết dính, chống nhoè trong công nghiệp giấy,...

## ⑤ Chuẩn độ acid-base

Chuẩn độ là phương pháp xác định nồng độ của một chất bằng một dung dịch chuẩn đã biết nồng độ. Dựa vào thể tích của các dung dịch khi phản ứng vừa đủ với nhau, xác định được nồng độ dung dịch chất cần chuẩn độ.

Trong phòng thí nghiệm, nồng độ của dung dịch base mạnh (ví dụ  $\text{NaOH}$ ) được xác định bằng một dung dịch acid mạnh (ví dụ  $\text{HCl}$ ) đã biết trước nồng độ mol dựa trên phản ứng:



Khi các chất phản ứng vừa đủ với nhau, số mol  $\text{HCl}$  phản ứng bằng số mol  $\text{NaOH}$ . Ta có:

$$V_{\text{HCl}} \cdot C_{\text{HCl}} = V_{\text{NaOH}} \cdot C_{\text{NaOH}}$$

Trong đó:

- ❖  $C_{\text{HCl}}$  và  $C_{\text{NaOH}}$  lần lượt là nồng độ mol của dung dịch  $\text{HCl}$  và dung dịch  $\text{NaOH}$ ;
- ❖  $V_{\text{HCl}}$  và  $V_{\text{NaOH}}$  lần lượt là thể tích của dung dịch  $\text{HCl}$  và dung dịch  $\text{NaOH}$  (cùng đơn vị đo).

Khi biết  $V_{\text{HCl}}$ ,  $V_{\text{NaOH}}$  trong quá trình chuẩn độ và biết  $C_{\text{HCl}}$  sẽ tính được  $C_{\text{NaOH}}$ .

Thời điểm để kết thúc chuẩn độ được xác định bằng sự đổi màu của chất chỉ thị phenolphthalein.

## II. Các dạng bài tập

### Dạng 1. Câu hỏi lý thuyết

#### Ví dụ mẫu



**① Ví dụ 1**

Chất nào sau đây là chất điện ly?

- A** Đường saccharose.
- B** Ethanol.
- C** Natri clorua.
- D** Dầu hỏa.

**Hướng dẫn:**

Natri clorua (NaCl) là một chất điện ly vì nó phân ly thành các ion  $\text{Na}^+$  và  $\text{Cl}^-$  khi hòa tan trong nước. Các chất còn lại như đường saccharose, ethanol và dầu hỏa không phân ly thành ion trong dung dịch nước, do đó không phải là chất điện ly.

**☞ (C)****② Ví dụ 2**

Theo thuyết Brønsted-Lowry, acid là chất:

- A** Nhận proton.
- B** Cho proton.
- C** Nhận electron.
- D** Cho electron.

**Hướng dẫn:**

Theo thuyết Brønsted-Lowry, acid được định nghĩa là chất cho proton ( $\text{H}^+$ ). Base, ngược lại, là chất nhận proton. Định nghĩa này khác với thuyết Lewis về acid-base, trong đó acid được xem là chất nhận cặp electron và base là chất cho cặp electron.

**☞ (B)****III Bài tập tự luyện dạng 1**

**Câu 1.** Giá trị pH của máu người khỏe mạnh thường nằm trong khoảng:

- A** 4,5 – 6,5
- B** 6,5 – 7,0
- C** 7,35 – 7,45
- D** 8,0 – 9,0

**Hướng dẫn:**

Máu của người khỏe mạnh có pH nằm trong khoảng hẹp từ 7,35 đến 7,45. Đây là một khoảng pH hơi kiềm nhẹ, rất quan trọng cho sự hoạt động bình thường của các enzyme và protein trong cơ thể. Sự thay đổi nhỏ trong pH máu có thể dẫn đến các vấn đề sức khỏe nghiêm trọng.

**☞ (C)**

**Câu 2.** Chất chỉ thị nào sau đây chuyển màu từ không màu sang hồng trong môi trường kiềm?

- A** Quỳ tím
- B** Methyl da cam
- C** Phenolphthalein
- D** Bromothymol blue

**Hướng dẫn:**

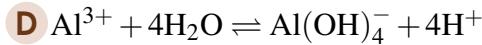
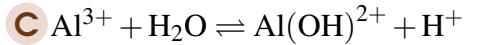
Phenolphthalein là một chất chỉ thị acid-base phổ biến, không màu trong môi trường acid và trung tính ( $\text{pH} < 8,2$ ) và chuyển sang màu hồng trong môi trường kiềm ( $\text{pH} > 8,2$ ). Đặc tính này làm cho phenolphthalein trở thành một chất chỉ thị hữu ích trong các phép chuẩn độ acid-base, đặc biệt khi chuẩn độ acid yếu bằng base mạnh.

**☞ (C)**

**Câu 3.** Trong dung dịch nước, ion  $\text{Al}^{3+}$  tồn tại dưới dạng cân bằng:

- A**  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al(OH)}_3 + 3\text{H}^+$
- B**  $\text{Al}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al(OH)}_2^+ + 2\text{H}^+$





👉 *Hướng dẫn.*

Trong dung dịch nước, ion  $\text{Al}^{3+}$  tham gia vào phản ứng thủy phân, tạo ra cân bằng với ion  $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ .

Phương trình cân bằng chính xác là  $\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})^{2+} + \text{H}^+$ . Đây là bước đầu tiên trong quá trình thủy phân của  $\text{Al}^{3+}$ , và là cân bằng chủ yếu trong dung dịch nước.



(C)

**Câu 4.** Giá trị pH của một dung dịch acid mạnh 0,001M là:

**A** 1

**B** 2

**C** 3

**D** 4

👉 *Hướng dẫn.*

Đối với acid mạnh, ta giả định rằng nó phân ly hoàn toàn trong nước. Với nồng độ 0,001M, nồng độ ion  $\text{H}^+$  sẽ bằng 0,001M. Áp dụng công thức  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ , ta có:  $\text{pH} = -\log(0,001) = -\log(10^{-3}) = 3$  Vì vậy, giá trị pH của dung dịch acid mạnh 0,001M là 3.



(C)

**Câu 5.** Trong phản ứng:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ , theo thuyết Brønsted-Lowry,  $\text{NH}_3$  đóng vai trò là:

**A** Acid

**B** Base

**C** Vừa acid vừa base

**D** Không phải acid cũng không phải base

👉 *Hướng dẫn.*

Trong phản ứng này,  $\text{NH}_3$  (amoniac) nhận một proton ( $\text{H}^+$ ) từ  $\text{H}_2\text{O}$  để tạo thành  $\text{NH}_4^+$ . Theo thuyết Brønsted-Lowry, chất nhận proton được định nghĩa là base. Do đó, trong phản ứng này,  $\text{NH}_3$  đóng vai trò là base Brønsted-Lowry.



(B)

**Câu 6.** Quỳ tím chuyển sang màu gì khi nhúng vào dung dịch có  $\text{pH} = 3$ ?

**A** Xanh

**B** Đỏ

**C** Tím

**D** Không đổi màu

👉 *Hướng dẫn.*

Quỳ tím là một chất chỉ thị acid-base phổ biến. Nó có màu tím ở pH trung tính (khoảng 7), chuyển sang màu đỏ trong môi trường acid ( $\text{pH} < 7$ ) và màu xanh trong môi trường kiềm ( $\text{pH} > 7$ ). Với  $\text{pH} = 3$ , dung dịch có tính acid mạnh, do đó quỳ tím sẽ chuyển sang màu đỏ.



(B)

**Câu 7.** Trong chuẩn độ acid-base, để xác định chính xác điểm tương đương, nên chọn chất chỉ thị có khoảng đổi màu:

**A** Trùng với pH tại điểm tương đương

**B** Cao hơn nhiều so với pH tại điểm tương đương

**C** Thấp hơn nhiều so với pH tại điểm tương đương

**D** Gần với pH tại điểm tương đương

👉 *Hướng dẫn.*

Để xác định chính xác điểm tương đương trong chuẩn độ acid-base, nên chọn chất chỉ thị có khoảng đổi màu gần với pH tại điểm tương đương. Điều này đảm bảo rằng sự thay đổi màu sắc của chất chỉ thị xảy ra càng



## Bài 2. Cân bằng trong dung dịch nước

Biên soạn: Nguyễn Tường Duy

gần với điểm tương đương thực tế càng tốt, giúp tăng độ chính xác của phép chuẩn độ. Nếu khoảng đổi màu quá cao hoặc quá thấp so với pH tại điểm tương đương, có thể dẫn đến sai số đáng kể trong kết quả chuẩn độ.



(D)

Câu 8. Chất nào sau đây là chất điện ly?

- A Đường saccharose
- C Natri clorua

- B Dầu hỏa
- D Cồn ethylic nguyên chất

⇒ *Hướng dẫn.*

Natri clorua ( $\text{NaCl}$ ) là một chất điện ly, khi hòa tan trong nước nó sẽ phân ly thành các ion  $\text{Na}^+$  và  $\text{Cl}^-$ . Các chất còn lại không phân ly thành ion trong dung dịch nên không phải là chất điện ly.



(C)

Câu 9. Theo thuyết Brønsted - Lowry, acid là chất:

- A Nhận proton
- C Nhận electron

- B Cho proton
- D Cho electron

⇒ *Hướng dẫn.*

Theo thuyết Brønsted - Lowry, acid được định nghĩa là chất có khả năng cho proton  $\text{H}^+$  trong phản ứng. Base là chất có khả năng nhận proton.



(B)

Câu 10. pH của một dung dịch trung tính ở  $25^\circ\text{C}$  là:

A 0

B 14

C 7

D 1

⇒ *Hướng dẫn.*

Ở  $25^\circ\text{C}$ , một dung dịch được coi là trung tính khi có  $\text{pH} = 7$ . Khi  $\text{pH} < 7$ , dung dịch là acid; khi  $\text{pH} > 7$ , dung dịch là base.



(C)

Câu 11. Công thức tính pH của dung dịch acid mạnh là:

- A  $\text{pH} = -\log[\text{OH}_-]$
- C  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$

- B  $\text{pH} = 14 + \log[\text{H}^+]$
- D  $\text{pH} = \log[\text{H}^+]$

⇒ *Hướng dẫn.*

Công thức tính pH của dung dịch acid mạnh là  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ , trong đó  $[\text{H}^+]$  là nồng độ ion hydro trong dung dịch.



(C)

Câu 12. Chất chỉ thị nào sau đây chuyển màu trong môi trường base?

- A Methyl cam
- C Phenolphthalein

- B Methyl đỏ
- D Xanh bromothymol

⇒ *Hướng dẫn.*

Phenolphthalein là chất chỉ thị chuyển màu trong môi trường base. Nó không màu trong môi trường acid và chuyển sang màu hồng trong môi trường base.



(C)

Câu 13. Trong phương pháp chuẩn độ acid - base, điểm tương đương là điểm mà:

- A pH của dung dịch bằng 7
- B Chất chỉ thị chuyển màu
- C Số mol acid đã phản ứng hết với số mol base



**D** Thể tích dung dịch chuẩn độ bằng thể tích dung dịch được chuẩn độ

« *Hướng dẫn.*

Điểm tương đương trong chuẩn độ acid - base là điểm mà số mol acid đã phản ứng hết với số mol base, tức là tại điểm này, lượng acid và base đã phản ứng với nhau theo tỉ lệ phản ứng hóa học. **C**

**Câu 14.** Ion Al<sup>3+</sup> trong dung dịch nước có tính:

**A** Trung tính

**B** Base

**C** Acid

**D** Lưỡng tính

« *Hướng dẫn.*

Ion Al<sup>3+</sup> trong dung dịch nước có tính acid. Nó có thể tham gia phản ứng thủy phân tạo ra ion H<sup>+</sup>, làm tăng nồng độ H<sup>+</sup> trong dung dịch:  $\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{A}} \text{Al(OH)}^{2+} + \text{H}^+$  **C**

**Câu 15.** Quỳ tím chuyển màu gì trong môi trường acid?

**A** Xanh

**B** Đỏ

**C** Tím

**D** Không màu

« *Hướng dẫn.*

Quỳ tím chuyển sang màu đỏ trong môi trường acid. Trong môi trường base, nó chuyển sang màu xanh, còn trong môi trường trung tính, nó giữ nguyên màu tím. **B**

**Câu 16.** Phản ứng nào sau đây thể hiện tính chất của acid theo Brønsted - Lowry?

**A**  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

**B**  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

**C**  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

**D**  $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

« *Hướng dẫn.*

Phản ứng  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$  thể hiện tính chất của acid theo Brønsted - Lowry. Trong phản ứng này, HCl đóng vai trò là acid (cho proton) và H<sub>2</sub>O đóng vai trò là base (nhận proton). **C**

**Câu 17.** pH của máu người khỏe mạnh thường nằm trong khoảng:

**A** 4,5 – 5,5

**B** 6,0 – 7,0

**C** 7,35 – 7,45

**D** 8,0 – 9,0

« *Hướng dẫn.*

pH của máu người khỏe mạnh thường nằm trong khoảng 7,35 – 7,45. Đây là một khoảng pH hẹp và rất quan trọng cho sự hoạt động bình thường của các enzyme và quá trình trao đổi chất trong cơ thể. **C**

**Câu 18.** Chất nào sau đây không phải là chất điện ly?

**A** NaCl

**B** H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**C** KOH

**D** C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (glucose)

« *Hướng dẫn.*

C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (glucose) không phải là chất điện ly. Khi hòa tan trong nước, glucose không phân ly thành ion mà tồn tại dưới dạng phân tử. Các chất còn lại (NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KOH) đều là chất điện ly, phân ly thành ion khi hòa tan trong nước. **D**

**Câu 19.** Theo thuyết Brønsted - Lowry, trong phản ứng  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ , NH<sub>3</sub> đóng vai trò là:



**A** Acid**B** Base**C** Chất oxi hóa**D** Chất khử**Hướng dẫn.**

Trong phản ứng  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ,  $\text{NH}_3$  đóng vai trò là base theo thuyết Brønsted - Lowry vì nó nhận proton ( $\text{H}^+$ ) từ  $\text{H}_2\text{O}$  để tạo thành  $\text{NH}_4^+$ .  $\text{H}_2\text{O}$  trong trường hợp này đóng vai trò là acid, cho proton.

**B****Câu 20.** pH của nước cất tinh khiết ở  $25^\circ\text{C}$  là:**A** 0**B** 14**C** 7**D** 1**Hướng dẫn.**

pH của nước cất tinh khiết ở  $25^\circ\text{C}$  là 7. Ở nhiệt độ này, nồng độ ion  $\text{H}^+$  và  $\text{OH}^-$  trong nước tinh khiết đều bằng  $10^{-7}\text{ mol/L}$ , do đó  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(10^{-7}) = 7$ .

**C****Câu 21.** Công thức tính pOH của một dung dịch là:**A**  $\text{pOH} = -\log[\text{H}^+]$ **B**  $\text{pOH} = 14 + \log[\text{OH}^-]$ **C**  $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ **D**  $\text{pOH} = \log[\text{OH}^-]$ **Hướng dẫn.**

Công thức tính pOH của một dung dịch là  $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ , trong đó  $[\text{OH}^-]$  là nồng độ ion hydroxide trong dung dịch. Chú ý rằng  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$  ở  $25^\circ\text{C}$ .

**C****Câu 22.** Chất chỉ thị nào sau đây chuyển màu trong khoảng pH từ 8,2 đến 10?**A** Methyl cam**B** Methyl đỏ**C** Phenolphthalein**D** Xanh bromothymol**Hướng dẫn.**

Phenolphthalein là chất chỉ thị chuyển màu trong khoảng pH từ 8,2 đến 10. Nó không màu khi  $\text{pH} < 8,2$  và chuyển sang màu hồng khi  $\text{pH} > 8,2$ .

**C****Câu 23.** Trong phương pháp chuẩn độ acid - base, điểm kết thúc chuẩn độ là:**A** Điểm mà số mol acid bằng số mol base**B** Điểm mà chất chỉ thị chuyển màu**C** Điểm mà pH của dung dịch bằng 7**D** Điểm mà thể tích dung dịch chuẩn độ bằng thể tích dung dịch được chuẩn độ**Hướng dẫn.**

Điểm kết thúc chuẩn độ là điểm mà chất chỉ thị chuyển màu. Đây là điểm mà người thực hiện chuẩn độ quan sát được và dừng việc thêm dung dịch chuẩn độ. Điểm này thường gần với điểm tương đương nhưng không nhất thiết trùng khớp.

**B****Câu 24.** Ion  $\text{Fe}^{3+}$  trong dung dịch nước có tính:**A** Trung tính**B** Base**C** Acid**D** Lưỡng tính**Hướng dẫn.**

Ion  $\text{Fe}^{3+}$  trong dung dịch nước có tính acid. Nó tham gia phản ứng thủy phân tạo ra ion  $\text{H}^+$ , làm tăng nồng



độ H<sup>+</sup> trong dung dịch:  $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe(OH)}_2 + \text{H}^+$ 

C

**Câu 25.** Giấy quỳ đỏ chuyển màu gì trong môi trường base?**A** Đỏ**B** Xanh**C** Tím**D** Không màu

Hướng dẫn.

Giấy quỳ đỏ chuyển sang màu xanh trong môi trường base. Trong môi trường acid, nó giữ nguyên màu đỏ.



B

**Câu 26.** Phản ứng nào sau đây thể hiện tính chất của base theo Brønsted - Lowry?**A**  $\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ **B**  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ **C**  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ **D**  $\text{CuO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 

Hướng dẫn.

Phản ứng  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  thể hiện tính chất của base theo Brønsted - Lowry. Trong phản ứng này, NH<sub>3</sub> đóng vai trò là base (nhận proton) và H<sub>2</sub>O đóng vai trò là acid (cho proton). 

C

**Câu 27.** pH của nước mưa tự nhiên thường nằm trong khoảng:**A** 1 – 2**B** 5,6 – 6,5**C** 7,0 – 8,0**D** 9,0 – 10,0

Hướng dẫn.

pH của nước mưa tự nhiên thường nằm trong khoảng 5,6 – 6,5. Nước mưa có tính acid nhẹ do hòa tan CO<sub>2</sub> từ không khí tạo thành acid carbonic (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). 

B

**Câu 28.** Dung dịch nào sau đây có pH < 7?**A** Dung dịch NaOH**B** Dung dịch Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**C** Dung dịch HCl**D** Dung dịch NH<sub>3</sub>

Hướng dẫn.

Dung dịch HCl có pH < 7 vì HCl là một acid mạnh. Khi hòa tan trong nước, nó phân ly hoàn toàn tạo ra ion H<sup>+</sup>, làm tăng nồng độ H<sup>+</sup> trong dung dịch, dẫn đến pH < 7. 

C

**Câu 29.** Trong phương trình pH + pOH = 14 (ở 25°C), 14 là giá trị của:**A** pH của nước tinh khiết**B** pOH của nước tinh khiết**C** pKw (hằng số phân ly của nước)**D** Nồng độ ion H<sup>+</sup> trong nước tinh khiết

Hướng dẫn.

Trong phương trình pH + pOH = 14 (ở 25°C), 14 là giá trị của pKw - hằng số phân ly của nước. Kw là tích ion của nước (Kw = [H<sup>+</sup>][OH<sup>-</sup>] = 10<sup>-14</sup> ở 25°C), và pKw = -logKw = 14. 

C

**Câu 30.** Ion CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> trong dung dịch nước có tính:**A** Acid**B** Base**C** Trung tính**D** Luông tính

Hướng dẫn.



## Bài 2. Cân bằng trong dung dịch nước

Biên soạn: Nguyễn Tường Duy

Ion  $\text{CO}_3^{2-}$  trong dung dịch nước có tính base. Nó tham gia phản ứng thủy phân tạo ra ion  $\text{OH}^-$ , làm tăng nồng độ  $\text{OH}^-$  trong dung dịch:  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$



(B)

Câu 31. Trong phản ứng chuẩn độ giữa NaOH và HCl, chất chỉ thị nào sau đây phù hợp nhất?

- A Phenolphthalein  
C Xanh bromothymol

- B Methyl cam  
D Phenol đỏ

⇒ *Hướng dẫn.*

Methyl cam là chất chỉ thị phù hợp nhất cho phản ứng chuẩn độ giữa NaOH và HCl. Nó có khoảng chuyển màu từ pH 3,1 đến 4,4, gần với điểm tương đương của phản ứng giữa acid mạnh và base mạnh (pH khoảng 7).



(B)

Câu 32. Nếu pH của một dung dịch là 4, thì pOH của dung dịch đó là bao nhiêu ( $\text{ở } 25^\circ\text{C}$ )?

- A 4      B 7      C 10      D 14

⇒ *Hướng dẫn.*

Ở  $25^\circ\text{C}$ , ta có  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ . Nếu  $\text{pH} = 4$ , thì  $\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 4 = 10$ .



(C)

Câu 33. Trong phản ứng  $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al(OH)}_3$  đóng vai trò là:

- A Acid      B Base      C Chất oxi hóa      D Chất khử

⇒ *Hướng dẫn.*

Trong phản ứng  $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al(OH)}_3$  đóng vai trò là base theo thuyết Brønsted - Lowry vì nó nhận proton ( $\text{H}^+$ ) từ acid.



(B)

Câu 34. Nồng độ ion  $\text{H}^+$  trong một dung dịch là  $10^{-3}$  mol/L. pH của dung dịch này là:

- A -3      B 3      C 11      D 13

⇒ *Hướng dẫn.*

$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(10^{-3}) = 3$



(B)

Câu 35. Chất nào sau đây là chất lưỡng tính?

- A  $\text{NaOH}$       B  $\text{HCl}$       C  $\text{Al(OH)}_3$       D  $\text{H}_2\text{SO}_4$

⇒ *Hướng dẫn.*

$\text{Al(OH)}_3$  là chất lưỡng tính. Nó có thể đóng vai trò là acid (cho proton) trong phản ứng với base mạnh, và đóng vai trò là base (nhận proton) trong phản ứng với acid mạnh.



(C)

Câu 36. Phương pháp chuẩn độ acid - base được sử dụng để xác định:

- A Khối lượng riêng của acid hoặc base  
B Nhiệt độ sôi của acid hoặc base  
C Nồng độ của acid hoặc base  
D Điện tích của ion trong dung dịch acid hoặc base

⇒ *Hướng dẫn.*



Phương pháp chuẩn độ acid - base được sử dụng để xác định nồng độ của acid hoặc base. Bằng cách sử dụng một dung dịch chuẩn đã biết nồng độ, ta có thể xác định được nồng độ chính xác của dung dịch acid hoặc base cần phân tích.


C

**Câu 37.** Trong phản ứng  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4^+$  đóng vai trò là:

A Acid

B Base

C Chất oxi hóa

D Chất khử

*Hướng dẫn.*

Trong phản ứng  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4^+$  đóng vai trò là acid theo thuyết Brønsted - Lowry vì nó cho proton ( $\text{H}^+$ ) cho  $\text{OH}^-$  để tạo thành  $\text{H}_2\text{O}$ .


A

**Câu 38.** pH của đất ảnh hưởng như thế nào đến sự phát triển của cây trồng?

A pH không ảnh hưởng đến sự phát triển của cây trồng

B Cây trồng phát triển tốt nhất ở pH rất thấp (< 3)

C Cây trồng phát triển tốt nhất ở pH rất cao (> 10)

D pH ảnh hưởng đến khả năng hấp thu dinh dưỡng của cây trồng

*Hướng dẫn.*

pH của đất ảnh hưởng đến khả năng hấp thu dinh dưỡng của cây trồng. Hầu hết các cây trồng phát triển tốt nhất ở pH từ 6,0 đến 7,5. Ở pH quá thấp hoặc quá cao, một số chất dinh dưỡng có thể trở nên không tan hoặc không sẵn có cho cây hấp thu.


D

**Câu 39.** Nồng độ ion  $\text{OH}^-$  trong một dung dịch là  $10^{-11}$  mol/L. pH của dung dịch này là (ở  $25^\circ\text{C}$ ):

A 3

B 11

C 13

D 1

*Hướng dẫn.*

Bước 1: Tính pOH  $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(10^{-11}) = 11$

Bước 2: Sử dụng mối quan hệ  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$   $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 11 = 3$


C

**Câu 40.** Trong phản ứng chuẩn độ giữa  $\text{CH}_3\text{COOH}$  và  $\text{NaOH}$ , pH tại điểm tương đương là:

A Nhỏ hơn 7

B Bằng 7

C Lớn hơn 7

D Bằng 0

*Hướng dẫn.*

Trong phản ứng chuẩn độ giữa  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (acid yếu) và  $\text{NaOH}$  (base mạnh), pH tại điểm tương đương lớn hơn 7. Điều này là do muối tạo thành ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) có tính base yếu do ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  thủy phân trong nước tạo ra  $\text{OH}^-$ .


C

**Câu 41.** Chất nào sau đây là acid theo Brønsted – Lowry?

A  $\text{NaOH}$ 
B  $\text{CH}_3\text{COONa}$ 
C  $\text{H}_2\text{O}$ 
D  $\text{NH}_3$ 

*Hướng dẫn.*

$\text{H}_2\text{O}$  có thể đóng vai trò là acid theo Brønsted – Lowry. Trong một số phản ứng, nước có thể cho proton ( $\text{H}^+$ ), ví dụ trong phản ứng:  $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$


C

**Câu 42.** Nồng độ ion  $\text{H}^+$  trong máu người khỏe mạnh khoảng:



**A**  $10^{-1}$  mol/L**C**  $10^{-7}$  mol/L**B**  $10^{-5}$  mol/L**D**  $10^{-14}$  mol/L**Hướng dẫn.**

Nồng độ ion  $H^+$  trong máu người khỏe mạnh khoảng  $10^{-7}$  mol/L, tương ứng với pH khoảng 7,4. Điều này đảm bảo môi trường slightly alkaline cần thiết cho các quá trình sinh hóa trong cơ thể. (C)

**Câu 43.** Trong phản ứng  $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$ ,  $HCO_3^-$  đóng vai trò là:

**A** Acid**B** Base**C** Chất oxi hóa**D** Chất khử**Hướng dẫn.**

Trong phản ứng  $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$ ,  $HCO_3^-$  đóng vai trò là base theo thuyết Brønsted - Lowry vì nó nhận proton ( $H^+$ ) từ  $H_2O$  để tạo thành  $H_2CO_3$ . (B)

**Câu 44.** pH của nước biển thường nằm trong khoảng:

**A** 4 – 5**B** 6 – 7**C** 7,5 – 8,4**D** 9 – 10**Hướng dẫn.**

pH của nước biển thường nằm trong khoảng 7,5 – 8,4. Nước biển có tính base nhẹ do sự hiện diện của các ion carbonate và bicarbonate. (C)

**Câu 45.** Chất nào sau đây không thể được sử dụng làm chất chỉ thị acid - base?

**A** Phenolphthalein**B** Methyl cam**C** Quỳ tím**D** Glucose**Hướng dẫn.**

Glucose không thể được sử dụng làm chất chỉ thị acid - base vì nó không thay đổi màu sắc theo sự thay đổi của pH. Các chất chỉ thị acid - base phải có khả năng thay đổi màu sắc rõ ràng trong các khoảng pH khác nhau. (D)

**Câu 46.** Trong quá trình chuẩn độ HCl bằng NaOH, tại điểm tương đương:

**A** Dung dịch có tính acid**B** Dung dịch có tính base**C** Dung dịch có pH = 7**D** Không thể xác định được pH của dung dịch**Hướng dẫn.**

Trong quá trình chuẩn độ HCl (acid mạnh) bằng NaOH (base mạnh), tại điểm tương đương, dung dịch có pH = 7. Điều này là do HCl và NaOH phản ứng hoàn toàn với nhau theo tỉ lệ 1 : 1, tạo ra muối NaCl (không thủy phân) và nước. (C)

**Câu 47.** Phát biểu nào sau đây về sự điện ly là đúng?

**A** Tất cả các chất tan trong nước đều điện ly**B** Chỉ có các chất tan trong nước mới điện ly**C** Sự điện ly là quá trình phân ly các chất thành ion khi hòa tan trong dung môi phân cực

**D** Sự điện ly chỉ xảy ra với các chất có liên kết ion

👉 *Hướng dẫn.*

Sự điện ly là quá trình phân ly các chất thành ion khi hòa tan trong dung môi phân cực. Điều này có thể xảy ra với cả chất có liên kết ion và một số chất có liên kết cộng hóa trị phân cực.



(C)

**Câu 48.** Trong phản ứng  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  đóng vai trò là:

**A** Acid

**B** Base

**C** Chất oxi hóa

**D** Chất khử

👉 *Hướng dẫn.*

Trong phản ứng  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  đóng vai trò là base theo thuyết Brønsted - Lowry vì nó nhận proton ( $\text{H}^+$ ) từ  $\text{NH}_4^+$  để tạo thành  $\text{H}_3\text{O}^+$ .



(B)

**Câu 49.** Một dung dịch có pH = 2. Nồng độ ion H<sup>+</sup> trong dung dịch này là:

**A**  $10^{-2}$  mol/L

**B**  $10^{-2}$  mol/L

**C** 2 mol/L

**D**  $10^{-12}$  mol/L

👉 *Hướng dẫn.*

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]; 2 = -\log[\text{H}^+]; [\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ mol/L}$$



(B)

**Câu 50.** Chất nào sau đây là chất điện ly mạnh?

**A** CH<sub>3</sub>COOH

**B** NH<sub>3</sub>

**C** KOH

**D** H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

👉 *Hướng dẫn.*

KOH là chất điện ly mạnh. Khi hòa tan trong nước, nó phân ly hoàn toàn thành các ion K<sup>+</sup> và OH<sup>-</sup>. Các chất còn lại (CH<sub>3</sub>COOH, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) là chất điện ly yếu.



(C)

**Câu 51.** Trong chuẩn độ acid - base, đường cong chuẩn độ biểu diễn sự phụ thuộc của:

**A** Nhiệt độ vào thể tích dung dịch chuẩn độ

**B** pH vào thể tích dung dịch chuẩn độ

**C** Áp suất vào thể tích dung dịch chuẩn độ

**D** Nồng độ vào nhiệt độ dung dịch

👉 *Hướng dẫn.*

Trong chuẩn độ acid - base, đường cong chuẩn độ biểu diễn sự phụ thuộc của pH vào thể tích dung dịch chuẩn độ. Đường cong này cho phép xác định điểm tương đương và lựa chọn chất chỉ thị phù hợp.



(B)

**Câu 52.** pH của nước mưa acid thường:

**A** Lớn hơn 7

**B** Bằng 7

**C** Nhỏ hơn 5,6

**D** Bằng 14

👉 *Hướng dẫn.*

pH của nước mưa acid thường nhỏ hơn 5,6. Nước mưa tự nhiên có pH khoảng 5,6 do hòa tan CO<sub>2</sub> từ không khí. Khi pH nhỏ hơn 5,6, nước mưa được coi là acid do ảnh hưởng của các chất ô nhiễm như SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>.



(C)

**Câu 53.** Chất nào sau đây có thể đóng vai trò vừa là acid vừa là base theo Brønsted - Lowry?



**A** NaOH**B** HCl**C** H<sub>2</sub>O**D** CH<sub>4</sub>**Hướng dẫn.**

H<sub>2</sub>O có thể đóng vai trò vừa là acid vừa là base theo Brønsted - Lowry. Nó có thể cho proton (ví dụ:  $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ) hoặc nhận proton (ví dụ:  $\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) tùy thuộc vào chất phản ứng với nó.

**C**

**Câu 54.** Trong phản ứng chuẩn độ giữa CH<sub>3</sub>COOH và NaOH, chất chỉ thị nào sau đây phù hợp nhất?

**A** Methyl cam**B** Phenolphthalein**C** Methyl đỏ**D** Xanh bromothymol**Hướng dẫn.**

Phenolphthalein là chất chỉ thị phù hợp nhất cho phản ứng chuẩn độ giữa CH<sub>3</sub>COOH và NaOH. Nó có khoảng chuyển màu từ pH 8,3 đến 10, gần với điểm tương đương của phản ứng giữa acid yếu và base mạnh (pH > 7).

**B**

**Câu 55.** Ý nghĩa thực tiễn của cân bằng trong dung dịch nước của ion Fe<sup>3+</sup> là gì?

**A** Tạo ra màu sắc đẹp cho dung dịch**B** Làm tăng độ dẫn điện của dung dịch**C** Ảnh hưởng đến quá trình xử lý nước và ăn mòn kim loại**D** Không có ý nghĩa thực tiễn**Hướng dẫn.**

Cân bằng trong dung dịch nước của ion Fe<sup>3+</sup> có ý nghĩa thực tiễn quan trọng trong việc ảnh hưởng đến quá trình xử lý nước và ăn mòn kim loại. Ion Fe<sup>3+</sup> thủy phân tạo ra acid, có thể gây ăn mòn và ảnh hưởng đến chất lượng nước.

**C**

**Câu 56.** Phát biểu nào sau đây về thuyết Brønsted - Lowry là không đúng?

**A** Acid là chất cho proton**B** Base là chất nhận proton**C** Một chất có thể vừa là acid vừa là base**D** Chỉ có các chất có H trong công thức mới là acid**Hướng dẫn.**

Phát biểu "Chỉ có các chất có H trong công thức mới là acid" là không đúng theo thuyết Brønsted - Lowry. Theo thuyết này, acid là chất có khả năng cho proton, không nhất thiết phải có H trong công thức (ví dụ: NH<sub>4</sub><sup>+</sup> là acid Brønsted - Lowry).

**D****Đạng 2. Viết phương trình điện li**

**Phương pháp giải**

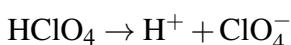
- ❖ Các chất điệnli mạnh dùng mũi tên 1 chiều
- ❖ Đối với chất điện li yếu dùng mũi tên thuận nghịch

**Ví dụ mẫu****① Ví dụ 3**

Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$

*Hướng dẫn:*

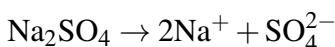
- ❖  $\text{HClO}_4$ :



- ❖  $\text{CH}_3\text{COONa}$ :



- ❖  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ :



- ❖  $\text{NH}_4\text{Cl}$ :

**Bài tập tự luyện dạng 2****A. Bài tập tự luận**

**Bài 1.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

*Hướng dẫn giải:*

- ❖  $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$

- ❖  $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

- ❖  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}$

- ❖  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{NO}_3^-$

**Bài 2.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$

*Hướng dẫn giải:*

- ❖  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

- ❖  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$

- ❖  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

- ❖  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

**Bài 3.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ ,  $\text{HClO}$



## Bài 2. Cân bằng trong dung dịch nước

Biên soạn: Nguyễn Tường Duy

### ► Hướng dẫn giải:

- ❖  $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$
- ❖  $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$
- ❖  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{ClO}_4^-$
- ❖  $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$

**Bài 4.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

### ► Hướng dẫn giải:

- ❖  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$
- ❖  $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$
- ❖  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3\text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-}$
- ❖  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$

**Bài 5.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$

### ► Hướng dẫn giải:

- ❖  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$
- ❖  $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$
- ❖  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow 2\text{K}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- ❖  $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$

**Bài 6.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$

### ► Hướng dẫn giải:

- ❖  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$
- ❖  $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$
- ❖  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- ❖  $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^-$

**Bài 7.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaHSO}_4$

### ► Hướng dẫn giải:

- ❖  $\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
- ❖  $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$
- ❖  $\text{LiOH} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{OH}^-$
- ❖  $\text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$

**Bài 8.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$



**Hướng dẫn giải:**

- ❖  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$
- ❖  $\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$
- ❖  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}^+ + \text{MnO}_4^-$
- ❖  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-}$

**Bài 9.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$

**Hướng dẫn giải:**

- ❖  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
- ❖  $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$
- ❖  $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{ClO}_3^-$
- ❖  $\text{CH}_3\text{COONH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$

**Bài 10.** Viết phương trình điện li trong nước của các chất sau:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$

**Hướng dẫn giải:**

- ❖  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$
- ❖  $\text{HClO}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}_4^-$
- ❖  $\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^-$
- ❖  $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

**B. Bài tập trắc nghiệm**

**Câu 57.** Phương trình điện li nào sau đây là đúng cho một hợp chất điện li yếu trong dung dịch nước?

- |                                                                               |                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b> $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ | <b>B</b> $\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$                        |
| <b>C</b> $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$   | <b>D</b> $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ |

**Hướng dẫn.**

Phương trình điện li đúng cho một hợp chất điện li yếu là:  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

$\text{CH}_3\text{COOH}$  là acid yếu, chỉ phân li một phần trong dung dịch nước. Các chất còn lại là điện li mạnh, phân li hoàn toàn.



**Câu 58.** Phương trình điện li nào sau đây là **đúng**?

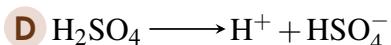
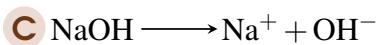
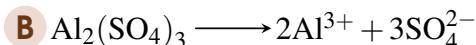
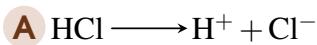
- A**  $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
- B**  $\text{HClO} \rightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}^-$
- C**  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- D**  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{S}^-$

**Hướng dẫn.**

$\text{CH}_3\text{COOH}$  chất điện li mạnh nên dùng mũi tên một chiều, còn  $\text{HClO}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  là chất điện li yếu nên dùng mũi tên hai chiều

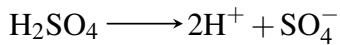


Câu 59. Phương trình điện li nào sau đây là **không đúng**?



*Hướng dẫn.*

$\text{H}_2\text{SO}_4$  là acid mạnh nên phân li hoàn toàn thành ion  $\text{H}^+$  và  $\text{SO}_4^{2-}$



D

### **Dạng 3. Tính pH của dung dịch**

#### **Bài toán 1 pH của dung dịch acid/base mạnh**



##### Phương pháp giải



Đối với bài toán pha trộn thì mới làm thêm bước 2, bước 3

⊕ **Bước 1:** Tính số mol  $\text{H}^+$  hoặc  $\text{OH}^-$  trong mỗi dung dịch ban đầu

⊕ **Bước 2:** Tính tổng số mol  $\text{H}^+$  hoặc  $\text{OH}^-$  sau khi trộn hoặc pha loãng

⊕ **Bước 3:** Tính nồng độ mới của các ion:  $C_M = \frac{n}{V_s}$  ( $V_s$ : Thể tích dung dịch sau khi trộn, hoặc sau pha loãng).

⊕ **Bước 4:** Tính  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$  hoặc  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$  với  $\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$

**Lưu ý:** Khi pha loãng, thể tích tăng bao nhiêu lần thì nồng độ giảm bấy nhiêu lần.

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

#### **Ví dụ mẫu**

##### **Ví dụ 4**

Tính pH của các dung dịch sau:

① Dung dịch  $\text{NaOH}$  0,001 M;

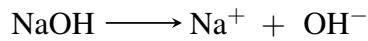
③ Dung dịch  $\text{Mg(OH)}_2$  0,002 M.

② Dung dịch  $\text{HCl}$  0,01 M;

*Hướng dẫn:*



## ① Dung dịch NaOH 0,001 M:



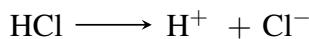
$$0,001 \rightarrow 0,001$$

$$[\text{OH}^-] = 0,001\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,001) = 3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3 = 11$$

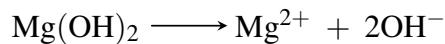
## ② Dung dịch HCl 0,01 M:



$$0,01 \rightarrow 0,01$$

$$[\text{H}^+] = 0,01\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,01) = 2$$

③ Dung dịch Mg(OH)<sub>2</sub> 0,002 M:

$$0,002 \rightarrow 0,004$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 0,002 = 0,004\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,004) = 2,4$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,4 = 11,6$$

## ④ Ví dụ 5

Dung dịch X là hỗn hợp Ba(OH)<sub>2</sub> 0,1 M và NaOH 0,1 M. Dung dịch Y là hỗn hợp của H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0375 M; HCl 0,0125 M. Trộn 100 ml dung dịch X với 400 ml dung dịch Y thu được dung dịch Z. pH của dung dịch Z là

A. 1.

B. 7.

C. 2.

D. 6.

 Hướng dẫn:

**Phân tích:** Bài toán trộn dung dịch, lưu ý phải tính lại nồng độ các chất vì thể tích dung dịch thay đổi. Xác định chất dư để tính pH theo chất đó.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ba(OH)}_2 : [\text{OH}^-] = 0,2 \text{ M} \\ \text{NaOH} : [\text{OH}^-] = 0,1 \text{ M} \end{array} \right\} \Rightarrow \sum [\text{OH}^-] = 0,3 \text{ M} \Rightarrow n\text{OH}^- = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ mol.}$$



$\text{H}_2\text{SO}_4 : [\text{H}^+] = 0,075 \text{ M}$

$\text{HCl} : [\text{H}^+] = 0,0125 \text{ M}$

$$\Rightarrow \sum [\text{H}^+] = 0,0875 \text{ M} \Rightarrow n\text{H}^+ = 0,0875 \cdot 0,4 = 0,035 \text{ mol.}$$


$$0,03 \text{ mol} \longleftrightarrow 0,03 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}^+ \text{ dư}} = \frac{0,005}{0,5} = 0,01 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 2.$$

## Bài toán 2 Tính pH của dung dịch acid/base yếu

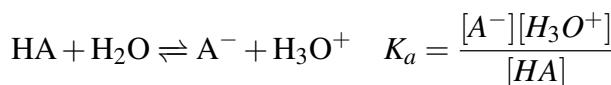


### Phương pháp giải

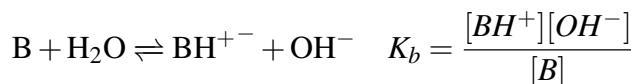


#### ⊕ Bước 1: Viết phương trình điện li

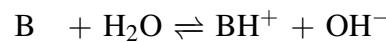
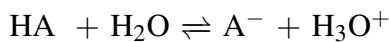
❖ Đôi với acid yếu:



❖ Đôi với bazo yếu :



#### ⊕ Bước 2: tính nồng độ $\text{H}^+$ hoặc $[\text{OH}^-]$ thông qua hằng số phân li $K_a$ hoặc $K_b$ theo phương pháp "3 dòng"



ban đầu: a

ban đầu: b

phản ứng: -x

+x      +x

phản ứng: -x

+x      +x

cân bằng: a - x

x      x

cân bằng: a - x

x      x

$$K_a = \frac{x \cdot x}{a - x} \quad (1)$$

$$K_b = \frac{x \cdot x}{b - x} \quad (2)$$

#### ⊕ Bước 3: Từ (1) và (2) tính được $[\text{H}^+]$ hoặc $[\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pH}$

## Ví dụ mẫu

### ① Ví dụ 6

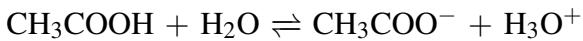
Tính pH của các dung dịch sau:

- ①  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1M có  $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .
- ②  $\text{NH}_3$  0,10M có  $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$ .

☞ Hướng dẫn:

1



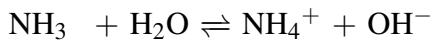


ban đầu: 0,1

phản ứng:  $-x$   $+x$   $+x$ cân bằng:  $0,1 - x$   $x$   $x$ 

$$\text{Ta có } K_a = \frac{x \cdot x}{0,1 - x} = 1,75 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [\text{H}^+] = x = 1,31 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = -\log(1,31 \cdot 10^{-3}) = 2,88$$

②



ban đầu: 0,1

phản ứng:  $-x$   $+x$   $+x$ cân bằng:  $0,1 - x$   $x$   $x$ 

$$\begin{aligned} K_b &= \frac{x \cdot x}{0,1 - x} = 1,80 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [\text{OH}^-] = x = 1,33 \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{1,33 \cdot 10^{-3}} = 7,5 \cdot 10^{-12} \\ &\Rightarrow \text{pH} = -\log(7,5 \cdot 10^{-12}) = 11,12 \end{aligned}$$

### III Bài tập tự luyện dạng 3

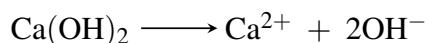
#### A. Bài tập tự luận

**Bài 11.** Tính pH của các dung dịch sau:

- ① Dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,02 M;
- ④ Dung dịch  $\text{H}_3\text{PO}_4$  0,01 M;
- ② Dung dịch  $\text{HNO}_3$  0,05 M;
- ⑤ Dung dịch  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  0,005 M.
- ③ Dung dịch  $\text{LiOH}$  0,1 M;

👉 *Hướng dẫn giải:*

- ① Dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,02 M:



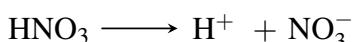
$$0,02 \rightarrow 0,04$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 0,02 = 0,04 \text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,04) = 1,4$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,4 = 12,6$$

- ② Dung dịch  $\text{HNO}_3$  0,05 M:



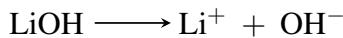
$$0,05 \rightarrow 0,05$$



$$[\text{H}^+] = 0,05\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,05) = 1,3$$

**3** Dung dịch LiOH 0,1 M:



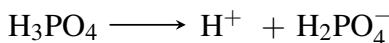
$$0,1 \quad \rightarrow \quad 0,1$$

$$[\text{OH}^-] = 0,1\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,1) = 1$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1 = 13$$

**4** Dung dịch H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0,01 M:

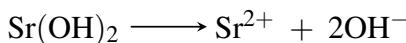


$$0,01 \quad \rightarrow \quad 0,01$$

$$[\text{H}^+] \approx 0,01\text{M} \text{ (giả sử phân ly hoàn toàn)}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,01) = 2$$

**5** Dung dịch Sr(OH)<sub>2</sub> 0,005 M:



$$0,005 \quad \rightarrow \quad 0,01$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 0,005 = 0,01\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,01) = 2$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2 = 12$$

**Bài 12.** Tính pH của các dung dịch sau:

**1** Dung dịch KOH 0,005 M;

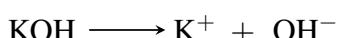
**3** Dung dịch Ba(OH)<sub>2</sub> 0,01 M;

**2** Dung dịch HCl 0,2 M;

**4** Dung dịch HClO<sub>4</sub> 0,001 M.

 *Hướng dẫn giải:*

**1** Dung dịch KOH 0,005 M:



$$0,005 \quad \rightarrow 0,005$$

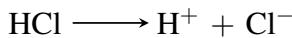
$$[\text{OH}^-] = 0,005\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,005) = 2,3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,3 = 11,7$$



(2) Dung dịch HCl 0,2 M:

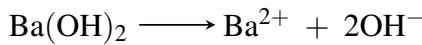


$$0,2 \rightarrow 0,2$$

$$[\text{H}^+] = 0,2\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,2) = 0,7$$

(3) Dung dịch Ba(OH)<sub>2</sub> 0,01 M:



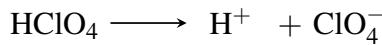
$$0,01 \rightarrow 0,02$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 0,01 = 0,02\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,02) = 1,7$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,7 = 12,3$$

(4) Dung dịch HClO<sub>4</sub> 0,001 M:



$$0,001 \rightarrow 0,001$$

$$[\text{H}^+] = 0,001\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,001) = 3$$

**Bài 13.** Tính pH của các dung dịch sau:

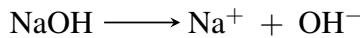
(1) Dung dịch NaOH 0,02 M;

(3) Dung dịch Ca(OH)<sub>2</sub> 0,008 M.

(2) Dung dịch HNO<sub>3</sub> 0,005 M;

 *Hướng dẫn giải:*

(1) Dung dịch NaOH 0,02 M:



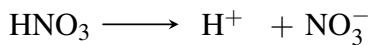
$$0,02 \rightarrow 0,02$$

$$[\text{OH}^-] = 0,02\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,02) = 1,7$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,7 = 12,3$$

(2) Dung dịch HNO<sub>3</sub> 0,005 M:



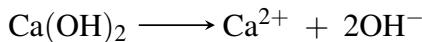
$$0,005 \rightarrow 0,005$$



$$[\text{H}^+] = 0,005\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,005) = 2,3$$

③ Dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,008 M:



$$0,008 \quad \rightarrow 0,016$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 0,008 = 0,016\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,016) = 1,8$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,8 = 12,2$$

**Bài 14.** Tính pH của các dung dịch sau:

① Dung dịch  $\text{LiOH}$  0,05 M;

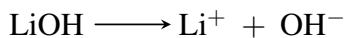
③ Dung dịch  $\text{Al}(\text{OH})_3$  0,003 M;

② Dung dịch  $\text{HBr}$  0,02 M;

④ Dung dịch  $\text{HClO}_3$  0,008 M.

 *Hướng dẫn giải:*

① Dung dịch  $\text{LiOH}$  0,05 M:



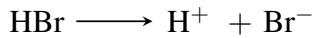
$$0,05 \quad \rightarrow 0,05$$

$$[\text{OH}^-] = 0,05\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,05) = 1,3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,3 = 12,7$$

② Dung dịch  $\text{HBr}$  0,02 M:

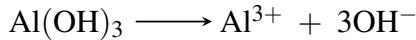


$$0,02 \rightarrow 0,02$$

$$[\text{H}^+] = 0,02\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,02) = 1,7$$

③ Dung dịch  $\text{Al}(\text{OH})_3$  0,003 M:



$$0,003 \quad \rightarrow 0,009$$

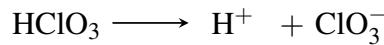
$$[\text{OH}^-] = 3 \times 0,003 = 0,009\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,009) = 2,05$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,05 = 11,95$$



④ Dung dịch  $\text{HClO}_3$  0,008 M:



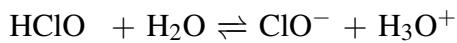
$$0,008 \rightarrow 0,008$$

$$[\text{H}^+] = 0,008\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,008) = 2,1$$

**Bài 15.** Tính pH của dung dịch  $\text{HClO}$  (axit hypochlorous) 0,05M biết  $K_a = 3,0 \cdot 10^{-8}$ .

☞ *Hướng dẫn giải:*



$$\text{ban đầu: } 0,05$$

$$\text{phản ứng: } -x \quad +x \quad +x$$

$$\text{cân bằng: } 0,05 - x \quad x \quad x$$

$$\text{Ta có: } K_a = \frac{x \cdot x}{0,05 - x} = 3,0 \cdot 10^{-8}$$

Giả sử  $x \ll 0,05$ , ta có:

$$x^2 = 3,0 \cdot 10^{-8} \cdot 0,05 = 1,5 \cdot 10^{-9}$$

$$x = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-9}} = 1,22 \cdot 10^{-5}$$

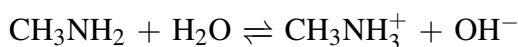
$$\text{Kiểm tra giả thiết: } \frac{1,22 \cdot 10^{-5}}{0,05} = 2,44 \cdot 10^{-4} \ll 1 \text{ (giả thiết đúng)}$$

$$\text{Vậy } [\text{H}^+] = 1,22 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(1,22 \cdot 10^{-5}) = 4,91$$

**Bài 16.** Tính pH của dung dịch  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (methylamine) 0,2M biết  $K_b = 4,38 \cdot 10^{-4}$ .

☞ *Hướng dẫn giải:*



$$\text{ban đầu: } 0,2$$

$$\text{phản ứng: } -x \quad +x \quad +x$$

$$\text{cân bằng: } 0,2 - x \quad x \quad x$$

$$\text{Ta có: } K_b = \frac{x \cdot x}{0,2 - x} = 4,38 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Giải phương trình: } x^2 + 4,38 \cdot 10^{-4}x - 8,76 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$x = \frac{-4,38 \cdot 10^{-4} + \sqrt{(4,38 \cdot 10^{-4})^2 + 4 \cdot 8,76 \cdot 10^{-5}}}{2} = 8,85 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Vậy } [\text{OH}^-] = 8,85 \cdot 10^{-3}$$



## Bài 2. Cân bằng trong dung dịch nước

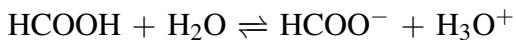
Biên soạn: Nguyễn Tường Duy

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(8,85 \cdot 10^{-3}) = 2,05$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2,05 = 11,95$$

**Bài 17.** Tính pH của dung dịch HCOOH (axit formic) 0,1M biết  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$ .

 *Hướng dẫn giải:*



ban đầu: 0,1

phản ứng:  $-x$   $+x$   $+x$

cân bằng:  $0,1 - x$   $x$   $x$

$$\text{Ta có: } K_a = \frac{x \cdot x}{0,1 - x} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Giải phương trình: } x^2 + 1,8 \cdot 10^{-4}x - 1,8 \cdot 10^{-5} = 0$$

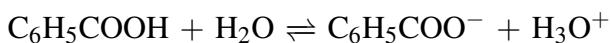
$$x = \frac{-1,8 \cdot 10^{-4} + \sqrt{(1,8 \cdot 10^{-4})^2 + 4 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}}}{2} = 4,02 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Vậy } [H^+] = 4,02 \cdot 10^{-3}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(4,02 \cdot 10^{-3}) = 2,40$$

**Bài 18.** Tính pH của dung dịch C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH (axit benzoic) 0,02M biết  $K_a = 6,3 \cdot 10^{-5}$ .

 *Hướng dẫn giải:*



ban đầu: 0,02

phản ứng:  $-x$   $+x$   $+x$

cân bằng:  $0,02 - x$   $x$   $x$

$$\text{Ta có: } K_a = \frac{x \cdot x}{0,02 - x} = 6,3 \cdot 10^{-5}$$

Giả sử  $x << 0,02$ , ta có:

$$x^2 = 6,3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,02 = 1,26 \cdot 10^{-6}$$

$$x = \sqrt{1,26 \cdot 10^{-6}} = 1,12 \cdot 10^{-3}$$

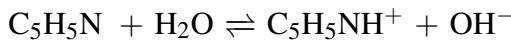
$$\text{Kiểm tra giả thiết: } \frac{1,12 \cdot 10^{-3}}{0,02} = 0,056 < 0,05 \text{ (giả thiết đúng)}$$

$$\text{Vậy } [H^+] = 1,12 \cdot 10^{-3} \Rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log(1,12 \cdot 10^{-3}) = 2,95$$

**Bài 19.** Tính pH của dung dịch C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N (pyridine) 0,15M biết  $K_b = 1,7 \cdot 10^{-9}$ .

 *Hướng dẫn giải:*





ban đầu: 0,15

phản ứng:  $-x$   $+x$   $+x$

cân bằng:  $0,15 - x$   $x$   $x$

$$\text{Ta có: } K_b = \frac{x \cdot x}{0,15 - x} = 1,7 \cdot 10^{-9}$$

Giả sử  $x \ll 0,15$ , ta có:

$$x^2 = 1,7 \cdot 10^{-9} \cdot 0,15 = 2,55 \cdot 10^{-10}$$

$$x = \sqrt{2,55 \cdot 10^{-10}} = 1,60 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Kiểm tra giả thiết: } \frac{1,60 \cdot 10^{-5}}{0,15} = 1,07 \cdot 10^{-4} \ll 1 \text{ (giả thiết đúng)}$$

$$\text{Vậy } [\text{OH}^-] = 1,60 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(1,60 \cdot 10^{-5}) = 4,80 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4,80 = 9,20$$

**Bài 20.** Hệ đệm bicarbonate là một trong những hệ đệm quan trọng nhất trong cơ thể người, đóng vai trò thiết yếu trong việc duy trì pH máu ổn định. Hệ đệm này hoạt động bằng cách ngăn chặn những thay đổi đột ngột trong nồng độ ion hydrogen ( $\text{H}^+$ ), giúp bảo vệ các protein và enzyme khỏi biến tính do pH thay đổi. Hệ đệm bicarbonate trong máu được mô tả bởi phương trình:



Cho biết:

- ❖  $\text{pK}_a$  của  $\text{H}_2\text{CO}_3$  là 6,1.
- ❖ Nồng độ  $[\text{HCO}_3^-]$  trong máu là 24 mM.
- ❖ Nồng độ  $[\text{H}_2\text{CO}_3]$  trong máu là 1,2 mM.

① Tính pH của máu.

② Tại sao pH của máu của người bình thường lại giữ ở mức bình thường

### Hướng dẫn giải:

① Tính pH của máu: Sử dụng phương trình Henderson-Hasselbalch:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{base}]}{[\text{acid}]}$$

Thay số:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \\ &= 6,1 + \log \left( \frac{24}{1,2} \right) \\ &= 6,1 + \log(20) \end{aligned}$$



$$= 6,1 + 1,3$$

$$= 7,4$$

Vậy pH của máu là 7,4.

- ② pH của máu của người bình thường được giữ ở mức bình thường (khoảng 7,35 - 7,45) nhờ các cơ chế sau:

❖ Hệ đệm hóa học:

- ★ Hệ đệm bicarbonate ( $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ ) là hệ đệm chính trong máu.
- ★ Khi có axit được thêm vào máu:  $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ★ Khi có bazơ được thêm vào máu:  $\text{OH}^- + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

❖ Điều chỉnh hô hấp:

- ★ Khi pH máu giảm, trung tâm hô hấp được kích thích, tăng tần số và độ sâu hô hấp để thải  $\text{CO}_2$ , làm tăng pH máu.
- ★ Khi pH máu tăng, giảm tần số và độ sâu hô hấp để giữ  $\text{CO}_2$ , làm giảm pH máu.

❖ Điều chỉnh thận:

- ★ Thận điều chỉnh nồng độ  $\text{HCO}_3^-$  bằng cách tái hấp thu hoặc bài tiết  $\text{HCO}_3^-$ .
- ★ Khi pH máu giảm, thận tăng tái hấp thu và tổng hợp  $\text{HCO}_3^-$ , đồng thời tăng bài tiết  $\text{H}^+$ .
- ★ Khi pH máu tăng, thận giảm tái hấp thu  $\text{HCO}_3^-$  và tăng bài tiết  $\text{HCO}_3^-$ .

Sự phối hợp của ba cơ chế trên tạo nên một hệ thống điều hòa pH máu hiệu quả, giúp duy trì pH máu ổn định trong khoảng hẹp 7,35 - 7,45, đảm bảo hoạt động bình thường của các quá trình sinh lý trong cơ thể.

**Bài 21.** Một nông dân có một khu đất trồng rau diện tích 0.5 hecta. Sau khi kiểm tra, họ nhận thấy pH của đất hiện tại là 5,5, trong khi loại rau họ muốn trồng phát triển tốt nhất ở pH 6.5. Họ quyết định sử dụng vôi nông nghiệp ( $\text{CaCO}_3$ ) để tăng pH của đất.

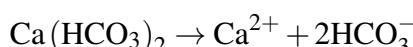
- ① Giải thích tại sao khi bón vôi làm cho pH của đất tăng
- ② Biết rằng: 1 tấn vôi nông nghiệp trên 1 hecta đất sẽ làm tăng pH lên 0.5 đơn vị. Giá vôi nông nghiệp là 1,500,000 đồng/tấn. Hãy tính:
  - a) Tính lượng vôi (tính theo kg) cần thiết để tăng pH của toàn bộ khu đất từ 5.5 lên 6.5.
  - b) Tính tổng chi phí để mua đủ lượng vôi cần thiết.
  - c) Nếu nông dân chỉ có ngân sách 500,000 đồng, họ có thể điều chỉnh pH của bao nhiêu phần trăm diện tích đất?

 *Hướng dẫn giải:*

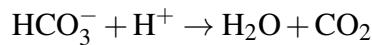
- ① Khi bón vôi ( $\text{CaCO}_3$ ) vào đất, nó phản ứng với nước và  $\text{CO}_2$  trong đất theo phương trình:



Canxi bicacbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) được tạo ra sẽ điện ly trong dung dịch đất:



Ion bicacbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) phản ứng với ion  $\text{H}^+$  trong đất:



Quá trình này làm giảm nồng độ ion  $\text{H}^+$  trong đất, dẫn đến tăng pH (giảm độ chua).

- ② Số tấn vôi cần thiết để tăng pH lên 1 đơn vị từ 5,5 lên 6,5 là:

Cứ       $\text{pH} \uparrow 0,5$  đơn vị       $\longleftarrow$       1 tấn vôi/1 hecta

Vậy  $\text{pH} \uparrow 6,5 - 5,5 = 1$  đơn vị  $\longrightarrow \frac{1}{0,5} = 2$  tấn vôi/1 hecta

- Lượng vôi cần bón cho 0,5 hecta là  $0,5 \cdot 2 = 1$  (tấn)
- Chi phí phải trả là  $1,500,000 \cdot 1 = 1,500,000$  (đồng)
- Phần trăm diện tích có thể điều chỉnh với ngân sách 500,000 đồng:

- ❖ Lượng vôi mua được:  $500,000 \div 1,500,000 = 1/3$  tấn
- ❖ Diện tích có thể điều chỉnh:  $1/3 \div 1 \times 0.5 \text{ ha} = 1/6 \text{ ha}$
- ❖ Phần trăm diện tích:  $(1/6 \div 0.5) \times 100\% = 33.33\%$

## B. Bài tập trắc nghiệm nhiều lựa chọn

**Câu 60.** Dung dịch X chứa  $\text{HCl}$  0,2 M. Dung dịch Y chứa  $\text{NaOH}$  0,15 M. Trộn 200 ml dung dịch X với 300 ml dung dịch Y thu được dung dịch Z. pH của dung dịch Z là

A 1,3

B 2,3

C 11,7

D 12,7

👉 Hướng dẫn.

**Phân tích:** Đây là trường hợp trộn 1 axit với 1 bazơ. Ta cần tính số mol của  $\text{H}^+$  và  $\text{OH}^-$ , xác định chất dư và tính pH.

$$n_{\text{H}^+} = 0,2 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ mol}$$

$$n_{\text{OH}^-} = 0,15 \cdot 0,3 = 0,045 \text{ mol}$$



$$0,04 \text{ mol} \longleftrightarrow 0,04 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^- \text{ dư}} = 0,005 \text{ mol}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{0,005}{0,5} = 0,01 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log(0,01) = 2$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2 = 12$$

👉 C

**Câu 61.** Dung dịch X là hỗn hợp  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M và  $\text{HNO}_3$  0,2 M. Dung dịch Y chứa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,15 M. Trộn 200 ml dung dịch X với 300 ml dung dịch Y thu được dung dịch Z. pH của dung dịch Z là

A 1,7

B 2,3

C 12,3

D 13,7

👉 Hướng dẫn.

**Phân tích:** Đây là trường hợp trộn hỗn hợp 2 axit với 1 bazơ. Ta cần tính tổng số mol  $\text{H}^+$  từ cả hai axit và số mol  $\text{OH}^-$  từ bazơ.



## Bài 2. Cân bằng trong dung dịch nước

Biên soạn: Nguyễn Tường Duy

$$n_{H^+} = (2 \cdot 0,1 + 0,2) \cdot 0,2 = 0,08 \text{ mol}$$

$$n_{OH^-} = 2 \cdot 0,15 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ mol}$$



$$0,08 \text{ mol} \longleftrightarrow 0,08 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{OH^-_{\text{dư}}} = 0,01 \text{ mol}$$

$$[OH^-] = \frac{0,01}{0,5} = 0,02 \text{ M}$$

$$pOH = -\log(0,02) = 1,7$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 1,7 = 12,3$$

☞ (C)

**Câu 62.** Dung dịch X chứa HCl 0,25 M. Dung dịch Y là hỗn hợp NaOH 0,1 M và KOH 0,15 M. Trộn 300 ml dung dịch X với 200 ml dung dịch Y thu được dung dịch Z. pH của dung dịch Z là

(A) 1,3

(B) 2,7

(C) 12,7

(D) 13,3

☞ Hướng dẫn.

**Phân tích:** Đây là trường hợp trộn 1 axit với hỗn hợp 2 bazơ. Ta cần tính số mol  $H^+$  từ axit và tổng số mol  $OH^-$  từ cả hai bazơ.

$$n_{H^+} = 0,25 \cdot 0,3 = 0,075 \text{ mol}$$

$$n_{OH^-} = (0,1 + 0,15) \cdot 0,2 = 0,05 \text{ mol}$$



$$0,05 \text{ mol} \longleftrightarrow 0,05 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{H^+_{\text{dư}}} = 0,025 \text{ mol}$$

$$[H^+] = \frac{0,025}{0,5} = 0,05 \text{ M}$$

$$pH = -\log(0,05) = 1,3$$

☞ (A)

**Câu 63.** Dung dịch X là hỗn hợp  $H_2SO_4$  0,05 M và  $HNO_3$  0,1 M. Dung dịch Y là hỗn hợp  $Ba(OH)_2$  0,04 M và NaOH 0,1 M. Trộn 400 ml dung dịch X với 100 ml dung dịch Y thu được dung dịch Z. pH của dung dịch Z gần với giá trị nào nhất?

(A) 1

(B) 2

(C) 3

(D) 4

☞ Hướng dẫn.

**Phân tích:** Đây là trường hợp trộn hỗn hợp 2 axit với hỗn hợp 2 bazơ. Ta cần tính tổng số mol  $H^+$  từ cả hai axit và tổng số mol  $OH^-$  từ cả hai bazơ.

$$n_{H^+} = (2 \cdot 0,05 + 0,1) \cdot 0,4 = 0,08 \text{ mol}$$

$$n_{OH^-} = (2 \cdot 0,04 + 0,1) \cdot 0,1 = 0,018 \text{ mol}$$



$$0,018 \text{ mol} \longleftrightarrow 0,018 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{H^+_{\text{dư}}} = 0,062 \text{ mol}$$



$$[\text{H}^+] = \frac{0,062}{0,5} = 0,124 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(0,124) = 0,907$$

☞ A

**Câu 64** (Chuyên Bắc Giang-2018). Cho V ml dung dịch NaOH 0,01 M vào V ml dung dịch HCl 0,03 M được 2V ml dung dịch Y. Dung dịch Y có pH là

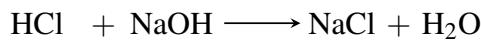
A 1

B 2

C 3

D 4

☞ Hướng dẫn.



$$0,01\text{V} \leftarrow 0,01\text{V}$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}^+ \text{dư}} = 0,03\text{V} - 0,01\text{V} = 0,02\text{V} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{0,02\text{V}}{2\text{V}} = 0,01 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 2$$

**Câu 65** (Chuyên Lâm Sơn-Thanh Hóa-Lần 1 – 2018). Dung dịch HNO<sub>3</sub> 0,1 M có pH bằng

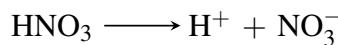
A 3,00

B 2,00

C 4,00

D 1,00

☞ Hướng dẫn.



$$0,1 \longrightarrow 0,1$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log(0,1) = 1$$

☞ D

**Câu 66.** Dung dịch NaOH có pH = 10. Pha loãng dung dịch 10 lần bằng nước thì dung dịch mới pH bằng

A 6

B 7

C 8

D 9

☞ Hướng dẫn.

$$\text{pH} = 10 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-10} \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ M}.$$

Khi pha loãng dung dịch 10 lần thì nồng độ dung dịch giảm đi 10 lần

$$\Rightarrow [\text{OH}^-]' = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow [\text{H}^+]' = 10^{-9} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 9.$$

☞ D

**Câu 67.** Cho 200 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 M vào 300 ml dung dịch NaOH 0,06 M. pH của dung dịch tạo thành là

A 2,7

B 1,6

C 1,9

D 2,4

☞ Hướng dẫn.

$$n_{\text{H}^+} = 2n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,05 = 0,02 \text{ mol}; n_{\text{OH}^-} = 2n_{\text{NaOH}} = 0,3 \cdot 0,06 = 0,018 \text{ mol}$$



$$0,018 \leftarrow 0,018$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}^+ \text{dư}} = 0,02 - 0,018 = 0,002 \text{ mol} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{0,002}{0,5} = 0,004 \text{ M}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,004) = 2,4$$

☞ D

**Câu 68.** Dung dịch có pH = 3. Pha loãng dung dịch bằng cách thêm vào 90 ml nước cất thì dung dịch mới



## Bài 2. Cân bằng trong dung dịch nước

Biên soạn: Nguyễn Tường Duy

có pH = 4. Tính thể tích dung dịch trước khi pha loãng?

A 10 ml

B 910 ml

C 100 ml

D 110 ml

Hướng dẫn.

Vì khi pha loãng số mol H<sup>+</sup> trước và sau pha loãng không đổi nên ta có phương trình:

$$nH^+ = 1000V \cdot 10^{-3} = 1000(V + 90) \cdot 10^{-4}$$

$$\Rightarrow V = 10 \text{ (ml)}$$

A

**Câu 69.** Cho mẫu hợp kim K-Ba tác dụng với nước dư thu được dung dịch X và 4,48 lít khí ở đktc. Trung hòa X cần V lít dung dịch HCl có pH = 1. Giá trị của V là

A 2

B 4

C 6

D 8

Hướng dẫn.



Theo phương trình (2.22) và (2.23) ta có  $n_{OH^-} = 2n_{H_2} = 2 \cdot \frac{4,48}{22,4} = 0,4 \text{ mol}$

Phản ứng trung hòa :  $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$

$n_{H^+} = n_{OH^-} = 0,4 \text{ mol}$ . pH = 1  $\Rightarrow [H^+] = 0,1 \text{ M}$ .  $\Rightarrow V_{HCl} = \frac{0,4}{0,1} = 4 \text{ (lít)}$

B

**Câu 70** (ĐHB – 2009). Cho 100 ml dung dịch hỗn hợp gồm H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 M và HCl 0,1 M vào 100 ml dung dịch hỗn hợp gồm NaOH 0,2 M và Ba(OH)<sub>2</sub> 0,1 M, thu được dung dịch X. Dung dịch X có pH là

A 13,0

B 1,2

C 1,0

D 12,8

Hướng dẫn.

$$n_{H^+} = 2n_{H_2SO_4} + n_{HCl}$$

$$n_{OH^-} = n_{NaOH} + 2n_{Ba(OH)_2}$$

$$= 2 \cdot 0,1 \cdot 0,05 + 0,1 \cdot 0,1$$

$$= 0,1 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 \cdot 0,1$$

$$= 0,02 \text{ (mol)}$$

$$= 0,04 \text{ (mol)}$$



$$0,02 \longrightarrow 0,02$$

$$\Rightarrow n_{OH^-_{\text{dư}}} = 0,04 - 0,02 = 0,02 \text{ (mol)} \Rightarrow [OH^-] = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow pH = 14 + \log[OH^-] = 14 + \log(0,1) = 13$$

A

**Câu 71.** A là dung dịch Ba(OH)<sub>2</sub> có pH = 12. B là dung dịch HCl có pH = 2. Phản ứng vừa đủ V<sub>1</sub> lít A cần V<sub>2</sub> lít. Tìm V<sub>1</sub>/V<sub>2</sub>?

A 1,0

B 2,0

C 0,5

D 2,5

Hướng dẫn.



dung dịch  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  có  $\text{pH} = 12 \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2}$  (M)



$$\Rightarrow 10^{-2}\text{V}_1 = 10^{-2}\text{V}_2 \text{ hay } \frac{\text{V}_1}{\text{V}_2} = 1$$

A

**Câu 72** (DH B-2008). Cho  $V$  ml dung dịch  $\text{NaOH}$  0,01 M vào  $V$  ml dung dịch  $\text{HCl}$  0,03 M được  $2V$  ml dung dịch Y. Dung dịch Y có  $\text{pH}$  là

A 4

B 3

C 2

D 1

Hướng dẫn.

Phương trình ion thu gọn



$$\Rightarrow n_{\text{H}^+ \text{ dư}} = 3 \cdot 10^{-5}\text{V} - 10^{-5}\text{V} = 2 \cdot 10^{-5}\text{V} \text{ (mol)} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{2 \cdot 10^{-5}\text{V}}{2 \cdot 10^{-3}\text{V}} = 10^{-2} \text{ (M)} \Rightarrow \text{pH} = 2 \quad \text{B} \text{ (C)}$$

**Câu 73.** Trộn dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M;  $\text{HNO}_3$  0,2 M và  $\text{HCl}$  0,3 M với những thể tích bằng nhau thu được dung dịch A. Lấy 300 ml dung dịch A phản ứng với  $V$  lít dung dịch B gồm  $\text{NaOH}$  0,2 M và  $\text{KOH}$  0,29 M thu được dung dịch C có  $\text{pH} = 2$ . Giá trị của  $V$  là

A 0,134

B 0,112

C 0,067

D 0,414

Hướng dẫn.

**Phân tích:** Đây là bài toán trộn 3 axit với 2 bazơ. Ta cần tính tổng số mol  $\text{H}^+$  từ các axit và tổng số mol  $\text{OH}^-$  từ các bazơ, sau đó giải phương trình để tìm thể tích V.

$$n_{\text{H}^+} = (2 \cdot 0,1 + 0,2 + 0,3) \cdot 0,3 = 0,21 \text{ mol}$$

$$n_{\text{OH}^-} = (0,2 + 0,29) \cdot V = 0,49V \text{ mol}$$

Dung dịch có  $\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ M}$

Ta có phương trình cân bằng số mol:

$$0,21 - 0,49V = 10^{-2} \times (0,3 + V)$$

Giải phương trình trên, ta tìm được  $V = 0,414$  lít

D

**Câu 74** (DHA-2009). Nung 6,58 gam  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  trong bình kín không chứa không khí, sau một thời gian thu được 4,96 gam chất rắn và hỗn hợp khí X. Hấp thụ hoàn toàn X vào nước để được 300 ml dung dịch Y. Dung dịch Y có  $\text{pH}$  bằng

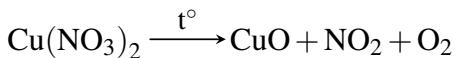
A 1

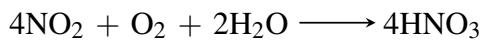
B 4

C 3

D 2

Hướng dẫn.





$$4x \quad x \quad 4x$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:  $m_X = 46 \cdot 4x + 32x = 6,58 - 4,96 = 1,62 \Rightarrow x = 0,0075 \text{ (mol)}$ .  
 $\Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{NO}_2} = 4x = 0,03 \text{ (mol)} \Rightarrow \text{pH} = 1$



(A)

**Câu 75.** Dung dịch HCl có pH = 5 (V<sub>1</sub>) cho vào dung dịch KOH pH = 9 (V<sub>2</sub>). Tính V<sub>1</sub>/V<sub>2</sub> để dung dịch mới có pH = 8?

A 0,1

B 10

C 2/9

D 9/11

Hướng dẫn.

Dung dịch HCl có pH = 5  $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-5} \text{ (M)} \Rightarrow n_{\text{H}^+} = 10^{-5}V_1 \text{ (mol)}$

Dung dịch KOH có pH = 9  $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-9} \text{ (M)} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ (M)} \Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 10^{-5}V_2 \text{ (mol)}$

Dung dịch sau phản ứng có pH = 8 chứng tỏ KOH còn dư sau phản ứng và  $n_{\text{OH}^- \text{ dư}} = 10^{-5}(V_2 - V_1) \text{ (mol)}$

Ta có pH = 8  $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-]_{\text{dư}} = 10^{-6} \text{ M}$

$$\Rightarrow 10^{-5}(V_2 - V_1) = 10^{-6}(V_1 + V_2) \quad V_1/V_2 = 9/11$$



(D)

**Câu 76.** Pha loãng 100 ml dung dịch NaOH có pH = 12 với 900 ml nước cất thu được dung dịch mới có pH là

A 2

B 12

C 11

D 1

Hướng dẫn.

Dung dịch có pH = 12  $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,1 \cdot 10^{-2} = 10^{-3} \text{ mol}$

$$[\text{OH}^-]' = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow [\text{H}^+]' = 10^{-11} \Rightarrow \text{pH} = 11$$



(C)

**Câu 77 (CD – 2011).** Cho a lít dung dịch KOH có pH = 12,0 vào 8,00 lít dung dịch HCl có pH = 3,0 thu được dung dịch Y có pH = 11,0. Giá trị của a là

A 1,60

B 0,80

C 1,78

D 0,12

Hướng dẫn.

Dung dịch KOH có pH = 12,0  $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 10^{-2}a \text{ (mol)}$

Dung dịch HCl có pH = 3,0  $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow n_{\text{H}^+} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ (mol)}$

Dung dịch sau phản ứng có pH = 11,0 nên KOH còn dư sau phản ứng.  $n_{\text{OH}^- \text{ dư}} = 10^{-2}a - 8 \cdot 10^{-3} \text{ (mol)}$

$$[\text{OH}^-]_{\text{dư}} = \frac{10^{-2}a - 8 \cdot 10^{-3}}{a + 8} = 10^{-2} \Rightarrow a = 1,78$$



(C)

**Câu 78 (KB – 2008).** Trộn 100 ml dung dịch có pH = 1 gồm HCl và HNO<sub>3</sub> với 100 ml dung dịch NaOH nồng độ a mol/lít, thu được 200 ml dung dịch có pH = 12. Giá trị của a là

A 0,15

B 0,30

C 0,03

D 0,12

Hướng dẫn.

Dung dịch có pH = 1  $\Rightarrow [\text{H}^+] = 0,1 \text{ M} \Rightarrow n_{\text{H}^+} = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ (mol)}; n_{\text{NaOH}} = 0,1a \text{ (mol)}$

Dung dịch sau khi trộn có pH = 12 nên NaOH còn dư và  $n_{\text{NaOH} \text{ dư}} = 0,1a - 0,01 \text{ (mol)}$

Theo đề bài ta có phương trình  $0,1a - 0,01 = 0,2 \cdot 0,02 = 0,04 \Rightarrow a = 0,12$



(D)

