

# CHƯƠNG 7:

## DUNG DỊCH ĐIỆN LY

*(Thời lượng: 5t LT + 2t BT)*

# 1. Các dung dịch Axit, Bazơ, muối trong nước và những đặc điểm của chúng

➤ Các dung dịch axit, baz và muối trong nước không tuân theo các định luật Raoul, Vant' Hoff → có giá trị thực nghiệm lớn hơn

➤ Để nghiệm đúng những định luật trên, phải thêm vào một hệ số điều chỉnh  $i > 1$ ; gọi là hệ số đẳng trương hay hệ số Vant' Hoff.

➤ Các dung dịch axit, baz, muối trong nước có tính dẫn điện

## 2. Lý thuyết điện li Arrhenius và Kablucôp

- Thuyết điện li Arrhenius: ngay sau khi hòa tan vào nước các chất axit, baz và muối phân li thành các ion dương (cation) và âm (anion).
- Sự phân li thành ion của các chất tan trong dung dịch (hay khi nóng chảy) được gọi là sự điện li.
- Chất phân li thành ion trong dung dịch (hay khi nóng chảy) được gọi là chất điện li.

Ví dụ: dung dịch KCl 0,2N có  $i = 1,81$ , khi pha loãng vô cùng  $i = 2$

Hạn chế của Arrhenius: không tính đến sự tương tác giữa các tiểu phân trong dung dịch.

Khi nói đến sự điện li không thể bỏ qua sự tương tác giữa các ion và tiểu phân dung môi.

**Kablucov (Каблуков):** sự điện li là sự phân li của các chất tan dưới tác dụng của các tiểu phân dung môi thành những ion sonvat hóa.

### 3. Độ điện ly

**Cân bằng điện li:**  $A_m B_n \rightleftharpoons mA^{n+} + nB^{m-}$

Để đặc trưng cho khả năng phân li các chất điện ly trong dung dịch ta sử dụng đại lượng độ điện ly  $\alpha$

Độ điện ly  $\alpha$  là tỉ số giữa các phân tử đã phân li thành ion ( $n$ ) trên tổng số phân tử đã hòa tan trong dung dịch ( $n_o$ )

$$\alpha = \frac{n}{n_o}$$

**Ý nghĩa:** nếu nói dung dịch HF trong nước ở 25°C có độ điện ly  $\alpha = 0,09$  thì có ý nghĩa gì?

➤ **Các chất điện li mạnh:** phân li hoàn toàn thành ion trong dung dịch nên có  $\alpha = 1$  (các axit và baz vô cơ mạnh và đại đa số các muối trung tính).

➤ **Các chất điện li yếu:** trong dung dịch không phân li hoàn toàn nên có  $\alpha < 1$  (các axit và baz vô cơ yếu, các axit và baz hữu cơ, có thể kể cả một số muối acid hoặc muối baz).

➤ Khi xét trong dung dịch 0,1N ta có:

- Các chất điện li mạnh:  $\alpha > 30\%$
- Các chất điện li yếu:  $\alpha < 3\%$
- Các chất điện li trung bình:  $3\% < \alpha < 30\%$

# Các yếu tố ảnh hưởng đến $\alpha$

- Ảnh hưởng của dung môi: sự phân li của chất tan thành ion thường xảy ra yếu trong dung môi có cực yếu, và ngược lại.
- Ảnh hưởng của nồng độ: độ điện li tăng khi nồng độ dung dịch giảm, và ngược lại.
- Ảnh hưởng của nhiệt độ: độ điện li tăng khi tăng nhiệt độ (không hoàn toàn đúng 100%) vì đa số trường hợp quá trình điện li thường kèm theo sự thu nhiệt.

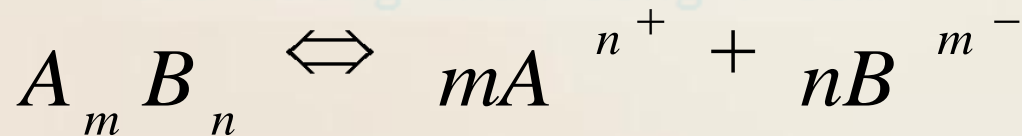
# 4. CÂN BẰNG TRONG DUNG DỊCH CHẤT ĐIỆN LI YẾU

cuu duong than cong . com

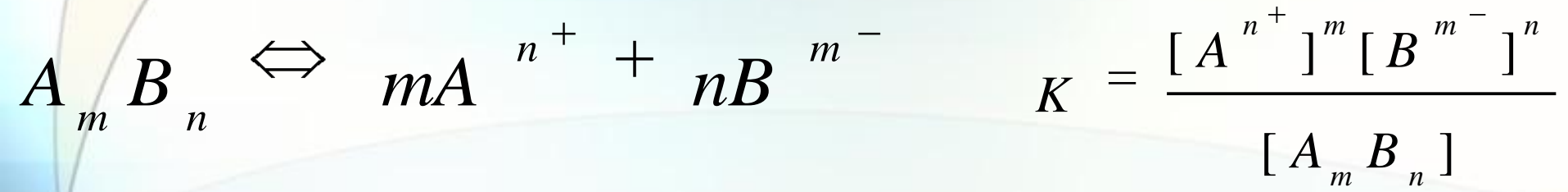
cuu duong than cong . com

## 4.1 Đặc điểm

- Đối với chất điện li yếu, quá trình điện li của chúng trong dung dịch là **quá trình thuận nghịch**.
- Trong dung dịch có cân bằng động giữa các phân tử trung hòa và ion của nó.



## 4.2 Cân bằng điện li và hằng số điện li



- K: hằng số điện li hay hằng số ion hóa.
- **Cân bằng điện li tuân theo định luật tác dụng khối lượng.**
- K là đại lượng đặc trưng cho mỗi chất điện li và dung môi và chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ.

## 4.3 Mối liên hệ giữa K, $\alpha$ và C

➤ Xét cân bằng điện li đơn giản:  $AB \rightleftharpoons A^{+} + B^{-}$

C: nồng độ ban đầu của AB

$\alpha$ : độ điện li

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$$

➤ Đối với chất điện li  $A_mB_n$  có m hoặc n lớn hơn 1, sự phân li xảy ra theo từng bậc và mỗi bậc có hằng số điện li đặc trưng.

➤ Thực tế, chỉ xét bậc phân li thứ nhất. Do hằng số điện li bậc thứ 2, thứ 3 luôn luôn nhỏ hơn hằng số bậc thứ nhất nhiều (khoảng  $10^{-5}$  lần)

## Ví dụ 1

Tìm hằng số điện li của axit axetic biết rằng trong dung dịch 0,01M độ điện li của nó là 4,3%.

## Ví dụ 2

Tìm độ điện li axit HCN 0,05M, biết nó có  $pK_a = 9,15$

## Ví dụ 3

Axit  $\text{HNO}_2$  có  $K = 5 \cdot 10^{-4}$ . Hỏi nồng độ dung dịch của nó là bao nhiêu để độ điện li của nó bằng 20%.

## Ví dụ 4

Hòa tan 0,01 mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$  thành 2 lít dung dịch. Tìm số mol axit điện li biết độ điện li của axit là 4,3%. Tìm nồng độ mol ion  $\text{H}^+$  và ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  trong dung dịch. Tính pH của dung dịch. Biết rằng  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ .

## Ví dụ 5

Tương tự ví dụ 4, thay  $\text{CH}_3\text{COOH}$  bằng  $\text{HCl}$

# 5. DUNG DỊCH CHẤT ĐIỆN LI MẠNH

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

## 5.1 Đặc điểm

➤ Trong dung dịch nước các chất điện li mạnh thực tế phân li hoàn toàn thành ion.



➤ Các dung dịch chất điện li mạnh dù ở nồng độ rất loãng cũng không tuân theo định luật tác dụng khối lượng.

➤ Trong dung dịch chất điện li mạnh không có các phân tử trung hòa của chất điện li tồn tại.

→  $\alpha$  luôn bằng 1

→  $i$  luôn là những số nguyên

→ độ dẫn điện không thay đổi khi pha loãng dung dịch.

# Thực tế có đúng như vậy không?

- $\alpha$  chỉ bằng 1 khi pha loãng dung dịch vô cùng
- Hệ số  $i$  chỉ tiến đến các số nguyên khi dung dịch được pha loãng vô cùng
- Độ dẫn điện đương lượng chất điện li mạnh tăng lên theo độ pha loãng dung dịch mặc dù số ion trong dung dịch không thay đổi.

## 5.2 Lý thuyết tương tác ion

- Do sự phân li hoàn toàn của chất điện li mạnh mà trong dung dịch có nồng độ ion lớn.
- Các ion ở gần nhau → xuất hiện lực hút tương hỗ giữa các ion.  
→ các ion trong dung dịch chất điện li không còn hoàn toàn tự do chuyển động.
- Ngoài ra, ở những nồng độ cao trong dung dịch chất điện li mạnh còn xuất hiện sự liên hợp ion, khi pha loãng các liên hợp ion phân li thành các ion đơn giản.

Ví dụ:  $\text{BaCl}^+$ ,  $\text{LiCl}_2^-$ ...

# 6. SỰ ĐIỆN LY CỦA NƯỚC VÀ CHỈ SỐ HYDRO pH

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

# 6.1 Cân bằng điện li của nước và tích số ion của nước

Nước là chất điện li rất yếu:



$$K_n = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

## 6.2 Chỉ số hydro pH và môi trường dung dịch

Từ  $K_n$  suy ra:

**Dung dịch có tính trung tính:**

$$[H^+] = [OH] = \sqrt{K_n} = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 10^{-7} \text{ mol/lit} .$$

**Dung dịch có tính axit:**

$$[H^+] > [OH^-] \text{ và } [H^+] > 10^{-7} \text{ mol/lit} .$$

**Dung dịch có tính baz:**

$$[H^+] < [OH^-] \text{ và } [H^+] < 10^{-7} \text{ mol/lit} .$$

Để xác định tính chất dung dịch thuận lợi hơn, thay cho nồng độ ion  $[H^+]$  người ta dùng *chỉ số hydro pH*:

$$pH = -\lg [H^+]$$

Khi đó:

Dung dịch có tính trung tính:  $pH = -\lg 10^{-7} = 7$

Dung dịch có tính axit:  $pH < 7$

Dung dịch có tính baz:  $pH > 7$

## 6.3 Tính pH các dung dịch loãng acid, bazơ trong nước

- **Axit đơn bậc HA**

- \* **Axit mạnh:**

Axit có nồng độ  $C_a$ ,  $\alpha = 1$

suy ra:  $[H^+] = C_a$

và  $pH = -\lg C_a$

- \* **Axit yếu:**



Axit có nồng độ  $C_a$ ,  $\alpha < 1$ ,  $K_a$

suy ra:  $[H^+] = C_a \alpha = \sqrt{K_a C_a}$

Vậy :

$$pH = -\frac{1}{2} (\lg K_a + \lg C_a)$$

## ○ **Baz đơn bậc MOH:**

\* **Manh**: Baz có nồng độ  $C_b$ ,  $\alpha = 1$ ,

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{C_b} \quad [OH^-] = C_b = \frac{K_n}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{H^+}$$

$$pH = -\lg \frac{10^{-14}}{C_b} = 14 + \lg C_b$$

\* **Yếu**:  $MOH \rightleftharpoons M^+ + OH^-$

Baz có nồng độ  $C_b$ ,  $\alpha < 1$  và hằng số cân bằng  $K_b$

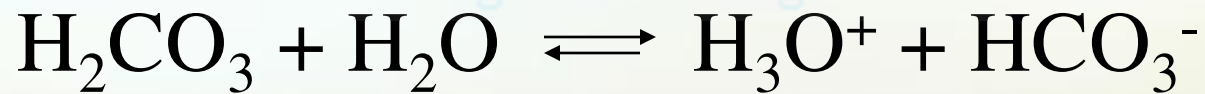
$$\alpha = \sqrt{K_b C_b} = \frac{K_n}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{\sqrt{K_b C_b}} \rightarrow pH = 14 + \frac{1}{2} (\lg K_b + \lg C_b)$$

**Axit và baz yếu đa bậc:** thường chỉ xét bậc điện li thứ nhất và tiến hành như trên.

Ví dụ: Tính pH của dung dịch axit  $H_2CO_3$  trong nước có nồng độ 0,01M biết hằng số điện li bậc thứ nhất là  $4,3 \cdot 10^{-7}$ .

Sự điện ly bậc nhất của axit  $H_2CO_3$ :



$$K_{a1} = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = 4,3 \cdot 10^{-7}$$

$$pH = \frac{1}{2} (-\lg K_{a1} - \lg C_a) = \frac{1}{2} (-\lg 4,3 \cdot 10^{-7} - \lg 10^{-2})$$

$$pH = \frac{1}{2} (7 - 0,65 + 2) = 4,19$$

# Ví dụ 1

Tính pH của từng dung dịch sau:

a. HCl 0,001M

b.  $\text{HNO}_3$   $5,2 \cdot 10^{-4}$  M

c. Hòa tan 2g NaOH với 0,56g KOH thành 2l dung dịch.

d. Thêm 25ml nước vào 5ml dung dịch HCl  $\text{pH} = 1$

e. Tính pH của dung dịch axit formic 0,001M. Biết  $\text{pK}_a = 3,752$

## Ví dụ 2

Thêm 10ml dung dịch KOH vào 15ml dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 M, dung dịch còn dư axit. Thêm tiếp 3ml dung dịch NaOH 1M vào thì dung dịch vừa trung hòa. Tìm nồng độ mol của dung dịch KOH.

ĐS: 1,2M

## Ví dụ 3

Trộn lẫn dung dịch HCl 0,2M với dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1M theo tỷ lệ 1:1 về thể tích. Để trung hòa 100ml dung dịch thu được cần bao nhiêu ml dung dịch  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0,02M?

ĐS: 500ml

## Ví dụ 4

(A) là dung dịch HCl có  $\text{pH} = 1$ .

(B) là dung dịch  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  có  $\text{pH} = 13$ .

a. Tính nồng độ mol của chất tan, nồng độ mol của từng ion trong dung dịch A và dung dịch B.

b. Trộn 2,25 l dung dịch A với 2,75l dung dịch B được dung dịch C. Tìm pH của dung dịch C.

ĐS:  $\text{pH} = 12$

# BÀI TẬP 1

- Tính pH của các dung dịch sau:

(1) Dung dịch  $\text{Ba}(\text{OH})_2$   $5 \cdot 10^{-4}$  M

(2) Dung dịch axit benzoic  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

$10^{-2}$  M, độ điện ly 7,8%

# BÀI TẬP 2

(1) Hòa tan 0,49 gam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vào 10 lít nước được dung dịch A. Tính pH dung dịch A. Xem thể tích dung dịch thay đổi không đáng kể

(2) Hòa tan 1,7 gam  $\text{NH}_3$  vào 5 lít nước được dung dịch B có  $\text{pH} = 11$ . Tính độ điện ly của dung dịch  $\text{NH}_3$

**Biết:  $\text{H} = 1$ ;  $\text{S} = 32$ ;  $\text{O} = 16$ ;  $\text{N} = 14$**

## 6.4 Chất chỉ thị

Chất chỉ thị màu là những axít hoặc baz hữu cơ yếu mà dạng phân tử và dạng ion của nó có màu sắc khác nhau và tùy thuộc vào pH của môi trường mà tồn tại ở dạng này hay dạng kia.

cuu duong than cong . com

### Ví dụ

- Quỳ tím
- Phenolphthalein
- Methyl da cam

cuu duong than cong . com

# 7. SỰ ĐIỆN LI CỦA CHẤT ĐIỆN LI KHÓ TAN

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

## 7.1 Cân bằng dị thể của chất điện li khó tan và tích số tan

- Các chất điện li khó tan là các hydroxyt và muối khó tan.
- Chúng tan trong nước rất ít nên dung dịch thu được có nồng độ rất loãng.
- Do vậy, trong dung dịch có *cân bằng dị thể* giữa chất điện li khó tan và các ion của nó.

Ví dụ: cân bằng điện li của muối khó tan AgCl được biểu diễn như sau :



## Áp dụng định luật tác dụng khối lượng:

$$K = \frac{[Ag^{+}][Cl^{-}]}{[AgCl]}$$

$$\rightarrow K [AgCl] = [Ag^{+}][Cl^{-}] = \text{const} = T$$

T là hằng số (tại nhiệt độ nhất định) và được gọi là tích số tan của AgCl

## 7.2 Tích số tan và độ tan của chất điện li khó tan

\* ***Định nghĩa tích số tan:*** Tích số tan của chất điện li khó tan là tích số nồng độ các ion tự do với số mũ tương ứng của chất điện li khó tan trong dung dịch bão hòa của nó và là đại lượng không đổi tại nhiệt độ nhất định.

Với chất điện li khó tan  $A_mB_n$  :



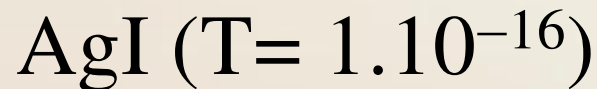
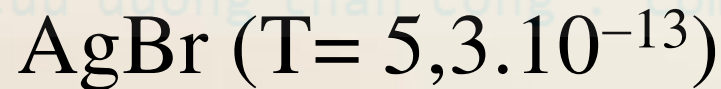
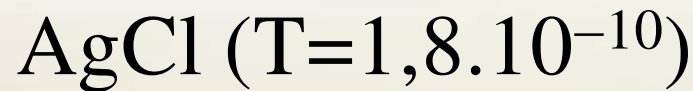
$$T = [A_n^{+}]^m[B_m^{-}]^n$$

## Ý nghĩa:

Tích số tan đặc trưng cho tính tan của chất điện li khó tan:

**Định tính:** T càng nhỏ chất điện li càng khó tan.

*Ví dụ:* Độ tan các chất điện li khó tan sau đây giảm dần theo thứ tự:



## Định lượng:

- Khi biết tích số tan T có thể tính được độ tan S của chất điện li khó tan.

$$S = \sqrt[m+n]{\frac{T_{A_m B_n}}{m^m n^n}}$$

*Ví dụ:* Cho tích số tan của  $\text{Zn(OH)}_2$  ở  $25^\circ\text{C}$  bằng  $1.10^{-17}$ . Tính độ tan mol/lít và g/lít của  $\text{Zn(OH)}_2$  ở  $25^\circ\text{C}$  trong nước. Biết  $\text{Zn} = 65$ ,  $\text{H} = 1$ ,  $\text{O} = 16$ .

Tính pH của dung dịch bão hòa  $\text{Zn(OH)}_2$  trong nước.

$$S = \sqrt[3]{\frac{T}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 10^{-17}}{4}} = 1,36 \cdot 10^{-6} \text{ mol / lít}$$

## 7.3 Điều kiện kết tủa và hòa tan chất điện li khó tan

- Kết tủa: Tích số nồng độ các ion (với số mũ tương ứng) của chất điện li trong dung dịch *lớn hơn* tích số tan của nó ở nhiệt độ khảo sát.
- Hòa tan: Tích số nồng độ các ion (với số mũ tương ứng) của chất điện li trong dung dịch *nhỏ hơn* tích số tan của nó ở nhiệt độ khảo sát.

*Ví dụ:* Có kết tủa  $\text{CaSO}_4$  tạo thành hay không khi trộn lẫn những thể tích bằng nhau của 2 dung dịch  $\text{CaCl}_2$  và  $\text{H}_2\text{SO}_4$  có nồng độ tương ứng bằng 0,5 và 0,1 mol/lit (ở  $25^\circ\text{C}$ )? **Biết  $T_{\text{CaSO}_4} = 2,4 \cdot 10^{-5}$**

# Ví dụ 1

1. Độ tan mol của  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  ở  $18^\circ\text{C}$  là  $1,6 \cdot 10^{-5}\text{M}$ . Tìm tích số tan của  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ .
2. Độ tan của  $\text{PbSO}_4$  ( $M=303$ ) trong nước ở nhiệt độ thường là  $0,038\text{g}$  trong  $1000\text{ml}$  dung dịch. Tìm tích số tan của  $\text{PbSO}_4$  tại nhiệt độ này.
3. Tích số tan của  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ở  $25^\circ\text{C}$  là  $1,2 \cdot 10^{-11}$ . Tính độ tan mol của  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  tại nhiệt độ trên.
4. Tích số tan của  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$  ở nhiệt độ phòng là  $7,9 \cdot 10^{-43}$ . Tính độ tan mol của nó tại nhiệt độ phòng.

## Ví dụ 2

1. Ở  $25^{\circ}\text{C}$  tích số tan của  $\text{SrSO}_4$  bằng  $3,8 \cdot 10^{-7}$ . Khi trộn 1 thể tích dung dịch  $\text{SrCl}_2$  0,002N với cùng 1 thể tích dung dịch  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,002N thì kết tủa có xuất hiện không?
2. Ở  $25^{\circ}\text{C}$  tích số tan của  $\text{BaSO}_4$  bằng  $1,1 \cdot 10^{-10}$ . Khi trộn đúng 200ml dung dịch  $\text{BaCl}_2$  0,004M với đúng 600ml dung dịch  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,008M thì kết tủa có xuất hiện không?
3. Lấy 100ml dung dịch amoni oxalat trong đó có 0,0248 g chất tan  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  trong một lít dung dịch, trộn với 100ml dung dịch bão hòa  $\text{CaSO}_4$ . Độ tan của  $\text{CaSO}_4$  là 2g/l. Kết tủa  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  có xuất hiện không? Biết tích số tan của nó là  $1,3 \cdot 10^{-9}$ .

# THANK YOU!!!

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

a. Tích số tan của  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ở  $25^\circ\text{C}$  là  $1,1 \cdot 10^{-36}$ . Tính độ tan mol/lít, độ tan gam/lít và pH của dung dịch bão hòa  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ở nhiệt độ trên.

[cuuduongthancong.com](http://cuuduongthancong.com)

b. A là dung dịch  $\text{NaOH}$  0,01M, B là dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pH = 2. Trộn 500ml dung dịch A với 1,5 lít dung dịch B được dung dịch C. Tính pH của dung dịch C?

- Hòa tan 18,6 gam  $\text{Na}_2\text{O}$  vào một lượng nước cần thiết để tạo thành 3 lít dung dịch A có  $d = 1,12\text{g/cm}^3$ 
  - a. Tính nồng độ mol/l, nồng độ molan, nồng độ phần trăm và nồng độ đương lượng của dung dịch A.
  - b. Tính pH của dung dịch A
  - c. Lấy 10ml dung dịch A trộn với 10ml dung dịch  $\text{MgCl}_2$   $10^{-4}\text{M}$ . Hỏi có kết tủa sinh ra không, biết  $T_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 1,2 \cdot 10^{-11}$