

# **Chương III. DUNG DỊCH**

- I. KHÁI NIỆM VỀ DUNG DỊCH**
- II. DUNG DỊCH RẤT LOÃNG CHẤT  
KHÔNG ĐIỆN LY, KHÔNG BAY HƠI VÀ  
CÁC TÍNH CHẤT**
- III. DUNG DỊCH CHẤT ĐIỆN LY**
- IV. CÂN BẰNG ION CỦA NƯỚC TRONG  
DUNG DỊCH**

# I. KHÁI NIỆM VỀ DUNG DỊCH

1. Khái niệm về hệ phân tán và dung dịch
2. Khái niệm về độ tan S
3. Quá trình hòa tan
4. Dung dịch lý tưởng  $\Delta H_{ht} = 0$  và  $\Delta V_{ht} = 0$
5. Nồng độ dung dịch

# 1. KN về hệ phân tán và dung dịch

## - Hệ phân tán:

- + Một chất là hạt rất nhỏ được phân bố vào trong chất kia.

*chất phân tán*

*môi trường phân tán.*

- + Tính chất của hệ phân tán phụ thuộc vào d hạt phân tán

## + Phân loại:

- ✓ *Hệ phân tán khô (hệ lơ lửng):*  $d > 100\mu m$

huyền phù.  
nhũ tương.

- ✓ *Hệ phân tán cao (hệ keo):*  $1\mu m < d < 100\mu m$

- ✓ *Hệ phân tán phân tử - ion (dung dịch thực):*  $d < 1\mu m$

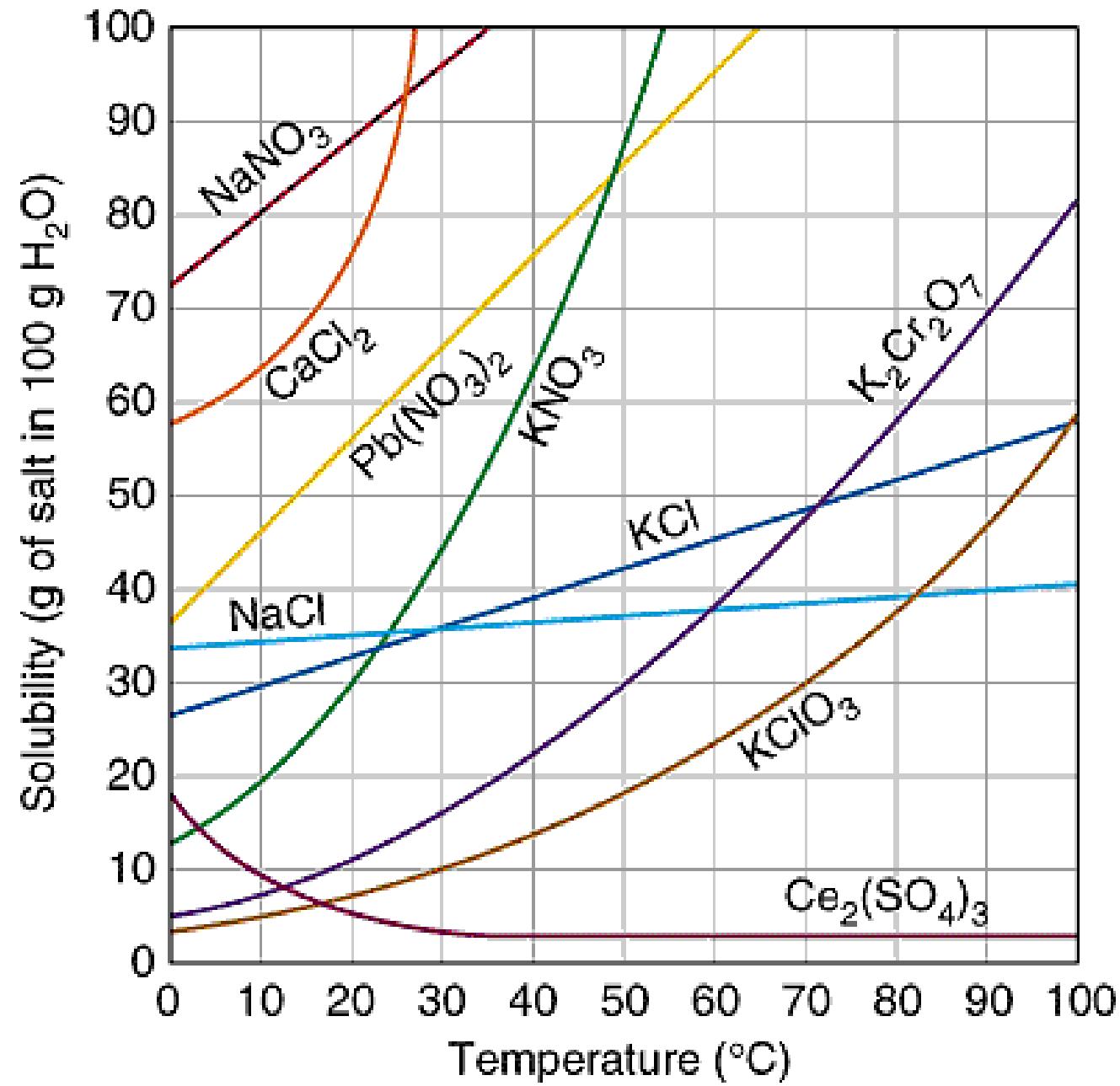
## - Dung dịch



## 2. Khái niệm về độ tan S

- Độ tan: nồng độ của dung dịch bão hòa ( $\text{g(ml)}/100\text{g dm}$ )
- Phân loại
  - ✓  $S > 10$  - chất dễ tan
  - ✓  $S < 1$  - chất khó tan
  - ✓  $S < 10^{-3}$  - chất không tan
- Độ tan phụ thuộc vào:
  - ✓ Bản chất của dung môi và chất tan
  - ✓ Nhiệt độ
  - ✓ Áp suất
  - ✓ Trạng thái tập hợp của chất
  - ✓ Sự có mặt của chất lạ...





### **3. Quá trình hòa tan**

- a. Quá trình hòa tan và cân bằng hòa tan
- b. Sự thay đổi các tính chất NĐ khi tạo thành dd

# a. Quá trình hòa tan và cân bằng hòa tan

Sự hòa tan bao gồm hai quá trình:

*chuyển pha*: vật lý  
*solvat hóa*: hóa học



$$K = \frac{\text{Nồng độ chất tan trong dung dịch}}{\text{Nồng độ chất tan trong phần chưa tan}}$$



# b. Sự thay đổi các tính chất NĐ khi tạo thành dd

- Quá trình hòa tan sẽ tự diễn ra:  $\Delta G_{ht} = \Sigma \Delta G_{sp} - \Sigma \Delta G_{cd} < 0$

$$\Delta G_{ht} = \Delta H_{ht} - T\Delta S_{ht}$$

$$\Delta H_{ht} = \Delta H_{cp} + \Delta H_{sol}$$

khí – lỏng	< 0	< 0	$\rightarrow \Delta H_{ht} < 0$
rắn – lỏng	> 0	< 0	$\rightarrow \Delta H_{ht} < 0 / > 0$

$$\Delta S_{ht} = \Delta S_{cp} + \Delta S_{sol}$$

khí – lỏng	< 0	< 0	$\rightarrow \Delta S_{ht} < 0$
rắn – lỏng	> 0	< 0	$\rightarrow \Delta S_{ht} < 0 / > 0$

$$\rightarrow \Delta G_{ht} < 0 / > 0$$



# 5. Nồng độ dung dịch

a. Nồng độ phần trăm:

$$C\% = \frac{m_i}{\sum m_i} \times 100\%$$

b. Nồng độ mol:

$$C_M = \frac{n_2}{1000ml dd}$$

c. Nồng độ molan:

$$C_m = \frac{n_2}{1000g dm}$$

d. Nồng độ phần mol:

$$N_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

e. Nồng độ đương lượng:

$$C_N = \frac{a_2}{1000ml dd}$$



# Khái niệm về dương lượng

- Dương lượng
  - 1,008 phần H
  - 8 phần O
  - 1Đ của chất khác

# Định luật đương lượng

- Các nguyên tố hóa học kết hợp với nhau theo những khối lượng tỷ lệ với đương lượng của chúng
- Trong một pú HH, số đương lượng của các chất tham gia phản ứng phải bằng nhau

## **II. DUNG DỊCH RẬT LOÃNG CHẤT KHÔNG ĐIỆN LY, KHÔNG BAY HƠI VÀ CÁC TÍNH CHẤT**

- Áp suất hơi bão hòa**
- Nhiệt độ sôi và nhiệt độ kết tinh**
- Áp suất thẩm thấu  $\pi$**

# 1. Áp suất hơi bão hòa

Ảnh hưởng của nồng độ chất tan tới áp suất hơi dung dịch

Lỏng

$\leftrightarrow$

Hơi

$$\left. \begin{array}{l} S \sim p \\ S \sim N \end{array} \right\} p \sim N$$

$$p_1 = kN_1$$

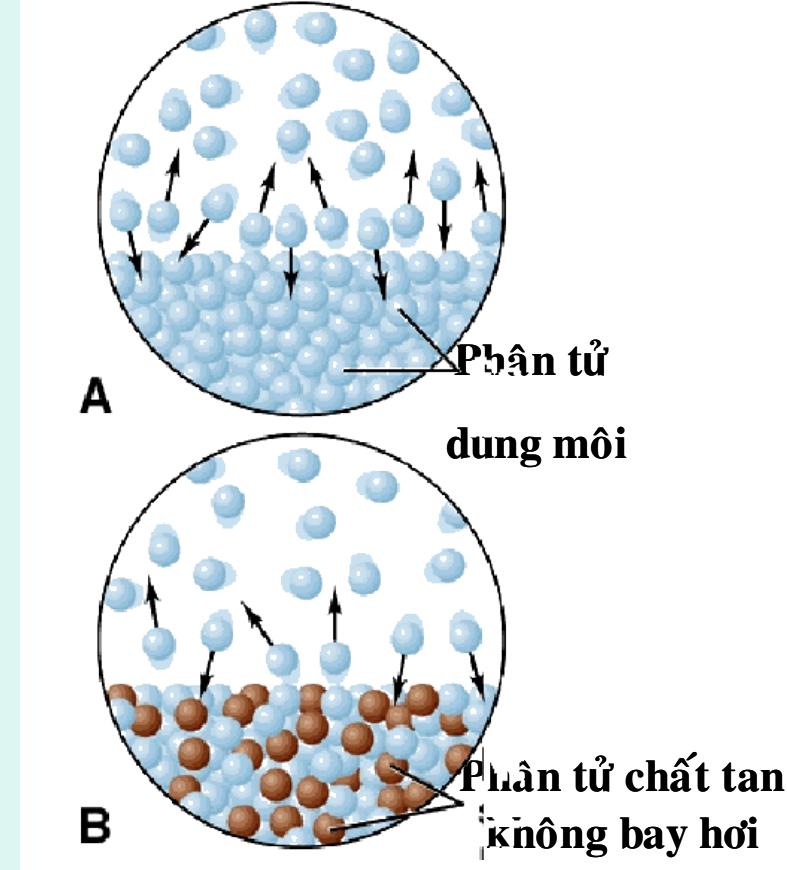
Dung dịch  $\rightarrow$  dung môi nguyên chất

$$\left. \begin{array}{l} N_1 \rightarrow N_0 = 1 \\ p_1 \rightarrow p_0 \end{array} \right\} p_0 = k$$

$$p_1 = p_0 N_1$$

$$N_1 = 1 - N_2$$

$$p_1 = p_0(1 - N_2) = p_0 - p_0 N_2$$



$$N_2 = \frac{(p_0 - p_1)}{p_0} = \frac{\Delta p}{p_0}$$



## 2. Nhiệt độ sôi và nhiệt độ kết tinh

- a. Nhiệt độ sôi của dung dịch
- b. Nhiệt độ kết tinh của dung dịch
- c. Định luật Raoult II

$$\Delta T_s = k_s C_m$$
$$\Delta T_{kt} = k_{kt} C_m$$



# a. Nhiệt độ sôi của dung dịch:

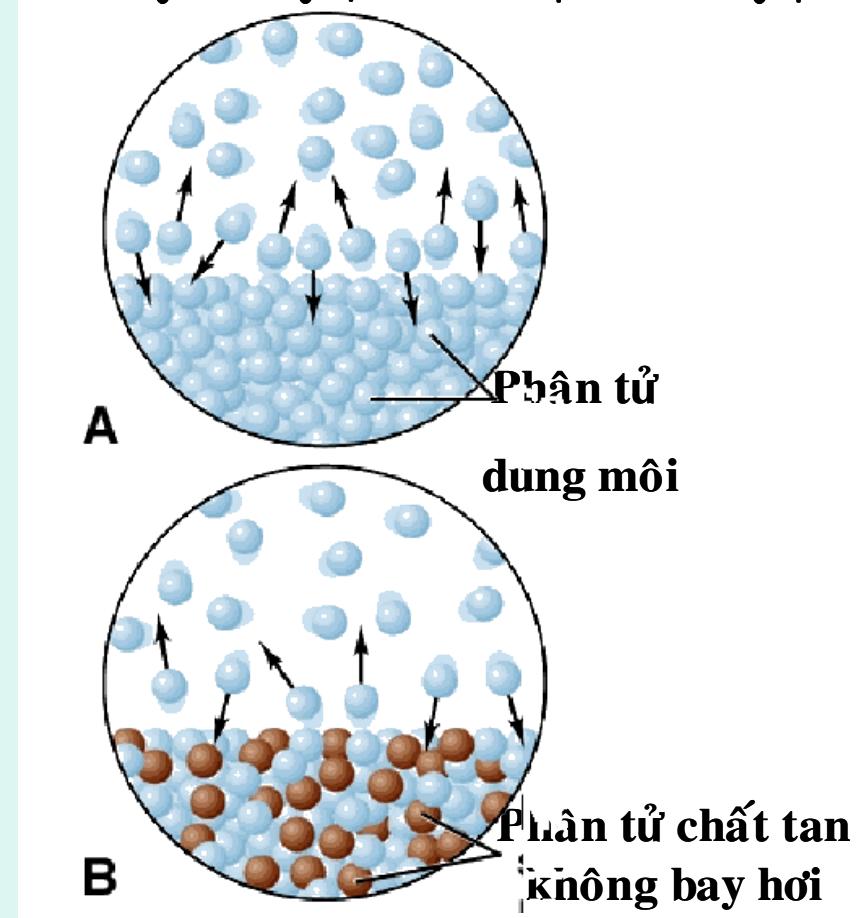
Ảnh hưởng của nồng độ chất tan tới áp suất hơi dung dịch

$$T : \quad p_1^T < p_0^T$$

$$100^{\circ}C : \quad p_1^{100} < p_0^{100} = 1atm$$

$$> 100^{\circ}C : \quad p_1^{>100} = 1atm$$

$$T_{dd}^s > T_{dm}^s$$



## b. Nhiệt độ kết tinh của dung dịch:

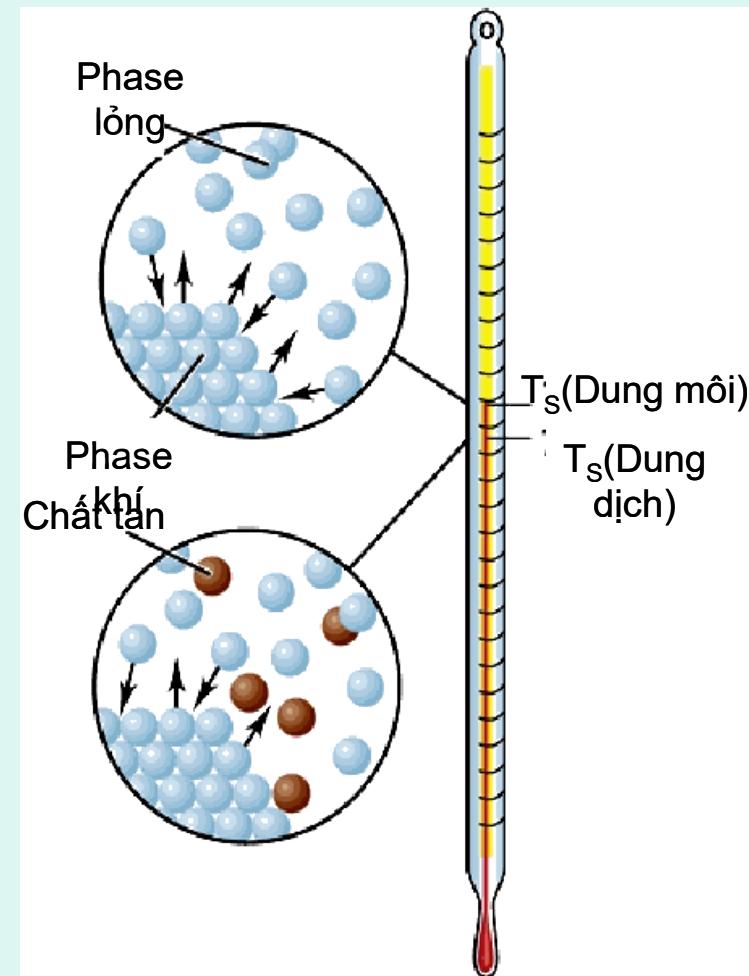
$$T : \quad p_{1,l}^T < p_{0,l}^T$$

$$0^{\circ}C : p_{1,l}^0 < p_{0,l}^0 = p_{0,r}^0 : dm \ kt$$

$$\downarrow T : p_{1,l} \downarrow, \quad p_{0,r} \downarrow \downarrow$$

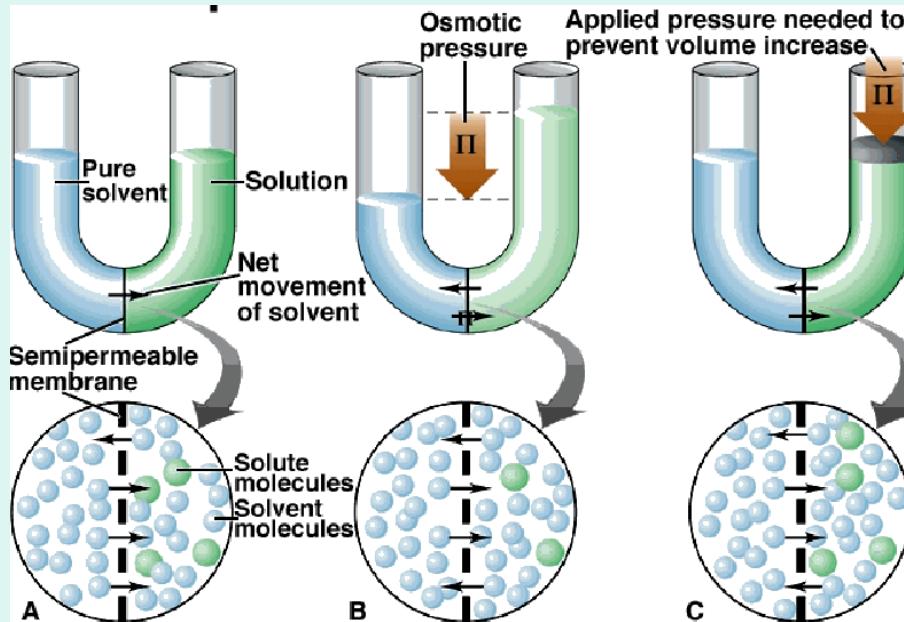
$$< 0 : \quad p_{1,l}^{<0} = p_{0,r}^{<0} : \quad dd \ kt$$

$$T_{dd}^{kt} < T_{dm}^{kt}$$



# 3. Áp suất thẩm thấu $\pi$

## a. Sụp thẩm thấu và áp suất thẩm thấu



## b. Định luật Van't Hoff

$$C_M = \frac{n}{V}$$

$$\pi = C_M RT$$

$$\pi V = nRT$$



### **III.DUNG DỊCH CHẤT ĐIỆN LY**

- 1. Tính chất bất thường của dung dịch axit, baz, muối.**
- 2. Sự điện ly và thuyết điện ly.**
- 3. Cân bằng trong dung dịch chất điện ly yếu.**
- 4. Trạng thái của chất điện ly mạnh trong dung dịch.**
- 5. Cân bằng trong dung dịch chất điện ly khó tan và tích số tan.**

# 1. Tính chất bất thường của dung dịch axit, baz, muối.

a. Không tuân theo các định luật Raoult và Van't Hoff.

$$i = \frac{\Delta p'}{\Delta p} = \frac{\Delta T'}{\Delta T} = \frac{\pi'}{\pi}$$

$$\Delta p' = i \Delta p = i p_0 N_2$$

$$\Delta T' = i \Delta T = i k C_m$$

$$\pi' = i \pi = i R T C_M$$

b. Có tính dẫn điện. 

## 2. Sự điện ly và thuyết điện ly.

- a. Sự điện ly
- b. Thuyết điện ly cổ điển của Arrhenius
- c. Thuyết điện ly hiện đại của Kablukov
- d. Độ điện ly  $\alpha$

## a. Sụt điện ly

- Số hạt trong dung dịch tăng: các phân tử chất tan phân ly thành các hạt nhỏ hơn
- Tính dẫn điện: có hạt mang điện: *ion.* 

## b. Thuýết điện ly cổ điển của Arrhenius

- ✓ Các axit, baz và muối khi tan trong nước phân ly thành các ion
- ✓ Các chất trong dung dịch phân ly thành các ion - *chất điện ly*
- \* Arrhenius: phân tử phân ly thành các ion tự do



## c. Thuyết điện ly hiện đại của Kablukov

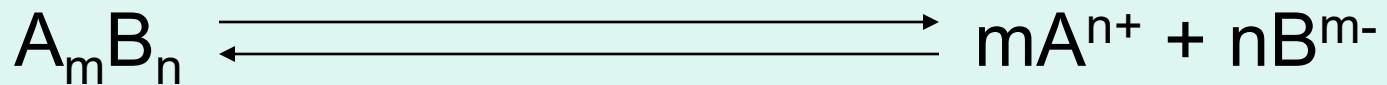
- ✓ Trong dung dịch các ion bị hydrat hóa
- ✓ Chất tan: ion - *hiện tượng điện ly*
- ✓ Chất tan: cht phân cực mạnh - hiện tượng *ion hóa*.
- ✓ Dung môi: chất ít phân cực: sự ion hóa khg xảy ra.
- ✓ Trong phân tử chất tan có nhiều kiểu liên kết:
  - liên kết ion: điện ly đầu tiên
  - liên kết cht phân cực mạnh: điện ly sau
  - liên kết cht phân cực yếu hoặc không phân cực: không điện ly.

Ví dụ:



# d. Độ điện ly $\alpha$

Quá trình ion hóa



Quá trình phân tử hóa

$$\alpha = \frac{\text{Số phân tử đã phân ly thành ion}}{\text{Tổng số phân tử đã hòa tan trong dung dịch}}$$

$\alpha = 0$ : dung dịch phân tử

$\alpha = 1$ : sự phân ly xảy ra hoàn toàn.

➤ *Phân loại:*

- ✓ Chất điện ly yếu:  $\alpha < 1$
- ✓ Chất điện ly mạnh:  $\alpha = 1$

➤ *Độ phân ly phụ thuộc vào:*

- ✓ Bản chất chất tan và dung môi.
- ✓ Nồng độ dung dịch
- ✓ Nhiệt độ (ít)

➤ Mối liên hệ giữa  $\alpha$  và  $i$ :



Ban đầu  $n_0$

Phân ly  $n_0\alpha$   $mn_0\alpha$   $nn_0\alpha$

Cb  $n_0(1-\alpha)$   $mn_0\alpha$   $nn_0\alpha$

$$\begin{aligned} n'_0 &= \sum n = n_{A_m B_n} + n_{A^{n+}} + n_{B^{m-}} = n_0(1 - \alpha) + mn_0\alpha + nn_0\alpha \\ &= n_0[1 - \alpha + \alpha(m + n)] = n_0(1 - \alpha + \alpha q) \end{aligned}$$

$$i = \frac{\pi'}{\pi} = \frac{RTC'_M}{RTC_M} = \frac{n'_0}{n_0} = \frac{n_0(1 - \alpha + \alpha q)}{n_0} = 1 - \alpha + \alpha q$$

$$\alpha = \frac{i - 1}{q - 1}$$

➤ Quy ước theo độ điện ly biểu kiến: dd 0.1N

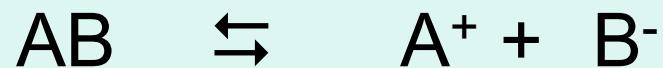
✓ Chất điện ly mạnh: có  $\alpha > 30\%$

✓ Chất điện ly yếu: có  $\alpha < 3\%$

✓ Chất điện ly trung bình: có  $3\% < \alpha < 30\%$



### 3. Cân bằng trong dung dịch chất điện ly yếu



Ban đầu  $C_0$

Điện ly  $C_0\alpha$   $C_0\alpha$   $C_0\alpha$

Cân bằng  $C_0(1 - \alpha)$   $C_0\alpha$   $C_0\alpha$

Hằng số cân bằng điện ly:  $K = \frac{C_{A^+} \cdot C_{B^-}}{C_{AB}} = \frac{C_0 \alpha^2}{1 - \alpha}$

Khi  $\alpha \ll 1$ :  $(1 - \alpha) \approx 1 \rightarrow \alpha \approx \sqrt{\frac{K}{C_0}}$

## 4. Trạng thái của chất điện ly mạnh trong dd

➤ *Suy luận:* Chất điện ly mạnh: điện ly hoàn toàn.

✓ *Thực nghiệm:* trong dung dịch không có phân tử trung hòa điện.

	Lập luận	Thực tế
độ điện ly	$\alpha = 1$	$\alpha < 1$
hệ số đẳng trương i	Là số nguyên	Không nguyên
độ dẫn điện khi pha loãng dung dịch	Không đổi	Tăng lên

➤ *Thực tế:* không tuân theo ĐL tác dụng khói lượng. Ví dụ: NaCl

C <sub>N</sub>	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2
$\alpha$	0.977	0.953	0.936	0.882	0.852	0.818
K	0.042	0.097	0.137	0.380	0.491	0.735

## ➤ Lý thuyết chất điện ly mạnh:

- ✓ Trong dung dịch xuất hiện *lực hút tương hõ giữa các ion* → *bầu khí quyển ion*. Khi pha loãng, lực hút tương hõ giảm, độ dẫn điện tăng.
- ✓ Trong dung dịch chất điện ly mạnh có *liên hiệp ion*, khi pha loãng các liên hiệp ion phân ly thành các ion đơn giản.
  - độ điện ly trên thực tế: *độ điện ly biểu kiến*.
  - dùng *hoạt độ a* thay cho nồng độ:  $a = fC$



# Phương trình của Debye và Huckel

$$\lg f_i = -\frac{Az_i^2 \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}$$

$$\lg f_{A_m B_n} = -\frac{A|z_{A^{n+}} z_{B^{m-}}| \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}$$

$$I = \frac{1}{2} \sum C_i z_i^2$$

Đối với dung dịch nước và ở 25°C:      A = 0,5  
Khi I ≤ 0,01 pt trên có dạng đơn giản như sau:

$$\lg f_i = -0,5 z_i^2 \sqrt{I}$$

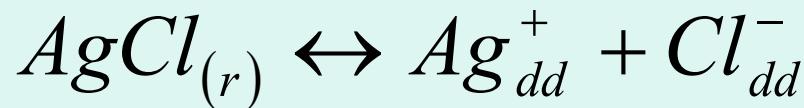
$$\lg f_{A_m B_n} = -0,5 |z_{A^{n+}} z_{B^{m-}}| \sqrt{I}$$



## 5. Cân bằng trong dung dịch chất điện ly khó tan và tích số tan

- a. Cân bằng di thể của chất điện ly khó tan và tích số tan
- b. Tích số tan và độ tan của chất điện ly khó tan
- c. Ảnh hưởng của các ion trong dung dịch đến độ tan của chất điện ly khó tan
- d. Điều kiện hoà tan và kết tủa của chất điện ly khó tan

## a. Cb dị thể của chất đly khó tan và tích số tan



$$K = C_{Ag^+} \cdot C_{Cl^-} = T_{AgCl}$$



$$T_{A_m B_n} = C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n$$

$$\Delta G^0 = -RT \ln T_{A_m B_n} = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

➤ Tích số tan của một chất phụ thuộc:

- ✓ Bản chất của dung môi và chất tan
- ✓ Nhiệt độ



## b. Tích số tan và độ tan của chất điện ly khó tan



S                      mS                      nS

$$\begin{aligned}T_{A_m B_n} &= C_{A^{n+}}^m \times C_{B^{m-}}^n \\&= (mS)^m \times (nS)^n \\&= m^m n^n S^{(m+n)}\end{aligned}$$

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

## c. Ảnh hưởng của các ion trong dung dịch đến độ tan của chất điện ly khó tan

➤ *Ion cùng loại:*  $s \downarrow A_m B_{n(r)} \leftrightarrow mA_{(dd)}^{n+} + nB_{(dd)}^{m-}$

➤ *Ion khác loại:*  $S \uparrow$

$$T_{A_m B_n} = a_{A^{n+}}^m a_{B^{m-}}^n = C_{A^{n+}}^m f_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n f_{B^{m-}}^n =$$

$$(mS)^m (nS)^n f_{A_m B_n}^{(m+n)} = m^m n^n S^{(m+n)} f_{A_m B_n}^{(m+n)}$$

$$S = (m+n) \sqrt{\frac{T_{A_m B_n}}{m^m n^n f_{A_m B_n}^{(m+n)}}}$$

## d. Điều kiện hòa tan và kết tủa của chất điện ly khó tan

- Trong dung dịch bão hòa  $T_{A_m B_n} = C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n$
- Chất điện ly sẽ kết tủa khi:  $C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n > T_{A_m B_n}$
- Chất điện ly sẽ tan hết khi:  $C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n \leq T_{A_m B_n}$

# IV. CÂN BẰNG ION CỦA NƯỚC TRONG DUNG DỊCH

1. Sự ion hóa và tích số ion của nước
2. Chỉ số pH và môi trường dd
3. Khái niệm về axit, baz
4. Cách tính pH của các dung dịch

# 1. Suy ion hóa và tích số ion của nước

Độ dẫn điện của  $\text{H}_2\text{O} = 5,54 \cdot 10^{-18} \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K[\text{H}_2\text{O}] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot \frac{1000}{18} = 10^{-14}$$

$$K_N = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$



## 2. Chỉ số pH và môi trường dd

➤ Trong nước nguyên chất:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \quad \text{pH} = 7$$

➤ Trong dung dịch axit có môi trường axit:

$$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-] \quad \text{pH} < 7$$

➤ Trong dung dịch baz có môi trường baz:

$$[\text{H}^+] < [\text{OH}^-] \quad \text{pH} > 7$$



### **3. Khái niệm về axit, baz**

- a. Thuyết cổ điển của Arrhenius
- b. Thuyết proton Bronsted
- c. Thuyết electron của Lewis

# a. Thuyết cổ điển của Arrhenius

- Axit: chất điện ly cho ion  $H^+$
- Baz: chất điện ly cho ion  $OH^-$



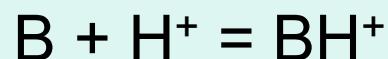
# b. Thuyết proton Bronsted

➤ *Định nghĩa:*

✓ Axit :cho proton



✓ Baz: nhận proton:



✓ Các cặp axit – baz liên hợp: HA/A<sup>-</sup>, BH<sup>+</sup>/B

➤ *Dự đoán*

- ✓ Tất cả các chất có chứa proton đều có thể là axit Bronsted
- ✓ Tất cả các chất có điện tích âm (anion) hay phân cực âm (phân tử phân cực) đều có thể là baz Bronsted

# ➤ Sự điện ly của axit và baz trong nước:

✓ Axit:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

✓ Baz:

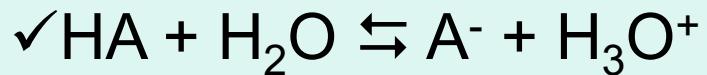


$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

✓ Nước:  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

$$K_n = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ (ở } 298K)$$

## ➤ Đối với cặp axit – baz liên hợp:



$$K_{a(HA)} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$



$$K_{b(A^-)} = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

$$K_{a(HA)} K_{b(A^-)} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \times \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = [H_3O^+][OH^-] = K_n$$

$$pK_a + pK_b = pK_n = 14 \quad \uparrow$$

# c. Thuyết electron của Lewis

➤ Định nghĩa:

- ✓ Axit: nhận cặp electron.
- ✓ Baz: cho cặp electron.

➤ Dự đoán:

- ✓ Axit Lewis:
  - + có dư mật độ điện tích dương,
  - + có orbital trống

→ Tất cả các cation kim loại đều là các axit Lewis.
- ✓ Baz Lewis
  - + các anion ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ...)
  - + các ptử trung hòa hoặc ion có  $\uparrow\downarrow$  tự do

➤ Phạm vi sử dụng: giải thích phức chất.



# 4. Cách tính pH của các dung dịch.

## a. pH của dd axit mạnh và baz mạnh

$$pH = -\lg C_a \quad pH = 14 + \lg C_b$$

## b. pH của dd axit yếu và baz yếu

$$pH = \frac{1}{2}(pK_a - \lg C_a) \quad pH = 14 - \frac{1}{2}(pK_b - \lg C_b)$$

## c. pH của dung dịch đệm

$$pH = pK_a - \lg \frac{C_a}{C_m} \quad pH = 14 - \left( pK_b - \lg \frac{C_b}{C_m} \right)$$

## d. pH của dung dịch muối

$$pH = 7 - \frac{1}{2}(pK_b + \lg C_m) \quad pH = 7 + \frac{1}{2}(pK_a + \lg C_m) \quad pH = 7 + \frac{1}{2}(pK_a - pK_b)$$

# a. pH của dd axit và baz mạnh.

➤ Axit mạnh       $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$

$$\text{C}_a \quad \text{C}_a$$

$$pH = -\lg C_{\text{H}^+} = -\lg C_a$$

➤ Baz mạnh       $\text{BOH} \rightarrow \text{B}^+ + \text{OH}^-$

$$\text{C}_b \quad \text{C}_b$$

$$pOH = -\lg C_{\text{OH}^-} = -\lg C_b$$

$$pH = 14 - pOH = 14 + \lg C_b$$

## b. pH của dd axit yếu và baz yếu.



Ban đầu       $C_a$

Điện ly       $C_a\alpha$        $C_a\alpha$        $C_a\alpha$

Cân bằng       $C_a(1-\alpha)$        $C_a\alpha$        $C_a\alpha$

$$C_{H^+} = C_a\alpha = C_a \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{K_a C_a}$$

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

$$pOH = \frac{1}{2}(pK_b - \lg C_b) \quad pH = 14 - \frac{1}{2}(pK_b - \lg C_b)$$

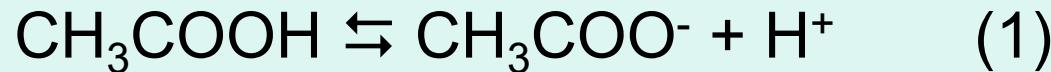
# c. pH của dung dịch đệm.

➤ *Định nghĩa:* Dung dịch đệm là dd có  $pH \approx const.$

➤ *Cấu tạo*

- ✓ *đệm axit:* axit yếu + muối của nó
- ✓ *đệm baz:* baz yếu + muối của nó

➤ *Cơ chế tác dụng của dung dịch đệm*



- ✓ Thêm axit mạnh: cb (1)  $\leftarrow$
- ✓ Thêm baz mạnh:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ : lượng  $\text{H}^+ \downarrow \rightarrow$  cb (1)  $\rightarrow$
- ✓ Pha loãng dd, độ điện ly  $\text{CH}_3\text{COOH} \uparrow$

## ➤ pH của dung dịch đậm



$$K_a = \frac{[H^+] [Ac^-]}{[HAc]}$$

$$[H^+] = K_a \frac{[HAc]}{[Ac^-]} = K_a \frac{C_a(1-\alpha')}{C_m + C_a\alpha'} \approx K_a \frac{C_a}{C_m}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg K_a - \lg \frac{C_a}{C_m} = pK_a - \lg \frac{C_a}{C_m}$$

## d. pH của dung dịch muối

➤ *Sự thay phân*