

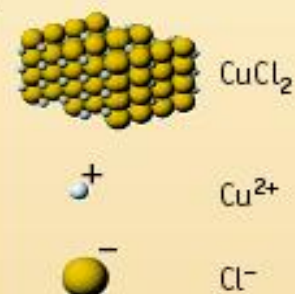
Sự khác biệt của dd điện ly so với dd lỏng phân tử

➤ Dung dịch điện ly dẫn điện

➤ Dung dịch điện ly không tuân theo định luật Raoult
định luật Van't Hoff

$$i = \frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{\Delta T_s'}{\Delta T_s} = \frac{\Delta T_d'}{\Delta T_d} = \frac{\pi'}{\pi}$$

Strong Electrolyte



A strong electrolyte conducts electricity. CuCl_2 is completely dissociated into Cu^{2+} and Cl^- ions.

DUNG DỊCH ĐIỆN LY

i là hệ số đẳng trương hay hệ số Van't Hoff

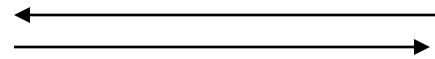
$$i = \frac{\text{số tiểu phân ch tan/dd đ ly (số ion, số ph tử không điện ly)}}{\text{số phân tử chất tan hoà tan (= số tiểu phân ch tan/ ddl p tử)}}$$

m - số ion trong 1 phân tử (nguyên dương ≥ 2)

Dung dịch điện ly $1 < i \leq m$;

Dung dịch lỏng phân tử $i = 1$

Lỏng



Hơi

Nguyên chất $N_2=0$, $N_1=1$

P_0

Dd lỏng phân tử, $N_2 \rightarrow$ số tp chất tan $=N_2$

$$N_2 = \frac{\Delta p}{P_0} = \frac{P_0 - P_{1(pt)}}{P_0}$$

Dd điện ly , $N_2 \rightarrow i.N_2$

$$iN_2 = \frac{\Delta p'}{P_0} = \frac{P_0 - P_{1(dly)}}{P_0}$$

$C_m \rightarrow i.C_m$

$$\Delta T'_d = i.k_d C_m$$

$$\Delta T'_s = i k_s C_m$$

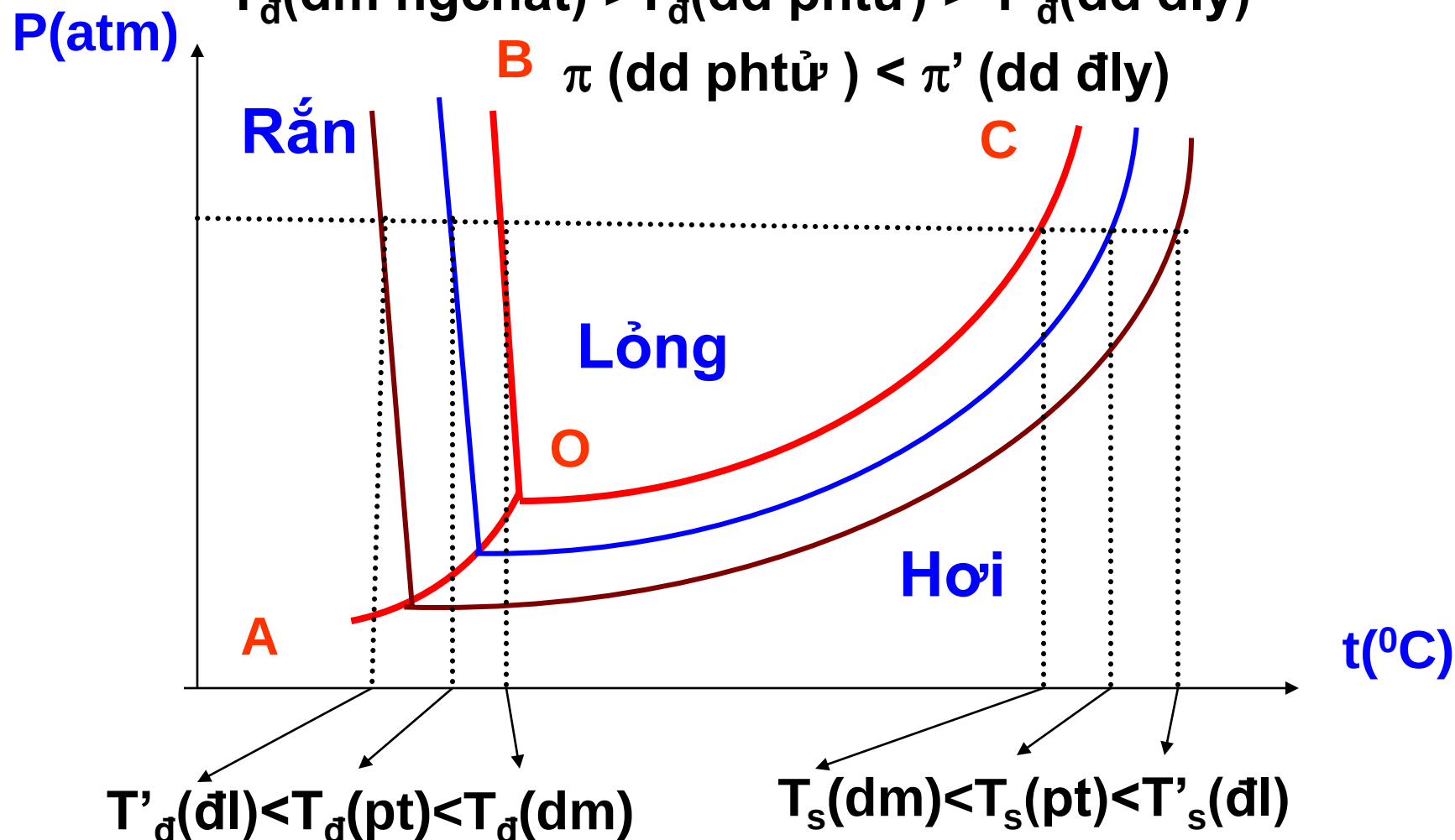
$C_M \text{ (mol/l)} \rightarrow i.c_M$

$$\pi' = i.C_M RT$$

Trong cùng điều kiện $P_0 > P_1(\text{ptử}) > P_1'(\text{đly})$

$T_s(\text{dm ngchất}) < T_s(\text{dd ptử}) < T'_s(\text{dd đly})$

$T_d(\text{dm ngchất}) > T_d(\text{dd phtử}) > T'_d(\text{dd đly})$



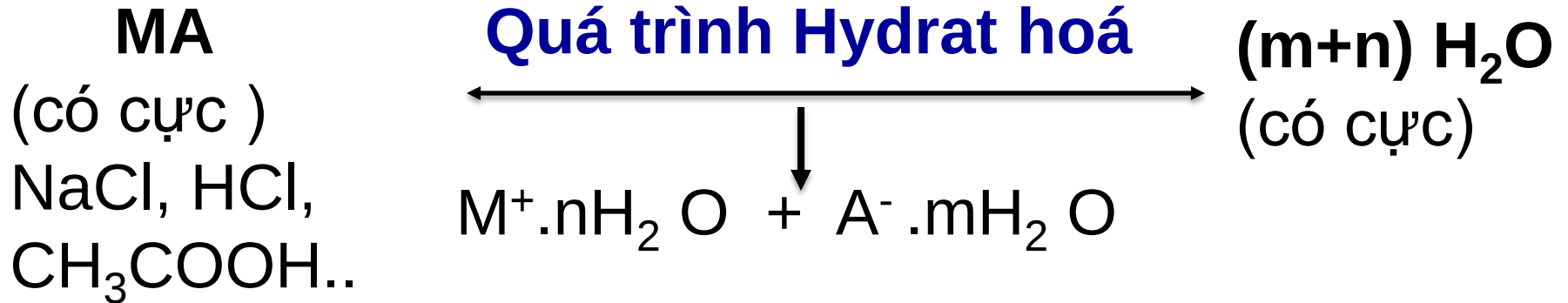
ỨNG DỤNG: Hãy cho biết cần pha bao nhiêu gam muối ăn NaCl vào 10 lít nước để hạ nhiệt độ đóng băng của nước từ 0°C xuống -10°C.

Cho biết $k_d = 1,86$ [độ/mol],
xem dd NaCl điện ly hoàn toàn .

$$\Delta T'_d = 0 - T_{d'ly} = i \cdot k_d \cdot C_m = 2 \cdot 1,86 \cdot \left[\frac{1000 \cdot \frac{m_{NaCl}}{58,5}}{10000} \right] = 2 \cdot 1,86 \cdot \frac{m_{NaCl}}{585} = 10$$

$$m_{NaCl} = 1572 \text{ g}$$

SỰ ĐIỆN LY



**Trong dung dịch không có ion tự do
mà chỉ có ion bị hydrat hóa**

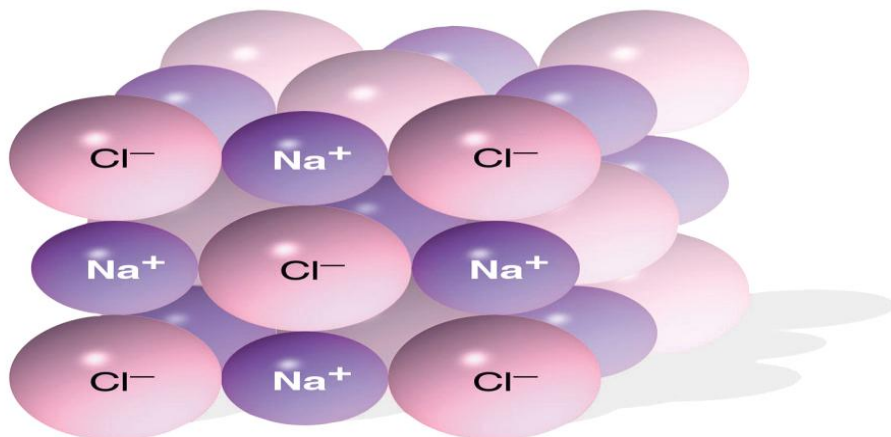
QUÁ TRÌNH HYDRAT HOÁ

$$\Delta H_{hy} < 0 \text{ và } \Delta S_{hy} < 0$$

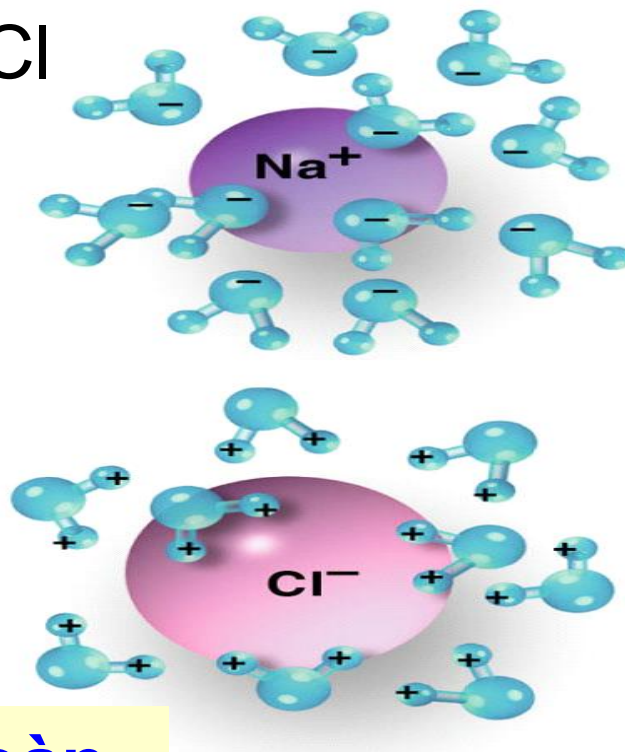
Hợp chất ion → quá trình phân ly các ion



Trong dd không còn phân tử NaCl



© 2001 Brooks/Cole Publishing/ITP



© 2001 Brooks/Cole - Thomson Learning

**Đa số các muối điện ly hoàn toàn.
Muối điện ly kém : muối axit (H^+);
muối baz (OH^-) ; muối phức.**

Hợp chất cộng hoá trị có cực → quá trình ion hoá.



Kiến trúc có cực Kiến trúc ion

Nhiều hợp chất CHT phân cực mạnh → điện ly hoàn toàn



Trong dung dịch không còn phân tử HCl

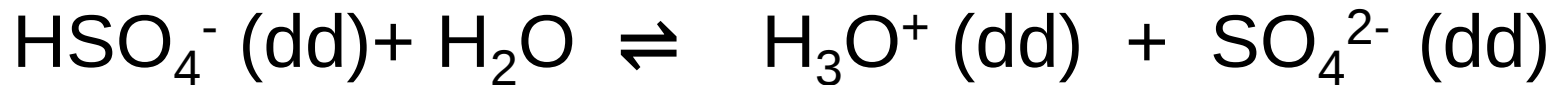
Nhiều hợp chất CHT phân cực yếu → điện ly không hoàn toàn



Trong dung dịch còn phân tử H₂S

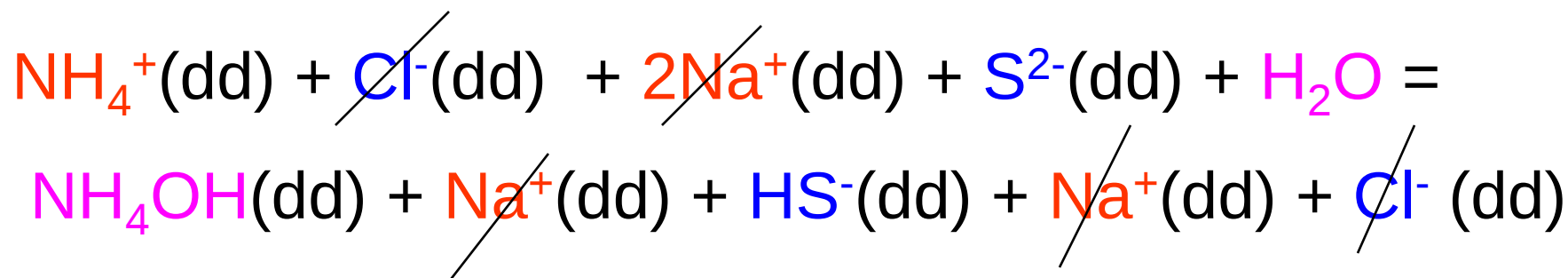
Nếu chất tan có nhiều kiểu liên kết hoá học khác nhau thì quá trình phân ly theo trật tự sau:

- **1 . Liên kết ion (điện ly hoàn toàn)**
- **2 . Cộng hoá trị phân cực mạnh (không hoàn toàn)**



Sự phân ly không xảy ra cho những lk cộng hoá trị không phân cực

ỨNG DỤNG: viết phương trình ion rút gọn của pư sau:



Độ điện ly α

$$\alpha = \frac{\text{số phân tử phân ly thành ion}}{\text{Tổng số phân tử hoà tan trong dung dịch}} = \frac{c \text{ (phanly)}}{c_0 \text{ (bandau)}}$$

$$0 \leq \alpha \leq 1 \quad \alpha = 0 \text{ dd lỏng phân tử}$$

$$\alpha = 1 \text{ điện ly hoàn toàn}$$

Công thức xác định độ điện ly

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

n - số mol chất tan hoà tan

αn - số mol chất tan điện ly

$(n - \alpha n)$ số mol chất tan không điện ly

$\alpha n m$ - số mol ion

$$i = \frac{n \alpha m + (n - n \alpha)}{n} = 1 + \alpha (m - 1)$$

ỨNG DỤNG: Tính áp suất thẩm thấu của dd MgCl_2 0,1M ở 50°C , cho biết $\alpha = 0,9$.

$$\pi' = i \cdot R \cdot C_M \cdot T = [\alpha(m-1) + 1] \cdot R \cdot C_M \cdot T$$

$$\pi' = [0,9(3-1) + 1] \cdot 0,082 \cdot 0,1 \cdot 323 = 2,8 \cdot 0,082 \cdot 0,1 \cdot 323$$

$$\pi' = 7,416 \text{ atm}$$

Lý thuyết chất điện ly mạnh

Trong dung dịch xuất hiện lực hút tương hỗ giữa các ion $\rightarrow$ bầu khí quyển ion. Khi pha loãng, lực hút tương hỗ giảm, độ dẫn điện tăng.

Trong dd chất điện ly mạnh có liên hiệp ion, khi pha loãng các liên hiệp ion phân ly thành các ion đơn giản.

$\rightarrow$ dùng **hoạt độ a** thay cho **nồng độ**: $a = fC$

HOẠT ĐỘNG (a) – là nồng độ hoạt động mang tính tổng quát hơn nồng độ và áp dụng đi tác dụng khối lượng cho mọi dd chất tan ở các nồng độ khác nhau

$$a = fc$$

f- hệ số hoạt độ $0 < f \leq 1$

Dd loãng $f = 1 \rightarrow a = c$

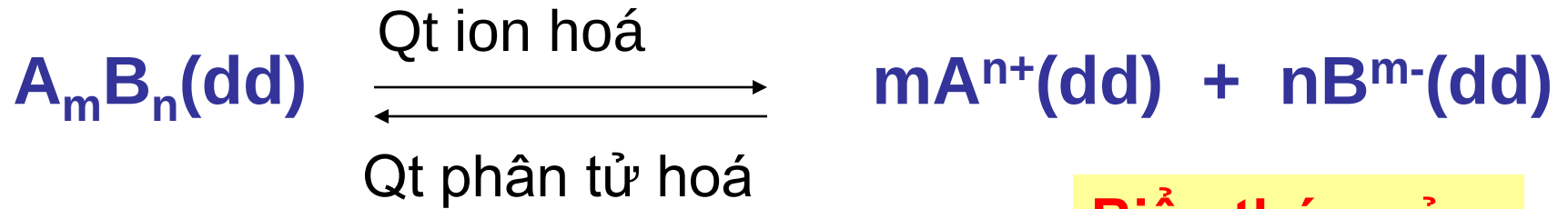
Dd có nồng độ cao $f < 1 \rightarrow a < c$

f phụ thuộc vào : bản chất dung môi, nhiệt độ, điện tích và nồng độ các ion.

Độ điện ly xác định trên thực tế của dd chất điện ly mạnh gọi là *độ điện ly biểu kiến*.

$$\alpha_{bk} = \frac{i - 1}{m - 1}$$

CÂN BẰNG TRONG DD CHẤT ĐIỆN LY YẾU



Hằng số điện ly

$$K = \frac{[A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n}{[A_m B_n]}$$

**Biểu thức của
đl tác dụng
khối lượng**

Hằng số điện ly là hs cân bằng của qt điện ly nên là đlg đặc trưng cho mỗi chất điện ly và dung môi, phụ thuộc vào nhiệt độ.

Axit – hsdly ký hiệu K_a → **Đặc trưng cho cường độ**

Baz – hsdly ký hiệu K_b → **Axit - base**

Trong dd nước: $K_a, K_b < 10^{-4}$ → axit yếu, base yếu

QUAN HỆ GIỮA K và α



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 điện ly:

$$K = \frac{C_{A^+} \cdot C_{B^-}}{C_{AB}} = \frac{C_0 \alpha^2}{1 - \alpha}$$

Biểu thức toán học của đl pha loãng Ostwald

Khi $\alpha \ll 1$: $(1 - \alpha) \approx 1 \rightarrow$
(thường $\alpha < 0,05$)

$$\alpha \approx \sqrt{\frac{K}{C_0}}$$

ỨNG DỤNG: tính α và $[H^+]$ của dd CH_3COOH có $K_a = 10^{-4,75}$ và nồng độ: $C_a = 0,1M$; $C_a = 0,01M$



Điện ly	$C_a \cdot \alpha$	$C_a \cdot \alpha$	$C_a \cdot \alpha$
Cân bằng	$C_a(1-\alpha)$	$C_a \cdot \alpha$	$C_a \cdot \alpha$

$$K = \frac{C_a^2 \alpha^2}{C_a (1 - \alpha)} = \frac{C_a \alpha^2}{(1 - \alpha)} \approx C_a \cdot \alpha^2$$

a) $C = 0,1M$ $\alpha = 0,013$; $[H^+] = 0,0013M$

b) $C = 0,01M$ $\alpha = 0,042$; $[H^+] = 0,0042M$

Các yếu tố ảnh hưởng đến độ điện ly α

➤ Bản chất chất tan và dung môi

Dung môi và chất tan có cực yếu α nhỏ

Dung môi và chất tan có cực mạnh α lớn

➤ Nồng độ dung dịch

C giảm thì α tăng

$C \rightarrow 0$ thì $\alpha \rightarrow 1$

➤ Nhiệt độ tăng thường α tăng

Quy ước đánh giá độ điện ly α

Trong dd nước 0,1N ở 25°C.

$\alpha > 30\%$ chất điện ly mạnh

$3\% < \alpha < 30\%$ chất điện ly trung bình

$\alpha < 3\%$ chất điện ly yếu

AXIT - BASE YẾU ĐA BẬC

- Hằng số điện ly các bậc giảm dần theo trật tự sau:
 $K_1 > K_2 > K_3 > K_4 \dots$
- Hằng số điện ly chung : $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \dots$

Trong thực tế thường chỉ chú ý đến sự phân ly bậc thứ nhất

Muối

Đa số muối thuộc loại điện ly mạnh: KCl, NaF...

Các muối điện ly kém : muối axit (H^+), muối baz (OH^-), muối phức.

HÀNG SỐ ĐIỆN LY CỦA CÁC AXIT ĐA BẬC

Name	Formula	K_{a_1}	K_{a_2}	K_{a_3}
Phosphoric acid	H_3PO_4	7.5×10^{-3}	6.2×10^{-8}	4.8×10^{-13}
Arsenic acid	H_3AsO_4	5×10^{-3}	8×10^{-8}	6×10^{-10}
Carbonic acid*	H_2CO_3	4.3×10^{-7}	4.8×10^{-11}	
Sulfuric acid	H_2SO_4	Large	1.2×10^{-2}	
Sulfurous acid	H_2SO_3	1.5×10^{-2}	1.0×10^{-7}	
Hydrosulfuric acid [†]	H_2S	1.0×10^{-7}	$\approx 10^{-19}$	
Oxalic acid	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	6.5×10^{-2}	6.1×10^{-5}	
Ascorbic acid (vitamin C)	$\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$	7.9×10^{-5}	1.6×10^{-12}	

*This is really $\text{CO}_2(aq)$.

[†]The K_{a_2} value for H_2S is quite uncertain. Its small size makes it very difficult to measure.

ỨNG DỤNG:

Sắp các dd axit sau đây theo trật tự có $[H^+]$ tăng dần

Dung dịch	Ka_1	Ka_2	Ka_3
HCl 0,1M	∞		
H_3PO_4 0,1M	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	$4,8 \cdot 10^{-13}$
H_2SO_4 0,1M	∞	$1,2 \cdot 10^{-2}$	
HCl 0,2M	∞		
CH_3COOH 0,1M	$10^{-4,75}$		
HCN 0,1M	$10^{-9,3}$		

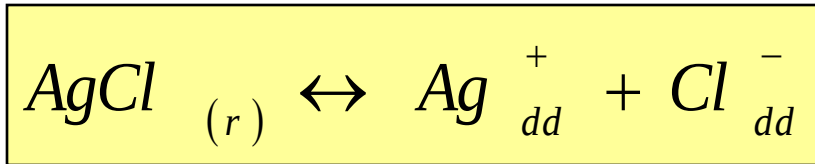
ỨNG DỤNG:

Sắp các dd axit sau đây theo trật tự có $[H^+]$ tăng dần

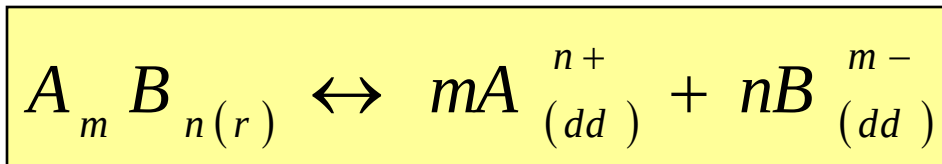
Dung dịch	Ka_1	Ka_2	Ka_3
HCl 0,1M	∞		
H_3PO_4 0,1M	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	$4,8 \cdot 10^{-13}$
H_2SO_4 0,1M	∞	$1,2 \cdot 10^{-2}$	
HCl 0,2M	∞		
CH_3COOH 0,1M	$10^{-4,75}$		
HCN 0,1M	$10^{-9,3}$		

- HCN 0,1M < CH_3COOH 0,1M < H_3PO_4 0,1M < HCl 0,1M < H_2SO_4 0,1M < HCl 0,2M

Cân bằng trong dung dịch chất điện ly 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

Điều kiện hoà tan và kết tủa của chất đ ly khó tan.



$$\Delta G = RT \ln \frac{Q}{T_{A_m B_n}} = RT \ln \left(\frac{([A^{n+}]^m [B^{m-}]^n)_\tau}{T_{A_m B_n}} \right)$$

$$[A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n = T_{A_m B_n}$$

➤ Dung dịch bão hòa

$$[A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n > T_{A_m B_n}$$

➤ Chất điện ly sẽ kết tủa

$$[A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n < T_{A_m B_n}$$

➤ Chất điện ly sẽ tan

ỨNG DỤNG: Trường hợp nào có xuất hiện kết tủa

1) 100ml dd NaCl $2 \cdot 10^{-4}$ M + 100ml dd AgNO₃ $2 \cdot 10^{-3}$ M.

Cho biết $T_{\text{AgCl}} = 10^{-10}$ ở 25°C

$$[\text{Ag}^+].[\text{Cl}^-] = 10^{-3} \cdot 10^{-4} = 10^{-7} > T \rightarrow \text{xuất hiện kết tủa}$$

2) 200ml dd CaCl₂ $5 \cdot 10^{-4}$ M + 800ml dd Na₂CO₃ $1,25 \cdot 10^{-4}$ M.

Cho biết $T_{\text{CaCO}_3} = 10^{-8}$ ở 25°C

$$[\text{Ca}^{2+}].[\text{CO}_3^{2-}] = 10^{-4} \cdot 10^{-4} = 10^{-8} = T \rightarrow \text{dd bão hòa}$$

3) 20ml dd K₂CrO₄ $1,2 \cdot 10^{-4}$ M + 100ml dd AgNO₃ $1,2 \cdot 10^{-4}$ M.

Cho biết $T_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 2 \cdot 10^{-12}$ ở 25°C

$$[\text{Ag}^+]^2.[\text{CrO}_4^{2-}] = (10^{-4})^2 \cdot 2 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-13} < T \rightarrow \text{dd chưa bão hòa}$$

ỨNG DỤNG: ion kl nào cho kết tủa trước nhất?
ion kl nào cho kết tủa sau cùng?

- Thêm dần dd Na_2SO_4 vào dd chứa các ion kl : Ag^+ , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Pb^{2+} , Sr^{2+} có nồng độ đầu bằng nhau 0,01M

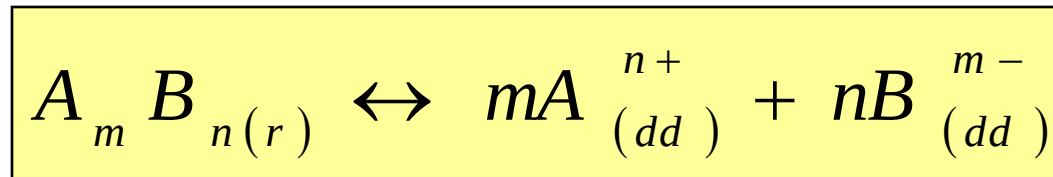
Chất	Ag_2SO_4	BaSO_4	CaSO_4	PbSO_4	SrSO_4
$T(\text{A}_m\text{B}_n)$	10^{-5}	10^{-10}	10^{-6}	10^{-8}	10^{-7}

$[\text{SO}_4^{2-}] >$ 10^{-1} 10^{-8} 10^{-4} 10^{-6} 10^{-5} [M]

Ba^{2+} cho kết tủa trước

Ag^+ cho kết tủa sau cùng

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



S[mol/l]

mS

nS

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

Độ tan trong nước

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

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



Trong nước

S[mol/l]

mS

nS

Thêm ion cùng loại:

$[A^{n+}] = X \gg S$

S'[mol/l]

$mS' + X \approx X$

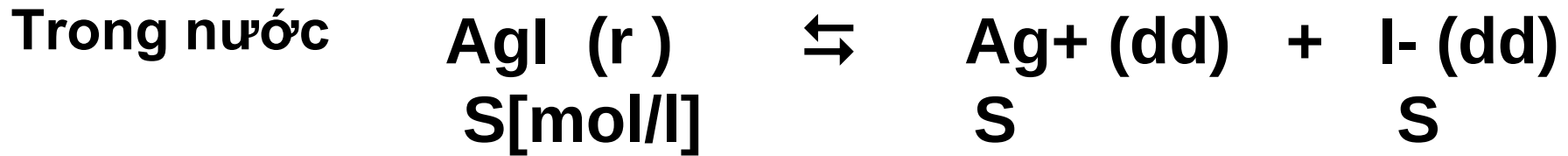
nS'

$$T_{A_m B_n} = (mS)^m \cdot (nS)^n = X^m \cdot (nS')^n$$

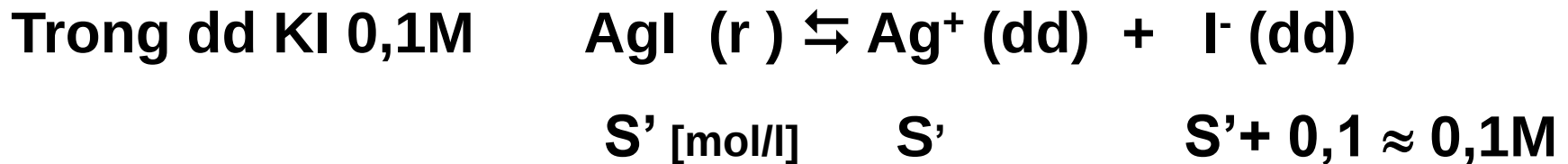
$$\rightarrow S' \ll S$$

Khi có mặt ion cùng loại độ tan sẽ giảm nhiều

ỨNG DỤNG: Tính độ tan của AgI trong nước (S) và trong dd KI 0,1M (S'). Cho $T_{AgI} = 10^{-16}$



$$S = \sqrt{\frac{T_{AgI}}{1^1 \cdot 1^1}} = 10^{-8} [\text{mol} / \text{l}] \qquad T_{AgI} = [\text{Ag}^+].[\text{I}^-] = S.S$$



$$T_{AgI} = [\text{Ag}^+].[\text{I}^-] = 0,1.S' = 10^{-16} \qquad \rightarrow \qquad S' = 10^{-15}$$

Độ tan giảm đi 10^7 lần

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

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

Khi có mặt ion khác loại độ tan sẽ tăng lên so với độ tan trong nước.

SO SÁNH ĐỘ TAN CỦA BaSO_4 TRONG CÁC
DUNG DỊCH SAU Ở 25°C :

NaCl 0,1M

S_1

nước

S_2

K_2SO_4 0,5M

S_3

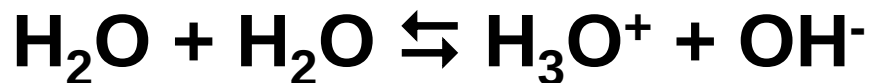
Na_2SO_4 0,2M

S_4

$$S_3 < S_4 < S_2 < S_1$$

Sự ion hóa và tích số ion của nước

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



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

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

$$\text{pK} = -\lg K$$

$$\text{pK}_n = \text{pH} + \text{POH} = 14$$

Chỉ số pH và môi trường dd

- *Trong nước nguyên chất và môi trường trung tính*

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \quad \text{pH} = 7$$

- *Trong dung dịch axit có môi trường axit*

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-] \quad \text{pH} < 7$$

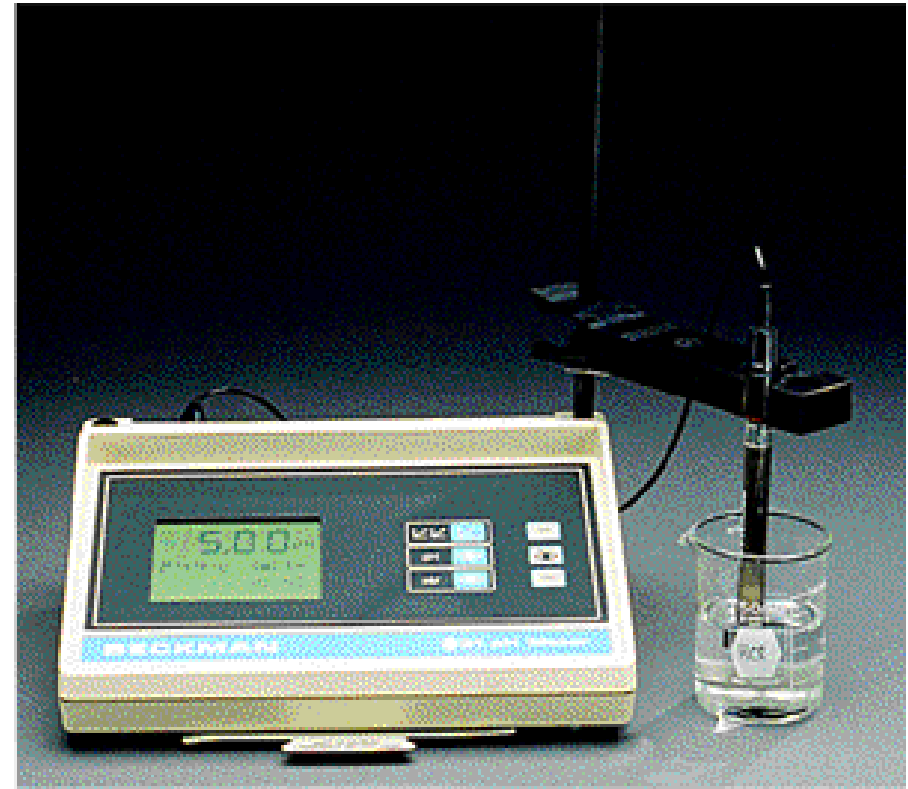
- *Trong dung dịch baz có môi trường baz*

$$[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-] \quad \text{pH} > 7$$

Các phương pháp đo pH cho các dd nước



(a) Giấy đo pH (định tính)



(b) Máy đo pH(định lượng)

ỨNG DỤNG:

Tính pH các dd sau đây

Dung dịch	K_1	K_2	pH
HCl 0,1M	∞		
H_2CO_3 0,1M	$10^{-6,52}$	$10^{-10,32}$	
CH_3COOH 0,1M	$10^{-4,75}$		
NaOH 0,1M	∞		
NH_4OH 0,1M	$10^{-4,76}$		
NaOH 10^{-9} M	∞		

Dung dịch	K_1	K_2	pH
HCl 0,1M	∞		1
H ₂ CO ₃ 0,1M	$10^{-6,52}$	$10^{-10,32}$	3,76
CH ₃ COOH 0,1M	$10^{-4,75}$		2,9
NaOH 0,1M	∞		13
NH ₄ OH	$10^{-4,76}$		11,12
NaOH 10^{-9} M	∞		7

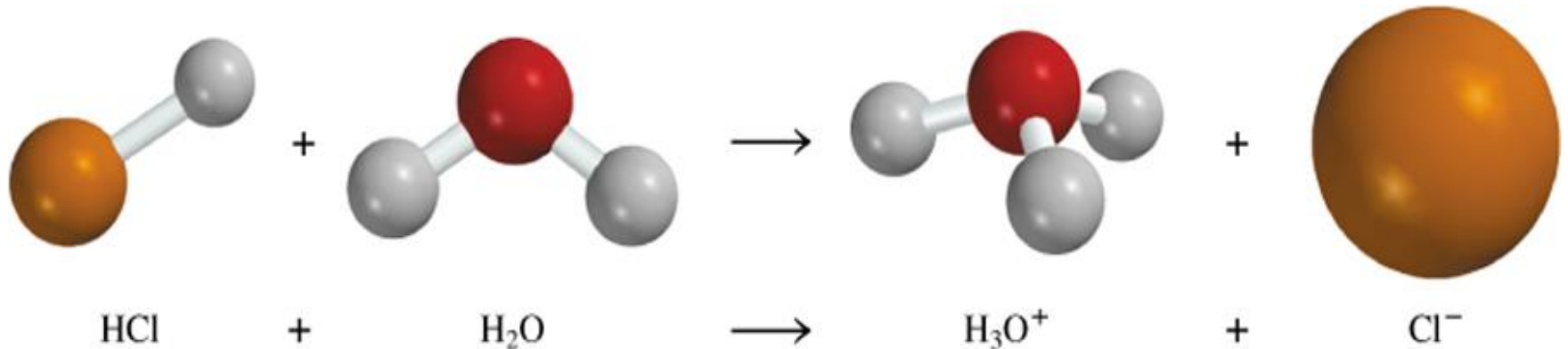
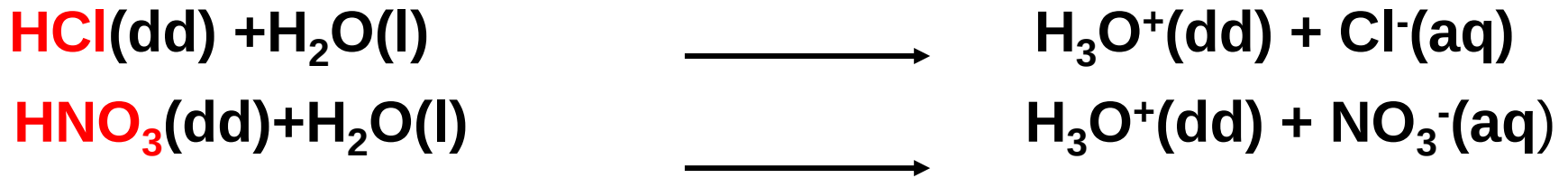
CÂN BẰNG ION TRONG DUNG DỊCH AXIT BAZ

a. Thuyết cổ điển của Arrhenius

b. Thuyết proton Bronsted

Thuyết cổ điển của Arrhenius

➤ **Axit**: chất điện ly cho ion H_3O^+ trong nước



➤ **Baz**: chất điện ly cho ion OH^- trong nước



Thuyết proton Bronsted

✓ **Axit** : cho proton $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

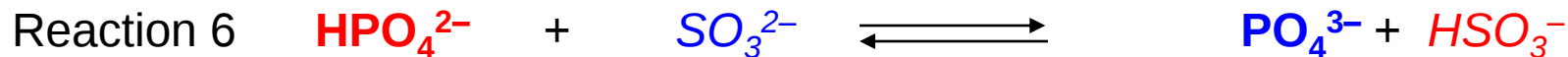
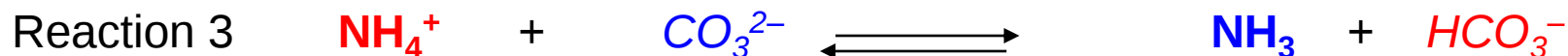
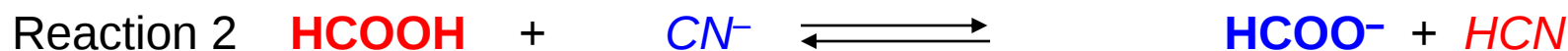
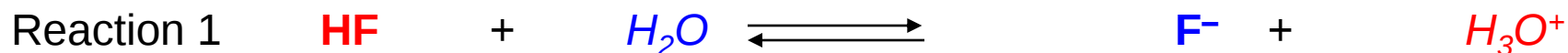
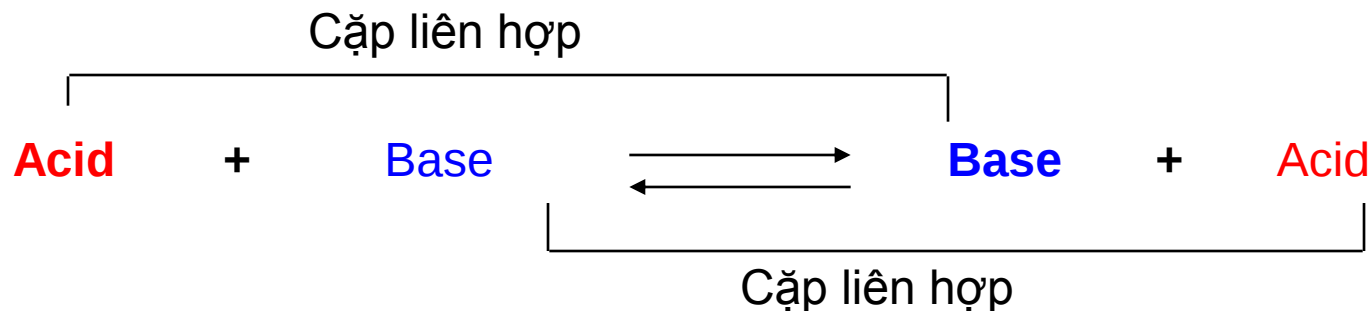
✓ **Baz**: nhận proton: $B + H^+ \rightleftharpoons BH^+$

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



Phản ứng giữa **axit** và **baz** là pư trao đổi proton(H^+) giữa **axit** của 1 cặp **axit- baz** liên hợp này với 1**baz** của 1 cặp **axit-baz** liên hợp khác.

Phản ứng giữa các cặp axit baz liên hợp



Dự đoán axit, baz Bronsted

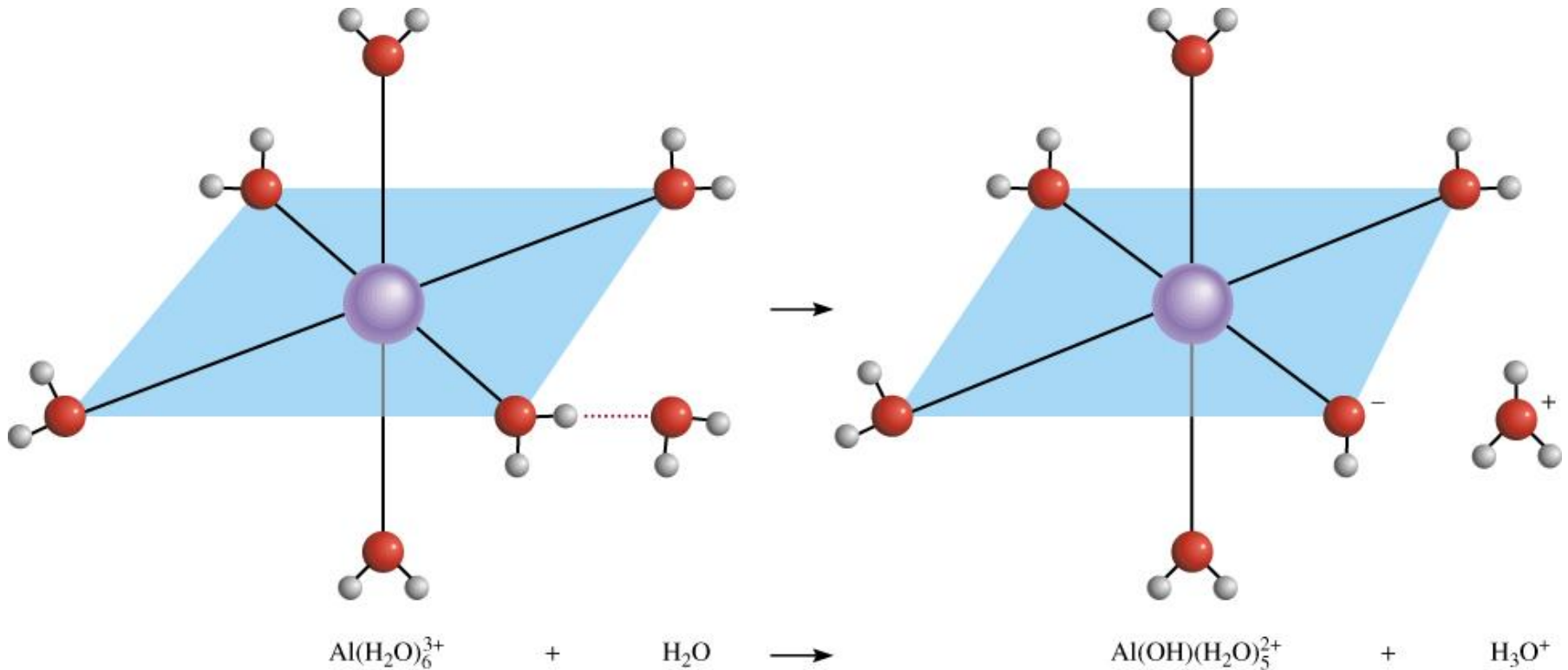
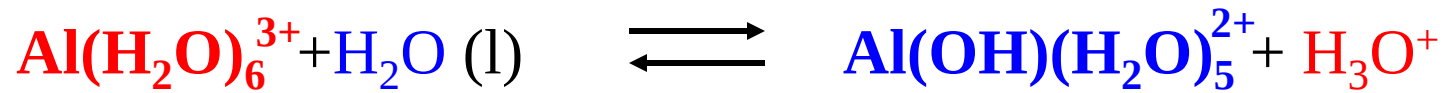
Axit – là chất phải chứa H^+

Phân tử trung hoà : HCl , HNO_3 , HF

Cation có chứa H^+ : NH_4^+

Anion có chứa H : HSO_4^- , $H_2PO_4^-$

Cation kim loại trong nước : $Fe^{2+}(aq)$; $Al^{3+}(aq)$..



$\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ bị thủy phân

Baz Bronsted - chất có dư mật độ điện tích âm

Anion: Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}

Phân tử cộng hoá trị phân cực : NH_3 , H_2O

Trong dd nước: **cation muối** là **axit Bronsted**,

anion của muối là **baz Bronsted**

Ví dụ: MgCl_2 (dd), $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (dd) , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (dd),
 CH_3COONa (dd).

Chất lưỡng tính- chất vừa có khả năng cho H^+ vừa có khả năng nhận H^+ .
Các hợp chất có chứa H thường là chất lưỡng tính

Chất trung tính là chất không có khả năng cho và nhận H^+

ỨNG DỤNG. Tiểu phân nào là axit, baz, trung tính , lưỡng tính theo thuyết Bronsted.

F^- ; S^{2-} ; HS^- ; $Ag^+(aq)$; $Fe^{2+}(aq)$, $Na^+(k)$; H_2O
 NH_3 ; NH_4^+ ; CH_3COOH ; $CH_3NH_3^+$.

AXIT	BAZ	LƯỠNG TÍNH	TRUNG TÍNH

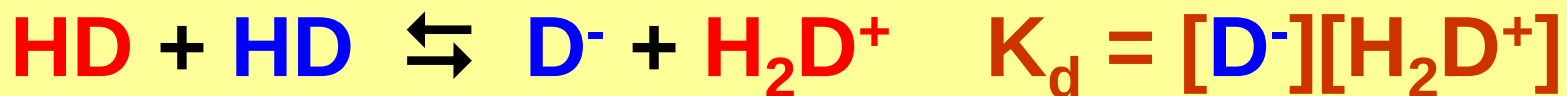
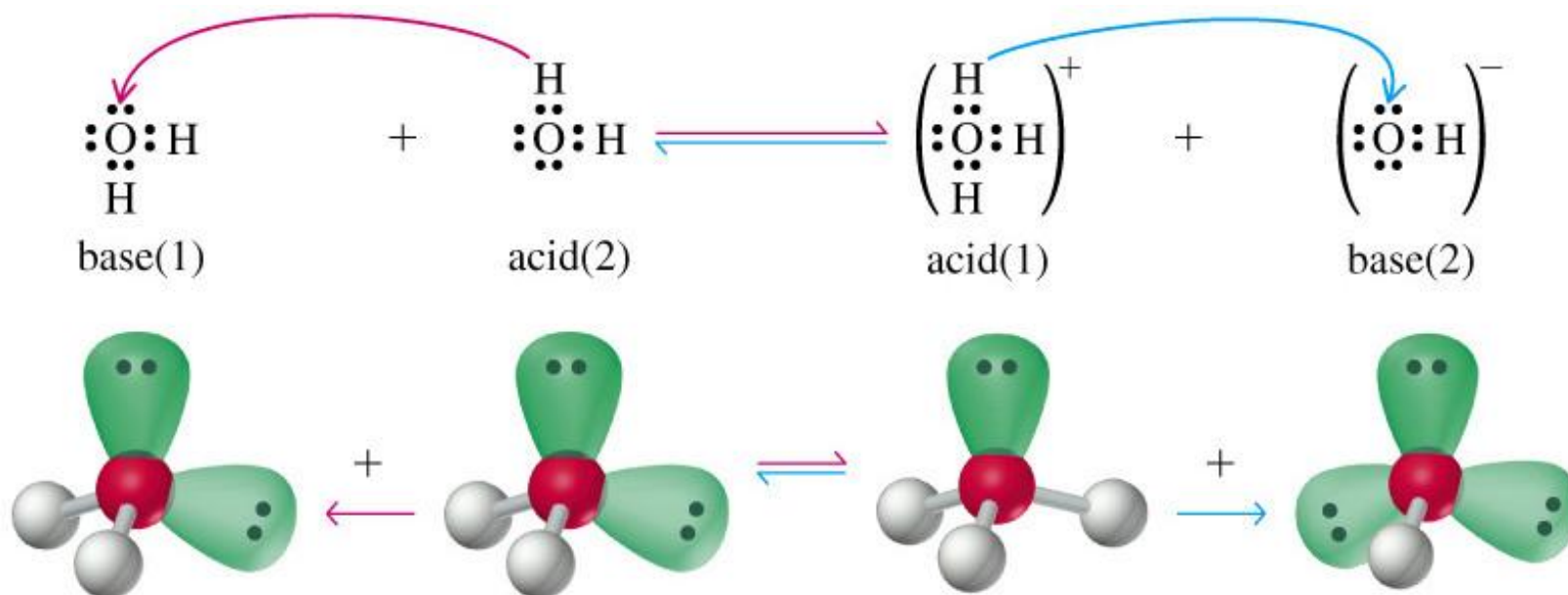
ỨNG DỤNG. Tiểu phân nào là axit, baz, trung tính , lưỡng tính theo thuyết Bronsted.

F^- ; S^{2-} ; HS^- ; $Ag^+ (aq)$; $Fe^{2+} (aq)$, $Na^+ (k)$; H_2O
 NH_3 ; NH_4^+ ; CH_3COOH , $CH_3NH_3^+$.

AXIT	BAZ	LƯỠNG TÍNH	TRUNG TÍNH
$Ag^+ (aq)$	F^-	HS^-	$Na^+ (k)$
$Fe^{2+} (aq)$	S^{2-}	H_2O	
NH_4^+		NH_3	
$CH_3NH_3^+$		CH_3COOH	

Dung môi proton hoá

- Là hợp chất cộng hoá trị phân cực có chứa H nên có khả năng trao đổi proton (chất lưỡng tính)
- Thường tạo lk H₂ nên T_s và T_{nc} cao
- Có tính phân cực mạnh nên có khả năng hoà tan nhiều chất (có cực).
- Có thể tự ion hoá một phần khi ở trạng thái lỏng.
Hằng số cân bằng gọi là hằng số tự proton hoá K_d



Sự điện ly của axit và baz trong nước

là kết quả của pư trao đổi H^+ giữa axit và baz với dung môi.



$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

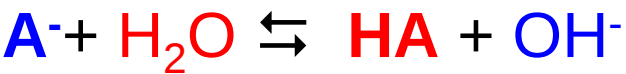
K_a càng lớn thì tính axit càng mạnh



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

K_b càng lớn thì tính baz càng mạnh

➤ *Đối với cặp axit – baz liên hợp:*



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

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

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

$$K_a \cdot K_b = K_n$$

$$pK_a + pK_b = pK_n = 14$$

Axit càng mạnh (K_a↑) thì baz liên hợp là baz yếu(K_b↓)

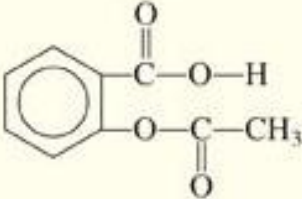
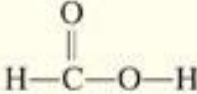
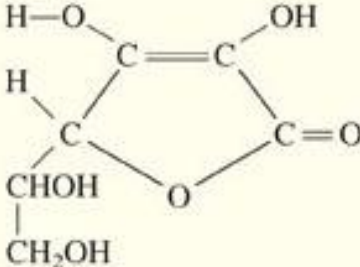
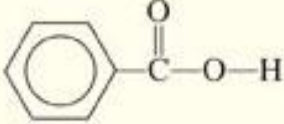
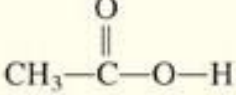
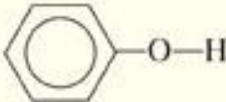
Axit càng yếu(K_a↓)thì baz liên hợp là baz mạnh (K_b↑)

HÀNG SỐ ĐIỆN LY CỦA CÁC BASE YẾU

TABLE 7.3 Values of K_b for Some Common Weak Bases

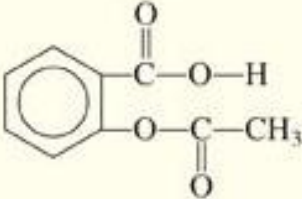
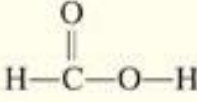
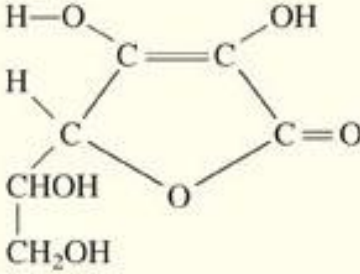
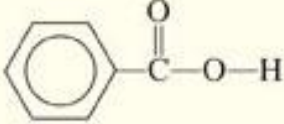
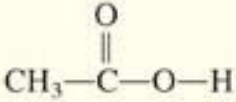
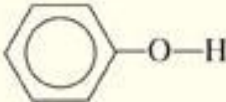
Name	Formula	Conjugate Acid	K_b
Ammonia	NH_3	NH_4^+	1.8×10^{-5}
Methylamine	CH_3NH_2	CH_3NH_3^+	4.38×10^{-4}
Ethylamine	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$	5.6×10^{-4}
Aniline	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$	3.8×10^{-10}
Pyridine	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$	1.7×10^{-9}

TÍNH HẰNG SỐ ĐIỆN LY CỦA BASE LIÊN HỢP Ở 25⁰C

Name of Acid	Formula	Structure	K_a	Conjugate Base	K_b
Hydrofluoric acid	HF	H—F	7.1×10^{-4}	F^-	
Nitrous acid	HNO ₂	O=N—O—H	4.5×10^{-4}	NO_2^-	
Acetylsalicylic acid (aspirin)	C ₉ H ₈ O ₄		3.0×10^{-4}	$C_9H_7O_4^-$	
Formic acid	HCOOH		1.7×10^{-4}	$HCOO^-$	
Ascorbic acid*	C ₆ H ₈ O ₆		8.0×10^{-5}	$C_6H_7O_6^-$	
Benzoic acid	C ₆ H ₅ COOH		6.5×10^{-5}	$C_6H_5COO^-$	
Acetic acid	CH ₃ COOH		1.8×10^{-5}	CH_3COO^-	
Hydrocyanic acid	HCN	H—C≡N	4.9×10^{-10}	CN^-	
Phenol	C ₆ H ₅ OH		1.3×10^{-10}	$C_6H_5O^-$	

HÀNG SỐ ĐIỆN LY CỦA CÁC AXIT YẾU VÀ BASE LIÊN HỢP

ở 25°C

Name of Acid	Formula	Structure	K_a	Conjugate Base	K_b
Hydrofluoric acid	HF	H—F	7.1×10^{-4}	F^-	1.4×10^{-11}
Nitrous acid	HNO ₂	O=N—O—H	4.5×10^{-4}	NO_2^-	2.2×10^{-11}
Acetylsalicylic acid (aspirin)	C ₉ H ₈ O ₄		3.0×10^{-4}	$C_9H_7O_4^-$	3.3×10^{-11}
Formic acid	HCOOH		1.7×10^{-4}	$HCOO^-$	5.9×10^{-11}
Ascorbic acid*	C ₆ H ₈ O ₆		8.0×10^{-5}	$C_6H_7O_6^-$	1.3×10^{-10}
Benzoic acid	C ₆ H ₅ COOH		6.5×10^{-5}	$C_6H_5COO^-$	1.5×10^{-10}
Acetic acid	CH ₃ COOH		1.8×10^{-5}	CH_3COO^-	5.6×10^{-10}
Hydrocyanic acid	HCN	H—C≡N	4.9×10^{-10}	CN^-	2.0×10^{-5}
Phenol	C ₆ H ₅ OH		1.3×10^{-10}	$C_6H_5O^-$	7.7×10^{-5}

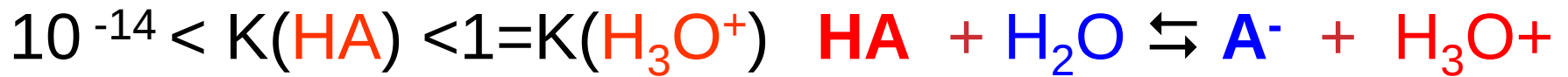


- $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O} : K_b(\text{H}_2\text{O}) = 10^{-14} \rightarrow K_a(\text{H}_3\text{O}^+) = 1$
- $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^- : K_a(\text{H}_2\text{O}) = 10^{-14} \rightarrow K_b(\text{OH}^-) = 1$

HIỆU ỨNG SAN BẰNG CỦA DUNG MÔI



H_3O^+ là ax mạnh nhất trong dd nước



H_3O^+ là ax mạnh nhất trong dd

Trong dung môi H_2O : H_3O^+ là axit mạnh nhất,
 OH^- là baz mạnh nhất

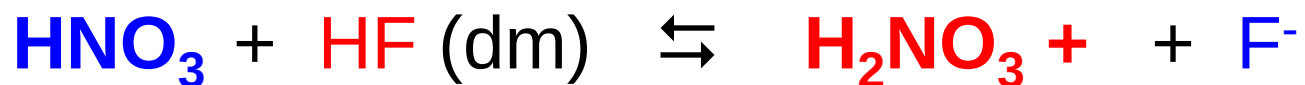
Trong dung môi NH_3 : NH_4^+ là axit mạnh nhất
 NH_2^- là baz mạnh nhất

Trong dung môi HD : H_2D^+ là axit mạnh nhất
 D^- là baz mạnh nhất

**Dung môi có $AP \uparrow$ thì tính axit của chất tan tăng
tính baz của chất tan giảm**

- Trong nước, CH_3COOH là axit yếu
- Trong NH_3 , CH_3COOH là axit mạnh

**Dung môi có $AP \downarrow$ thì tính axit của chất tan giảm
tính baz của chất tan tăng**



Trong dung môi $HClO_4$ không chất nào thể hiện tính axit

NH_4OH là baz yếu trong dung môi nước

NH_4OH là baz mạnh trong dung môi axit acetic

Hằng số điện ly của các axit và base yếu ở 25°C

	Ionization Equilibrium	Ionization Constant K	pK
Acid		$K_a =$	$pK_a =$
Iodic acid	$\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{IO}_3^-$	1.6×10^{-1}	0.80
Chlorous acid	$\text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}_2^-$	1.1×10^{-2}	1.96
Chloroacetic acid	$\text{HC}_2\text{H}_2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_2\text{H}_2\text{ClO}_2^-$	1.4×10^{-3}	2.85
Nitrous acid	$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$	7.2×10^{-4}	3.14
Hydrofluoric acid	$\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{F}^-$	6.6×10^{-4}	3.18
Formic acid	$\text{HCHO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CHO}_2^-$	1.8×10^{-4}	3.74
Benzoic acid	$\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^-$	6.3×10^{-5}	4.20
Hydrazoic acid	$\text{HN}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{N}_3^-$	1.9×10^{-5}	4.72
Acetic acid	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	1.8×10^{-5}	4.74
Hypochlorous acid	$\text{HOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OCl}^-$	2.9×10^{-8}	7.54
Hydrocyanic acid	$\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CN}^-$	6.2×10^{-10}	9.21
Phenol	$\text{HOC}_6\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	1.0×10^{-10}	10.00
Hydrogen peroxide	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}_2^-$	1.8×10^{-12}	11.74
Base		$K_b =$	$pK_b =$
Diethylamine	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+ + \text{OH}^-$	6.9×10^{-4}	3.16
Ethylamine	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	4.3×10^{-4}	3.37
Ammonia	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	1.8×10^{-5}	4.74
Hydroxylamine	$\text{HONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HONH}_3^+ + \text{OH}^-$	9.1×10^{-9}	8.04
Pyridine	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ + \text{OH}^-$	1.5×10^{-9}	8.82
Aniline	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	7.4×10^{-10}	9.13

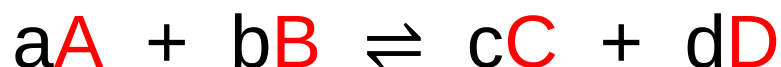
Acid strength ↑

Base strength ↑

CHƯƠNG VII

CHIỀU PHẢN ỨNG HÓA HỌC KHÔNG THAY ĐỔI TRẠNG THÁI OXYHÓA TRONG DUNG DỊCH ĐIỆN LY

ĐIỀU KIỆN CHO PHẢN ỨNG MỘT CHIỀU



$$\Delta G_T = \Delta G_T^0 + RT \ln \left(\frac{C_C^c C_D^d}{C_A^a C_B^b} \right)_\tau$$

Nếu $(\Delta G_T)_{\text{pư}} < 0$: phản ứng xảy ra theo chiều thuận.

Phản ứng sẽ xảy ra nếu sản phẩm phản ứng :

- ☐ Chất kết tủa
 - ☐ Chất điện ly yếu
 - ☐ Chất bay hơi
- }
- $\Delta G_T < 0$

Dựa vào $(\Delta G^0_{298})_{pu}$ dự đoán chiều hướng diễn ra của phản ứng trong thực tế

- $(\Delta G^0_{298})_{pu} < -40\text{kJ}$: tự phát hoàn toàn theo chiều thuận ($K_t \rightarrow \infty$)
- $(\Delta G^0_{298})_{pu} > +40\text{kJ}$: phản ứng không tự xảy ra theo chiều thuận.
- $-40\text{kJ} < (\Delta G^0_{298})_{pu} < +40\text{kJ}$: phản ứng thuận nghịch

HÀNG SỐ CÂN BẰNG

$$K_{CB} = \frac{\prod K_{chatdau}^i}{\prod K_{sanpham}^j}$$



T_{CuS}

$K_{a1} \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{S})$

$$K = \frac{T_{\text{CuS}}}{K_{a1} \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{S})} = 10^{-14,8}$$

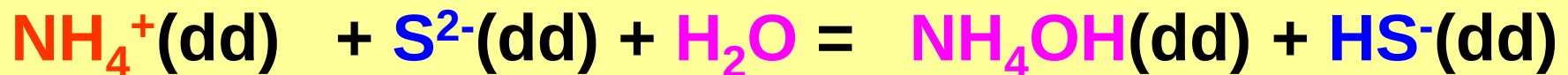
$$\Delta G^0_{298} = +84,446 \text{ kJ} > +40 \text{ kJ}$$

→ Tự phát hoàn toàn theo chiều nghịch

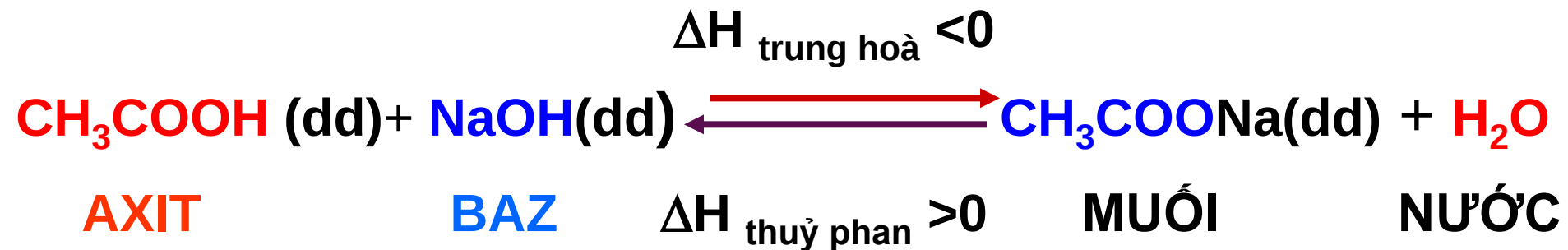
ỨNG DỤNG: Tính hằng số cân bằng K ở 25°C



Cho biết: $K_n = 10^{-14}$, $K_b(\text{NH}_4\text{OH}) = 10^{-4,76}$, H_2S $K_{a1} = 10^{-7}$; $K_{a2} = 10^{-12,89}$



$$K = \frac{K_n}{K_{b_{\text{NH}_4\text{OH}}} \cdot K_{a_2(\text{H}_2\text{S})}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4,76} \cdot 10^{-12,89}} = 10^{3,65}$$



Phản ứng thủy phân là phản ứng nghịch của pư trung hoà.



Phản ứng trung hòa và thủy phân là pư axit – baz Bronsted.

PHẢN ỨNG TRUNG HÒA GIỮA AXIT MẠNH VÀ BAZ MẠNH



$$K_a(\text{HA}) = \infty \rightarrow K_b(\text{A}^-) = 10^{-14} / K_a(\text{HA}) = 0 < K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-14}$$

→ A^- không bị thủy phân

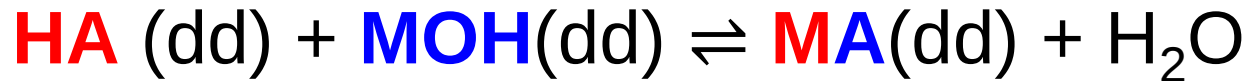
$$K_b(\text{MOH}) = \infty \rightarrow K_a(\text{M}^+) = 10^{-14} / K_b(\text{MOH}) = 0 < K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-14}$$

→ M^+ không bị thủy phân

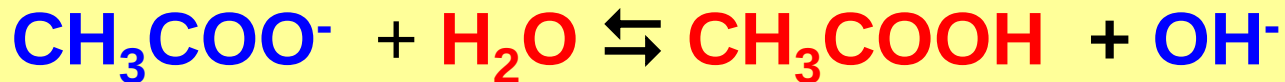
MUỐI (MA) được tạo thành từ axit mạnh (HA) và baz mạnh (MOH) thì không bị thủy phân .

→ tạo môi trường trung tính $\text{pH} = 7$

PHẢN ỨNG TRUNG HÒA GIỮA AXIT VÀ BAZ CÓ ÍT NHẤT 1 CHẤT YẾU

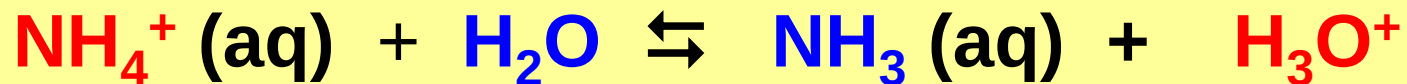


Nếu $K_a(\text{HA}) < 1 \rightarrow K_b(\text{A}^-) = 10^{-14}/K_a(\text{HA}) > K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-14}$
 $\rightarrow$ Anion muối (A^-) bị thủy phân $\rightarrow [\text{OH}^-]$ tăng $\rightarrow \text{pH} > 7$

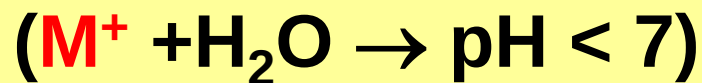


Nếu $K_b(\text{MOH}) < 1 \rightarrow K_a(\text{M}^+) = 10^{-14}/K_b(\text{MOH}) > K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-14}$

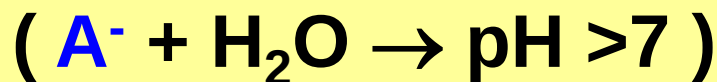
$\rightarrow$ Cation muối (M^+) bị thủy phân $\rightarrow [\text{H}^+]$ tăng $\rightarrow \text{pH} < 7$



M^+ (axit mạnh hơn nước) + **A^-** (baz yếu hơn nước)



M^+ (axit yếu hơn nước) + **A^-** (baz mạnh hơn nước)



M^+ (axit mạnh hơn nước) + **A^-** (baz mạnh hơn nước)

Nếu : $K_a(\mathbf{M^+}) > K_b(\mathbf{A^-}) \rightarrow \text{pH} < 7$

$K_a(\mathbf{M^+}) < K_b(\mathbf{A^-}) \rightarrow \text{pH} > 7$

$K_a(\mathbf{M^+}) \approx K_b(\mathbf{A^-}) \rightarrow \text{pH} \approx 7$

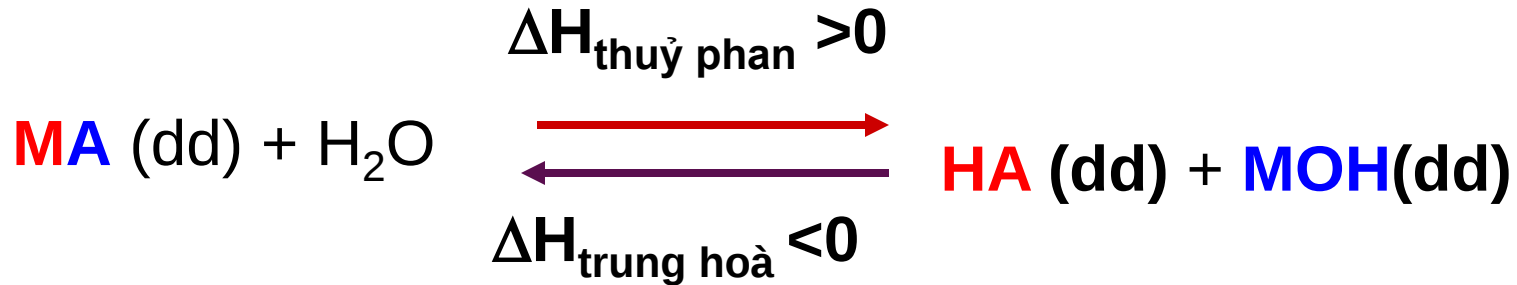
Muối	không tp	Cation tp (Axit)	Anion tp (Base)	pH
$\text{CH}_3\text{COONH}_4$				
AlCl_3				
FeCl_2				
KClO_4				
Na_2S				
NaF				
NaBr				
NH_4CN				
NH_4F				

$\text{pK}_b (\text{NH}_3) = 4,76$; $\text{pK}_a (\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$;
 $\text{pK}_a (\text{HCN}) = 9,2$; $\text{pK}_a (\text{HF}) = 3,18$

Muối	không tp	Cation tp (Axit)	Anion tp (Base)	pH
$\text{CH}_3\text{COONH}_4$		NH_4^+ $K \approx K$	CH_3COO^-	7
AlCl_3		Al^{3+}		<7
FeCl_2		Fe^{2+}		<7
KClO_4	Không			7
Na_2S			S^{2-}	>7
NaF			F^-	>7
NaBr	Không			7
NH_4CN		NH_4^+ $K < K$	CN^-	>7
NH_4F		NH_4^+ $K > K$	F^-	<7

$\text{pK}_b (\text{NH}_3) = 4,76$; $\text{pK}_a (\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$;
 $\text{pK}_a (\text{HCN}) = 9,2$; $\text{pK}_a (\text{HF}) = 3,18$

HÀNG SỐ THỦY PHÂN & ĐỘ THỦY PHÂN

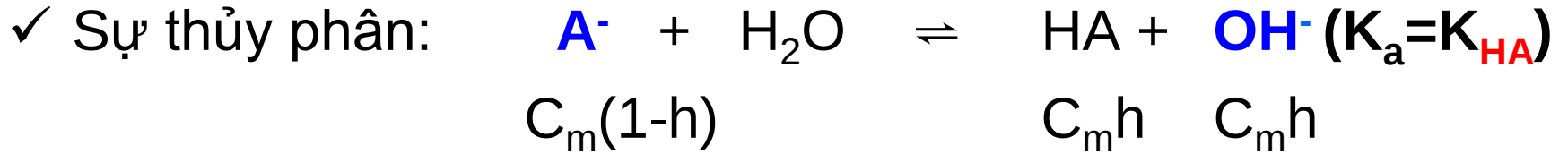


HÀNG SỐ THỦY PHÂN K_t :

Hằng số cân bằng của quá trình thủy phân

$$\text{Độ thủy phân } h = \frac{\text{số phân tử muối thủy phân}}{\text{Số phân tử muối hoà tan}} \leq 1$$

➤ Muối chỉ có anion bị thủy phân PH > 7



Hằng số thủy phân:

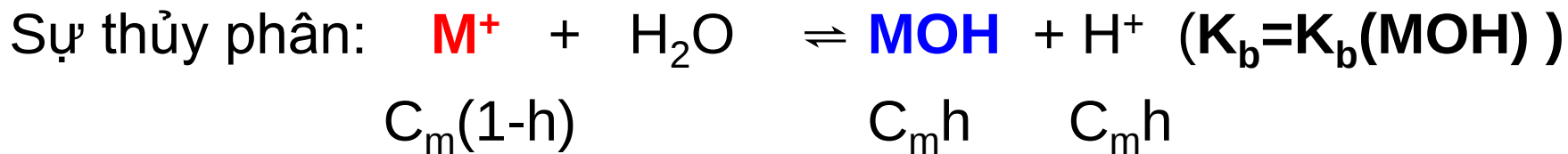
$$K_t = \frac{K_n}{K_a} = K_b(A^-)$$

Độ thủy phân:

$$K_t = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{(C_m h)^2}{C_m(1-h)} = \frac{C_m h^2}{1-h} \approx C_m h^2$$

$$h = \sqrt{\frac{K_t}{C_m}} = \sqrt{\frac{K_n}{K_a C_m}}$$

➤ Muối chỉ có cation bị thủy phân pH<7



Hằng số thủy phân:

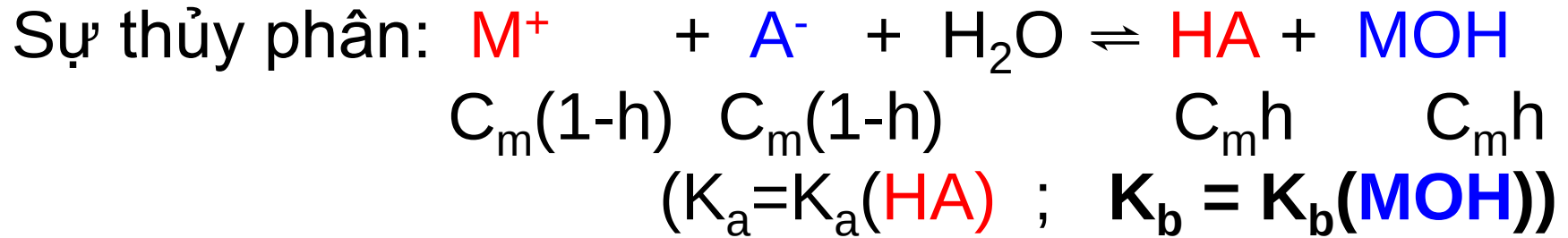
$$K_t = \frac{K_n}{K_b} = K_a(M^+)$$

Độ thủy phân:

$$K_t = \frac{[MOH][H^+]}{[M^+]} = \frac{(C_m h)^2}{C_m(1-h)} = \frac{C_m h^2}{1-h} \approx C_m h^2$$

$$h = \sqrt{\frac{K_t}{C_m}} = \sqrt{\frac{K_n}{K_b C_m}}$$

➤ Muối có cả cation và anion đều bị thủy phân



Hằng số thủy phân:

$$K_t = \frac{K_n}{K_a K_b}$$

Độ thủy phân:

$$K_t = \frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-]} = \frac{(C_m h)^2}{C_m^2 (1-h)^2} = \frac{h^2}{(1-h)^2} \approx h^2$$

$$h = \sqrt{K_t} = \sqrt{\frac{K_n}{K_a K_b}}$$

NHẬN XÉT

Hằng số thủy phân K_t phụ thuộc vào :

Bản chất của muối và nhiệt độ

Tăng nhiệt độ $\rightarrow K_t$ tăng

Độ thủy phân h phụ thuộc vào:

- ✓ K_a và K_b của axit và baz liên hợp với các ion của muối, được tạo thành trong qt thủy phân, chúng có giá trị càng nhỏ thì độ thủy phân càng tăng.
- ✓ C_m càng nhỏ thì độ thủy phân tăng (trừ muối có cả cation và anion đều bị thủy phân)
- ✓ Nhiệt độ tăng thì độ thủy phân tăng (ΔH thủy phân >0)

MUỐI 1	So sánh	MUỐI 2
AlCl ₃ 0,1M 50°C	K_{t1} K_{t2} h_1 h_2	AlCl ₃ 0,2M 25°C
NH ₄ F 0,1M 25°C	K_{t1} K_{t2} h_1 h_2	NH ₄ F 0,01M 25°C
CH ₃ COONa 0,1M 25°C	K_{t1} K_{t2} h_1 h_2	CH ₃ COONa 0,01M 25°C
AlCl ₃ 0,1M 25°C	K_{t1} K_{t2} h_1 h_2	MgCl ₂ 0,1M 25°C
NaF 0,1M 25°C, $K_a(\text{HF}) = 10^{-3,2}$	K_{t1} K_{t2} h_1 h_2	CH ₃ COONa 0,1M 25°C $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})=10^{-4,75}$
FeCl ₃ 0,1M 25°C	K_{t1} K_{t2} h_1 h_2	FeCl ₃ 0,01M 25°C

MUỐI 1	So sánh	MUỐI 2
AlCl ₃ 0,1M 50°C	$K_{t1} > K_{t2}$ $h_1 > h_2$	AlCl ₃ 0,2M 25°C
NH ₄ F 0,1M 25°C	$K_{t1} = K_{t2}$ $h_1 = h_2$	NH ₄ F 0,01M 25°C
CH ₃ COONa 0,1M 25°C	$K_{t1} = K_{t2}$ $h_1 < h_2$	CH ₃ COONa 0,01M 25°C
AlCl ₃ 0,1M 25°C	$K_{t1} > K_{t2}$ $h_1 > h_2$	MgCl ₂ 0,1M 25°C
NaF 0,1M 25°C $K_a(\text{HF}) = 10^{-3,2}$	$K_{t1} < K_{t2}$ $h_1 < h_2$	CH ₃ COONa 0,1M 25°C $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-4,75}$
FeCl ₃ 0,1M 25°C	$K_{t1} = K_{t2}$ $h_1 < h_2$	FeCl ₃ 0,01M 25°C