

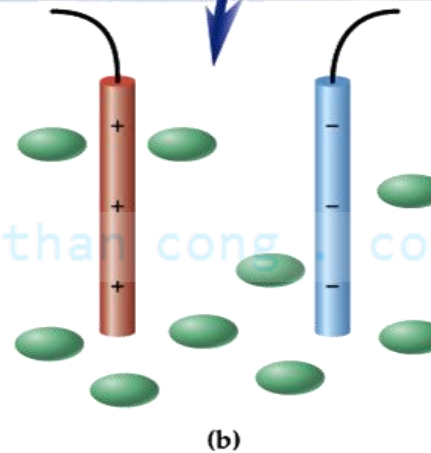
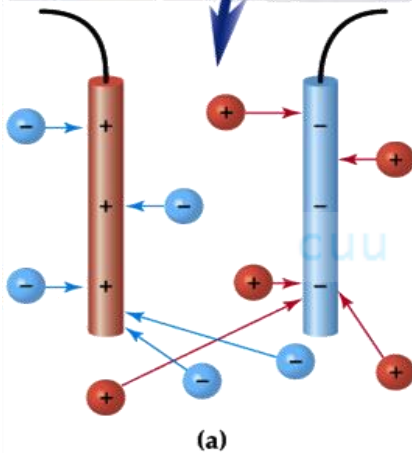
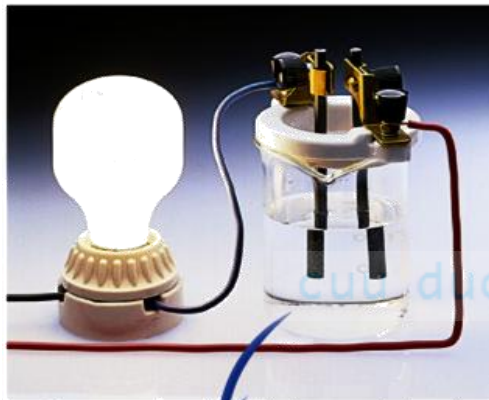
Dung dòch ñiễn ly



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. Điện ly của nước, acid, base và muối – pH dung dịch
6. Hiện tượng thủy phân
7. Cân bằng trong dung dịch chất điện ly khó tan và tích số tan.

1. Hiện tượng điện ly

❖ Hiện tượng dẫn điện của dung dịch chất điện ly .



So với tính toán theo định luật Raoult và Vant'Hoff

- ❖ Tăng nồng độ giảm áp suất hơi bão hòa

$$\Delta P' = i \Delta P = i P_0 X_{ct}$$

- ❖ Tăng nồng độ tăng nhiệt độ sôi và nồng độ giảm nhiệt độ đông đặc

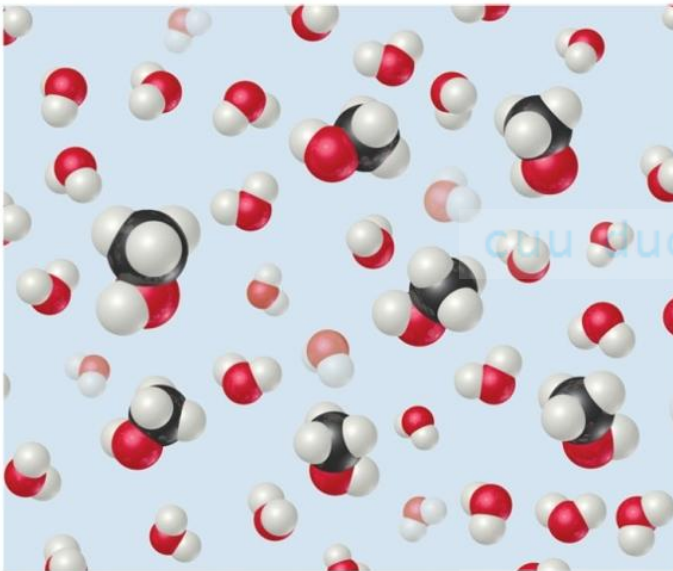
$$\Delta T' = i \Delta T = i k C_m$$

- ❖ Tăng áp suất thẩm thấu
- $$\pi' = i \pi = i R T C_M$$

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

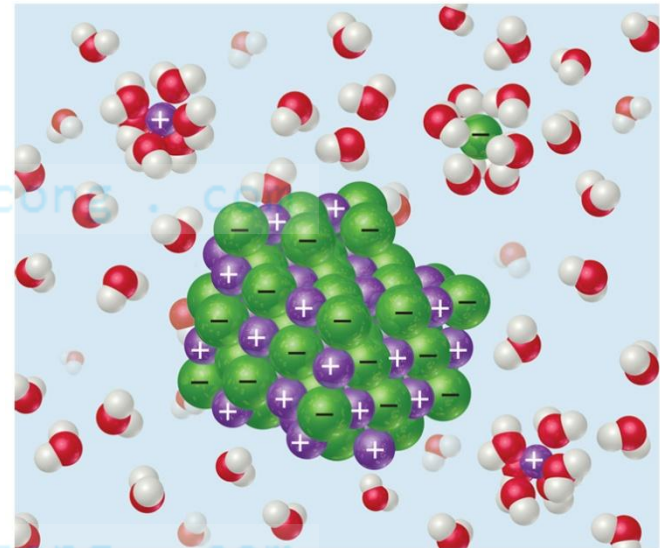
Chất điện ly và không điện ly

Chất không điện ly



Khi tan trong nước
không phân ly mà ở
dạng phân tử

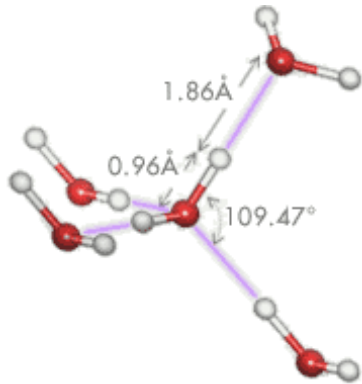
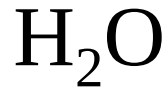
Chất điện ly



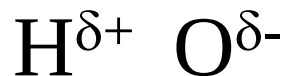
Khi tan trong nước
phân ly tạo ra các
ion

Dung dịch không điện ly

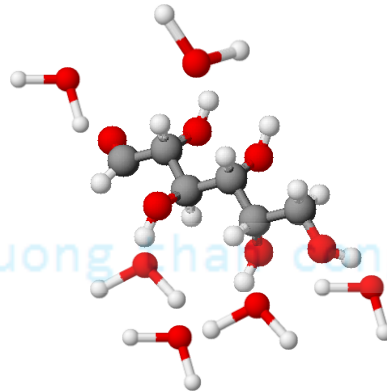
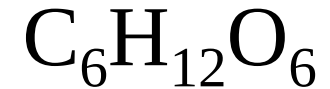
Dung môi



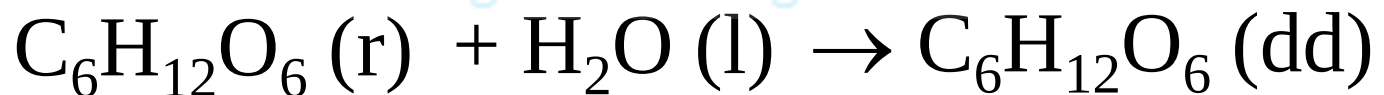
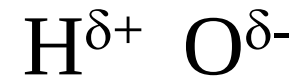
Liên kết H



glucose

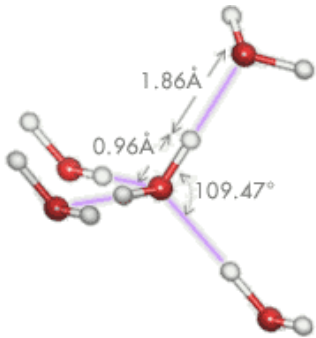
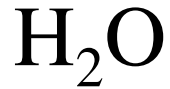


Liên kết H

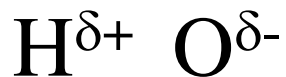


Dung dịch điện ly

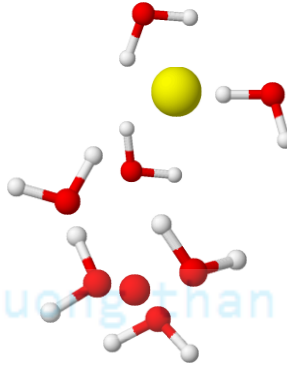
Dung môi



Liên kết H



Dung dịch nước



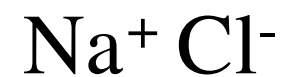
Ion-Lưỡng cực



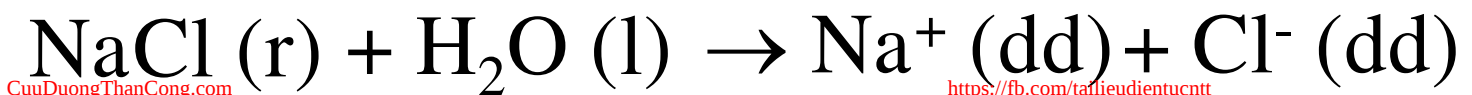
Chất tan



Ion-ion



Quá trình hoà tan





Svante Arrhenius

1.2. Thuyết điện ly Arrhenius

Ngay sau khi hoà tan vào nước, các chất acid, base và muối phân li thành các ion dương (cation) và âm (anion)

Sự phân ly của các ion thành chất tan trong dung dịch (hay khi nóng chảy) gọi là sự điện ly

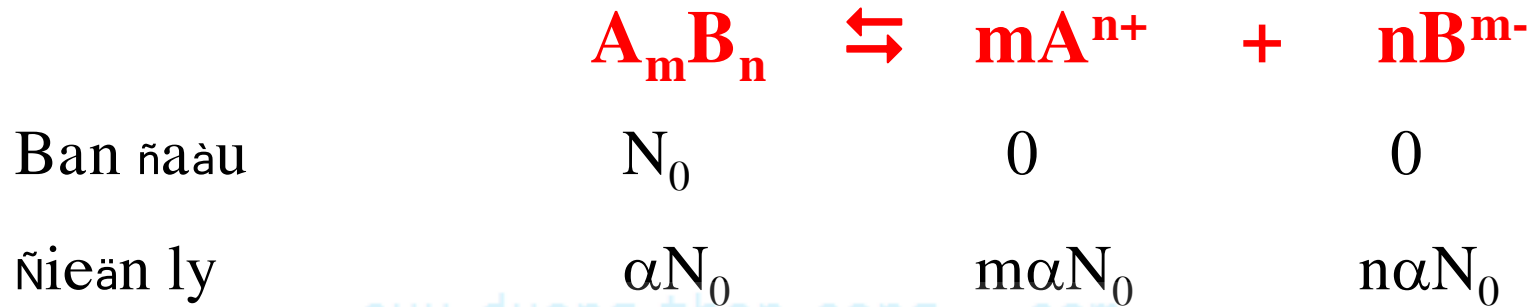
Chất phân ly thành ion trong dung dịch hay khi nóng chảy gọi là chất điện ly



Thiếu sót: Không tính đến sự tương tác giữa các tiểu phân trong dung dịch

Nĩa ñieän ly

Là tỷ số giữa các phân tử đã phân ly thành ion (N_{pl}) trên tổng số phân tử đã hoà tan vào dung dịch (N_0)



$$\alpha = \frac{N_{pl}}{N_0}$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

N_{pl} = Số phân tử phân ly

N_0 = Số phân tử hoà tan

$\alpha = 0$: dung dịch phân tử

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

Độ điện ly phụ thuộc:

- Bản chất dung môi: càng phân cực, khả năng ly càng lớn.
- Nhiệt độ: càng lớn khả năng ly càng nhỏ.
- Nhiệt độ: càng cao khả năng ly càng lớn.

Quy ước Trong dung dịch 0,1N:

- ❖ Chất điện ly mạnh: $\alpha > 0,3$
- ❖ Chất điện ly trung bình $0,03 < \alpha < 0,3$
- ❖ Chất điện ly yếu: $\alpha < 0,03$



Ban ñaàu

N_0

0

0

Ñieän ly

αN_0

$m\alpha N_0$

$n\alpha N_0$

Cân baèng

$(1 - \alpha)N_0$

$m\alpha N_0$

$n\alpha N_0$

$$i = \frac{\pi'}{\pi} = \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{N}{N_0}$$

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

N = Số phần tử dung dịch (chất đầu còn lại + ion)

$$= (1 - \alpha) N_0 + (m + n)\alpha N_0$$

N_0 = Số phần tử chất tan đầu.

$$i = \frac{N}{N_0} = \frac{(1 - \alpha)N_0 + (m + n)\alpha N_0}{N_0} = 1 - \alpha(m + n - 1)$$



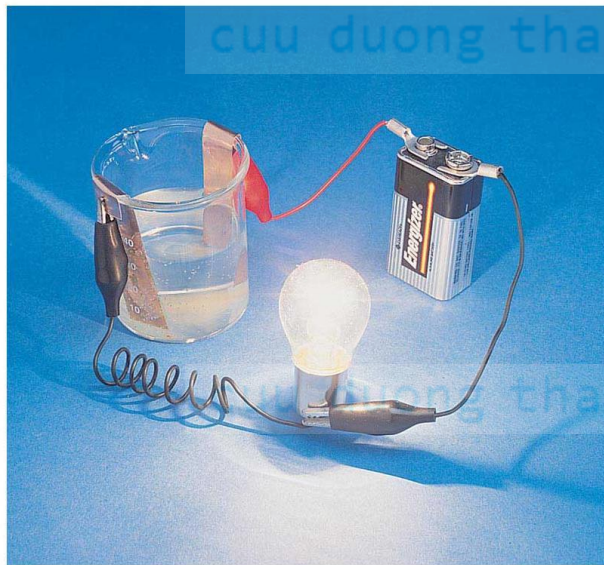
$$\alpha = \frac{i - 1}{m + n - 1}$$

Công thức	α	$i = 1 + (m - 1) \alpha$
Chất không điện ly		
CH ₃ OH	0.00	1.00
C ₂ H ₅ OH	0.00	1.00
C ₃ H ₅ (O ₃ H)	0.00	1.00
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	0.00	1.00
C ₆ H ₅ OH	0.00	1.00
Chất điện ly		
NaOH	0.88	1.88
NH ₃	0.01	1.01
HCl	0.90	1.90
H ₂ SO ₄	0.60	2.19
CH ₃ COOH	0.01	1.01
KCl	0.86	1.86
Na ₂ CO ₃	0.61	2.22
CuSO ₄	0.35	1.35

Các chất điện ly mạnh là...

- Acid mạnh
- Base mạnh
- Muối của các acid và base mạnh

HNO_3 , HCl , H_2SO_4 , KOH , NaOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, CuSO_4 NaCl ...



©Houghton Mifflin Company. All rights reserved.

Dung dịch chất điện ly mạnh

Các chất điện ly yếu là...

Axít vô cơ yếu, axit hữu cơ, base yếu, muối... Các chất này xem như chỉ điện ly một nấc: HF , CH_3COOH , NH_4OH ...

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com



©Houghton Mifflin Company. All rights reserved.

Dung dịch chất điện ly yếu

Nỗ Nỗ ã ñieăn ly

Dựa trên các định luật Raoult và Van't Hoff

$$i = \frac{\pi'}{\pi} = \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{N}{N_0}$$

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

Dựa trên cách đo độ dẫn điện

$$\alpha = \frac{1000(ml)\chi}{\lambda_{\infty} C_N}$$

χ : Độ dẫn điện của 1ml dung dịch chất điện

ly λ_{∞} : Độ dẫn điện ở độ loãng vô cùng

C_N : Nồng độ đương lượng

Hằng số điện ly: Hay hằng số ion hoá của chất điện ly A_mB_n là nồng độ của ion (tính bằng iongram/lit) và nồng độ chất điện ly lúc cân bằng



cuu duong than cong . com

$$K = \frac{C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n}{C_{A_mB_n}}$$

Hằng số điện ly: chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ

Mối quan hệ giữa K_C và α :

Xét phương trình điện ly:	AB	$\rightleftharpoons$	A^+	+	B^-
Ban đầu	C_0		0		0
Điện ly	αC_0		αC_0		αC_0
Cân bằng	$(1-\alpha)C_0$		αC_0		αC_0

Hằng số điện ly:

$$K_C = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$$

$$K_C = \frac{\alpha^2 C_0^2}{C_0(1-\alpha)} = C_0 \frac{\alpha^2}{1-\alpha}$$

$$\text{Nếu } \alpha < 5\% \Rightarrow K_C = C_0 \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_C}{C_0}}$$



Каблуков
Иван Алексеевич

2) Thuyết điện ly Kablukov

Sơ niên lý laø sơ phân lý các chaát tan dởừi taàc dụng của các tieâu phân dung môi thaønh các ion solvat

✓ Trong dung dịch nước các ion bị hydrat hóa

✓ Chất tan:

- ion - *hiện tượng điện ly*

- cộng hóa trị phân cực mạnh - hiện tượng ion hóa

✓ Trong dung môi là chất ít phân cực: sự ion hóa không xảy ra.

cuu duong than cong . com

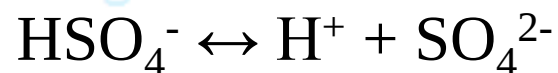
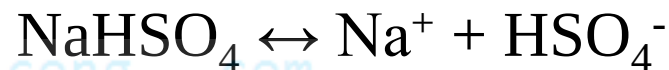


Каблуков
Иван Алексеевич

2) Thuyết điện ly Kablukov

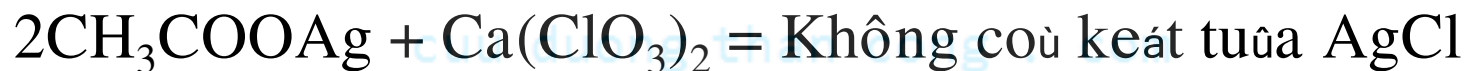
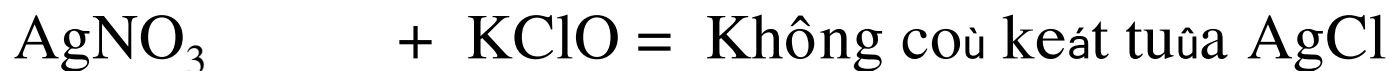
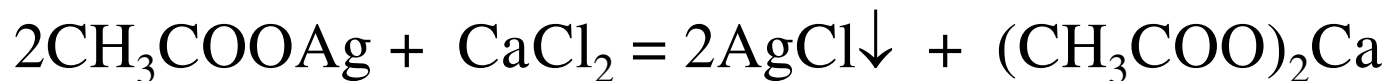
- ✓ Trong phân tử chất tan có nhiều kiểu liên kết:
- liên kết ion: điện ly đầu tiên
 - liên kết cộng hóa trị phân cực mạnh: điện ly sau
 - liên kết cộng hóa trị phân cực yếu hoặc không phân cực: không điện ly.

Ví dụ:



phản ứng trao đổi ion trong dung dịch điện ly

➤ Xét một số phản ứng:



➤ Tổng quát trong dung dịch có 4 ion A^+ , B^+ , X^- , Y^- thì sẽ hình thành cân bằng $\text{AX} + \text{BY} \rightleftharpoons \text{AY} + \text{BX}$

➤ Cân bằng sẽ lệch về phía có các hợp chất có tính chất sau:



4. Chất điện ly mạnh

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

	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 khối lượng. Ví dụ: NaCl

C_N	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2
α	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

Cân bằng trong dung dịch chất điện ly mạnh - hoạt độ

➤ Dung dịch chất điện ly mạnh có các tính chất:

- Dung môi nước rất loãng cũng không tuân theo định luật taustơ khi nồng độ thay đổi.
- Hệ số hoạt độ không phải là số nguyên và hệ số hoạt độ của nguyên chất không thay đổi.

Lý thuyết chaát ñieän ly maïnh (Debye Huckel – Onsager 1923)



Petrus (Peter) Josephus Wilhelmus Debye



▪ Chaát ñieän ly maïnh phân ly hoặøn toặøn → noàng ñoặ ion lớùn → xuaát hieän lợic huýt tợợng hợ giữa caùc ion. → Lợic huýt naøy caợng lớùn neáu noàng ñoặ caợng lớùn vaø ngợợc laïi.

✓ Trong dung dịch xuất hiện *lực hút tương hỗ giữa các ion* → *bầu khí quyển ion*. Khi pha loãng, lực hút tương hỗ 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: $a = fC$



Lars Onsager_



Petrus (Peter) Josephus Wilhelmus Debye



Lars Onsager_

Ly thuyết chaát ñieãn ly maĩnh (DeBye Huckel – Onsager 1923)

▪ Hoaĩt ñoã a laø ñaĩi löõng khi ñaët noù vaøo bieâu thòuc ñịnh luaät taùc düng khoái löõng thay cho noàng ñoã thì laøm cho bieâu thòuc naøy aùp düng ñöõic vaøo taát caù dung dịch chaát ñieãn ly vaø không ñieãn ly ở mọi noàng ñoã.

Nếu $A_m B_n \leftrightarrow m A^{n+} + n B^{m-}$

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

$$a_i = f_i \cdot C_i$$

Vớĩ f_i laø heã soá hoaĩt ñoã, phụ thuộc vaøo noàng ñoã vaø löic ion trong dung dịch.

➤ Lyù thuyế át cháát ñiễ ãn ly mảnh (DeBye Huckel – Onsager 1923):

▪ Ñóáí vớì cháát ñiễ ãn ly $A_m B_n$ ta có $a_{A_m B_n} = f_{A_m B_n} \cdot C_{A_m B_n}$

▪ Trong ñò $f_{A_m B_n} = \sqrt{(m+n)} \sqrt{f_{A^{n+}}^m \cdot f_{B^{m-}}^n}$

▪ Phöõng trính DeBye Huckel cho

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

▪ A: Hàềng sốá phũi thuồc bản cháát dung môi vàø ñhiế t ñoã

▪ z: ñiễ ãn tích ion

▪ I: Lũic ion củà dung dịch

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

▪ Ñóáí vớì dung dịch ñổừc, 25°C, $I \leq 0,01$

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

Thứ 4:

Calculate the mean activity coefficient for 0.02 M CaCl_2 .

$$\log f = -0.509 Z_+ Z_- \sqrt{I}$$

$$\log f = -0.509 \cdot 2 \cdot 1 \sqrt{0.06}$$

$$f = \text{mean activity coefficient} = 10^{-0.509 \cdot 2 \cdot 1 \sqrt{0.06}} = 0.56$$

$$I = \text{ionic strength} = \frac{1}{2} \sum_i m_i Z_i^2$$

$$m_{\text{Ca}} = 0.02 \text{ M}$$

$$m_{\text{Cl}} = 0.04 \text{ M}$$

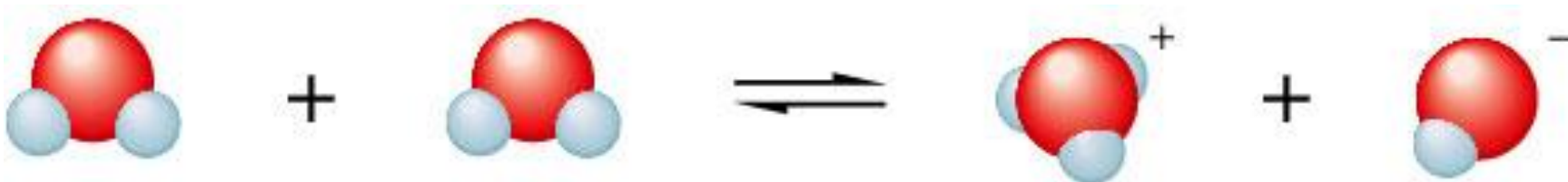
$$Z_{\text{Ca}} = 2$$

$$Z_{\text{Cl}} = 1$$

$$I = \text{ionic strength} = \frac{1}{2} (0.02 \cdot 2^2 + 0.04 \cdot 1^2) = 0.06$$

Phân ly của nước.

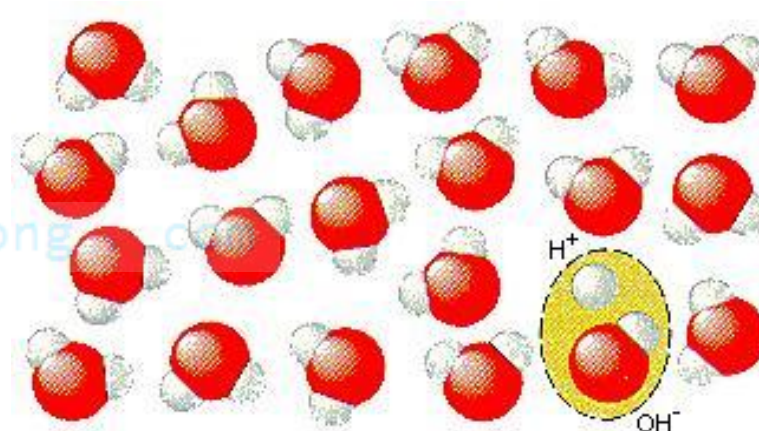
Độ dẫn điện của $\text{H}_2\text{O} = 5,54.10^{-18}\Omega^{-1}.\text{cm}^{-1}$



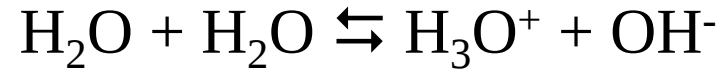
cuu duong than cong . com



©Houghton Mifflin Company. All rights reserved.



Tích số ion của nước.



Tại 25°C, tỷ khối của nước 0.9971 g/cm³.

Nồng độ nước là 55.35 molar.

Độ dẫn điện của H₂O = 5,54.10⁻¹⁸Ω⁻¹.cm⁻¹

$$\frac{0,9971gH_2O}{1ml} \times \frac{1000ml}{1l} \times \frac{1molH_2O}{18,015gH_2O} = 55,35molH_2O/l$$

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

$$\rightarrow T_{H_2O} = K_{H_2O} = K[H_2O] = K_{H_2O} = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

Nếu nước nguyên chất ở 25°C

$$\Rightarrow T_{H_2O} = K_{H_2O} = 1.10^{-14} \Rightarrow [H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ iongam / l}$$

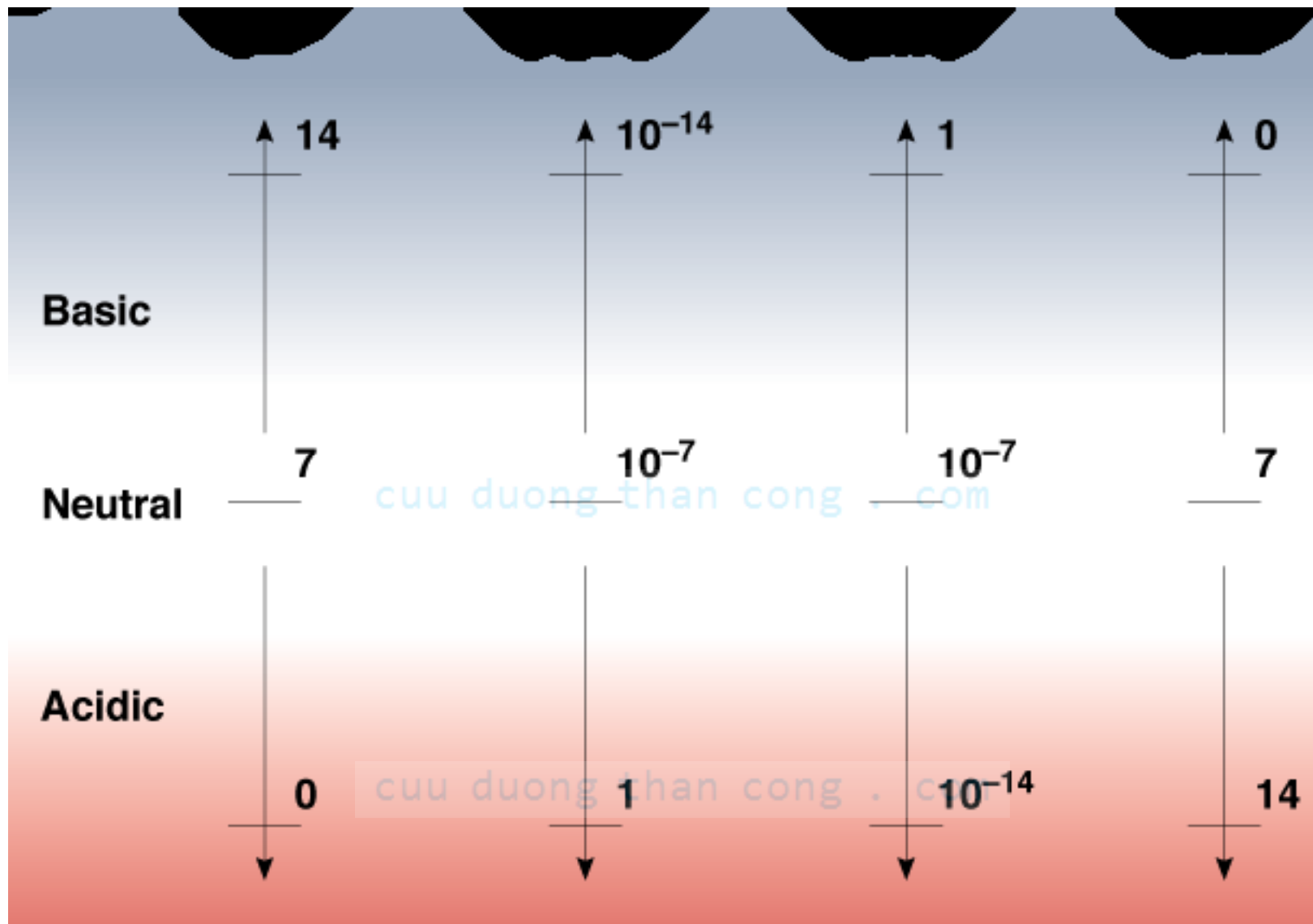
cuu duong than cong . com

Năm 1909, S. P. L. Srenson đưa ra các khái niệm

Chỉ số hydro pH : $pH = -\lg[H^+]$

Chỉ số hydroxylpOH: $pOH = -\lg[OH^-]$.

cuu duong than cong . com



pH

$[H^+]$

$[OH^-]$

pOH

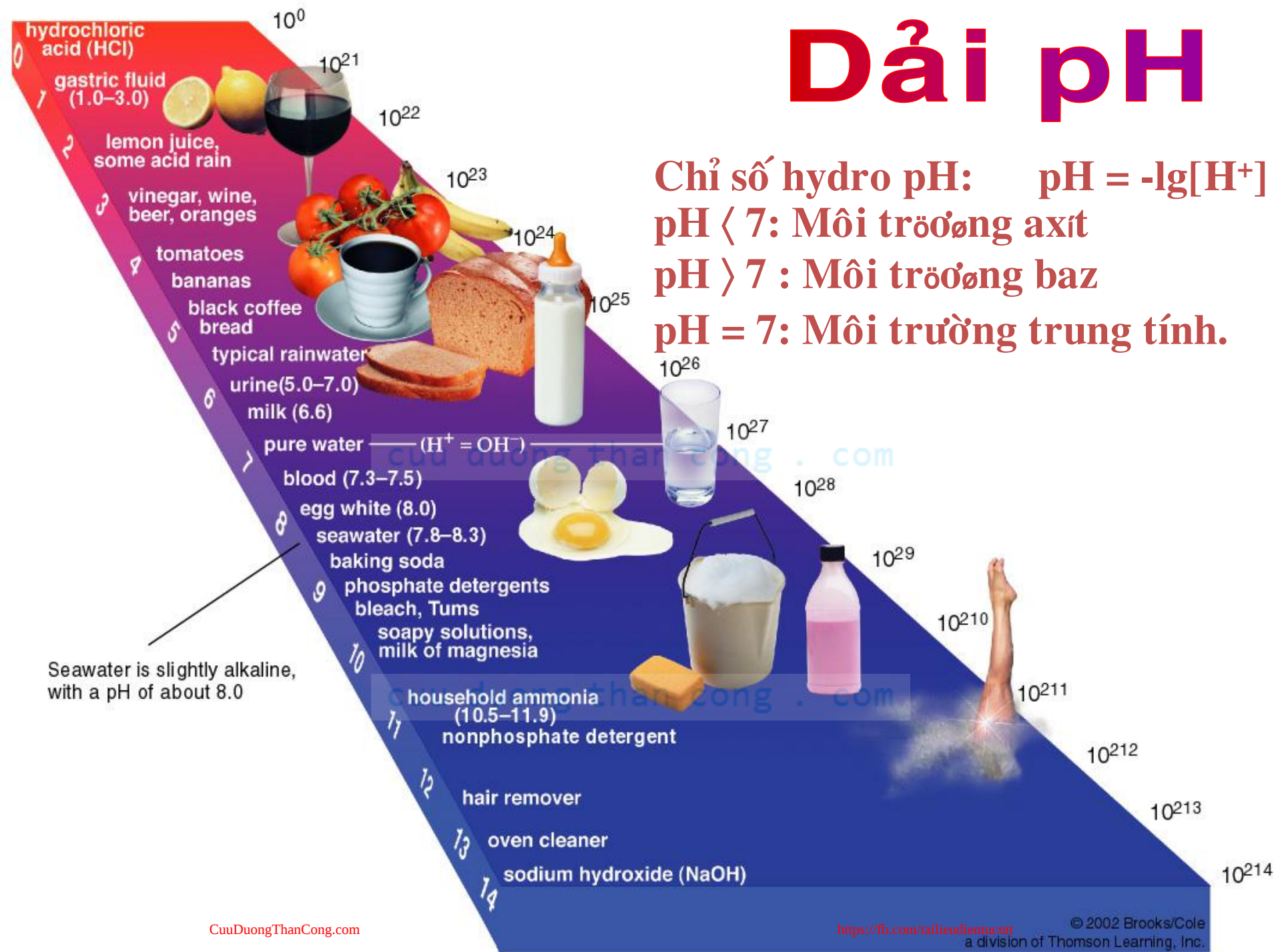
Dải pH

Chỉ số hydro pH: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$

$\text{pH} < 7$: Môi trường axit

$\text{pH} > 7$: Môi trường baz

$\text{pH} = 7$: Môi trường trung tính.

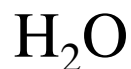


3) Thuyết acid - base

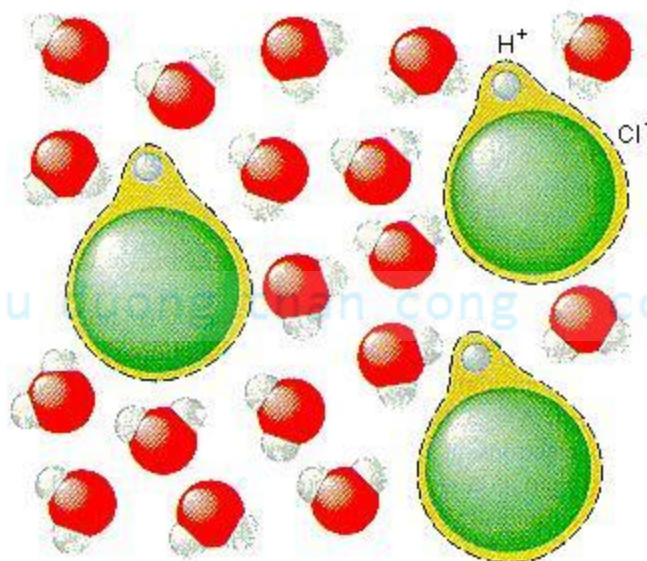
3.1. Thuyết Arrhenius:

Axit: Chất chứa H^+ : phân ly ra H^+ trong dung dịch nước.

Base: Chất chứa OH^- và phân ly ra OH^- trong dung dịch nước.



cuu duong than cong . com



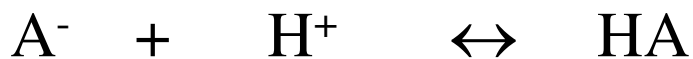


Johannes Nicolaus Bronsted

3.2. Thuyết Bronsted:

Axit: Chất cho proton H^+

Baz: Chất nhận proton H^+



HA/A^- : Cặp axit/bazeliên hợp

➤ Dự đoán

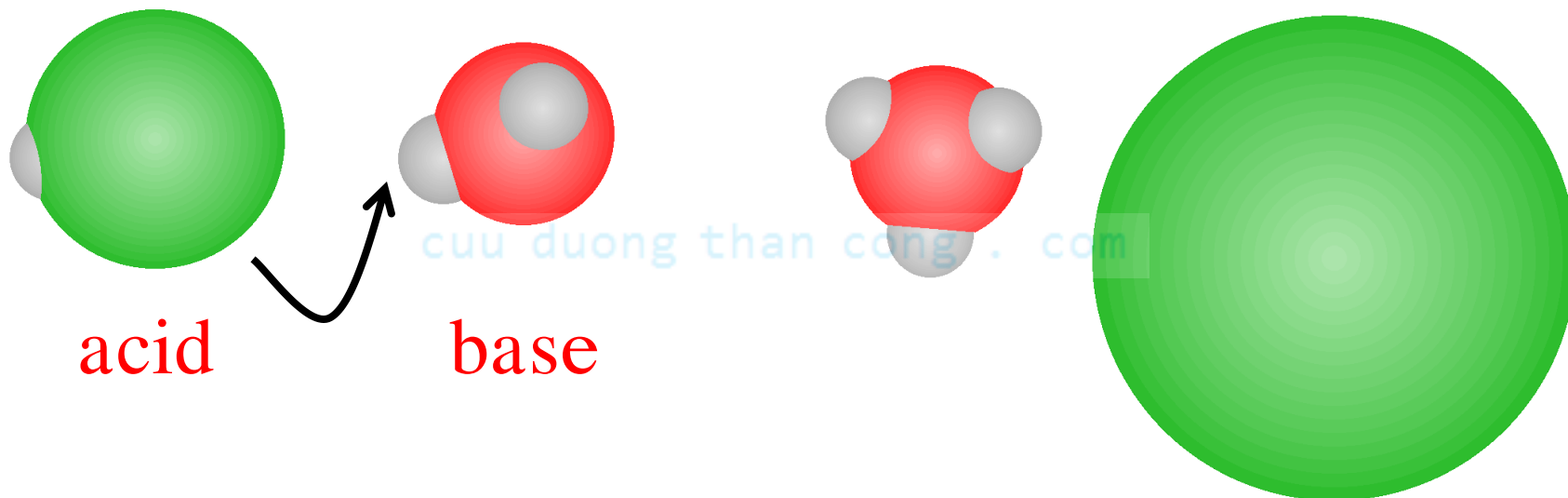
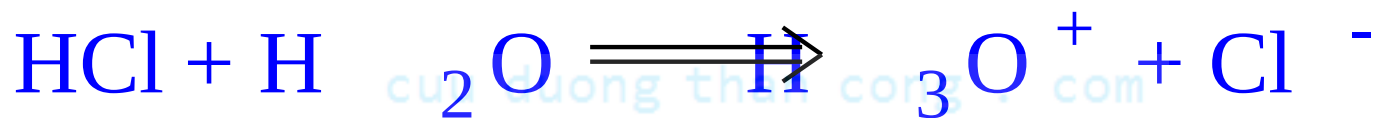
✓ Tất cả các chất có chứa proton đều có thể là axit Bronsted

✓ Tất cả các chất có điện tích âm (anion) hay phân cực âm (phân tử phân cực) đều có thể là base Bronsted

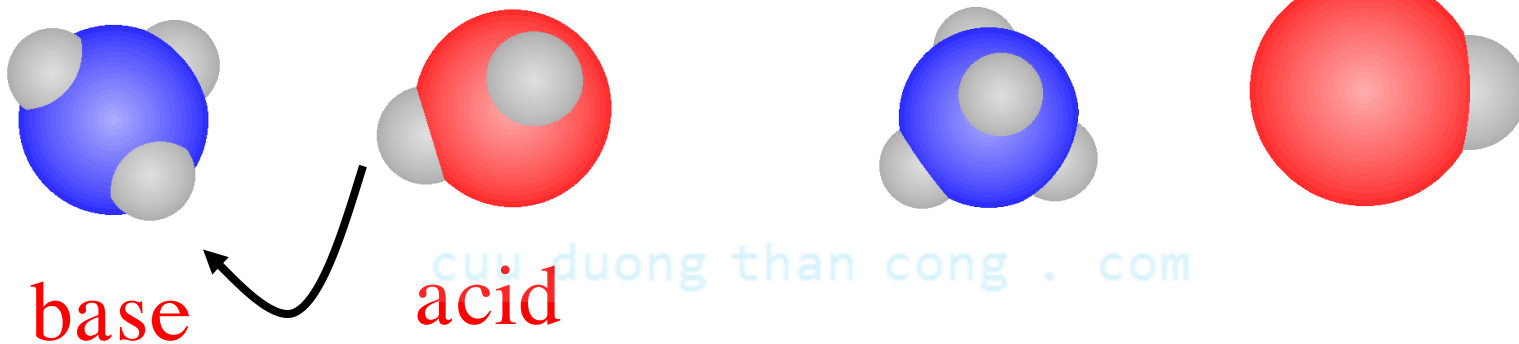


Thomas Martin Lowry

Bronsted-Lowry



Bronsted-Lowry



3.3. Thuyết electron của Lewis

Axit: Chất nhận cặp electron liên kết.

Baz: Chất cho cặp electron liên kết.

➤ Dự đoán:

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

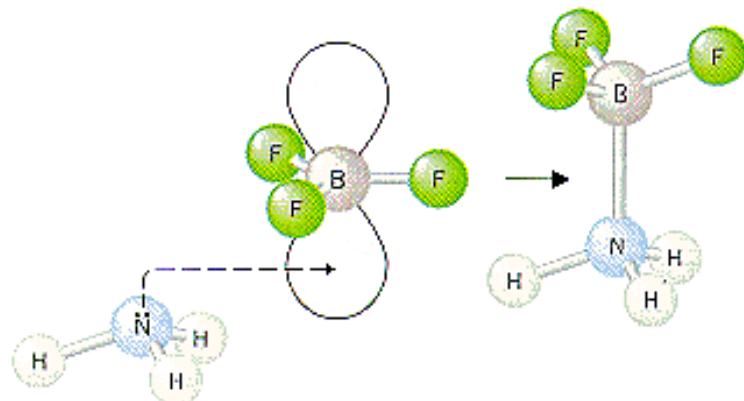
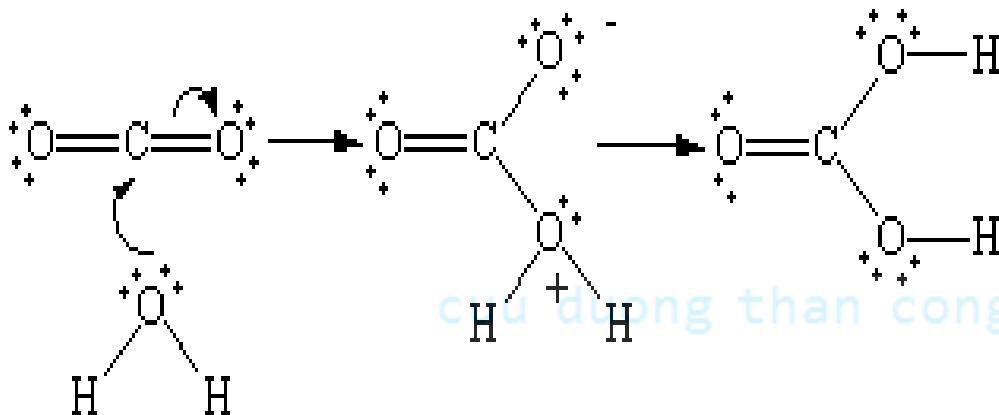
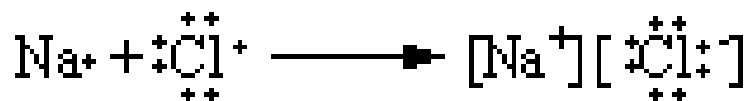
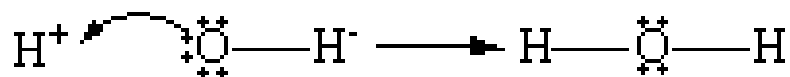
→ Tất cả các cation kim loại đều là các axit Lewis.

✓ base Lewis + các anion (Cl^- , Br^- , F^- , OH^- ...)

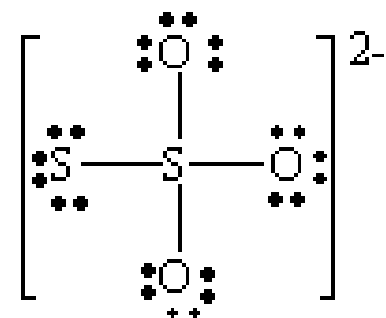
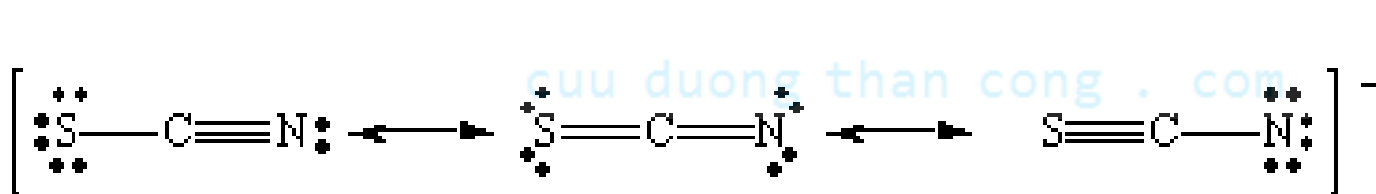
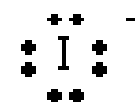
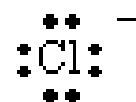
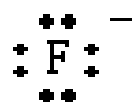
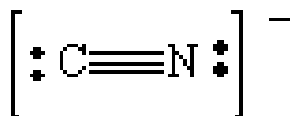
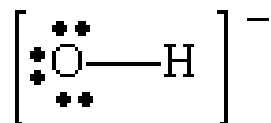
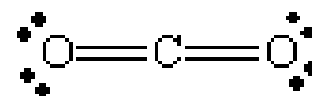
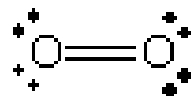
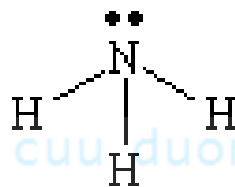
+ các pử trung hòa hoặc ion có $\uparrow\downarrow$ tự do

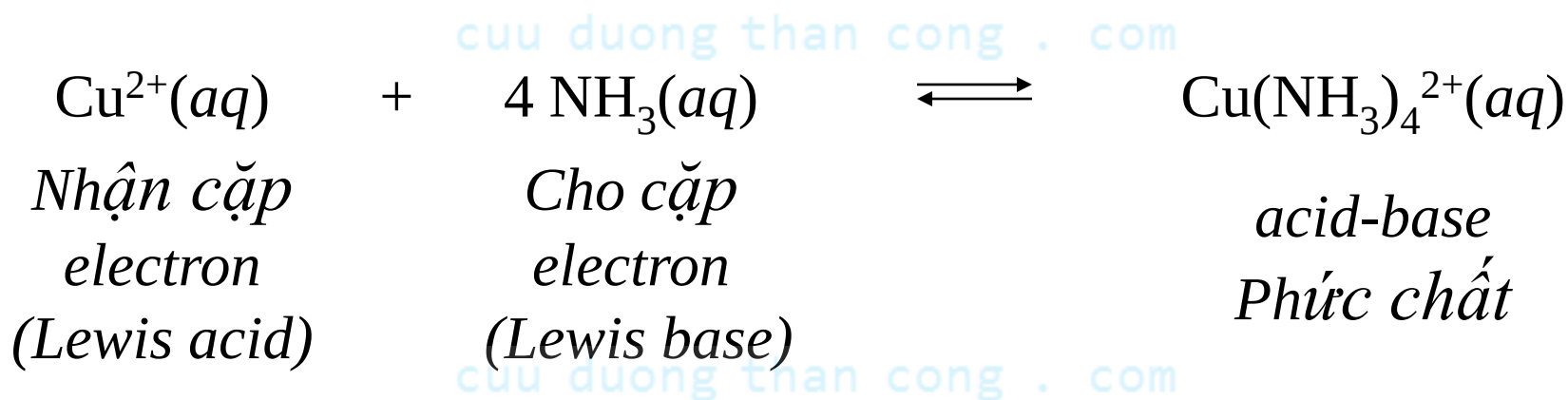
➤ Phạm vi sử dụng: giải thích phức chất.

3.3. Thuyết electron của Lewis



Moät soá base theo thuyeát lewis





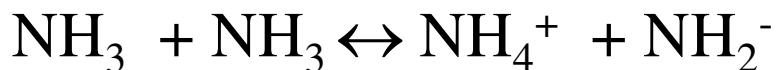
3.4. Thuyết Dung môi phân:

Axit: Chất phân ly ra ion dương giống ion dương tạo thành do

Sự điện ly riêng dung môi.

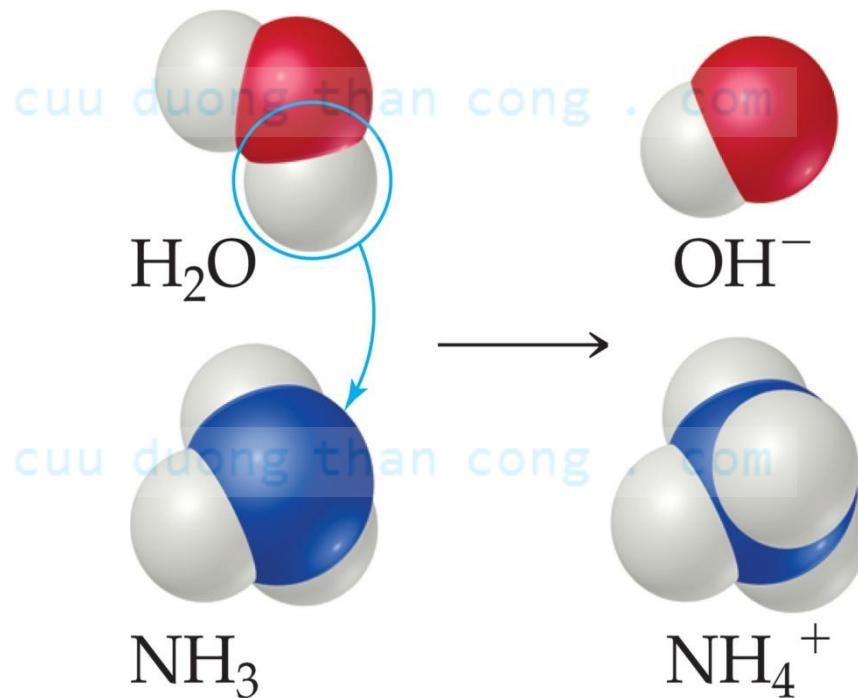
Baz: Chất phân ly ra ion âm giống ion âm tạo thành do sự điện ly riêng dung môi.

Ví dụ: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$



Phản ứng Acid-Base

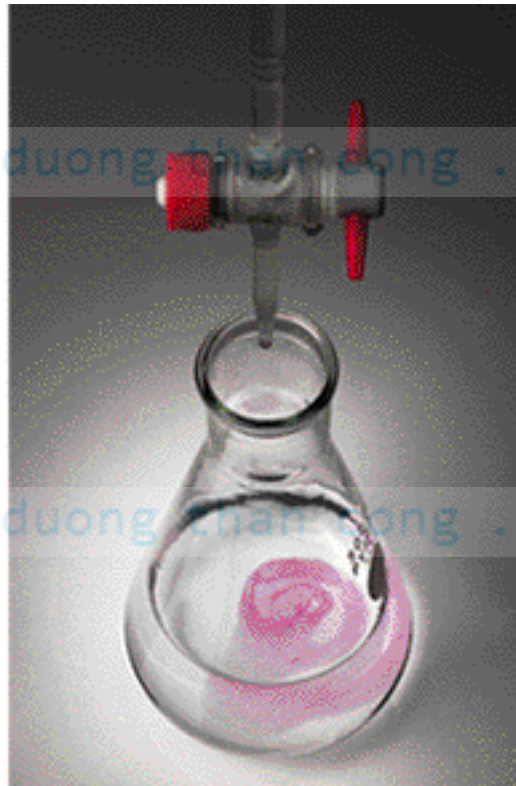
Trong phản ứng acid – base
acid cho proton (H^+) cho base.



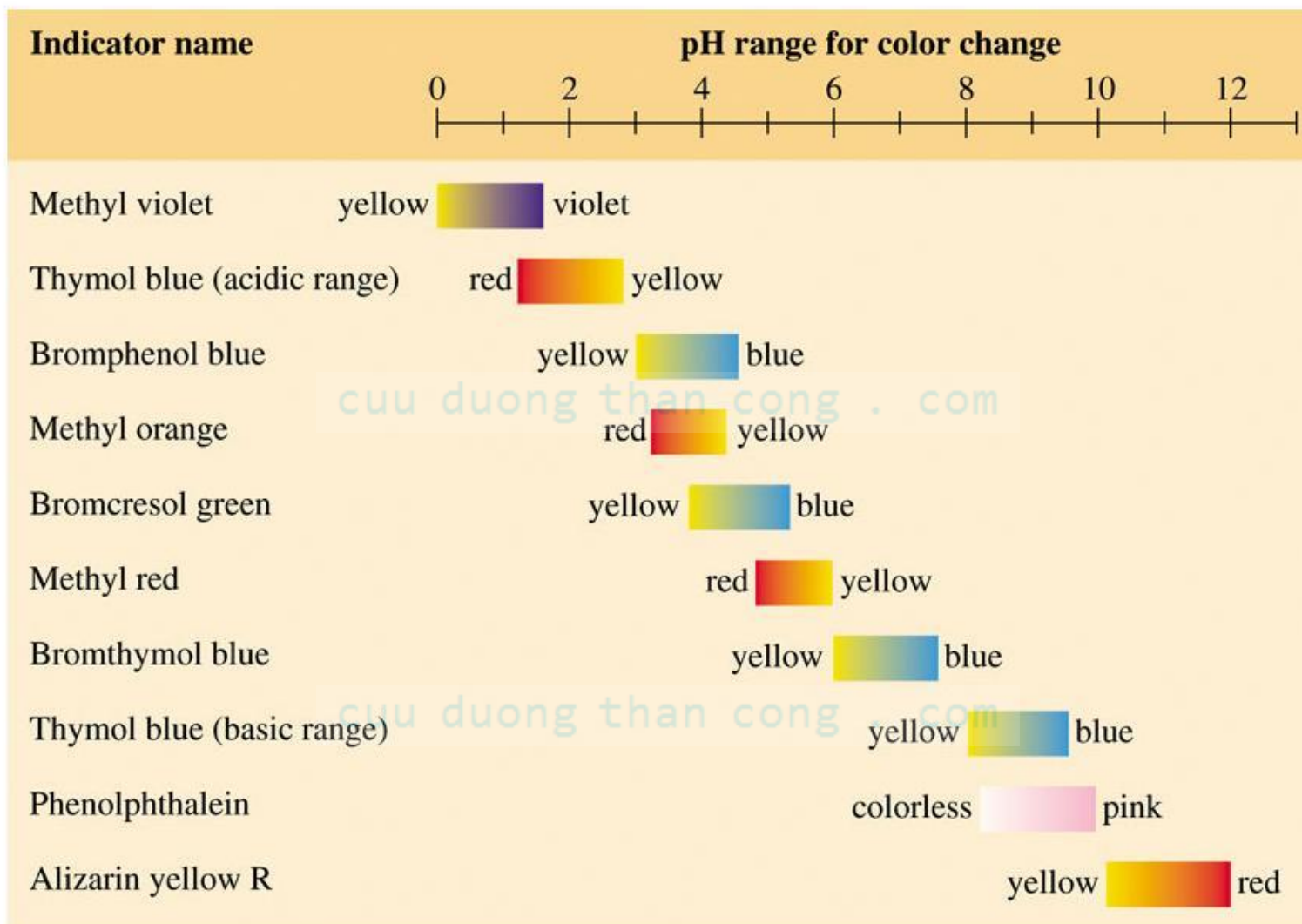
Chất chỉ thị màu:

Màu thay đổi theo pH môi trường.

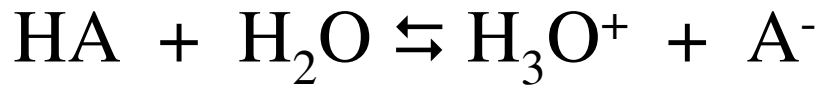
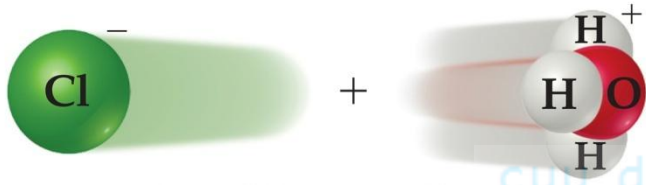
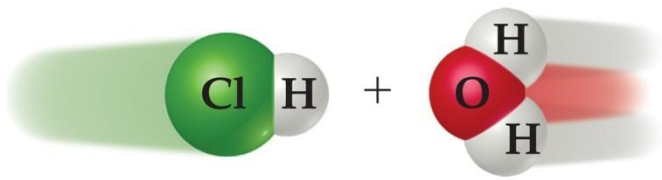
Khoảng pH mà chất chỉ thị biến đổi gọi là khoảng chuyển màu.



Chất chỉ thị màu:



Hằng số điện ly của axit HA



$$K_{Cb} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]} \Rightarrow K_a = K_{Cb}[H_2O] = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

Khi K_a lớn ta có acid mạnh.

HCl: $K_a = 1 \times 10^3$

Khi $K_a \leq 10^{-5}$ ta có acid yếu.

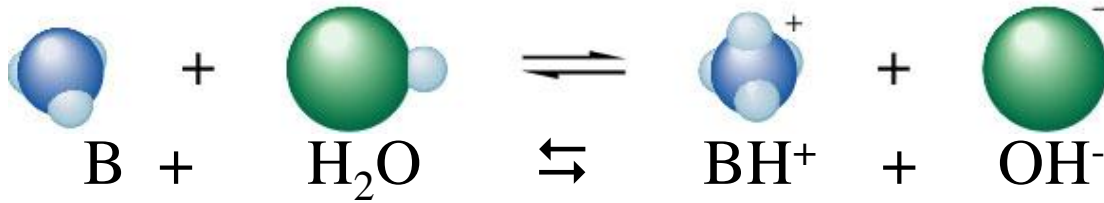
CH_3COOH : $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

Khi K_a rất nhỏ ta có acid rất yếu.

H_2O : $K_a = 1.8 \times 10^{-16}$

HCl	$pK_a = -3$
CH_3COOH	$pK_a = 4.7$
H_2O	$pK_a = 15.7$

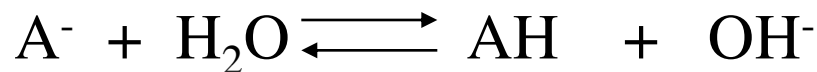
Hằng số điện ly của base B



$$K_C = \frac{[BH^+][OH^-]}{[H_2O][B]}$$

$$K_b = K_C \cdot [H_2O] = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

Xét với một base LIÊN HỢI



$$K_a K_b = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \cdot \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = [H_3O^+][OH^-] = T_{H_2O} = 10^{-14}$$

$$pK_N = pK_a + pK_b$$

<i>Acid</i>	K_a	pK_a	<i>Base liên hợp</i>	K_b	pK_b
HI	3×10^9	-9.5	I ⁻	3×10^{-24}	23.5
HCl	1×10^6	-6	Cl ⁻	1×10^{-20}	20
H ₂ SO ₄	1×10^3	-3	HSO ₄ ⁻	1×10^{-17}	17
H ₃ O ⁺	55	-1.7	H ₂ O	1.8×10^{-16}	15.7
HNO ₃	28	-1.4	NO ₃ ⁻	3.6×10^{-16}	15.4
H ₃ PO ₄	7.1×10^{-3}	2.1	H ₂ PO ₄ ⁻	1.4×10^{-12}	11.9
CH ₃ CO ₂ H	1.8×10^{-5}	4.7	CH ₃ CO ₂ ⁻	5.6×10^{-10}	9.3
H ₂ S	1.0×10^{-7}	7.0	HS ⁻	1×10^{-7}	7.0
H ₂ O	1.8×10^{-16}	15.7	OH ⁻	55	-1.7
CH ₃ OH	1×10^{-18}	18	CH ₃ O ⁻	1×10^4	-4
HCCH	1×10^{-25}	25	HCC ⁻	1×10^{11}	-11
NH ₃	1×10^{-33}	33	NH ₂ ⁻	1×10^{19}	-19
H ₂	1×10^{-35}	35	H ⁻	1×10^{21}	-21
CH ₂ =CH ₂	1×10^{-44}	44	CH ₂ =CH ⁻	1×10^{30}	-30
CH ₄	1×10^{-49}	49	CH ₃ ⁻	1×10^{35}	-35

TABLE 17.4 Ionization Constants for Some Acids and Their Conjugate Bases

Acid Name	Acid	K_a	Base	K_b	Base Name
Perchloric acid	HClO_4	large	ClO_4^-	very small	perchlorate ion
Sulfuric acid	H_2SO_4	large	HSO_4^-	very small	hydrogen sulfate ion
Hydrochloric acid	HCl	large	Cl^-	very small	chloride ion
Nitric acid	HNO_3	large	NO_3^-	very small	nitrate ion
Hydronium ion	H_3O^+	55.5	H_2O	1.8×10^{-16}	water
Sulfurous acid	H_2SO_3	1.2×10^{-2}	HSO_3^-	8.3×10^{-13}	hydrogen sulfite ion
Hydrogen sulfate ion	HSO_4^-	1.2×10^{-2}	SO_4^{2-}	8.3×10^{-13}	sulfate ion
Phosphoric acid	H_3PO_4	7.5×10^{-3}	H_2PO_4^-	1.3×10^{-12}	dihydrogen phosphate ion
Hexaaquairon(III) ion	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$	6.3×10^{-3}	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^{2+}$	1.6×10^{-12}	pentaaquahydroxoiron(III) ion
Hydrofluoric acid	HF	7.2×10^{-4}	F^-	1.4×10^{-11}	fluoride ion
Nitrous acid	HNO_2	4.5×10^{-4}	NO_2^-	2.2×10^{-11}	nitrite ion
Formic acid	HCO_2H	1.8×10^{-4}	HCO_2^-	5.6×10^{-11}	formate ion
Benzoic acid	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$	6.3×10^{-5}	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-$	1.6×10^{-10}	benzoate ion
Acetic acid	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	1.8×10^{-5}	CH_3CO_2^-	5.6×10^{-10}	acetate ion
Propanoic acid	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$	1.3×10^{-5}	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2^-$	7.7×10^{-10}	propanoate ion
Hexaaquaaluminum ion	$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$	7.9×10^{-6}	$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^{2+}$	1.3×10^{-9}	pentaaquahydroxoaluminum ion
Carbonic acid	H_2CO_3	4.2×10^{-7}	HCO_3^-	2.4×10^{-8}	hydrogen carbonate ion
Hexaaquacopper(II) ion	$\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	1.6×10^{-7}	$\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^+$	6.25×10^{-8}	pentaaquahydroxocopper(II) ion
Hydrogen sulfide	H_2S	1×10^{-7}	HS^-	1×10^{-7}	hydrogen sulfide ion
Dihydrogen phosphate ion	H_2PO_4^-	6.2×10^{-8}	HPO_4^{2-}	1.6×10^{-7}	hydrogen phosphate ion
Hydrogen sulfite ion	HSO_3^-	6.2×10^{-8}	SO_3^{2-}	1.6×10^{-7}	sulfite ion
Hypochlorous acid	HClO	3.5×10^{-8}	ClO^-	2.9×10^{-7}	hypochlorite ion
Hexaaqualead(II) ion	$\text{Pb}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	1.5×10^{-8}	$\text{Pb}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^+$	6.7×10^{-7}	pentaaquahydroxolead(II) ion
Hexaaquacobalt(II) ion	$\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	1.3×10^{-9}	$\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^+$	7.7×10^{-6}	pentaaquahydroxocobalt(II) ion
Boric acid	$\text{B}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})$	7.3×10^{-10}	$\text{B}(\text{OH})_4^-$	1.4×10^{-5}	tetrahydroxoborate ion
Ammonium ion	NH_4^+	5.6×10^{-10}	NH_3	1.8×10^{-5}	ammonia
Hydrocyanic acid	HCN	4.0×10^{-10}	CN^-	2.5×10^{-5}	cyanide ion
Hexaaquairon(II) ion	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	3.2×10^{-10}	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^+$	3.1×10^{-5}	pentaaquahydroxoiron(II) ion
Hydrogen carbonate ion	HCO_3^-	4.8×10^{-11}	CO_3^{2-}	2.1×10^{-4}	carbonate ion
Hexaaquanickel(II) ion	$\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	2.5×10^{-11}	$\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^+$	4.0×10^{-4}	pentaaquahydroxonickel(II) ion
Hydrogen phosphate ion	HPO_4^{2-}	3.6×10^{-13}	PO_4^{3-}	2.8×10^{-2}	phosphate ion
Water	H_2O	1.8×10^{-16}	OH^-	55.5	hydroxide ion
Hydrogen sulfide ion*	HS^-	1×10^{-19}	S^{2-}	1×10^5	sulfide ion
Ethanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	very small	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$	large	ethoxide ion
Ammonia	NH_3	very small	NH_2^-	large	amide ion
Hydrogen	H_2	very small	H^-	large	hydride ion
Methane	CH_4	very small	CH_3^-	large	methide ion

*The values of K_a for HS^- and K_b for S^{2-} are estimates.

Acid mạnh



- Hydrochloric (HCl)
- Hydrobromic (HBr)
- Hydroiodic (HI)
- Nitric (HNO_3)
- Sulfuric (H_2SO_4)
- Chloric (HClO_3)
- Perchloric (HClO_4)

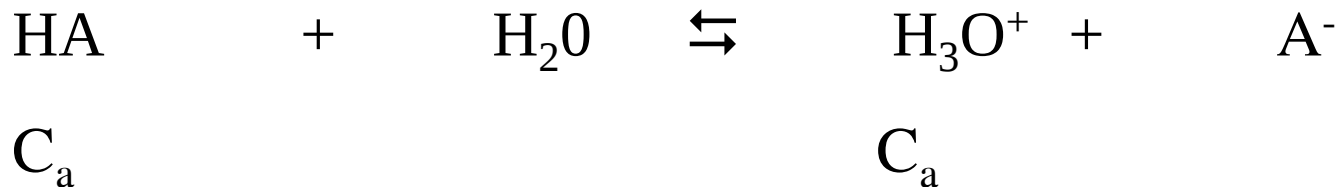
Base Mạnh

- Kim loại kiềm
- Calcium
- Strontium
- Barium



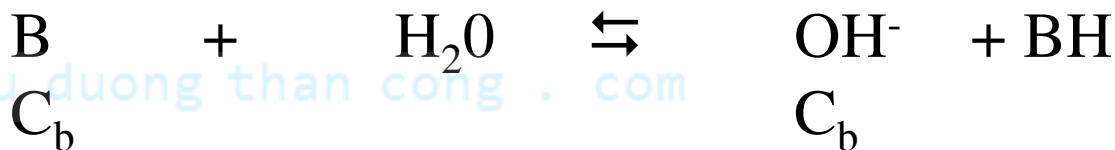
pH của dd axit và base mạnh.

➤ Axit mạnh



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

➤ Base mạnh



$$pOH = -\lg C_{OH^-} = -\lg C_b \rightarrow pH = 14 - pOH = 14 + \lg C_b$$

pH của dd axit yếu



Ban đầu C_a

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

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

cuu duong than cong . com

$$C_{H_3O^+} = C_a \alpha = C_a \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{K_a C_a}$$

$$pH = -\lg C_{H_3O^+} = \frac{1}{2}(-\lg K_a - \lg C_a) = \frac{1}{2}(pK_a - \lg C_a)$$

pH của dd base yếu.

➤Base yếu	$A^- + H_2O \rightleftharpoons$	$OH^- +$	HA^-
Ban đầu	C_B		
Điện ly	$C_B \alpha$	$C_B \alpha$	$C_B \alpha$
Cân bằng	$C_B(1 - \alpha)$	$C_B \alpha$	$C_B \alpha$

$$C_{OH^-} = C_B \alpha = C_B \sqrt{\frac{K_B}{C_B}} = \sqrt{K_B C_B}$$

$$pOH = -\lg [OH^-] = \frac{1}{2} (pK_b - \lg C_b)$$

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

Dung dịch đệm

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

➤ Cấu tạo

✓ đệm axit: axit yếu + muối của nó

✓ đệm baz: base yếu + muối của nó

➤ Cơ chế tác dụng của dung dịch đệm

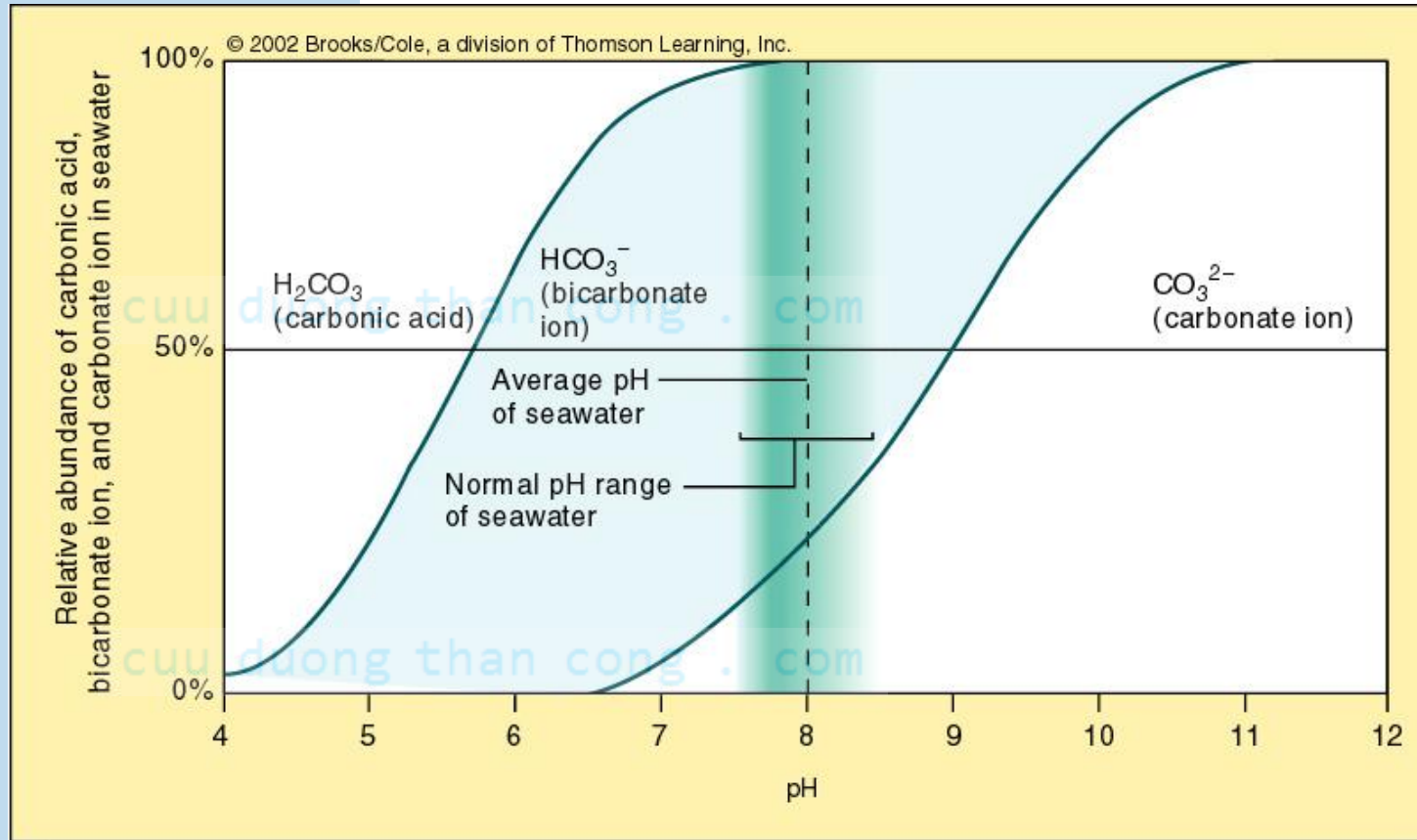
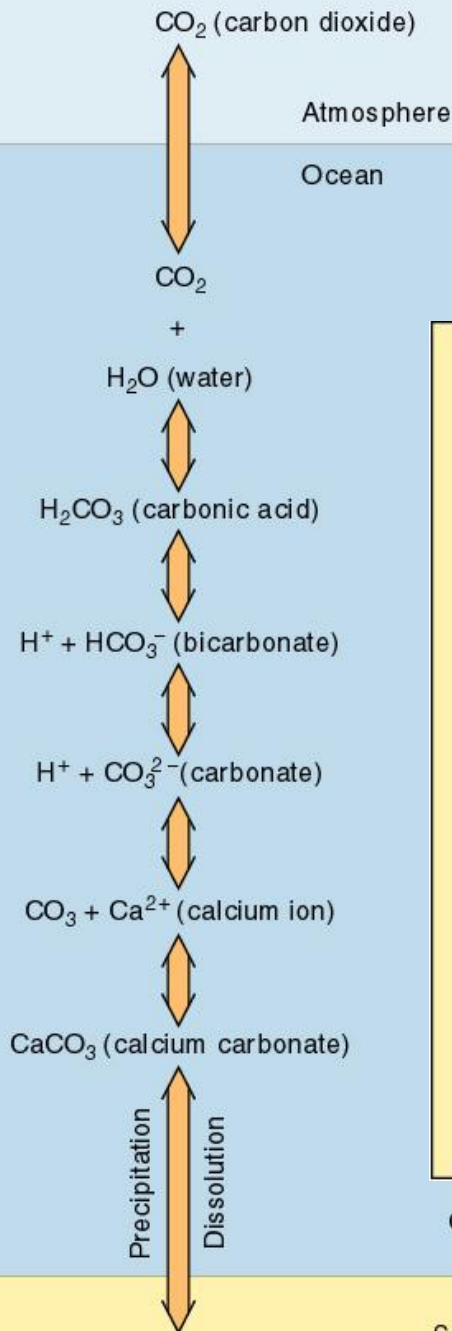


✓ Thêm axit mạnh: cb (1) ←

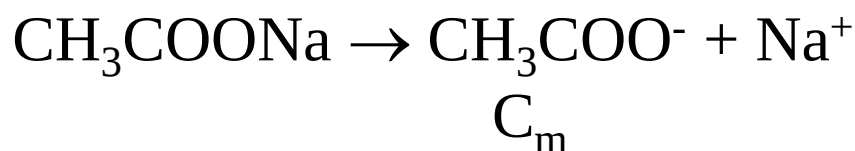
✓ Thêm base mạnh: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$: lượng H^+ ↓ → cb (1) →

✓ Pha loãng dd, độ điện ly CH_3COOH ↑

Sôi tạo thành dung dịch nấm của nước biển



pH của dung dịch đệm acid



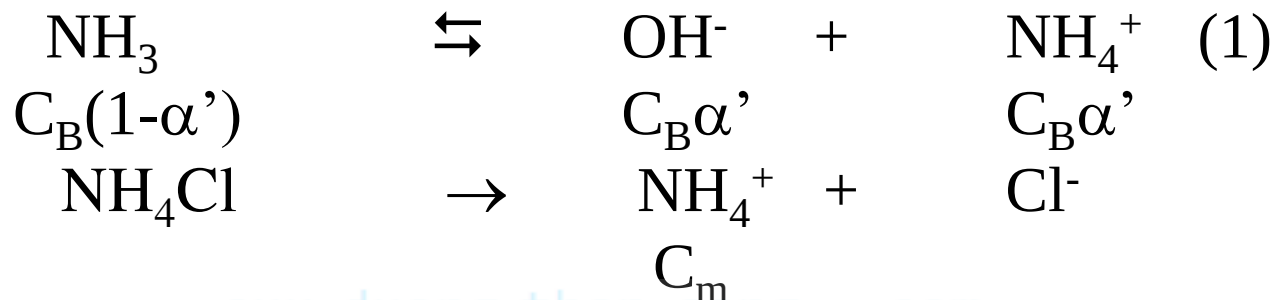
$$K_a = \frac{[H^+][Ac^-]}{[HAc]}$$

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

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

pH của dung dịch đệm Base

■ Nêm baz: dung dịch của base yếu và muối của nó với axit mạnh: dung dịch NH_3 và NH_4Cl .



$$K_B = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$[\text{OH}^-] = K_B \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = K_B \frac{C_B(1-\alpha')}{C_m + C_B\alpha'} \approx K_B \frac{C_B}{C_m}$$

$$pOH = pK_b + \lg \frac{C_m}{C_b} \Rightarrow pH = 14 - pK_b - \lg \frac{C_m}{C_b}$$

Dung dịch muối

- Muối tạo thành từ axit mạnh và base mạnh
- Muối tạo thành từ axit yếu và base mạnh
- Muối tạo thành từ axit mạnh và base yếu
- Muối tạo thành từ axit yếu và base yếu

phân   ng thuy   phân v   ca  n ba  ng thuy   phân

➤ Caùc phân   ng c   s  i trao đổi giữa caùc ph  n tha  nh ph  n của dung m  i v   chaát tan t  o tha  nh nh  ng h  p chaát m  i go  i l   ph  n   ng dung m  i phân

➤ Ph  n   ng dung m  i phân với dung m  i l   nước go  i l   ph  n   ng thuy   phân

➤ S  i thuy   phân muối l   ph  n   ng trao đổi giữa caùc ion của muối v  i caùc ion của nước

$$MA + H_2O \rightleftharpoons MOH + HA$$

➤ Nha  n x  t:

▪ Ph  n   ng thuy   phân muối l   ph  n   ng ngh  ch của ph  n   ng trung h  a acid – baz

▪ Acid hay bđs tạo ra ph  i c   m  t trong 3 t  nh chaát: d   bay hơi, kh  u tan hay k  m điện ly

▪ Ph  n   ng thuy   phân ch   c   the   x  y ra trong dung dịch l  ng

~Noã thuyê phaân vaø haèng soá thuyê phaân

➤ ~Noã thuyê phaân h laø tyê soá giõa soá phaân tồ muoái bị thuyê phaân n trên toàng soá phaân tồ ã hoặ tan n_0 trong dung dịch



➤ Haèng soá thuyê phaân K_t laø ãi lờing ruýt ra tồ vieác aùp dưng ãinh luaät taùc dưng khoái lờing vaøo cân baèng thuyê phaân

Muối tạo thành bởi acid mạnh và baz yếu

✓ Sự điện ly: $MA \rightarrow M^+ + A^-$

✓ Sự thủy phân: $M^+ + H_2O \rightleftharpoons MOH + H^+$
 $C_m(1-h) \qquad C_m h \qquad C_m h$

✓ Hằng số thủy phân: $K_t = \frac{[MOH][H^+]}{[M^+]} = \frac{[MOH]}{[M^+][OH^-]} \times [H^+][OH^-] = \frac{K_n}{K_b}$

✓ Độ thủy phân: $K_t = \frac{[MOH][H^+]}{[M^+]} = \frac{(C_0 h)^2}{C_0(1-h)} = \frac{C_0 h^2}{1-h} \approx C_0 h^2$

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

✓ Tính pH:

$$[H^+] = C_m h = C_m \sqrt{\frac{K_n}{K_b C_m}} = \sqrt{\frac{K_n C_m}{K_b}}$$

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

Muối tạo thành bởi acid yếu và baz mạnh

✓ Sự điện ly: $MA \rightarrow M^+ + A^-$

✓ Sự thủy phân: $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$
 $C_m(1-h) \qquad C_m h \quad C_m h$

✓ Hằng số thủy phân: $K_t = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{[HA]}{[H^+][A^-]} \times [H^+][OH^-] = \frac{K_n}{K_a}$

✓ Độ thủy phân: $K_t = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{(C_0 h)^2}{C_0(1-h)} = \frac{C_0 h^2}{1-h} \approx C_0 h^2$

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

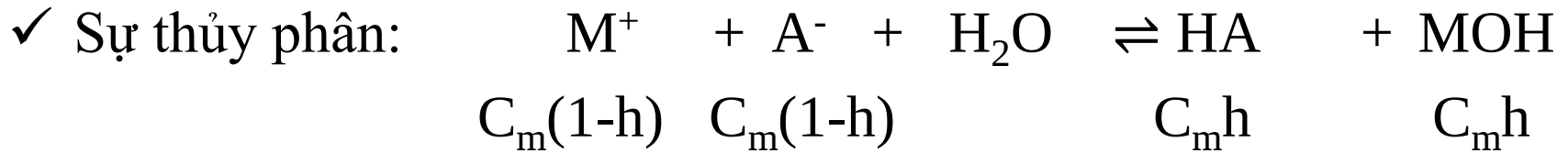
✓ Tính pH:

$$[OH^-] = C_m h = C_m \sqrt{\frac{K_n}{K_a C_m}} = \sqrt{\frac{K_n C_m}{K_a}}$$

$$[H^+] = \frac{K_n}{[OH^-]} = \sqrt{\frac{K_n K_a}{C_m}}$$

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

Muối tạo thành bởi acid YẾU và baz yếu



✓ Hằng số thủy phân:

$$K_t = \frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-]} = \frac{[HA]}{[H^+][A^-]} \times \frac{[MOH]}{[M^+][OH^-]} \times [H^+][OH^-] = \frac{K_n}{K_a K_b}$$

✓ Độ thủy phân:

$$K_t = \frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-]} = \frac{(C_0 h)^2}{C_0^2 (1-h)^2} = \frac{h^2}{(1-h)^2} \approx h^2$$

✓ Tính pH:

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

$$[H^+] = K_a \times \frac{[HA]}{[A^-]} = K_a \times \frac{C_m h}{C_m (1-h)} = K_a \times \frac{h}{1-h} \approx K_a h = K_a \sqrt{\frac{K_n}{K_a K_b}} = \sqrt{\frac{K_n K_a}{K_b}}$$

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

Cách tính pH của các dung dịch.

a. pH của dd axit mạnh và basemạnh.

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

b. pH của dd axit yếu và baseyếu.

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

c. pH của dung dịch đệm.

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

d. pH của dung dịch muối

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

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

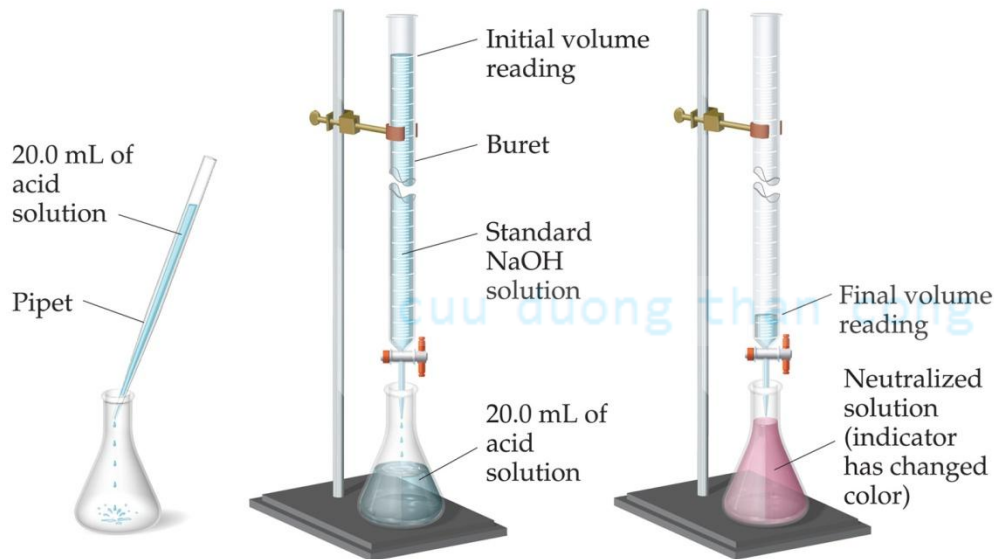
pH của một số dung dịch 0,1M

Chất	pH
NaCl (sodium chloride)	6.4
NaCH ₃ CO ₂ (sodium acetate)	8.4
NaHCO ₃ (sodium bicarbonate)	8.4
Na ₂ HPO ₄ (sodium hydrogen phosphate)	9.3
Na ₂ SO ₃ (sodium sulfite)	9.8
NaCN (sodium cyanide)	11.0
NH ₃ (aqueous ammonia)	11.1
Na ₂ CO ₃ (sodium carbonate)	11.6
Na ₃ PO ₄ (sodium phosphate)	12.0
NaOH (sodium hydroxide, lye)	13.0

Chất	pH
HCl (hydrochloric acid)	1.1
H ₂ SO ₄ (sulfuric acid)	1.2
NaHSO ₄ (sodium hydrogen sulfate)	1.4
H ₂ SO ₃ (sulfurous acid)	1.5
H ₃ PO ₄ (phosphoric acid)	1.5
HF (hydrofluoric acid)	2.1
CH ₃ CO ₂ H (acetic acid)	2.9
H ₂ CO ₃ (carbonic acid)	3.8 (saturated solution)
H ₂ S (hydrogen sulfide)	4.1
NaH ₂ PO ₄ (sodium dihydrogen phosphate)	4.4
NH ₄ Cl (ammonium chloride)	4.6
HCN (hydrocyanic acid)	5.1
Na ₂ SO ₄ (sodium sulfate)	6.1

phản ứng trung hòa và sự chuẩn hóa acid - baz

- Phản ứng trung hòa là phản ứng xảy ra trong dung dịch điện ly giữa acid và baz
- Nếu dung dịch có dung môi là nước thì sản phẩm thu được là muối và nước



phân òùng trung hoà vào sòi chuẩn ñĩa acid - baz

- òùng ñưng của phân òùng trung hoà là ñưng trong phân tích hoàu hoïc, phõng pháp chuẩn ñĩa hay phõng pháp ñịnh phân
- Nguyên tắc ñĩa vào phõng trình

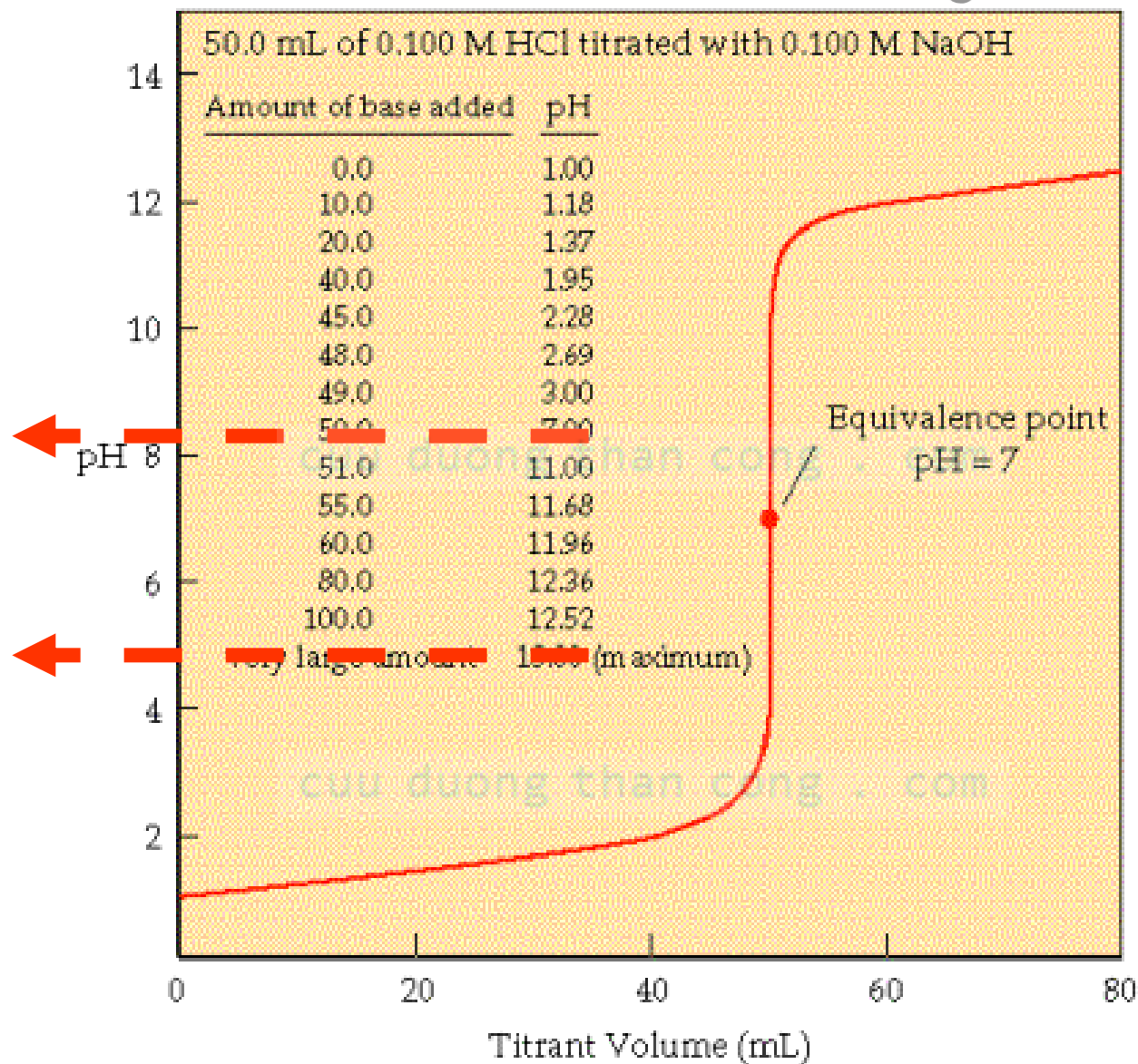


$$V_{\text{HA}} [\text{HA}] \times V_{\text{HA}} = [\text{MOH}] \times V_{\text{MOH}}$$

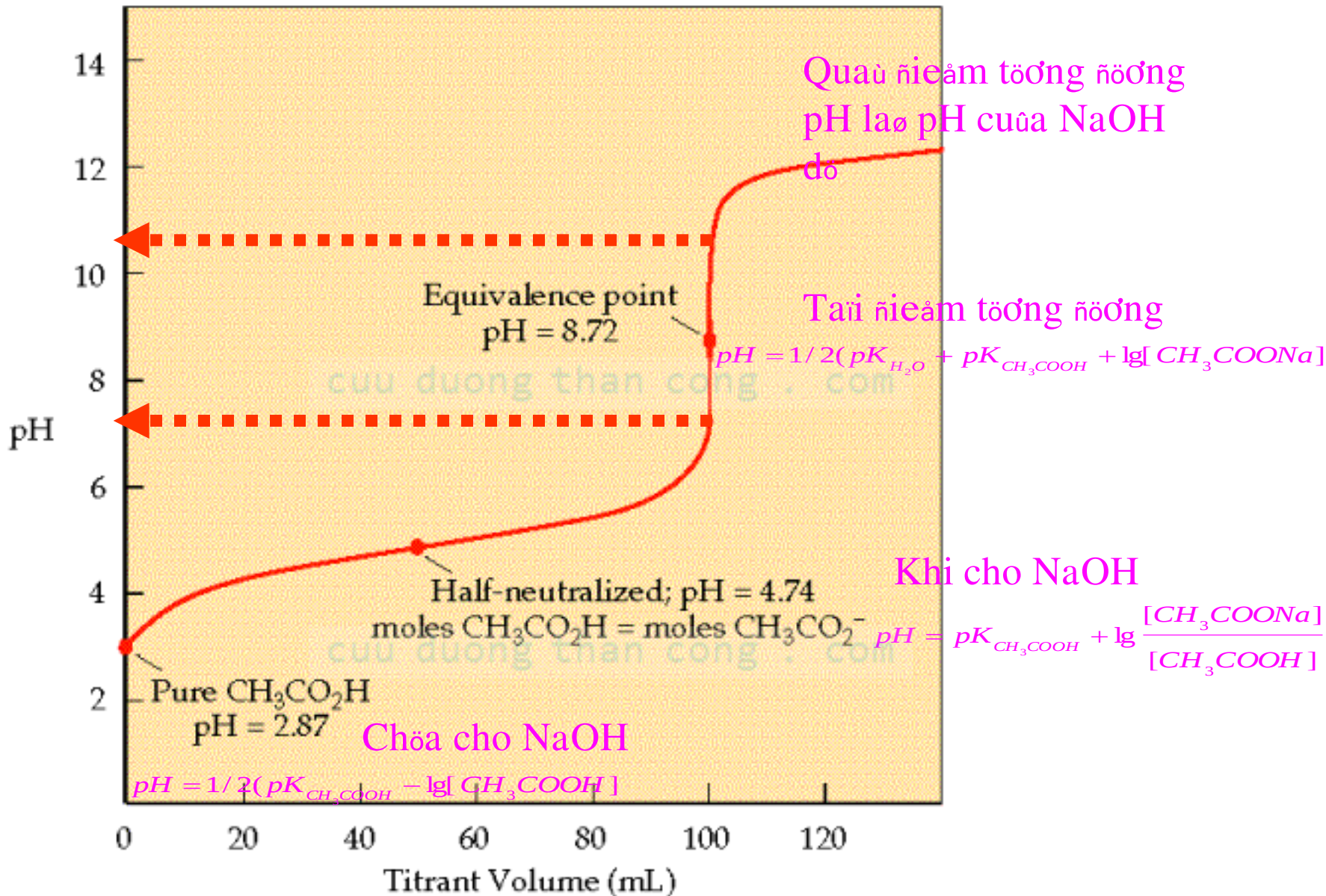
Suy ra

$$[\text{HA}] = \frac{[\text{MOH}] V_{\text{MOH}}}{V_{\text{HA}}}$$

Chuaan ñoã acid maĩnh baèng base maĩnh



Chuaản ñoã acid yeáu baềng basemaĩnh



Chua ăn nũa base yếu bằng acid mạnh

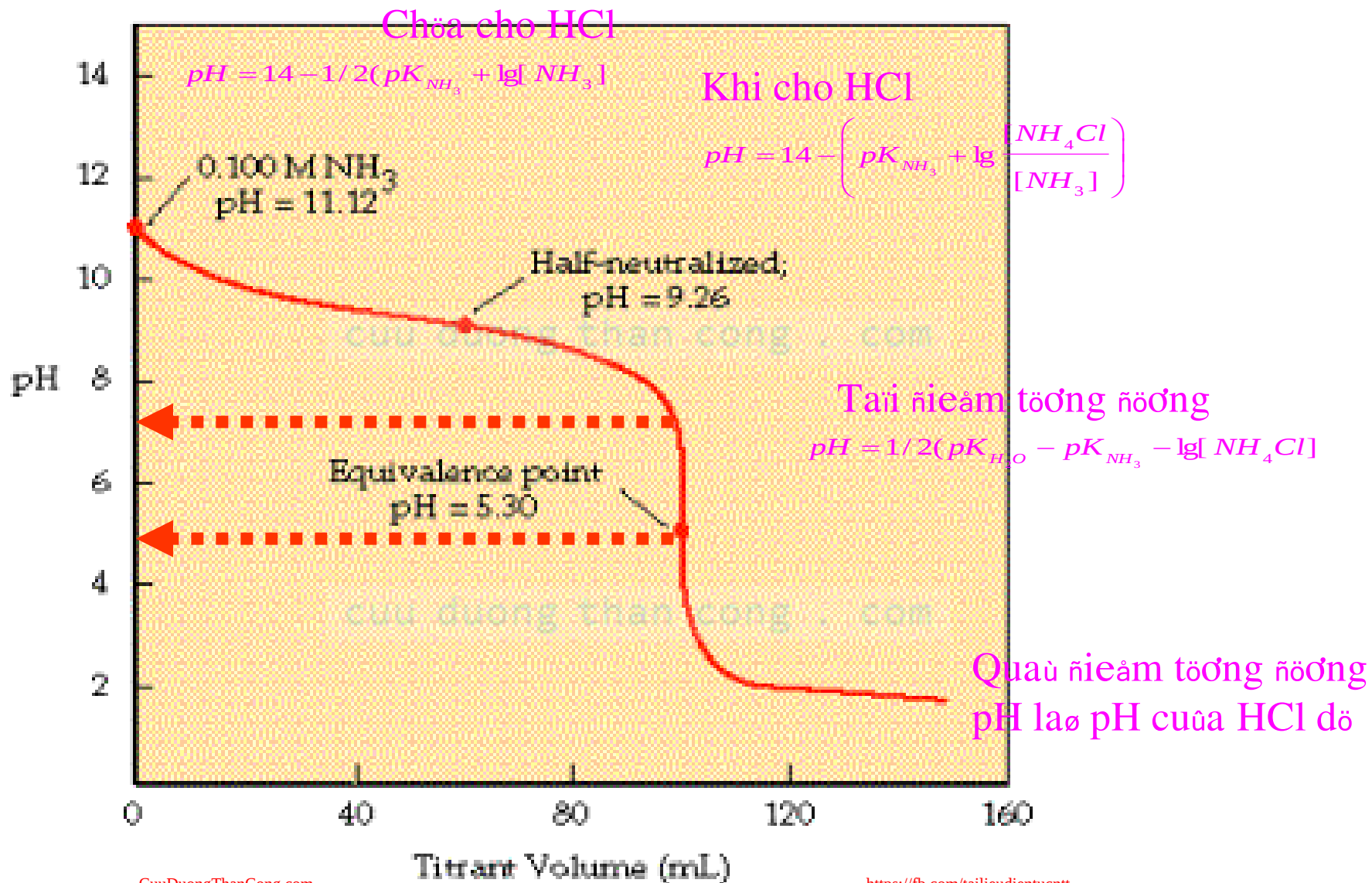


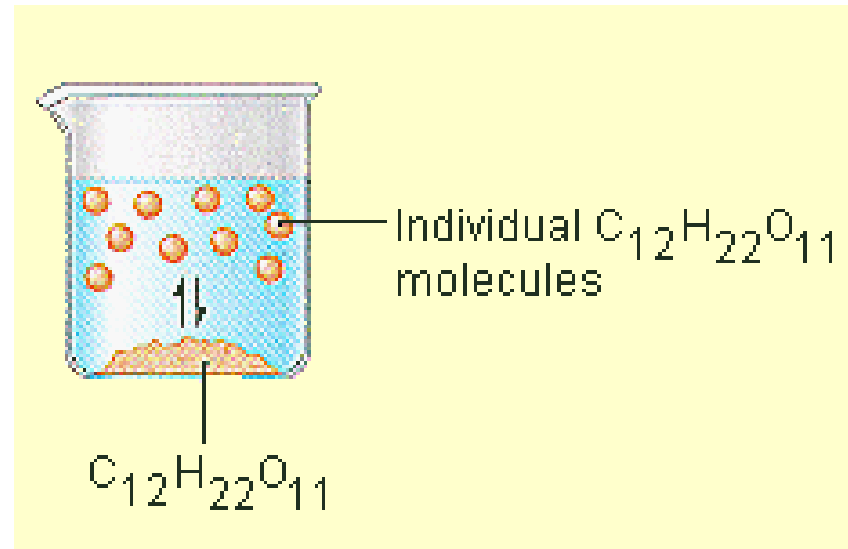
TABLE 19.1 K_{sp} Values for Some Insoluble Salts

Compound	K_{sp} at 25 °C
CaCO_3	3.8×10^{-9}
SrCO_3	9.4×10^{-10}
BaCO_3	8.1×10^{-9}
BaSO_4	1.1×10^{-10}
CaF_2	3.9×10^{-11}
CdS	3.6×10^{-29}
PbS	8.4×10^{-28}
CuS	8.7×10^{-36}
HgS	3.0×10^{-53}
AgCl	1.8×10^{-10}
AgBr	3.3×10^{-13}
AgI	1.5×10^{-16}
Ag_2CrO_4	9.0×10^{-12}
PbCl_2	1.7×10^{-5}
PbCrO_4	1.8×10^{-14}
Hg_2Cl_2	1.1×10^{-18}

Chaat ñieän ly ít tan

cuu duong than cong . com

➤ Đường saccharose có thể hòa tan trong nước nhưng không phải theo mọi tỷ lệ bất kỳ. Một lít nước chỉ có thể hòa tan nước tối đa 1800gram saccharose ở nhiệt độ phòng. Phần còn lại của nước sẽ không tan và kết tủa ở đáy cốc. Lượng nước hòa tan tối đa trong 100gram nước gọi là độ tan của nước trong nước.



Độ tan: Lượng chất tan trong dung dịch bão hòa ở những nhiệt độ nhất định gọi là độ tan của chất đó.

Độ tan phụ thuộc:

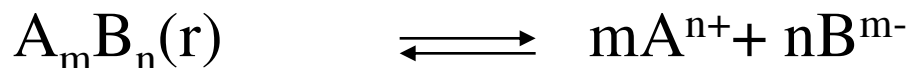
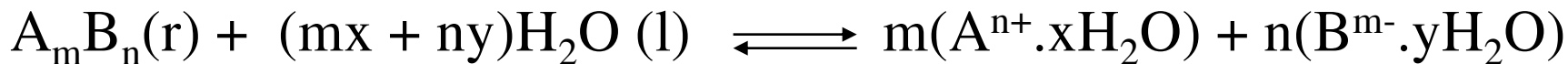
➤ Bản chất của dung môi và chất tan

➤ Nhiệt độ

➤ Áp suất

Tích số tan

Trong dung dịch chất điện ly khó tan ta có cân bằng sau



Để dựng định luật tác dụng khối lượng vào cân bằng dị thể này ta có

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

Vì hoạt độ chất rắn là 1 nên hằng số cân bằng không đổi nên ta có

$$T_{A_m B_n} = K a_{A_m B_n} = a_{A^{n+}}^m a_{B^{m-}}^n = \text{const}$$

Soá

T nước gọi là tích số tan của chất điện ly khó tan. Trong dung dịch bão hòa của chất điện ly khó tan, nồng độ của các ion không lớn nên ta xem hoạt độ bằng nồng độ, do đó

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

Tích số tan sẽ phụ thuộc vào bản chất dung môi-chất tan và nhiệt độ của hệ

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

TABLE 19.1 K_{sp} Values for Some Insoluble Salts

Compound	K_{sp} at 25 °C
CaCO_3	3.8×10^{-9}
SrCO_3	9.4×10^{-10}
BaCO_3	8.1×10^{-9}
BaSO_4	1.1×10^{-10}
CaF_2	3.9×10^{-11}
CdS	3.6×10^{-29}
PbS	8.4×10^{-28}
CuS	8.7×10^{-36}
HgS	3.0×10^{-53}
AgCl	1.8×10^{-10}
AgBr	3.3×10^{-13}
AgI	1.5×10^{-16}
Ag_2CrO_4	9.0×10^{-12}
PbCl_2	1.7×10^{-5}
PbCrO_4	1.8×10^{-14}
Hg_2Cl_2	1.1×10^{-18}

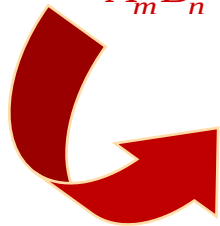
Tích số tan và nồng độ của chất điện ly khi tan

- Tích số tan là nồng độ cần trọng cho tính tan của chất điện ly khi tan
- Tại nhiệt độ nhất định, chất có tích số tan càng bé thì càng kém tan
- Giữa tích số tan và nồng độ có mối quan hệ sau



Tại cân bằng S mS nS

$$T_{A_m B_n} = C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n = (mS)^m (nS)^n = n^n m^m S^{(m+n)}_{A_m B_n}$$

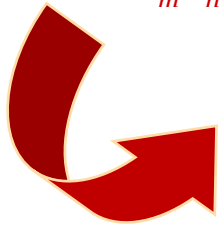


$$S_{A_m B_n} = \sqrt[m+n]{\frac{T_{A_m B_n}}{n^n m^m}}$$

A⁺nh h⁺o⁺ng cu⁺a ca⁺u⁺i⁺o⁺n tro⁺ng du⁺ng d⁺o⁺ch n⁺h⁺a⁺n n⁺o⁺a⁺ ta⁺n cu⁺a cha⁺at n⁺ie⁺a⁺n l⁺y

➤ Tích số tan la⁺o⁺ n⁺h⁺i⁺ l⁺o⁺o⁺ng n⁺h⁺e⁺c tro⁺ng cho t⁺inh ta⁺n cu⁺a cha⁺at n⁺ie⁺a⁺n l⁺y kho⁺u⁺ ta⁺n

$$T_{A_mB_n} = C_{A^{n+}}^m f_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n f_{B^{m-}}^n = C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n f_{A^{n+}}^m f_{B^{m-}}^n = C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n f_{A_mB_n}^{(m+n)}$$



$$S_{A_mB_n} = \sqrt[m+n]{\frac{T_{A_mB_n}}{n^n m^m f_{A_mB_n}^{(m+n)}}}$$

cuu duong than cong . com

Nieàu kieän hoø tan vaø keát tuûa chaát ñieän ly khuø tan

➤ Chaát ñieän ly khuø tan sẽ keát tuûa khi noàng ñoä caùc ion cuûa noù trong dung dịch lớn hơn tích soá tancuûa noù ở cuøng nhieät ñoä

$$C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n < T_{A_mB_n}$$

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

$$C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n > T_{A_mB_n}$$

➤ Dung dịch chõa bão hoøa, caùc keát tuûa sẽ tieáp tục hoøa tan

➤ Dung dịch bão hoøa, toàn tại cân baèng hoøa tan – keát tuûa.

➤ Dung dịch quabão hoøa, xảy ra hieän töøng keát tuûa caùc chaát töø dung dịch

