

Chương VIII

DUNG DỊCH

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

Giảng viên: ThS. Nguyễn Minh Kha

Tóm tắt

- 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 hoà 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 thô (hệ lơ lửng): $d > 10^{-5}\text{cm}$

huyền phù.
nhũ tương.

✓ Hệ phân tán cao (hệ keo): $10^{-7}\text{cm} < d < 10^{-5}\text{cm}$

✓ Hệ phân tán phân tử - ion (**dung dịch thực**): $d < 10^{-7}\text{cm}$, kích thước phân tử, hay ion

1. KN về hệ phân tán và dung dịch

- **Dung dịch:** là hệ đồng thể gồm hai hay nhiều chất mà thành phần của chúng có thể thay đổi trong giới hạn rộng.

- ✓ **Chất phân tán:** *chất tan*
- ✓ **Môi trường phân tán:** *dung môi* (đó chất có trạng thái tập hợp không đổi (nếu khác trạng thái tập hợp), hoặc chất chiếm lượng chất nhiều hơn (nếu cùng trạng thái tập hợp))

- **Dung dịch lỏng:** hoà tan các chất rắn, lỏng, khí vào dung môi lỏng

2. Khái niệm về độ tan S

Độ tan - nồng độ của chất tan trong dd bão hòa

CÁC DUNG DỊCH BÃO HOÀ Ở 20°C và 50°C

Solute	Solubility (g solute/100 g H ₂ O)	
	20°C	50°C
NaCl	36.0	37.0
KCl	34.0	42.6
NaNO ₃	88.0	114.0
KClO ₃	7.4	19.3
AgNO ₃	222.0	455.0
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	203.9	260.4

Chất tan là chất rắn

S- thường biểu diễn số gam chất tan tan tối đa trong 100g dung môi

- $S > 10g$ - chất dễ tan
- $S < 1g$ - chất khó tan
- $S < 0,01g$ - chất gần như không tan

ĐỘ TAN CỦA CÁC HALOGENUA KIM LOẠI KIỀM TRONG H_2O

ĐỘ TAN (số gam muối/100g dung môi)

Salt	0°C	100°C
LiF	0.12	0.14 (at 35°C)
LiCl	67	127.5
LiBr	143	266
LiI	151	481
NaF	4	5
NaCl	35.7	39.8
NaBr	79.5	121
NaI	158.7	302
KF	92.3 (at 18°C)	Very soluble
KCl	27.6	57.6
KBr	53.5	104
KI	127.5	208

Chất tan là chất khí

S- thường biểu diễn bằng số **ml khí** (**tan tối đa**) tan trong 100g dung môi hoặc **100ml dung môi**

cuu duong than cong . com

Chất tan là chất điện ly khó tan

S – thường biểu diễn bằng số mol chất điện ly khó tan (**tan tối đa**) trong 1lit dung dịch

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ TAN

- Bản chất của dung môi và chất tan
- Nhiệt độ, áp suất
- Trạng thái tập hợp chất
- Môi trường, sự có mặt của các ion lạ

ẢNH HƯỞNG CỦA BẢN CHẤT CHẤT TAN VÀ DUNG MÔI

Chất tương tự tan trong chất tương tự.

- Các hợp chất có cực tan tốt trong dung môi có cực hơn là dung môi không cực

– NaCl thì



Độ phân
cực của
dung
môi
tăng
dần

- Tan tốt trong nước
- Tan ít trong ethyl alcohol
- Không tan trong ether và benzene

- Các chất không cực thì tan tốt trong dung môi không cực hơn là các dung môi có cực

– Benzene thì

cuu duong than cong . com

Độ phân
cực của
dung môi
giảm dần



- Không tan trong nước
- Tan trong ether

cuu duong than cong . com

Ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất đến độ tan

Khí + dung môi(l) $\rightleftharpoons$ dung dịch $\Delta H_{cp} < 0$ $\Delta H_s < 0$

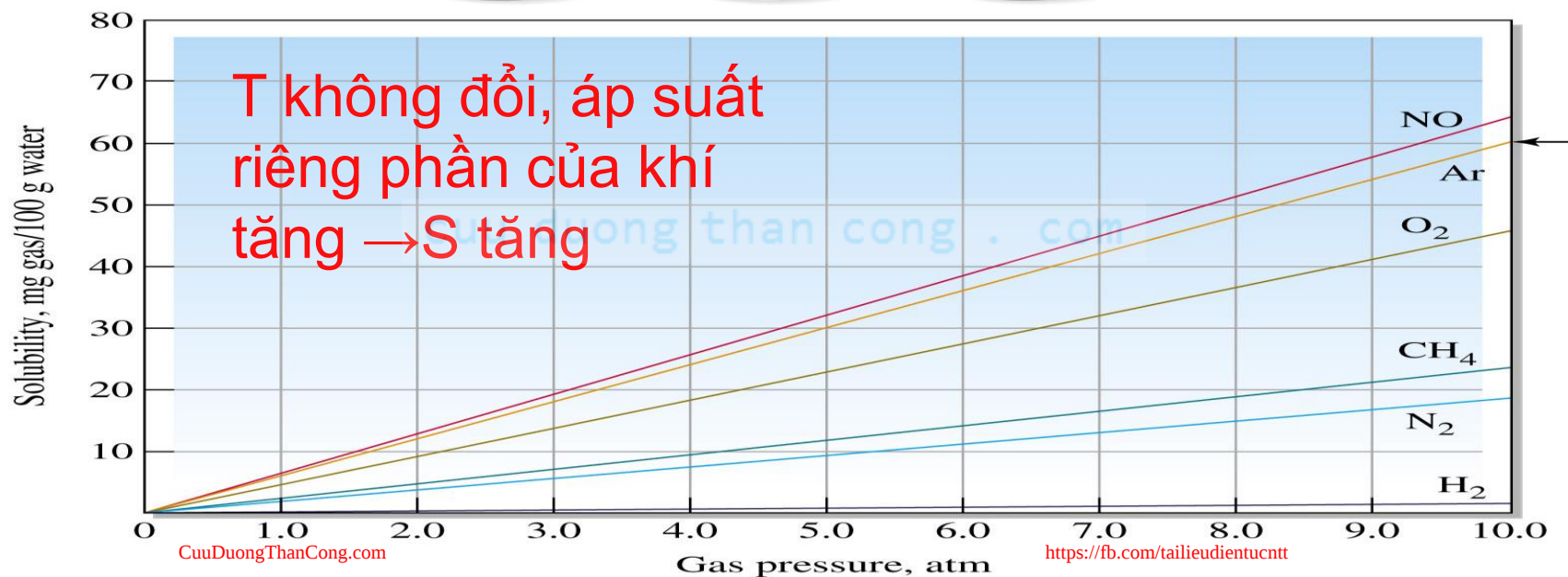
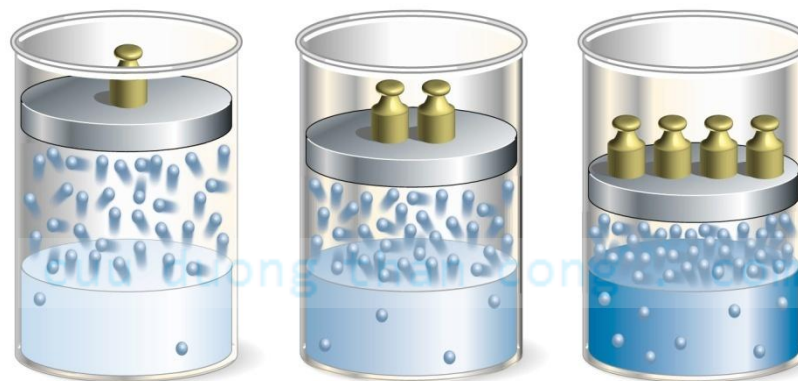
$$\Delta G = 0 \quad P$$

$$K_{ht} = \frac{S}{P}$$

độ tan S

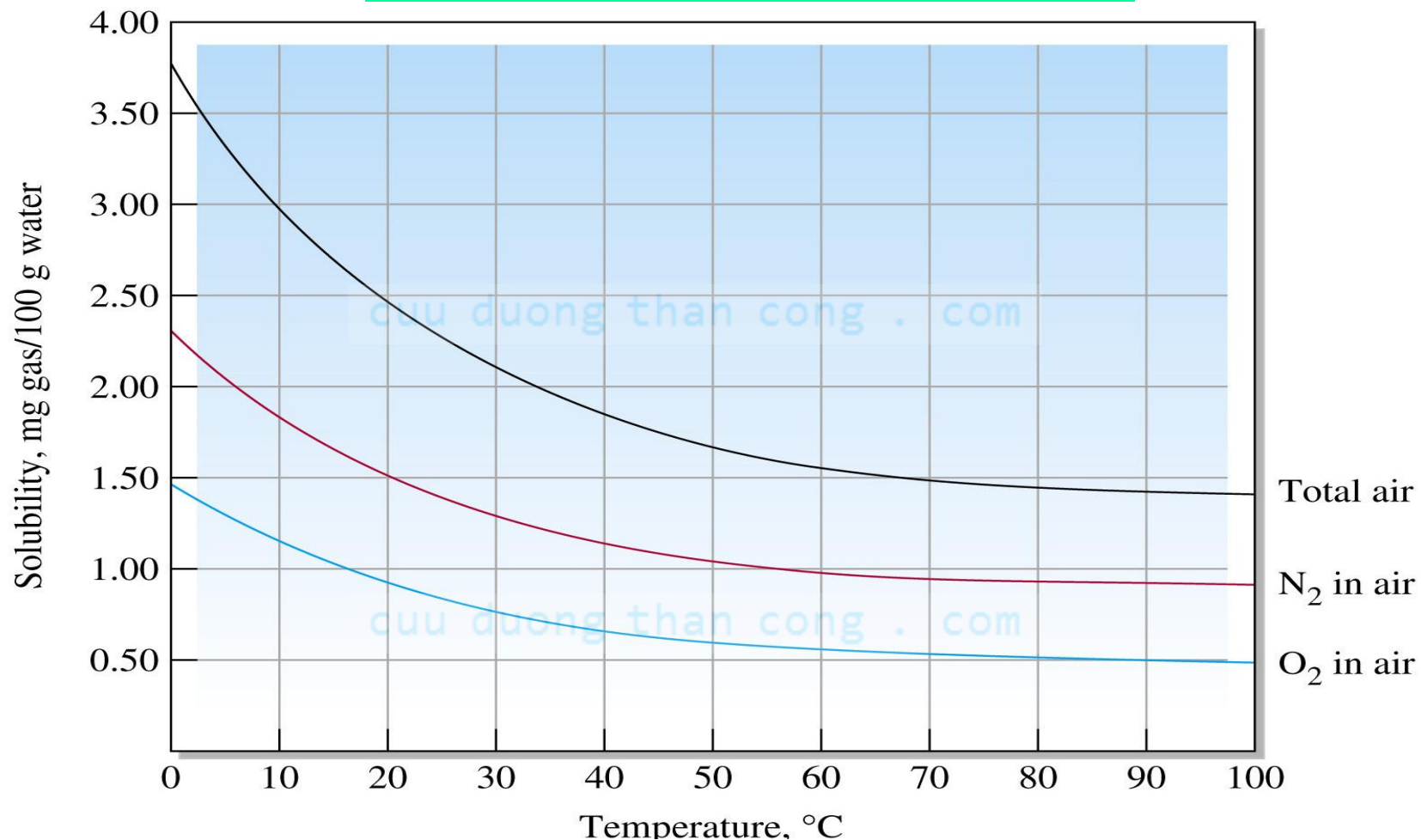
$$\Delta H_{ht} < 0$$

Định luật
Henry



Khí + dung môi (l) $\rightleftharpoons$ dung dịch $\Delta H_{ht} < 0$

T tăng $\rightarrow$ độ tan chất khí giảm



Chất rắn + dung môi $\rightleftharpoons$ dung dịch ΔH_{ht}

Áp suất hầu như không ảnh hưởng đến độ tan của chất rắn ở đk bình thường.

$$\Delta H_{ht} < 0$$

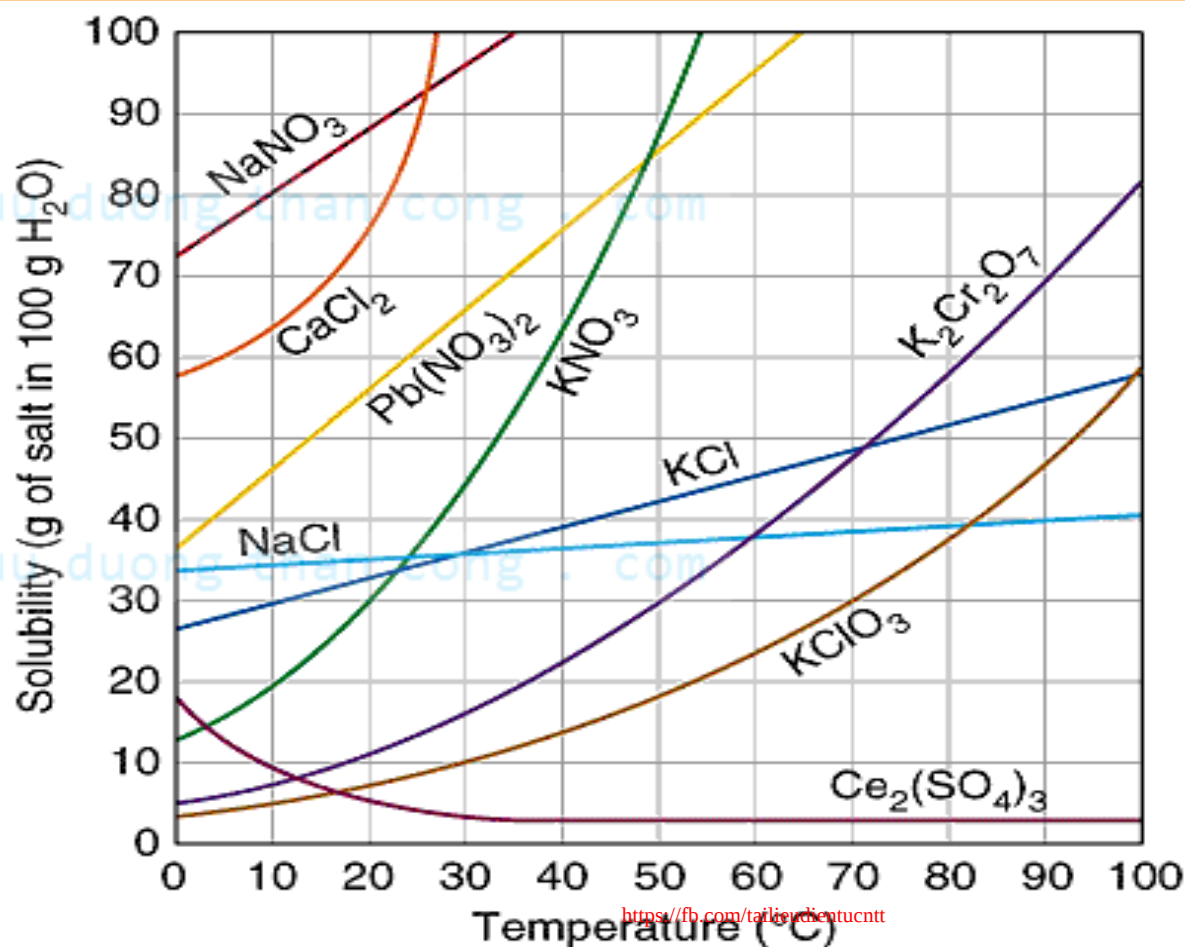
$$T \uparrow \text{ thì } S \downarrow$$

$$\Delta H_{ht} > 0$$

$$T \uparrow \text{ thì } S \uparrow$$

Khoảng 95% hợp chất ion có độ tan tăng theo nhiệt độ.

CuuDuongThanCong.com



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

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

Cơ chế tạo thành dd lỏng

Quá trình vật lý – quá trình chuyển pha

$$\Delta H_{cp}, \Delta S_{cp}$$

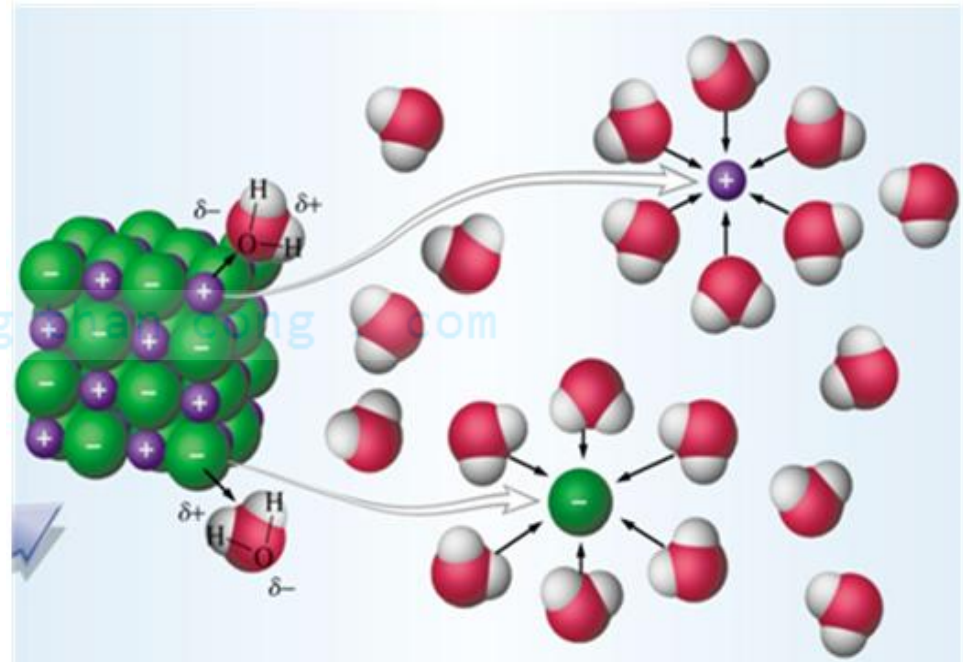
Quá trình hoá học - quá trình solvat hoá
tương tác giữa chất tan và dung môi

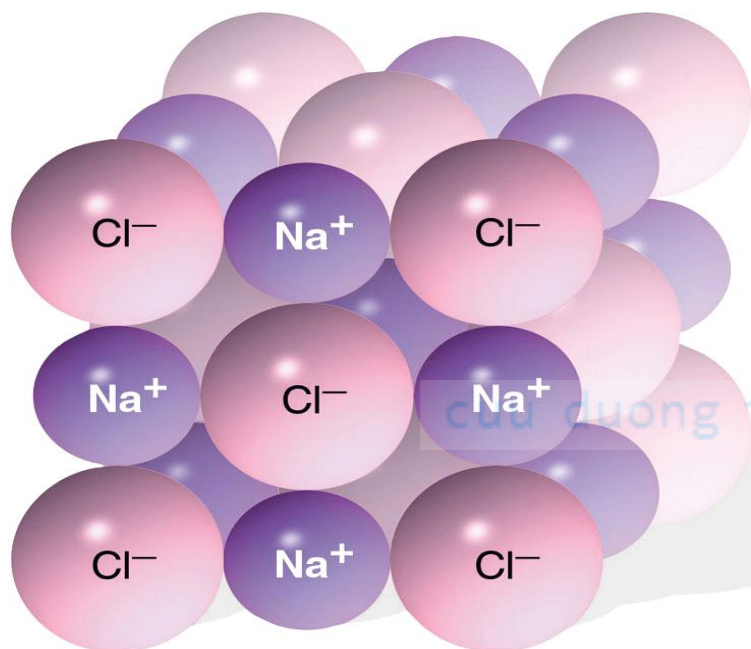
$$\Delta H_{sol} < 0, \Delta S_{sol} < 0$$

Solvat hoá vật lý

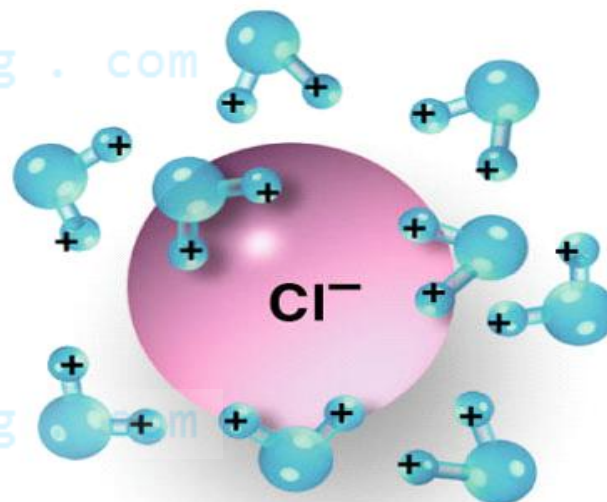
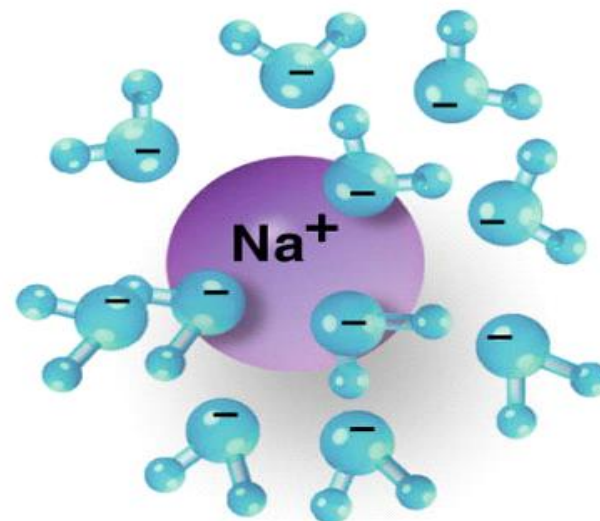
Solvat hoá hoá học

Tương tác giữa tiểu phân và chất tan là yếu tố hàng đầu quyết định sự tạo thành dd





© 2001 Brooks/Cole Publishing/ITP



© 2001 Brooks/Cole - Thomson Learning

QUÁ TRÌNH VẬT LÝ, $\Delta H_{\text{cp}} > 0$

QUÁ TRÌNH SOLVAT HOÁ, $\Delta H_s < 0$

QUÁ TRÌNH HOÀ TAN VÀ CÂN BẰNG HOÀ TAN



$$\Delta G = RT \ln \frac{Q}{K} = RT \ln \frac{C}{C_{bh}}$$

Dung dịch bão hoà $\Delta G = 0$ $\xleftrightarrow{\text{Cân bằng}}$ $C = C_{bh} = \text{độ tan}$

Dd chưa bão hòa $\Delta G < 0$ $\longrightarrow$ $C < C_{bh}$

Dd quá bão hoà $\Delta G > 0$ $\longleftarrow$ $C > C_{bh}$

SỰ THAY ĐỔI TÍNH CHẤT NHIỆT ĐỘNG KHI TẠO THÀNH DUNG DỊCH

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

Khí - Lỏng	Rắn - Lỏng
Khí + dmôi (l) = dung dịch (l)	Rắn + dmôi (l) = dung dịch (l)
$\Delta H_{ht} = \Delta H_{cp} (-) + \Delta H_{sol} (-) < 0$	$\Delta H_{ht} = \Delta H_{cp} (+) + \Delta H_{sol} (-) < 0$ hoặc > 0
$\Delta S_{ht} = \Delta S_{cp} (-) + \Delta S_{sol} (-) < 0$	$\Delta S_{ht} = \Delta S_{cp} (+) + \Delta S_{sol} (-) > 0, < 0$

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

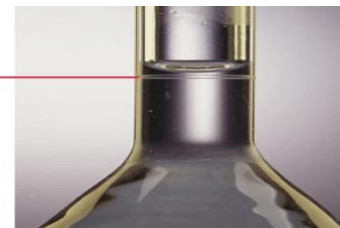
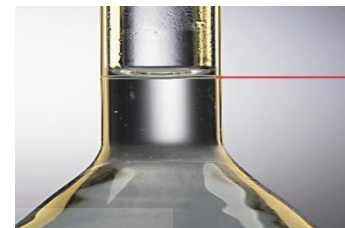
5. Nồng độ dung dịch

a. Nồng độ phần trăm:

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

b. Nồng độ mol:

$$C_M = \frac{n_{ct}}{V_{dd}} \text{ (mol / l)}$$



c. Nồng độ molan:

$$C_m = \frac{n_{ct} \cdot 1000}{m_{dm}} \text{ (mol / kg)}$$

d. Nồng độ phần mol:

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

e. Nồng độ đương lượng:

$$C_N = \frac{m_{ct}}{Đ_{ct} V_{dd}} (N)$$

Đương lượng và định luật đương lượng

- **Đương lượng:** Đ (E)

Đương lượng của một nguyên tố hay một hợp chất là số phần khối lượng của nguyên tố hay hợp chất đó kết hợp hoặc thay thế vừa đủ với một đương lượng của một nguyên tố hay hợp chất khác.

- **Cách tính đương lượng:**

$$\text{Đ}_A = M/n$$

A là một nguyên tố

M: khối lượng nguyên tử

n : hóa trị nguyên tố

■ *Ví dụ:*

Trong CO: $\bar{D}_C = 12/2 = 6$

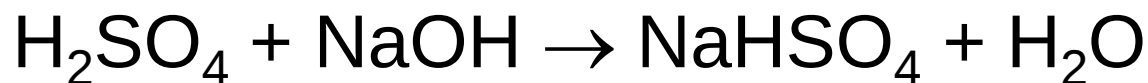
CO₂ : $\bar{D}_C = 12/4 = 3$

A là acid

M : Phân tử lượng của axit

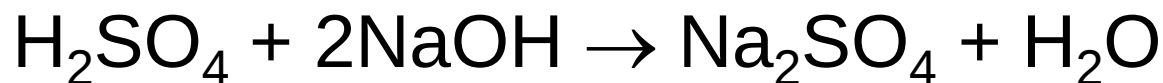
n : Số H^+ tham gia phản ứng

Ví dụ: [cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)



$$\bar{D}_A = 98/1=98$$

[cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)



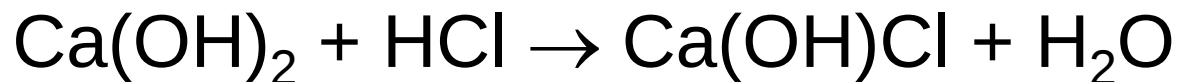
$$\bar{D}_A = 98/2=49$$

A là bazo

M : Phân tử lượng của bazo

n : Số OH⁻ tham gia phản ứng

Ví dụ:



$$\text{Đ}_A = M[\text{Ca(OH)}_2]/1$$



$$\text{Đ}_A = M[\text{Ca(OH)}_2]/2$$

A là muối

M : Phân tử lượng của muối

n : Số điện tích của ion (anion hoặc cation) đã thay thế

Ví dụ:



$\text{Đ}[\text{NH}_4\text{OH}] = \text{M}[\text{NH}_4\text{OH}]$ (vì chỉ có 1 nhóm OH^-)

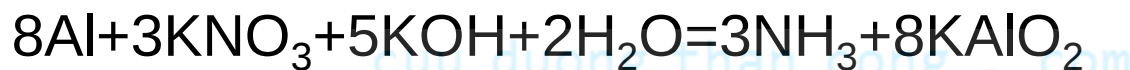
$\text{Đ}[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = \text{Đ}[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] / (1[\text{SO}_4^{-2}] \times 2)$ (vì trong $2\text{Fe} \cdot 2(\text{SO}_4) \cdot (\text{SO}_4)$ có 1 nhóm SO_4^{-2} đã bị thay thế)

A là chất oxi hóa – khử

M : khối lượng phân tử chất

n : số e trao đổi trong phản ứng

Ví dụ:



$$\text{Đ}[\text{Al}] = 27/3 \text{ (Số e trao đổi từ } \text{Al}^0 \rightarrow \text{Al}^{+3} = 3\text{e)}$$

$$\text{Đ}[\text{KOH}] = \text{M}[\text{KOH}]$$

$$\text{Đ}[\text{KNO}_3] = \text{M}[\text{KNO}_3]/8$$



Đương lượng gam (đlg)

Đương lượng gam của một chất là lượng tính bằng g của chất đó có số đo bằng đương lượng của nó.

- Ví dụ:

- Đương lượng của H_2SO_4 là 49 hay 98 thì 1 đlg là 49g hay 98g.

- Định luật đương lượng

- Trong một phản ứng hóa học số đương lượng của các chất tham gia phản ứng phải bằng nhau.

- Trong các phản ứng hóa học một đương lượng của chất này chỉ kết hợp hoặc thay thế một đương lượng của chất khác mà thôi.

- Phản ứng:



Số đlg của chất i = $m_i/\bar{D}_i$

Từ đó định luật viết thành:

$$m_A/\bar{D}_A = m_B/\bar{D}_B \text{ hay } m_A/m_B = \bar{D}_A/\bar{D}_B$$

Và:

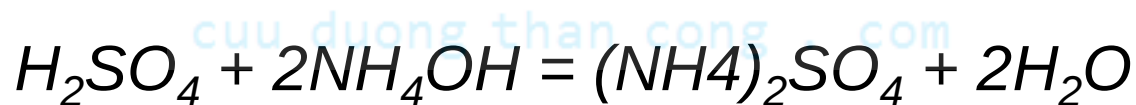
$$C_{N A} V_A = C_{N B} V_B = C_{N C} V_C \dots$$

Trong đó N_i là nồng độ đương lượng của chất i.

- **Nồng độ đương lượng:**
 - Là số đương lượng gam chất tan trên một lít dung dịch.
 - Ký hiệu N hay C_N .
- **Tương quan giữa nồng độ mol và nồng độ đương lượng**

$$C_{N\ A} = nC_A \quad (n: \text{Số đương lượng})$$

- **Ví dụ:** Cho phản ứng



Tìm khối lượng NH_4OH cần thiết để phản ứng vừa đủ với 2 lít dd H_2SO_4 0.5N.

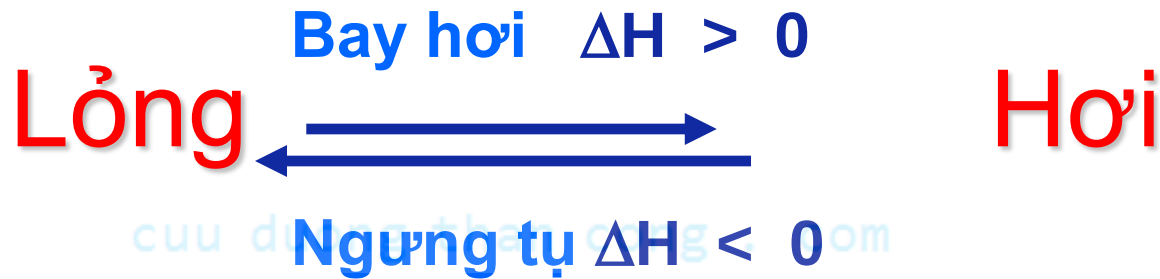
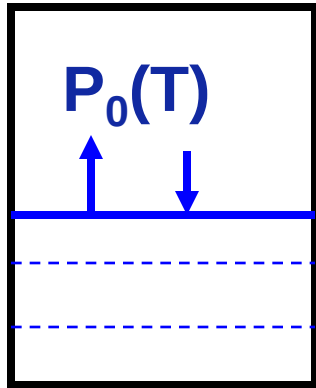
Ta có n của H_2SO_4 là 2 và đương lượng là 49,
 nên $C_A = C_{N\ A} / 2 = 0.25M$. Khối lượng axit là $2 \times 0.25 \times 98 = 49g$
 $\Rightarrow m[NH_4OH] = m[H_2SO_4] \times (Đ[NH_4OH] / Đ[H_2SO_4])$

II. DUNG DỊCH RẤT LOÃNG CHẤT KHÔNG ĐIỆN LY, KHÔNG BAY HƠI VÀ CÁC TÍNH CHẤT

1. Áp suất hơi bão hòa
2. Nhiệt độ sôi và nhiệt độ kết tinh
3. Áp suất thẩm thấu π

cuu duong than cong . com

ÁP SUẤT HƠI BẢO HOÀ CỦA CHẤT LỎNG NGUYÊN CHẤT



$$T, \Delta G = 0$$

$$K_p = (P)_{cb} = P_0$$

$$P_{cb} = P_0(T)$$

Áp suất hơi bão hoà của chất lỏng là hằng số ở nhiệt độ xác định và tăng theo nhiệt độ

ỨNG DỤNG

Ở áp suất 1atm nước sôi ở 100°C .

Ở áp suất 2atm nhiệt độ sôi của nước là bao nhiêu?

Cho biết nhiệt hóa hơi của nước là : $\Delta H = 40,65\text{kJ/mol}$.

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

Áp suất hơi bão hoà của dung dịch lỏng

Áp suất hơi bão hoà của dd là hơi cân bằng với dung dịch lỏng.

Áp suất hơi bão hoà của dd bằng tổng áp suất hơi bão hoà của tất cả các cấu tử có trong hệ.

$$P_{dd} = \sum P_i$$

Áp suất hơi bão hoà của dd lỏng, lỏng chứa chất tan không điện ly, không bay hơi chính là áp suất hơi bão hoà của dung môi trong dung dịch.

1. ÁP SUẤT HƠI BẢO HOÀ

của dung dịch lỏng loãng phân tử chứa chất tan không điện ly không bay hơi

Lỏng (dm) $\xrightleftharpoons[\text{Ngưng tụ } \Delta H_{nt} < 0]{\text{Bay hơi } \Delta H_{bh} > 0}$ Hơi(dm)

**Định luật
RAOULT I**

$$N_1 = N_{dm} = 1$$

$$K = P_0$$

$$P_0$$

$$P_{dd}$$

$$N_1 = N_{dm} < 1$$

$$K = P_{dd} / N_{dm}$$

$$p_{dd} = p_0 N_{dm}$$

(dung dịch)

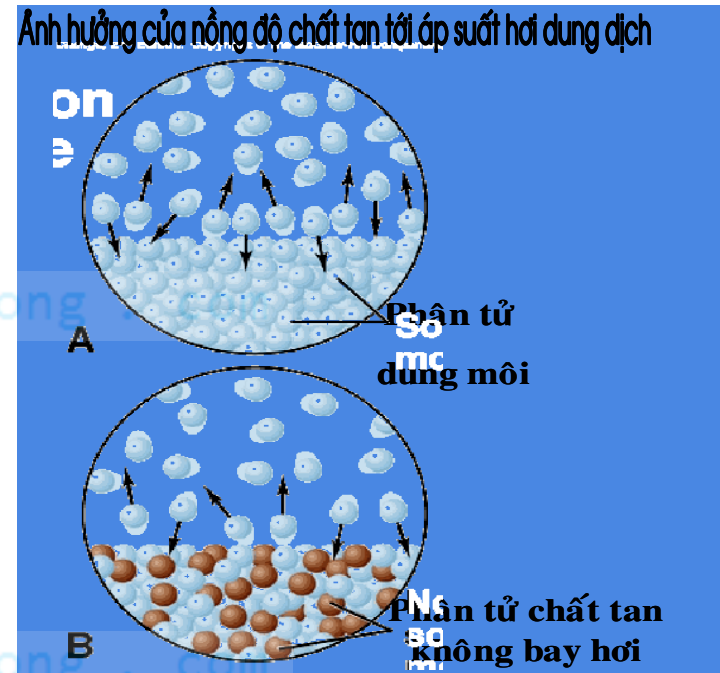
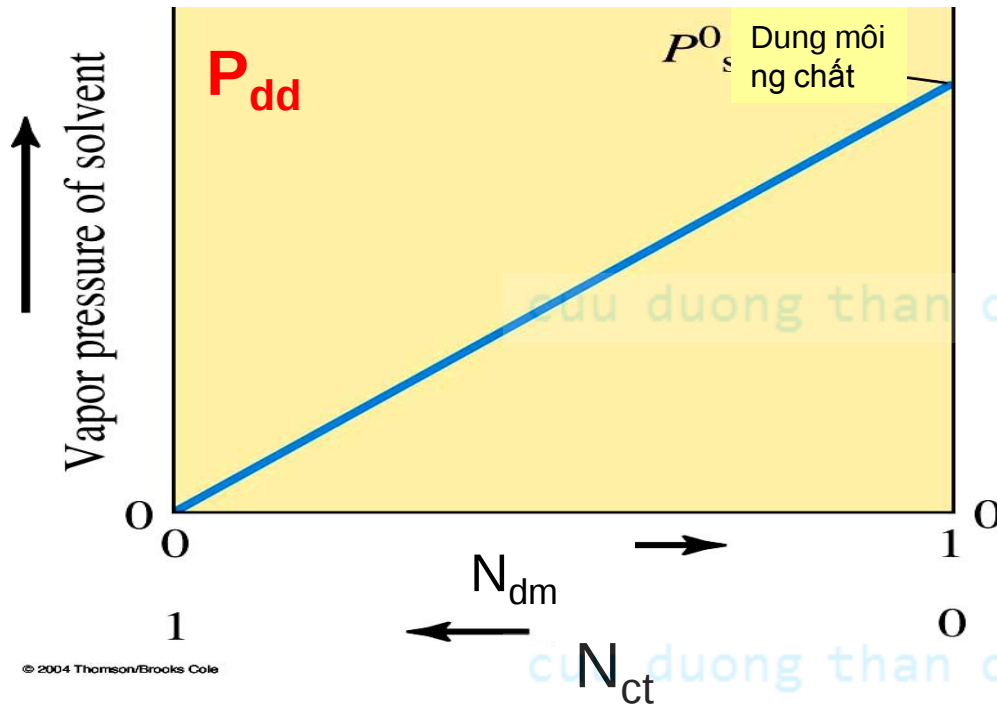
$$p_{dd} = p_0(1 - N_{ct}) = p_0 - p_0 N_{ct}$$

$$N_{dm} = 1 - N_{ct}$$

$$N_{ct} = \frac{(p_0 - p_{dd})}{p_0} = \frac{\Delta p}{p_0}$$

Chú ý: P_0 và P_{dd} ở cùng nhiệt độ T

P_{dd} – áp suất hơi bão hoà của dd lỏng, loãng chứa chất tan không điện ly , không bay hơi cũng chính là áp suất hơi bão hoà của dung môi trong dung dịch



Áp suất hơi bão hòa của dung môi trong dung dịch luôn nhỏ hơn áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất ở cùng nhiệt độ . $P_{dd} < P_0$

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

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

Nhiệt độ sôi – Nhiệt độ đông đặc

● **Nhiệt độ sôi** của bất cứ pha lỏng nào (nguyên chất hay dung dịch) là nhiệt độ mà tại đó **áp suất hơi bão hoà của nó bằng áp suất ngoài**.

cuu duong than cong . com

Đối với chất lỏng nguyên chất, khi áp suất ngoài không đổi, nhiệt độ sôi không thay đổi trong suốt quá trình sôi cho đến khi toàn bộ chất lỏng chuyển hết thành hơi.

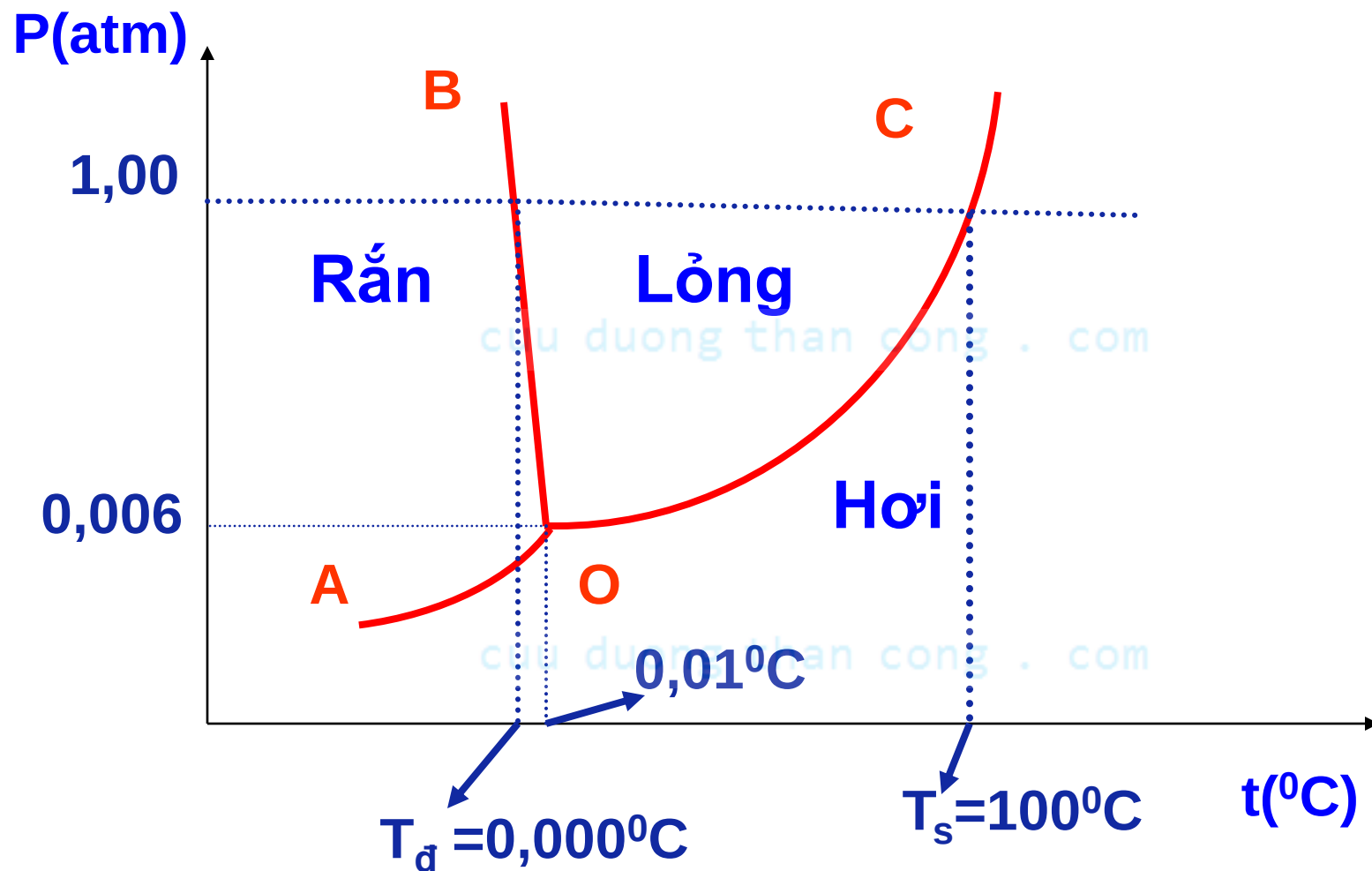
cuu duong than cong . com

Nhiệt độ sôi – Nhiệt độ đông đặc

- **Nhiệt độ đông đặc** của bất cứ pha lỏng nào (nguyên chất hay dung dịch) là nhiệt độ mà tại đó áp suất hơi bão hoà trên pha lỏng bằng **với áp suất hơi bão hoà trên pha rắn**
= P ngoài

Đối với chất lỏng nguyên chất, khi áp suất ngoài không đổi nhiệt độ đông đặc không thay đổi trong suốt quá trình đông đặc.

NHIỆT ĐỘ SÔI - ĐÔNG ĐẶC CỦA NƯỚC NGUYÊN CHẤT



a. Nhiệt độ sôi của dung dịch:

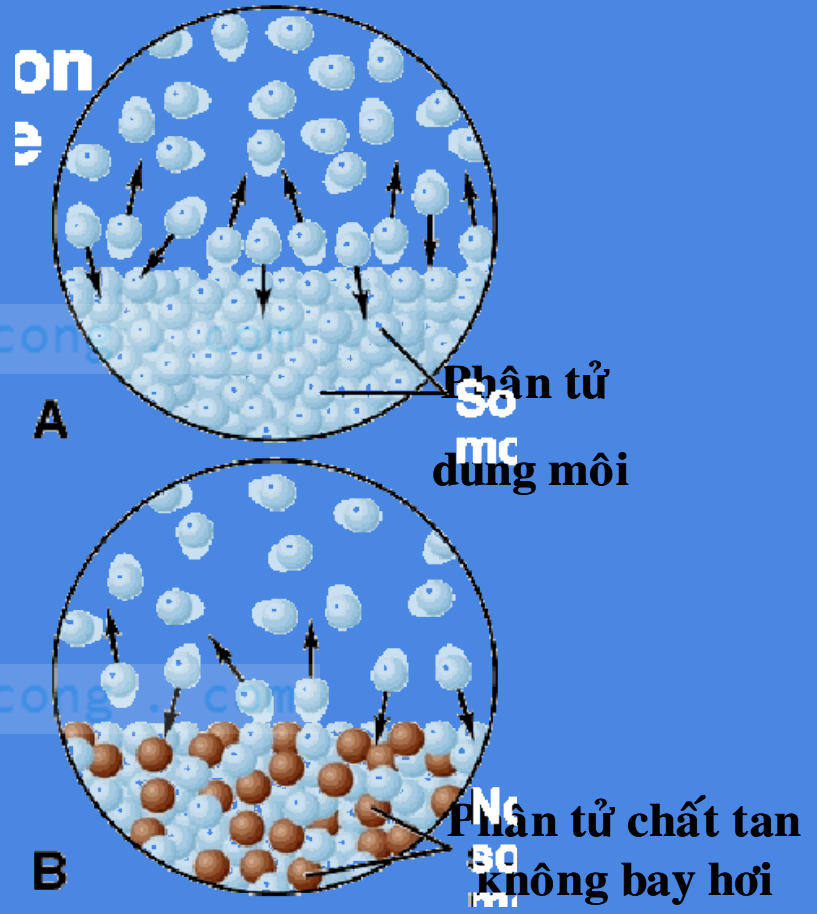
$$T: \quad p_{dd}^T < p_0^T$$

$$100^\circ C: \quad p_{dd}^{100} < p_0^{100} = 1\text{atm}$$

$$> 100^\circ C: \quad p_{dd}^{>100} = 1\text{atm}$$

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

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



b. Nhiệt độ kết tinh của dung dịch:

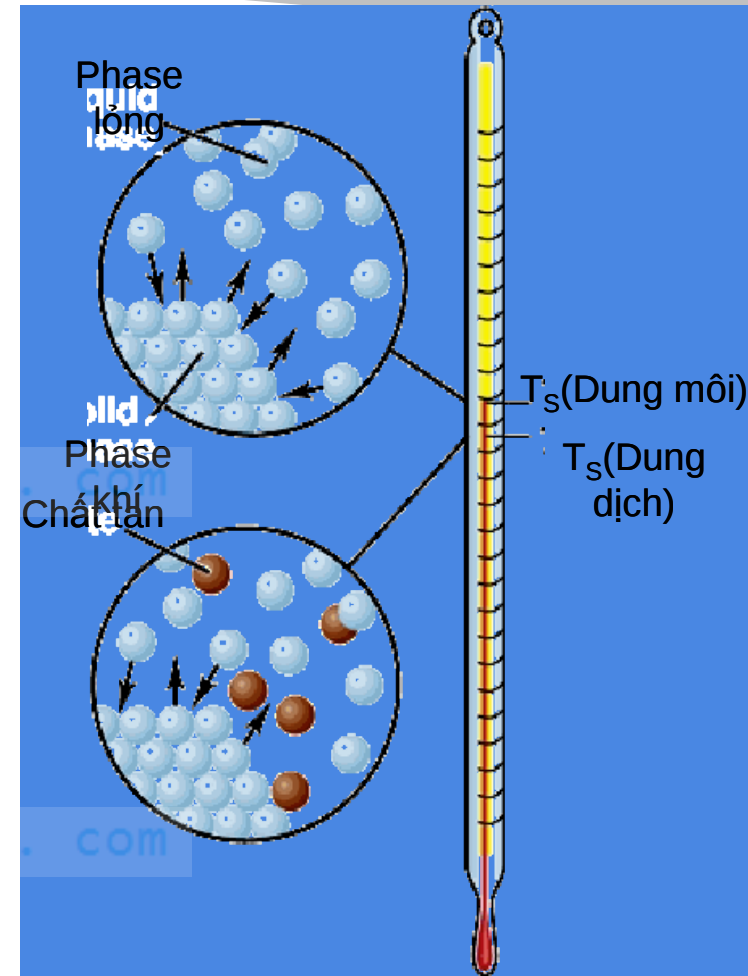
$$T: p_{dd,l}^T < p_{0,l}^T$$

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

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

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

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



ĐỊNH LUẬT RAOUT II

Độ tăng nhiệt độ sôi và độ giảm nhiệt độ đông đặc của dung dịch so với dung môi nguyên chất thì:

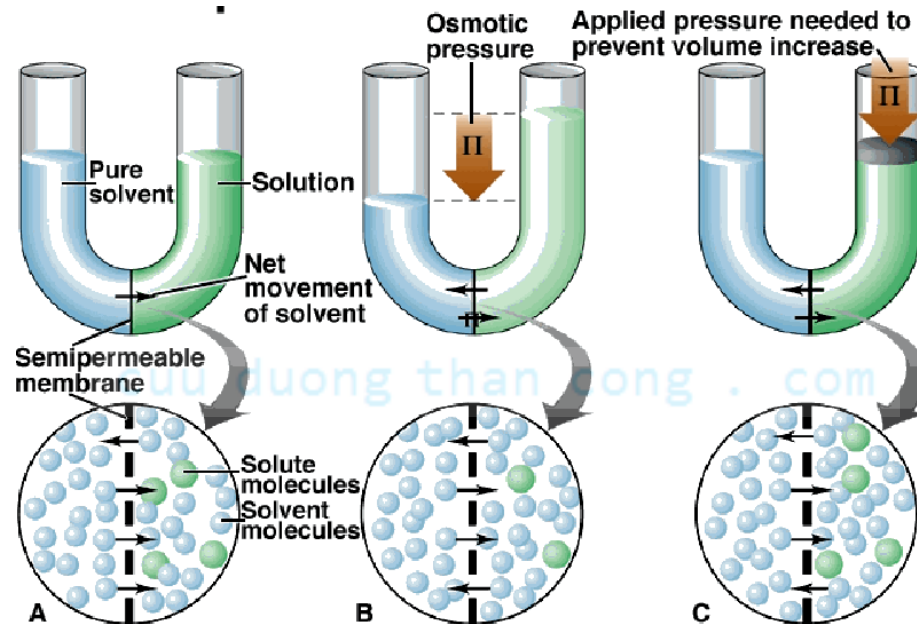
- **Không phụ thuộc** bản chất chất tan .
- **Phụ thuộc** bản chất dung môi.
- **Tỉ lệ thuận** với **nồng độ molan** của chất tan.

$$\Delta T_s = k_s C_m$$

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

3. Áp suất thẩm thấu π

a. Sự thẩm thấu và áp suất thẩm thấu



b. Định luật Van't Hoff

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

$$\pi = C_M RT$$

$$\pi V = nRT$$

Nhận xét

Định luật Raoult và Van't Hoff chỉ đúng cho dd lỏng lý tưởng và các dd thực có nồng độ chất tan rất nhỏ (dd loãng)

cuuduongthancong.com

Đối với dd thực (không lý tưởng) áp suất hơi riêng phần có thể có giá trị lớn hơn (sai lệch dương) hoặc bé hơn (sai lệch âm) so với giá trị tính theo đl Raoult.

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.

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

$$\Delta p' = i\Delta p = ip_0 N_{ct}$$

$$\Delta T' = i\Delta T = ikC_m$$

$$\pi' = i\pi = iRTC_M$$

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

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 α

a. Sự 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*.

cuu duong than cong . com

b. Thuyết 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

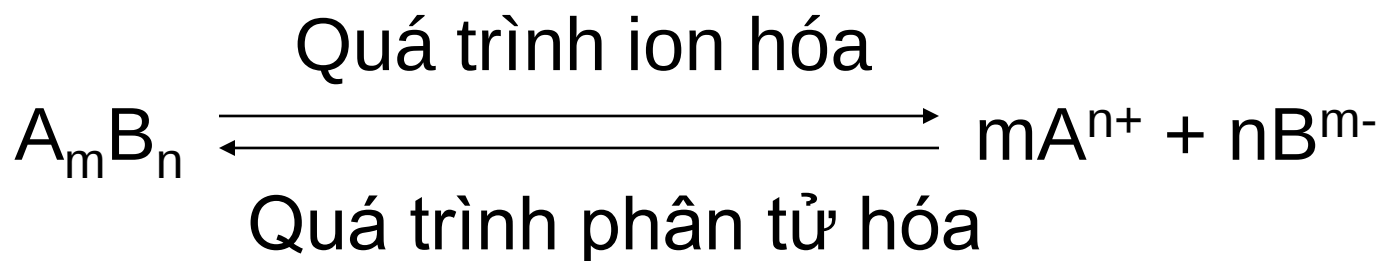
c. Thuyết điện ly hiện đại của Kablukov

- ✓ 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 α



cuu duong than cong . com

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

$\alpha = 0$: dung dịch phân tử

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

Các yếu tố ảnh hưởng đến độ điện ly α

➤ Bản chất chất tan và dung môi

Dung môi có cực yếu α nhỏ

Dung môi 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 **0,1N** ở **25⁰C**:

$\alpha > 30\%$: chất điện ly mạnh

cuu duong than cong . com

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

$\alpha < 3\%$: chất điện ly yếu

cuu duong than cong . com

➤ Mọi liên hệ giữa α và i :



Ban đầu n_0

Phân ly $n_0 \alpha \quad m n_0 \alpha \quad n n_0 \alpha$

Cb $n_0(1-\alpha) \quad m n_0 \alpha \quad n n_0 \alpha$

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

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

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

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

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

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 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

➤ *Lý thuyết chất điện ly mạnh:*

✓ 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: **$a = fC$**

Phương trình của Debye và Huckel

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

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

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

Đối với dung dịch nước và ở 25°C: $A = 0,5$

Khi $I \leq 0,01$ pt trên có dạng đơn giản như sau:

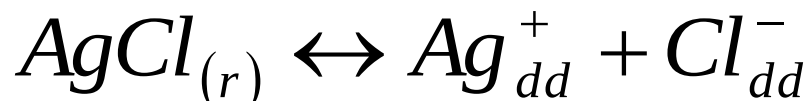
$$\lg f_i = -0,5z_i^2 \sqrt{I}$$

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

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

- a. Cân bằng dị 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



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



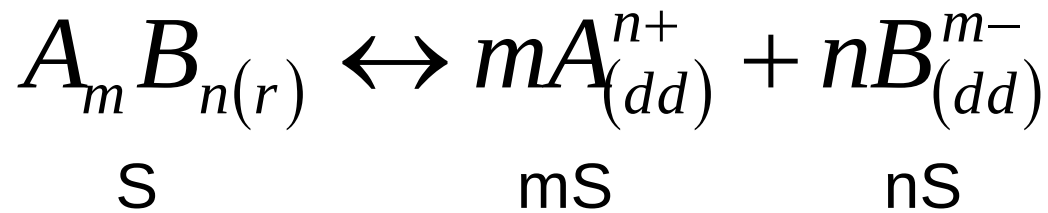
$$T_{A_mB_n} = C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n$$

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

➤ **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



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

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

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

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

➤ *ion khác loại:* $s \uparrow$

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

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

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

➤ Trong dung dịch **bão hòa** $T_{A_mB_n} = C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n$

➤ Chất điện ly **sẽ kết tủa khi**: $C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n > T_{A_mB_n}$

➤ Chất điện ly **sẽ tan hết khi**: $C_{A^{n+}}^m C_{B^{m-}}^n \leq T_{A_mB_n}$

ỨNG DỤNG 1

- Trộn các dung dịch:
- **1)** 100ml dd AgNO_3 10^{-4}M với 100ml dd HCl 10^{-5}M
- **2)** 100ml dd AgNO_3 10^{-4}M với 100ml dd NaCl 10^{-4}M
- **3)** 100ml dd AgNO_3 10^{-4}M với 100ml dd HCl 10^{-6}M

Trong trường hợp nào có sự tạo thành kết tủa AgCl ?

Cho biết tích số tan của AgCl là $T = 10^{-9,6}$.

ỨNG DỤNG 2

Chọn trường hợp đúng:

Cho tích số tan của CdCO_3 ở 25°C là 10^{-12} .

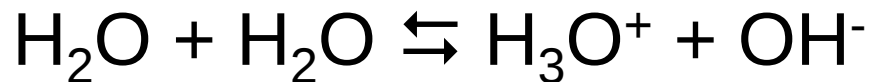
- 1) Độ tan của CdCO_3 trong nước nguyên chất là 10^{-6} M.
- 2) Độ tan của CdCO_3 trong dd Na_2CO_3 0,1M giảm đi 10^5 lần so với trong nước nguyên chất.
- 3) Độ tan của CdCO_3 trong nước sẽ nhiều hơn trong dd NaCl 0,1M.
- 4) Độ tan của CdCO_3 trong dm benzen sẽ lớn hơn trong dm nước.

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. Sự ion hóa và tích số ion của nước

Độ dẫn điện của $H_2O = 5,54.10^{-18}\Omega^{-1}.cm^{-1}$



$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = 1,8.10^{-16}$$

$$[H^+][OH^-] = K[H_2O] = 1,8.10^{-16} \cdot \frac{1000}{18} = 10^{-14}$$

$$K_n = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

2. Chỉ số pH và môi trường dd

➤ *Trong nước nguyên chất:*

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

cuuduongthancong.com

➤ *Trong dung dịch axit có môi trường axit:*

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

cuuduongthancong.com

➤ *Trong dung dịch baz có môi trường baz:*

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

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^-

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

b. Thuyết proton Bronsted

➤ Định nghĩa:

- ✓ Axit :cho proton $HA = H^+ + A^-$
- ✓ Baz: nhận proton: $B + H^+ = BH^+$
- ✓ Các cặp axit – baz liên hợp: HA/A^- , BH^+/B

➤ Dự đoán

cuu duong than cong . com

- ✓ 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

cuu duong than cong . com

➤ Sự điện ly của axit và baz trong nước:

✓ Axit:



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

✓ Baz:

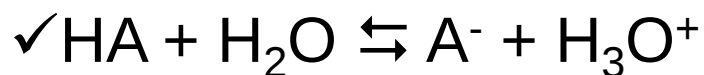


$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

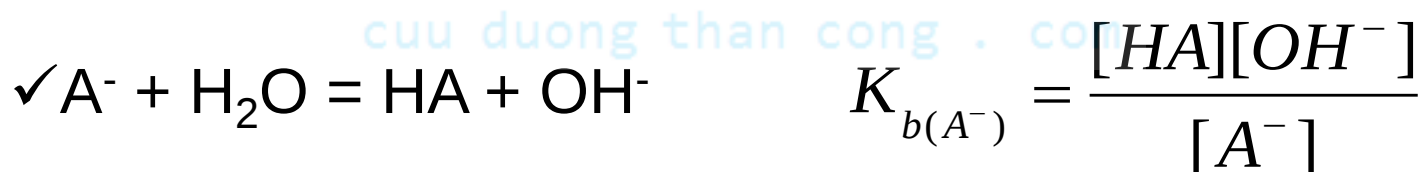
✓ Nước: $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \text{ (ở } 298K\text{)}$$

➤ Đối với cặp axit – baz liên hợp:



$$K_{a(\text{HA})} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$



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

$$K_{a(\text{HA})} K_{b(\text{A}^-)} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \times \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_n$$

$$\text{p}K_a + \text{p}K_b = \text{p}K_n = 14$$

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 (Cl^- , Br^- , F^- , 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 $HA \rightarrow H^+ + A^-$



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

cuu duong than cong . com

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

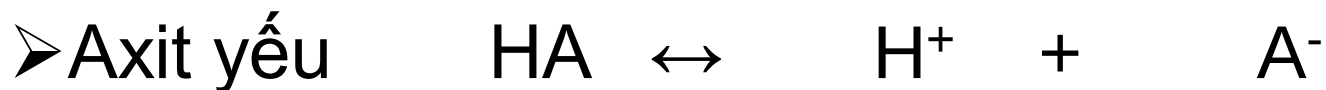


$$pOH = -\lg C_{OH^-} = -\lg C_b$$

cuu duong than cong . com

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

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.

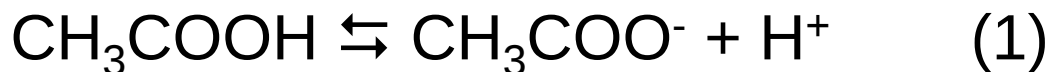
➤ Định nghĩa: Dung dịch đệm là dd có $pH \approx \text{const.}$

➤ Cấu tạo

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

✓ **đệm baz**: baz yếu + muối của nó

➤ Cơ chế tác dụng của dung dịch đệm

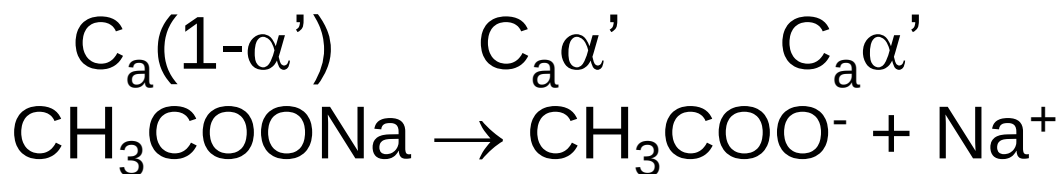


✓ Thêm axit mạnh: cb (1) ←

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

✓ Pha loãng dd, độ điện ly $\text{CH}_3\text{COOH} \uparrow$

➤ pH của dung dịch đệm



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

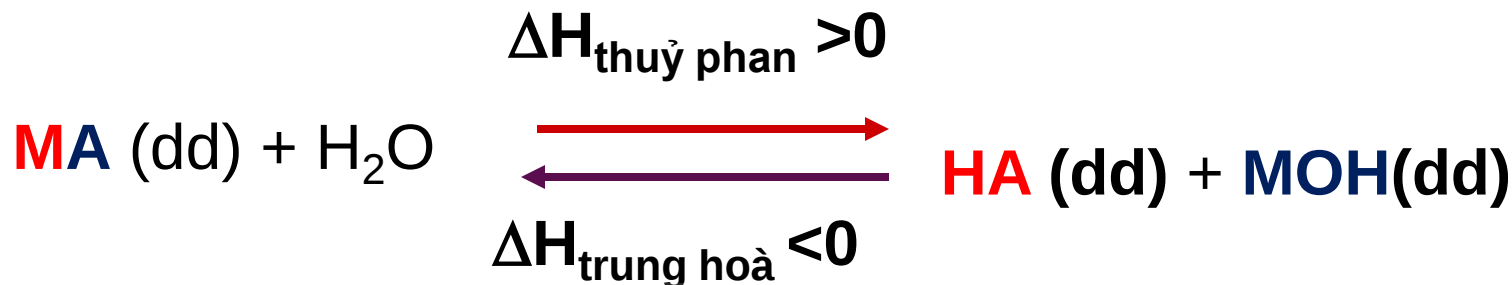
$$[H^+] = K_a \frac{[HAc]}{[Ac^-]} = K_a \frac{C_a(1-\alpha')}{C_m + C_a\alpha'} \approx K_a \frac{C_a}{C_m}$$

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

d. pH của dung dịch muối

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

HÀNG SỐ THỦY PHÂN & ĐỘ THỦY PHÂN



HÀNG SỐ THỦY PHÂN K_t :

Hằng số cân bằng của quá trình thủy phân

Độ thủy phân $h =$

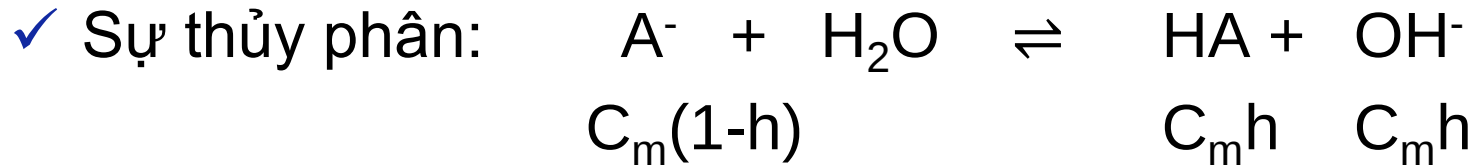
số phân tử muối thủy phân

Số phân tử muối hoà tan

≤ 1

➤ Muối tạo thành từ axit yếu và baz mạnh

anion bị thủy phân, dd có tính bazơ



✓ 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 từ axit mạnh và baz yếu

cation thủy phân, dd có tính axit



✓ Hằng số thủy phân: $K_t = \frac{C_m(1-h)}{[M^+]} = \frac{C_m h}{[M^+][OH^-]} \times [H^+][OH^-] = \frac{K_n}{K_b}$

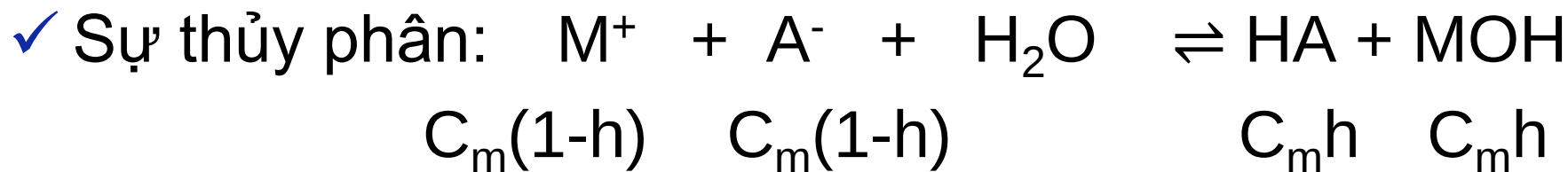
✓ Độ thủy phân: $K_t = \frac{[MOH][H^+]}{[M^+]} = \frac{(C_0 h)^2}{C_0(1-h)} = \frac{C_0 h^2}{1-h} \approx C_0 h^2$

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

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

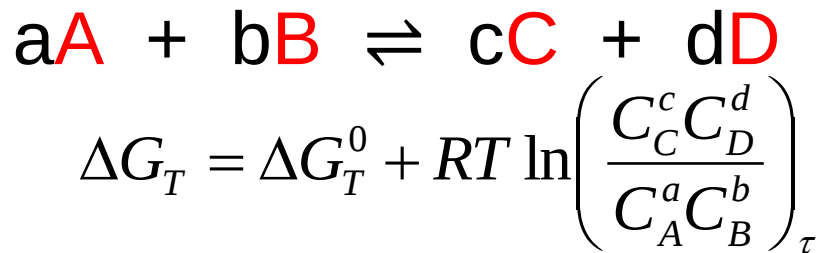
$$h = \sqrt{K_t} = \sqrt{\frac{K_n}{K_a K_b}}$$

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

✓ Tính pH:

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

ĐIỀU KIỆN CHO PHẢN ỨNG TRAO ĐỔI MỘT CHIỀU



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

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