

CHƯƠNG 8

CÂN BẰNG TRONG DUNG DỊCH LỎNG



DUNG DỊCH là hệ đồng thể bền nhiệt động, gồm không ít hơn hai chất ở trạng thái phân tán phân tử và thành phần có thể biến thiên liên tục trong giới hạn xác định.

Dung dịch khí : Không khí

Dung dịch rắn : Thuỷ tinh (Na_2O , CaO tan trong SiO_2)

Dung dịch lỏng

**Dung dịch lỏng phân tử:* Dung dịch nước đường.

Tiểu phân chất tan: Phân tử \rightarrow Không dẫn điện.

\rightarrow Số TPCT = Số phân tử chất tan hòa tan

**Dung dịch điện ly:* Dung dịch NaCl

Tiểu phân chất tan: phân tử, ion \rightarrow Dẫn điện.

\rightarrow Số TPCT $>$ Số phân tử chất tan hòa tan



DUNG DỊCH LỎNG

Cơ chế tạo thành dd lỏng

➤ *Quá trình vật lý* (quá trình chuyển pha): ΔH_{cp} , ΔS_{cp}

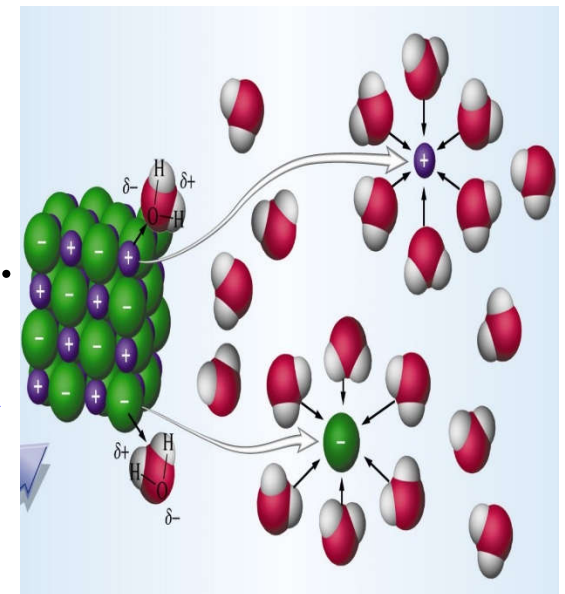
➤ *Quá trình hoá học* (quá trình solvat hoá):

Tương tác giữa chất tan và dung môi. $\Delta H_{sol} < 0$, $\Delta S_{sol} < 0$

Solvat hoá vật lý: ion-lưỡng cực, lưỡng cực – lưỡng cực....

Solvat hoá hoá học: lk hydro, lk cho nhận..

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



Solutions

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 $\Delta G_T = 0 \quad \leftrightarrow \quad c = c_{bh} = S$
(cân bằng hòa tan)

→ **Độ tan S** : nồng độ của chất tan trong dd bão hoà

Dung dịch chưa bão hoà $\Delta G_T < 0 \rightarrow c < c_{bh}$

Dung dịch quá bão hoà $\Delta G_T > 0 \leftarrow c > c_{bh}$



Chất tan là chất rắn

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

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

ĐỘ TAN (số gam muối /100g H₂O)

(g salt/100 g H₂O)

| 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.

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.



Độ tan của một số ion thông dụng trong nước

TAN

Na^+ , K^+ , NH_4^+

Nitrates, NO_3^-
Acetates, $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$

Chlorides, Cl^-
Bromides Br^-
Iodides, I^-

Sulfates, SO_4^{2-}
 Ag^+ , Ca^{2+} are
slightly soluble

NH_4^+
alkali metal cations

Ngoại trừ

Ngoại trừ

Ngoại trừ

KHÔNG TAN

Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}

Ba^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+}

Carbonates, CO_3^{2-}
Phosphates, PO_4^{3-}
Hydroxides, OH^-
Sulfides, S^{2-}

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ TAN

- Bản chất của dung môi và chất tan
- Năng lượng mạng tinh thể của chất tan
- Nhiệt độ, áp suất
- Môi trường



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



- 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:

Độ phân cực
của dung môi



- Không tan trong nước
- Tan trong ether.



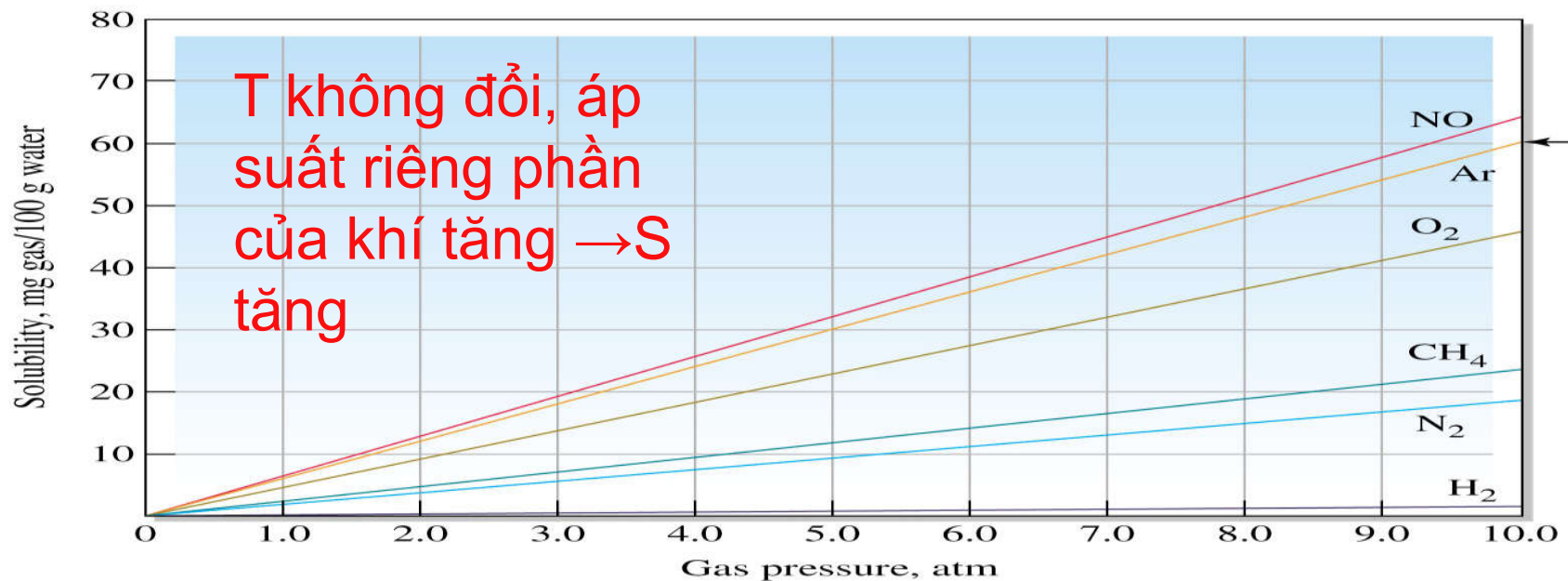
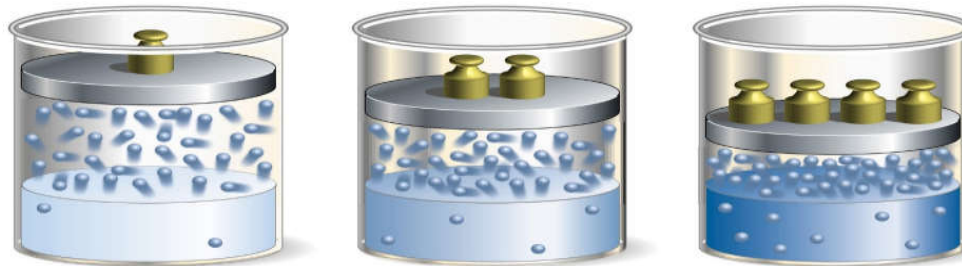
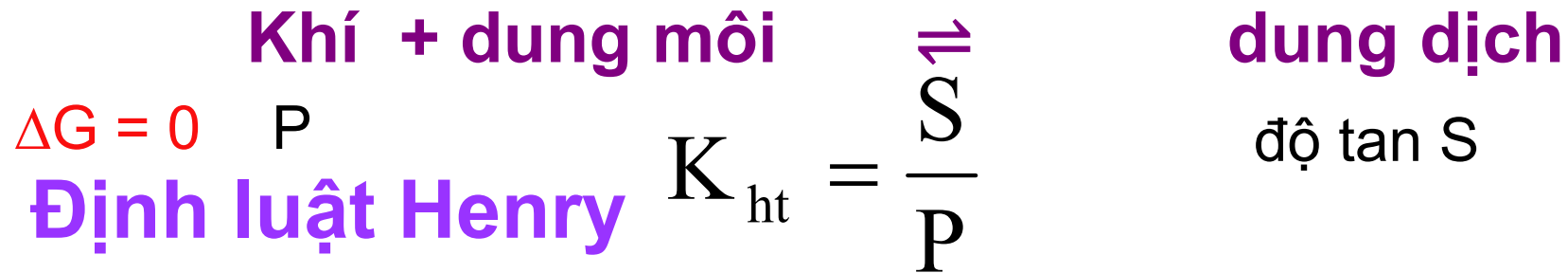
ẢNH HƯỞNG NĂNG LƯỢNG MẠNG TINH THỂ

| HC ION | U_m [kJ/mol] | Độ tan [g/100g H ₂ O] ở 20°C |
|-------------|----------------|---|
| NaF | 924 | 4,06 |
| NaCl | 788 | 35,9 |
| NaBr | 751 | 90,8 |
| NaI | 704 | 178 |

Trong cùng điều kiện, U_{tt} càng nhỏ thường độ tan sẽ tăng.



ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ ÁP SUẤT



ÁP DỤNG: Áp suất hơi của NH_3 trên dd 1% bằng 4mmHg. Tính áp suất NH_3 trên dd 2,5% ở cùng nhiệt độ.

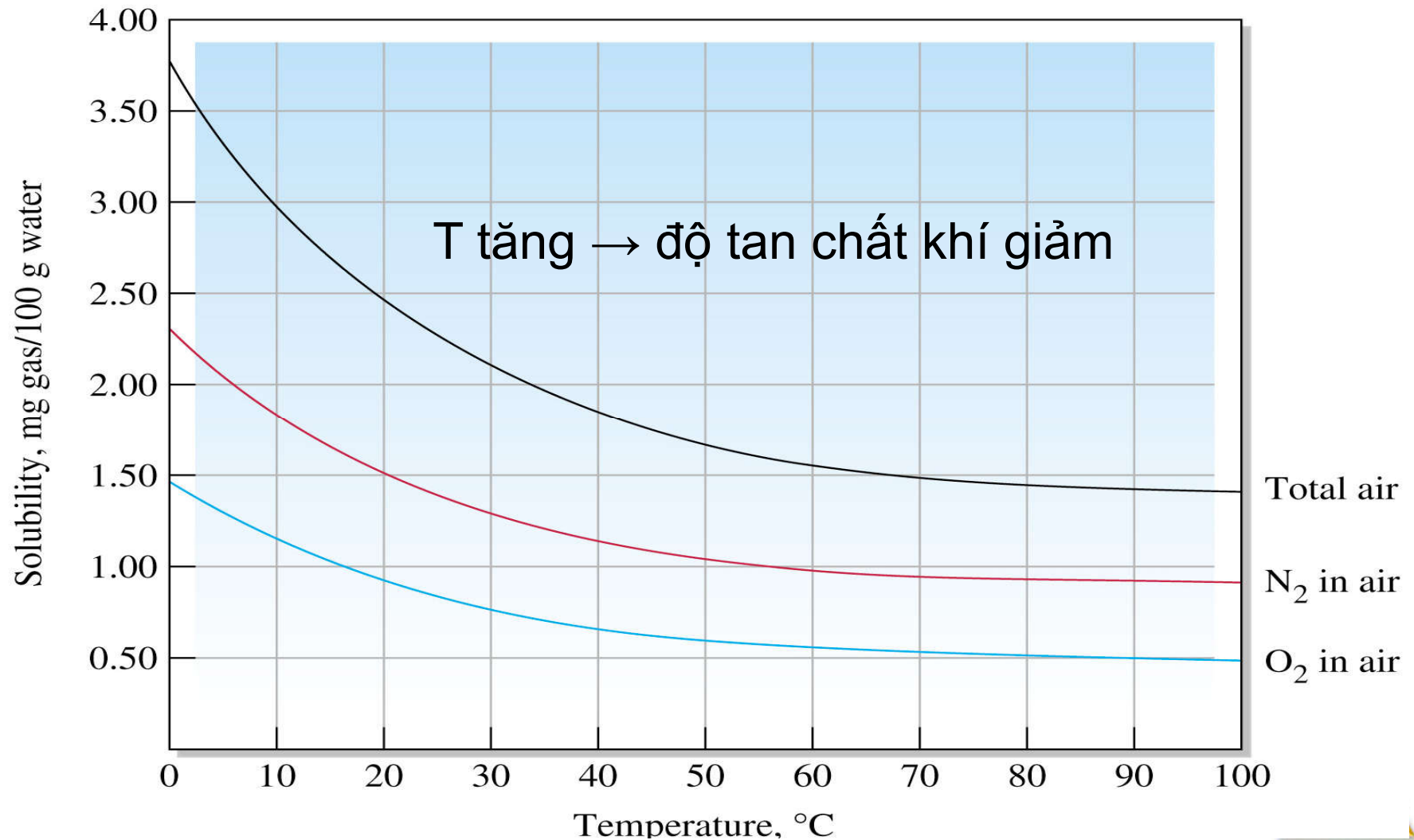
Ở cùng nhiệt độ:
$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$$

$$P(\text{NH}_3) = 10 \text{ [mmHg]}$$



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

$$\Delta H_{cp} < 0 \quad \Delta H_s < 0$$



ÁP DỤNG: So sánh độ tan CO_2 trong nước.

$$S_1 : P(\text{CO}_2) = 5\text{atm} ; t = 0^\circ\text{C}$$

$$S_2 : P(\text{CO}_2) = 0,1\text{atm} ; t = 30^\circ\text{C}$$

$$S_3 : P(\text{CO}_2) = 0,1\text{atm} ; t = 10^\circ\text{C}$$

$$S_4 : P(\text{CO}_2) = 5\text{atm} ; t = 10^\circ\text{C}$$

$$S_1 > S_4 > S_3 > S_2$$



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

$T, \Delta G=0$

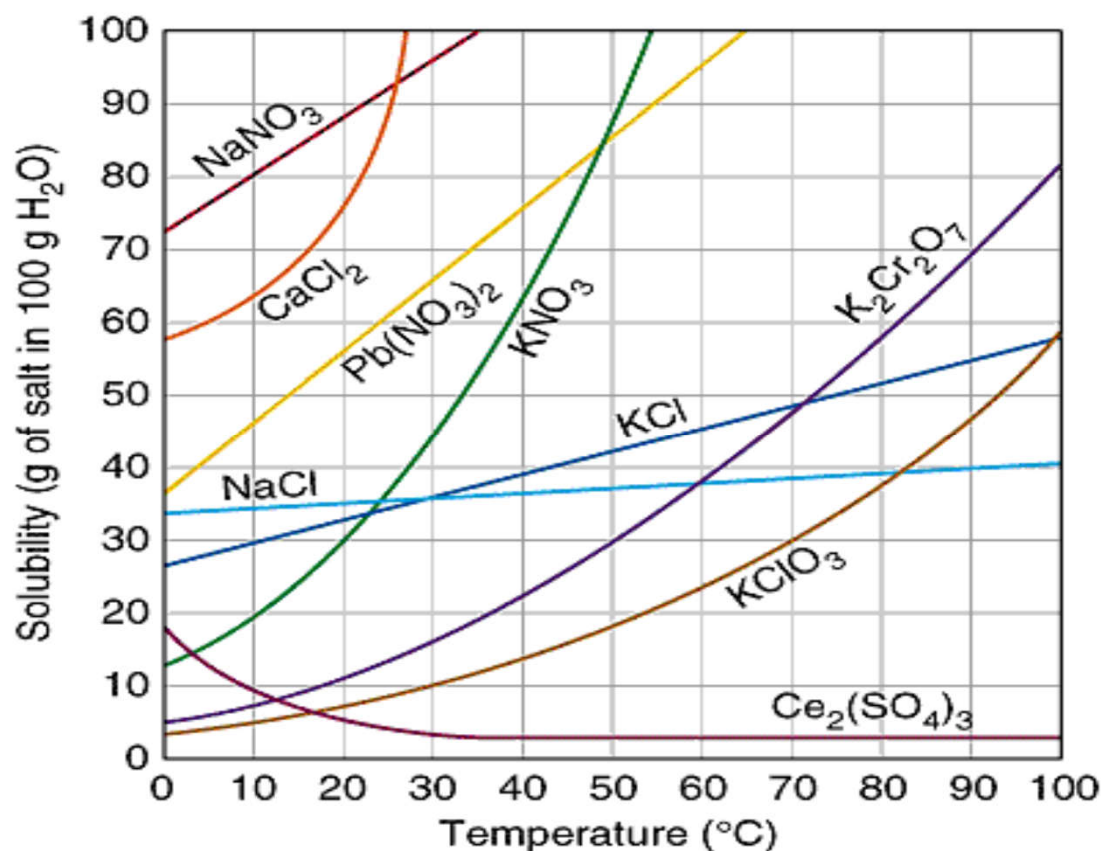
$K_{cb}(T) = S$ S

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

$\Delta H_{ht} < 0 \quad T \uparrow \rightarrow S \downarrow$

$\Delta H_{ht} > 0 \quad T \uparrow \rightarrow S \uparrow$

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

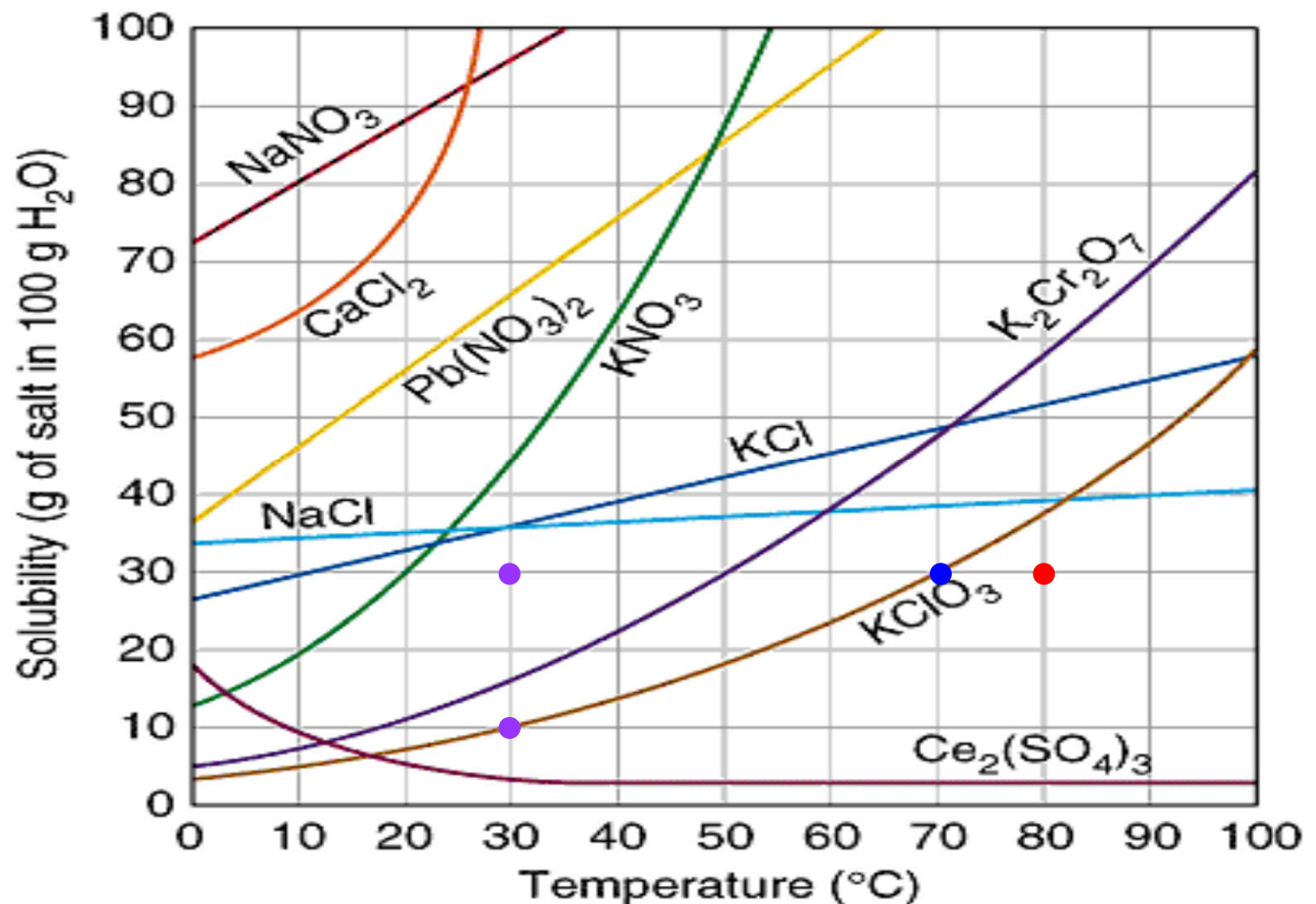


Áp dụng: Hãy xác định vị trí nồng độ chất tan trên giản đồ và lượng muối kết tủa khi cho 30g KClO_3 hòa tan trong 100ml nước.

● 80°C

● 70°C

● 30°C



ÁP DỤNG: Ở 40°C và 60°C , KNO_3 có độ hòa tan trong nước lần lượt là $S_1=63,9\text{g}/100\text{g}$ nước $S_2= 109,9 \text{ g}/100\text{g}$ nước. Hãy tính nhiệt hòa tan ΔH_{ht} trong nước của KNO_3 .

$$\ln \frac{S_2}{S_1} = \frac{\Delta H}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\Delta H_{\text{ht}} = 23,5 \text{ kJ/mol}$$



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

Khí + dung môi (lỏng) = dung dịch(lỏng)

$$\Delta H_{ht} = \Delta H_{cp} (-) + \Delta H_{sol} (-) < 0$$

$$\Delta S_{ht} = \Delta S_{cp} (-) + \Delta S_{sol} (-) < 0$$

Rắn + dung môi(l) = dung dịch (lỏng)

$$\Delta H_{ht} = \Delta H_{cp} (+) + \Delta H_{sol} (-) < 0 \text{ hay } > 0$$

$$\Delta S_{ht} = \Delta S_{cp} (+) + \Delta S_{sol} (-) > 0$$



NỒNG ĐỘ DUNG DỊCH

Nồng độ phần trăm

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

Nồng độ mol C_M = số mol chất tan trong 1lit dd

Nồng độ molan C_m = số mol chất tan trong 1000g dm

Nồng độ phần mol

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

Dung dịch NaCl:

$$N_{NaCl} = \frac{n_{NaCl}}{n_{NaCl} + n_{H_2O}} \leq 1$$

$$N_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_{NaCl} + n_{H_2O}} \leq 1$$

$$N_{NaCl} + N_{H_2O} = 1$$



ÁP DỤNG: Cho dd gluco 20% ($M = 180\text{g/mol}$).

1. Tính nồng độ molan của dd gluco.

2. Tính nồng độ phần mol của gluco và nước.

20 g gluco \rightarrow 80 g nước

$\frac{20}{180}\text{mol gluco} \rightarrow 80\text{ g nước}$

$\frac{20}{180}\text{mol gluco} \rightarrow \frac{80}{18}\text{mol nước}$

$$C_m = 1,39\text{ m}$$

$$N_{\text{gluco}} = 0,024$$

$$N_{\text{H}_2\text{O}} = 0,976$$



CÂN BẰNG PHA

$\text{H}_2\text{O}(\text{lỏng}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{khí})$ Cân bằng lỏng - hơi

$\text{H}_2\text{O}(\text{rắn}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{khí})$ Cân bằng rắn - hơi

$\text{H}_2\text{O}(\text{rắn}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{lỏng})$ Cân bằng rắn - lỏng



ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG PHA

Nhiệt độ ở các pha đều bằng nhau

Áp suất ở các pha đều bằng nhau

Hóa thế của mỗi cấu tử trong các pha đều bằng nhau

Ví dụ: $\text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ cân bằng rắn - lỏng

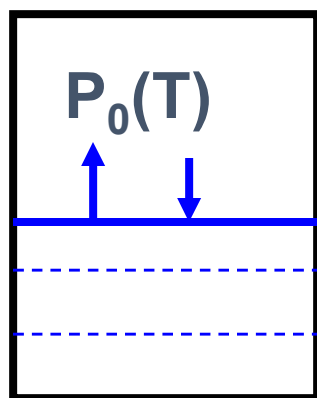
$$P_{\text{r}}(\text{H}_2\text{O}) = P_{\text{l}}(\text{H}_2\text{O})$$

$$T_{\text{r}} = T_{\text{l}}$$

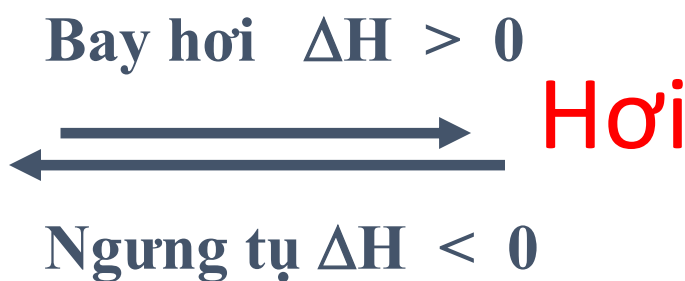
$$G_{\text{r}}(\text{H}_2\text{O}) = G_{\text{l}}(\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \Delta G = 0$$



ÁP SUẤT HƠI BẢO HOÀ CỦA CHẤT LỎNG NGUYÊN CHẤT



Lỏng



$$T, \Delta G = 0$$

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

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

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



ÁP DỤNG: Chọn đáp án **sai**. Áp suất hơi bão hòa của chất lỏng phụ thuộc vào yếu tố :

A. Nhiệt độ

B. Khối lượng phân tử

C. Diện tích bề mặt thoáng

D. Lực hút giữa các phân tử



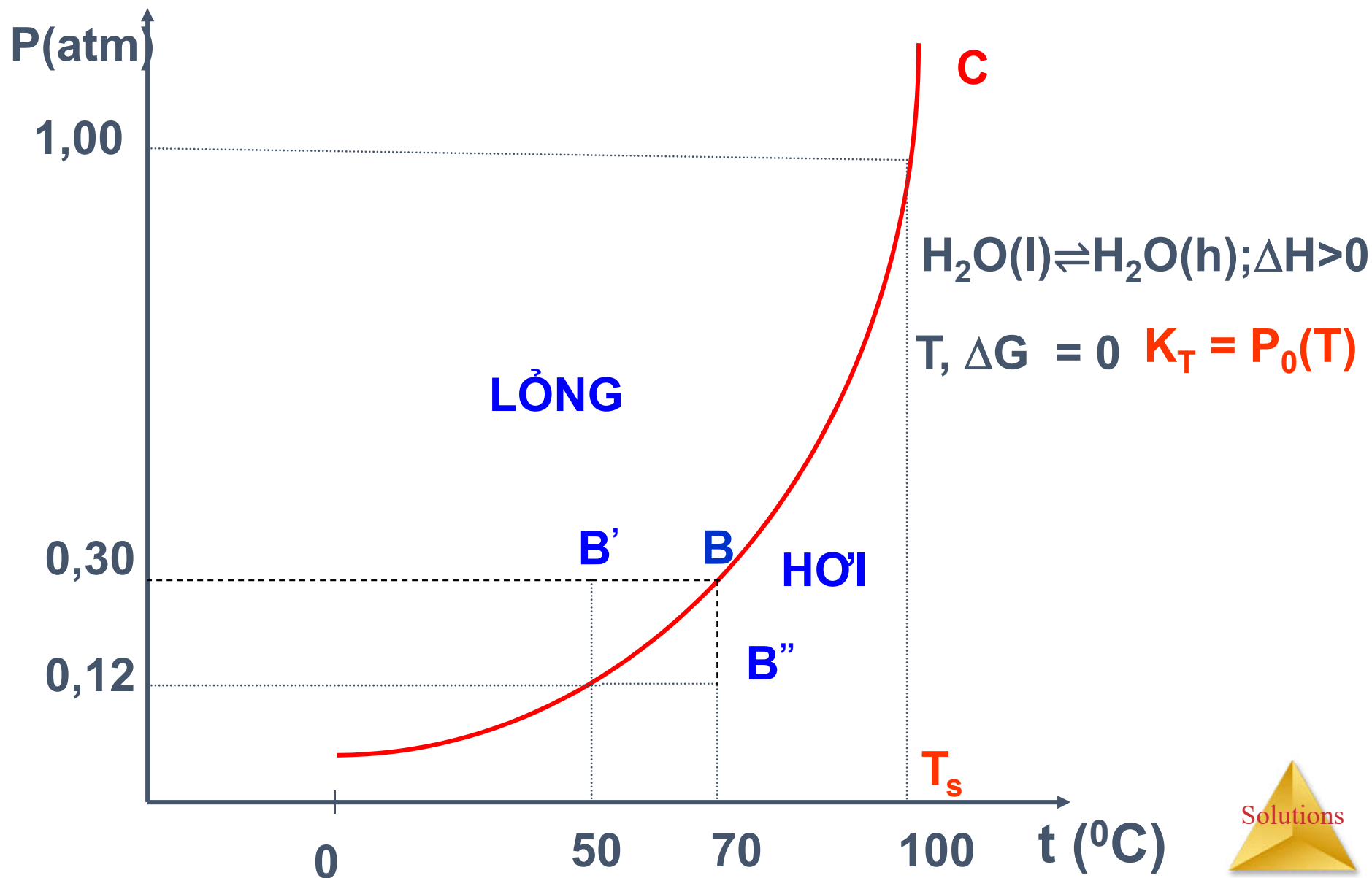
ÁP DỤNG: Sắp xếp áp suất hơi bão hòa các chất theo trật tự tăng dần ở 20°C:

(1) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; (2) H_2O ; (3) ethylene glycol; (4) glycerin

$$4 < 3 < 2 < 1$$



ĐƯỜNG CONG CÂN BẰNG LỎNG - HƠI CỦA H₂O



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

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.



ÁP DỤNG: Một nồi áp suất có van xả áp ở 2,5atm.

Hãy tính nhiệt độ sôi của nước trong nồi đó. Cho biết nhiệt bay hơi của nước là 40,656kJ/mol.

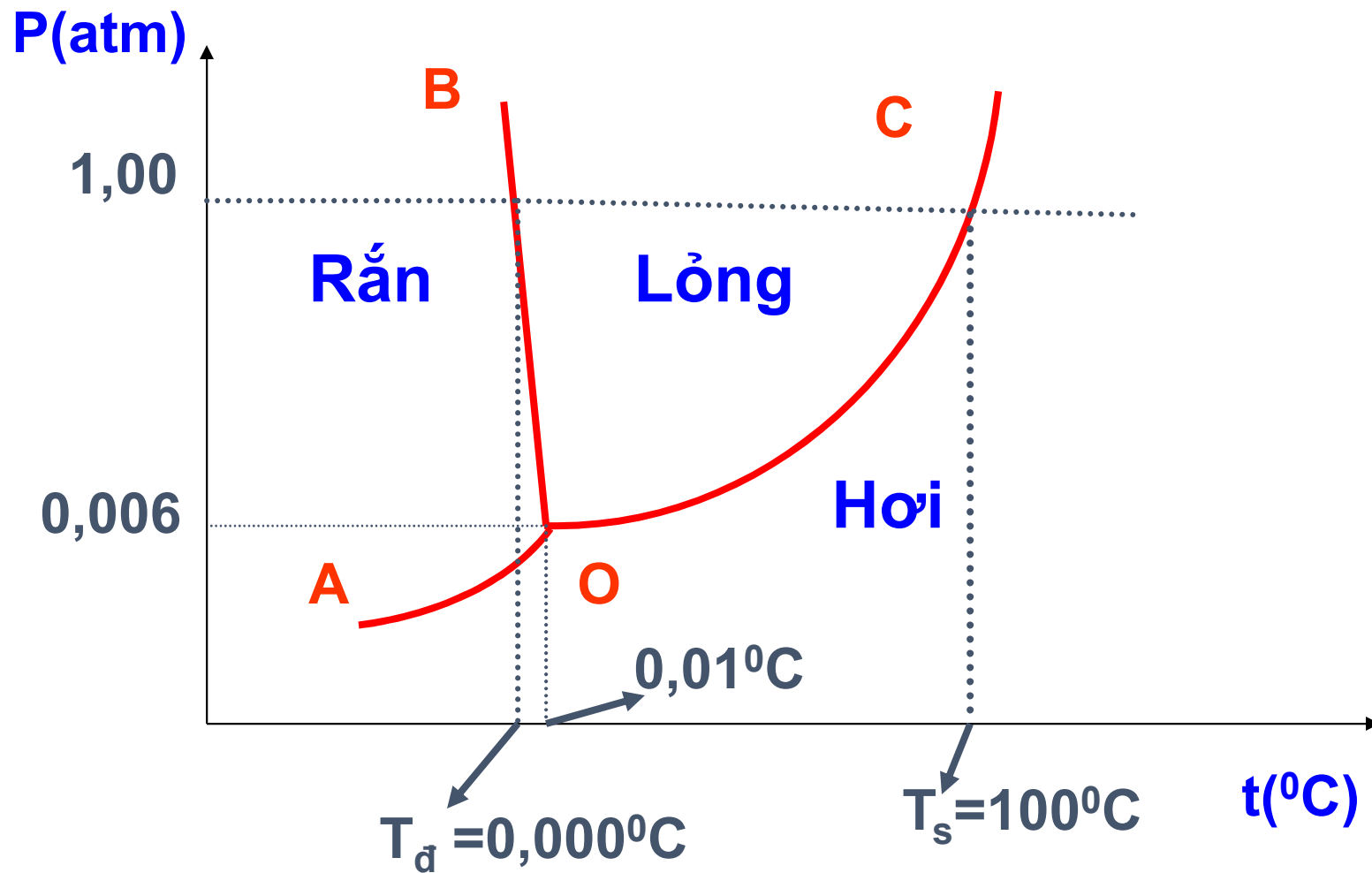
$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_{bh}}{R} \cdot \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right]$$

Áp suất ngoài $P_1 = 1\text{atm} \rightarrow$ Nhiệt độ sôi $T_1 = 100^\circ\text{C}$

$$T_2 = 128^\circ\text{C}$$



NHIỆT ĐỘ ĐÔNG ĐẶC CỦA NƯỚC NGUYÊN CHẤT



Nhiệt độ đông đặc của bất cứ pha lỏng nào
(nguyên chất hay dung dịch) cũng đều bắt đầu đông đặc
ở 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.



ÁP SUẤT HƠI BẢO HOÀ CỦA DD LỎNG LOÃNG PHÂN TỬ, CHẤT TAN KHÔNG ĐIỆN LY KHÔNG BAY HƠI



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

$$K = P_0$$

$$P_0$$

Định luật

RAOULT I

$$N_1 = N_{dm} < 1 \text{ (dung dịch)} \quad K = \frac{P_1}{N_1}$$

$$P_1$$

$$p_1 = p_0 N_1$$

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

$$N_1 = 1 - N_{2(\text{chất tan})}$$

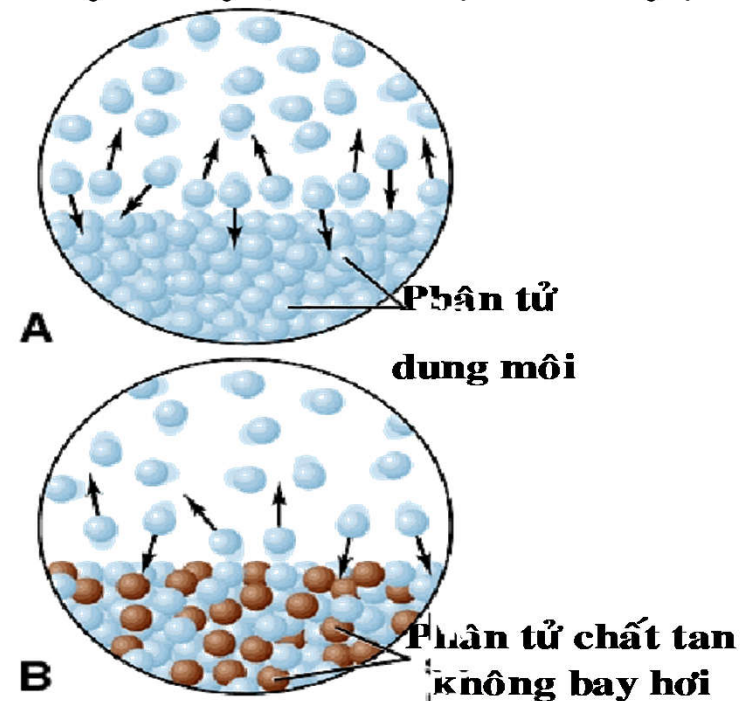
$$N_2 = \frac{(p_0 - p_1)}{p_0} = \frac{\Delta p}{p_0}$$

Solutions

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 hoà của dung môi trong dung dịch luôn nhỏ hơn áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất ở cùng nhiệt độ : $P_1 < P_0$

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



ÁP DỤNG: Biết áp suất hơi bão hòa của benzen ($M=78\text{g/mol}$) ở 25°C bằng $95,0\text{mmHg}$ (P_0). Khi hòa tan $0,155\text{g}$ hợp chất $[\text{Al}(\text{CH}_3)_3]_x$ không bay hơi vào trong $10,00\text{g}$ benzen, áp suất hơi dd bằng $94,2\text{mmHg}$ (P_1). Hãy xác định phân tử khối hợp chất đó và xác định x .

$$N_{\text{chất tan}} = N_2 = \frac{\Delta P}{P_0}$$

$$n(\text{chất tan}) = 0,00108\text{mol}$$

$$\rightarrow M(\text{chất tan}) = 143,5 \text{ g/mol}$$

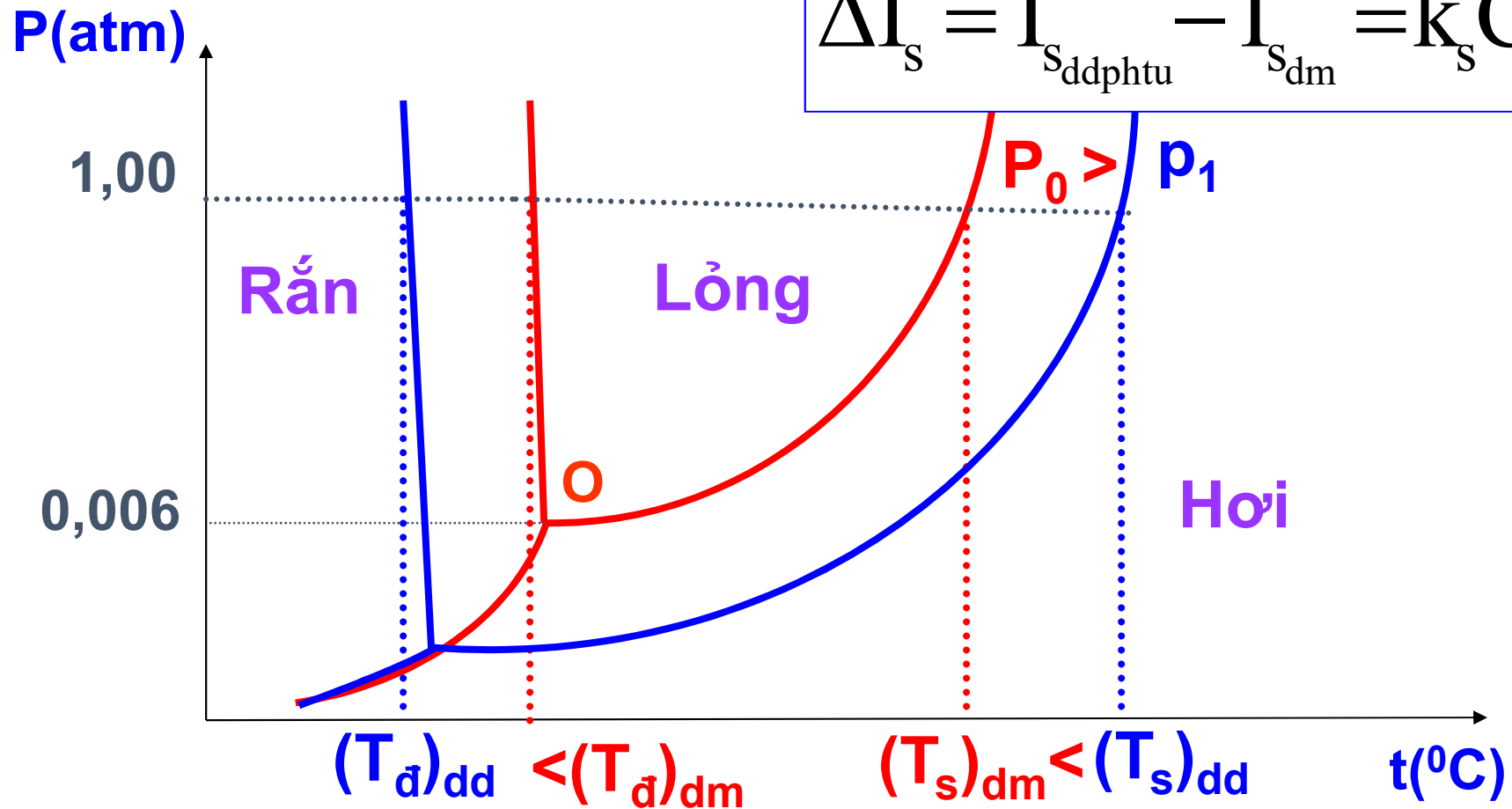
$$\rightarrow x=2$$



ĐỊNH LUẬT RAOULT II

$$\Delta T_d = T_{d_{dm}} - T_{d_{ddphtu}} = k_d C_m$$

$$\Delta T_s = T_{s_{ddphtu}} - T_{s_{dm}} = k_s C_m$$

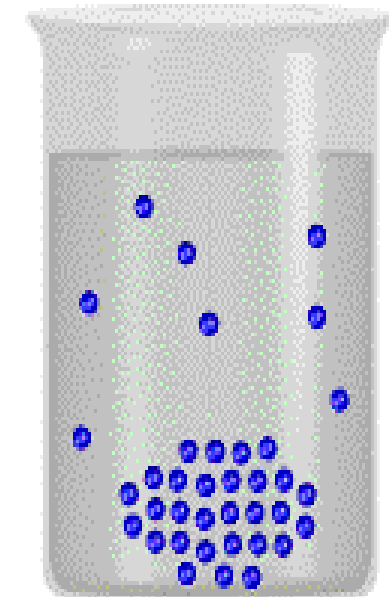


| Dung môi | $T_{\text{sôi}} (^{\circ}\text{C})$ | K_s (độ/m) | $T_{\text{đđ}} (^{\circ}\text{C})$ | K_d (độ/m) |
|---|-------------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
| Water, H_2O | 100.0 | 0.52 | 0.00 | 1.86 |
| Benzen, C_6H_6 | 80.1 | 2.53 | 5.5 | 5.12 |
| Ethanol, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ | 78.4 | 1.22 | -114.0 | 1.99 |
| Carbon tetrachloride, CCl_4 | 76.8 | 5.02 | -22 | 29.8 |
| Chloroform, CHCl_3 | 61.2 | 3.63 | -63.5 | 4.68 |

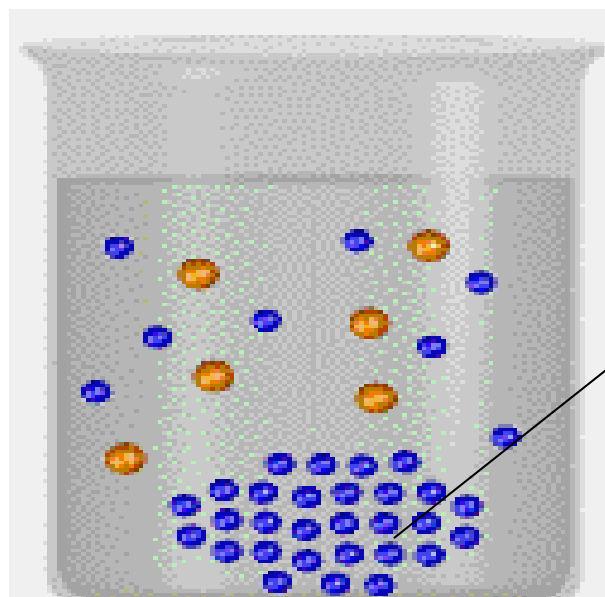


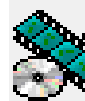
Định luật Raoult chỉ áp dụng cho dung dịch lỏng loãng, chất tan không điện ly, không bay hơi, khi đông đặc chất tan không tham gia tạo dung dịch rắn với dung môi.

$$T_{\text{đ}} (\text{H}_2\text{O}) > T_{\text{đ}} (\text{dd phân tử})$$



 Pure water
(without solute)



 Ethylene glycol
solution

**Tinh thể dung môi
nguyên chất**



*Đối với dung dịch chưa bão hoà, nhiệt độ sôi là nhiệt độ bắt đầu sôi, nhiệt độ đông đặc là nhiệt độ bắt đầu đông đặc. Trong quá trình sôi hay đông đặc do nồng độ dd tăng liên tục nên **nhiệt độ sôi tăng liên tục, nhiệt độ đông đặc giảm liên tục.***

$$\Delta T_d = \overset{\text{Không đổi}}{T_{d_{dm}}} - T_{d_{ddphtu}}^{\downarrow} = k_d C_m^{\uparrow}$$

$$\Delta T_s = T_{s_{ddphtu}}^{\uparrow} - \overset{\text{Không đổi}}{T_{s_{dm}}} = k_s C_m^{\uparrow}$$

***Khi dung dịch bão hoà, nhiệt độ sôi và nhiệt độ đông đặc mới là hằng số.** Nhiệt độ đông đặc này gọi là nhiệt độ *otecti*, cả dm và chất tan đồng thời kết tinh tạo thành hỗn hợp *otecti* (hỗn hợp cơ học hai loại tinh thể nguyên chất).*

ÁP DỤNG: Hòa tan 0,98g một chất vào trong 100g benzen, dung dịch có nhiệt độ sôi $80,3^{\circ}\text{C}$ biết benzen có nhiệt độ sôi $80,1^{\circ}\text{C}$ và $k_s = 2,65$ độ/molan. Tính khối lượng mol của chất đó.

$$M = 130 \text{ g/mol}$$



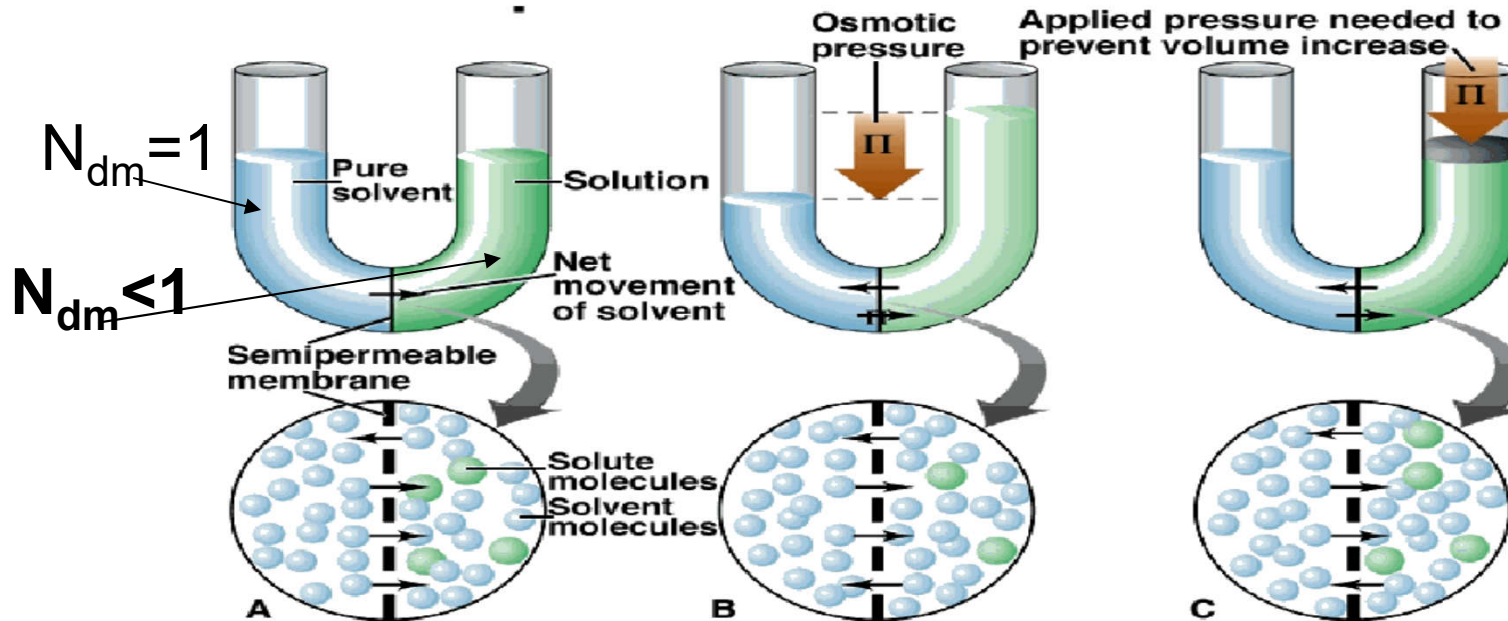
ÁP DỤNG: Cần bao nhiêu gam etylen-glycol ($M=62\text{g/mol}$) pha vào 6 lit nước để hạ nhiệt độ đông đặc của nước xuống -6°C . Cho biết nước có $k_d = 1,86$ độ/ molan

$$m = 1200 \text{ g}$$



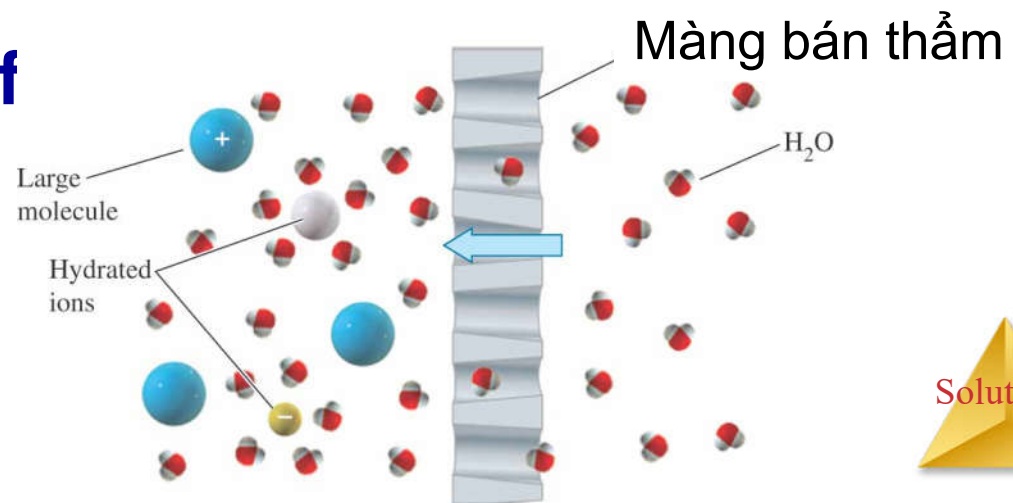
ÁP SUẤT THẨM THẤU π

Sự thẩm thấu và áp suất thẩm thấu



Định luật Van't Hoff

$$\pi = C_M RT$$



ÁP DỤNG. Một dung dịch có $V=200\text{ml}$ chứa 2g chất tan có áp suất thẩm thấu $\pi = 1,5\text{atm}$ ở 25°C . Tính khối lượng mol của chất tan.

$$M = 163 \text{ g/mol}$$



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)

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.



i - Hệ số đẳng trương (Hệ số Vant' Hoff)

$$i = \frac{\text{Số tiểu phân chất tan}}{\text{Số phân tử chất tan hòa tan}}$$

DUNG DỊCH PHÂN TỬ $i = 1$

Số tiểu phân chất tan = Số phân tử chất tan hòa tan

DUNG DỊCH ĐIỆN LY $1 < i \leq m$

Số tiểu phân chất tan = Số phân tử, ion của chất tan

m: Số ion có trong 1 phân tử

Khi điện ly hoàn toàn: $i = m$

Trong cùng điều kiện :

$$(\text{Số tiểu phân chất tan})_{\text{điện ly}} = i \cdot (\text{Số tiểu phân chất tan})_{\text{phân tử}}$$



ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT RAOULT & VANT'HOFF CHO DUNG DỊCH ĐIỆN LY

Trong cùng điều kiện:

$$(\text{Số tiểu phân chất tan})_{\text{điện ly}} = i \cdot (\text{Số tiểu phân chất tan})_{\text{phân tử}}$$

Dd phân tử Dd điện ly ($i > 1$) NHẬN XÉT

$$N_2 = \frac{\Delta P}{P_0} \rightarrow i \cdot N_2 = \frac{\Delta P}{P_0} \quad (P_1)_{\text{đl}} < (P_1)_{\text{pt}} < (P_0)_{\text{dm}}$$

$$\Delta T_{\text{đ}} = k_{\text{đ}} \cdot C_m \rightarrow \Delta T_{\text{đ}} = i \cdot k_{\text{đ}} C_m \quad (T_{\text{đ}})_{\text{đl}} < (T_{\text{đ}})_{\text{pt}} < (T_{\text{đ}})_{\text{dm}}$$

$$\Delta T_s = k_s \cdot C_m \rightarrow \Delta T_s = i \cdot k_s C_m \quad (T_s)_{\text{đl}} > (T_s)_{\text{pt}} > (T_s)_{\text{dm}}$$

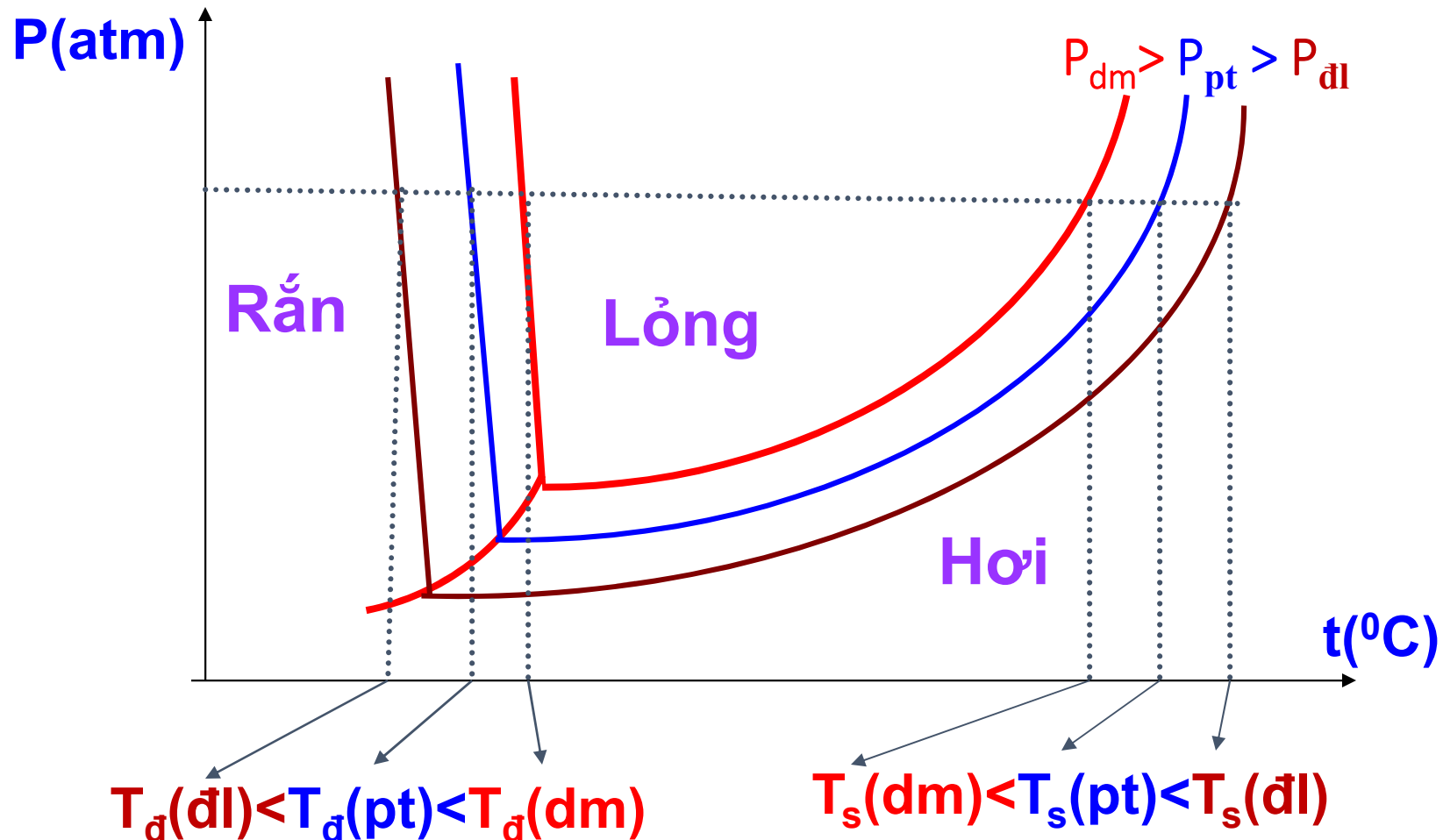
$$\pi = C_M RT \rightarrow \pi = i \cdot C_M RT \quad \pi_{\text{đl}} > \pi_{\text{pt}}$$



$T_s(\text{dung môi}) < T_s(\text{dd phân tử}) < T_s(\text{dd điện ly})$

$T_d(\text{dung môi}) > T_d(\text{dd phân tử}) > T_d(\text{dd điện ly})$

$\pi(\text{dd phân tử}) < \pi(\text{dd điện ly})$



ÁP DỤNG. Cần pha bao nhiêu gam muối ăn NaCl vào 10 lit nước để hạ nhiệt độ đóng băng của nước từ 0°C xuống -10°C . Cho biết hằng số nghiệm đông của nước là $1,86$ độ/molan; xem dd NaCl điện ly hoàn toàn.

$$m = 1,5726 \text{ Kg}$$



ĐỘ ĐIỆN LY α

$$\alpha = \frac{\text{Số phân tử điện ly}}{\text{Tổng số phân tử khi chưa điện ly}} \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

$\alpha = 0 \rightarrow$ dd lỏng phân tử

$\alpha = 1 \rightarrow$ điện ly hoàn toàn

n : số mol chất tan hoà tan ; αn : số mol chất tan điện ly

αnm : số mol ion; $(n - \alpha n)$: số mol chất tan không điện ly

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

Công thức xác định độ điện ly

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

(trong dd điện ly mạnh gọi là độ điện ly biểu kiến α_{bk})

ÁP DỤNG. Dung dịch chất điện ly AB_2 có hệ số đẳng trương $i = 1,84$. Tính độ điện ly α của AB_2 trong dung dịch.

$$\alpha = 0,42$$



ÁP DỤNG. Xác định độ điện ly biểu kiến của HIO_3 trong dung dịch chứa 0.506g HIO_3 và 22.48g $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Dung dịch này bắt đầu sôi ở 351.624K. Cho biết $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ sôi ở 351.460K; hằng số nghiệm sôi $k_s(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1.19$ độ/molan và $M_{\text{HIO}_3} = 176.0$ g/mol.

7,8%



CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ ĐIỆN LY α

- Chất tan và dung môi có cực càng mạnh $\rightarrow \alpha$ lớn
- Hằng số điện môi của dung môi càng lớn $\rightarrow \alpha$ lớn

Thường dung môi có cực càng mạnh thì hằng số điện môi càng lớn.

- Nồng độ dung dịch càng nhỏ $\rightarrow \alpha$ lớn
- Nhiệt độ tăng thường α tăng.



QUI ƯỚC ĐÁNH GIÁ ĐỘ ĐIỆN LY α

Trong dung dịch **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



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

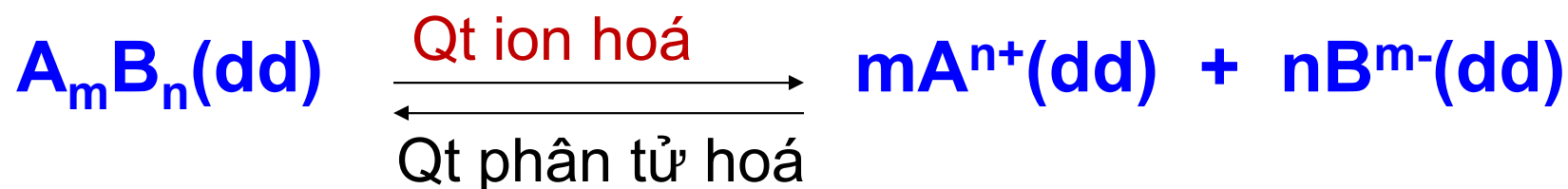
2. Cộng hoá trị phân cực mạnh



Sự phân ly không xảy ra cho những lk cộng hoá trị có cực yếu hoặc không phân cực.



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: $K_a, K_b < 10^{-4} \rightarrow$ axit yếu, base yếu



QUAN HỆ GIỮA K và α



Ban đầu C_0

Điện ly $C_0\alpha$

Cân bằng $C_0(1 - \alpha)$

$C_0\alpha$

$C_0\alpha$

$C_0\alpha$

$C_0\alpha$

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 $\alpha < 0,05$)

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



ÁP DỤNG. Dung dịch HA 0,1M có độ điện ly $\alpha = 1,3 \times 10^{-2}$. Hỏi trong cùng điều kiện, ở nồng độ nào của CH_3COOH thì $\alpha' = \alpha/2$

0,4M



ÁP DỤNG. Chọn phương án đúng. Xét quá trình điện ly: $\text{HA}(\text{dd}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{dd}) + \text{A}^-(\text{dd})$; $\Delta H > 0$

Trường hợp nào dd HA có độ điện ly α tăng:

1. Tăng nhiệt độ.
2. Pha loãng dung dịch HA với nước.
3. Tăng nồng độ HA.
4. Thay dung môi nước bằng rượu etylic.(cho biết hằng số điện môi của nước lớn hơn rượu)
5. Thêm dd HCl.
6. Thêm dd NaOH.

Đáp án: 1, 2, 6



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.

DUNG DỊCH CHẤT ĐIỆN LY MẠNH

HOẠT ĐỘNG (a): nồng độ hoạt động **$a = f.c$**

Dung dịch rất loãng $f = 1 \rightarrow a = c \rightarrow \alpha = 1$

Dung dịch có nồng độ cao $f < 1 \rightarrow a < c \rightarrow \alpha_{bk} < 1$

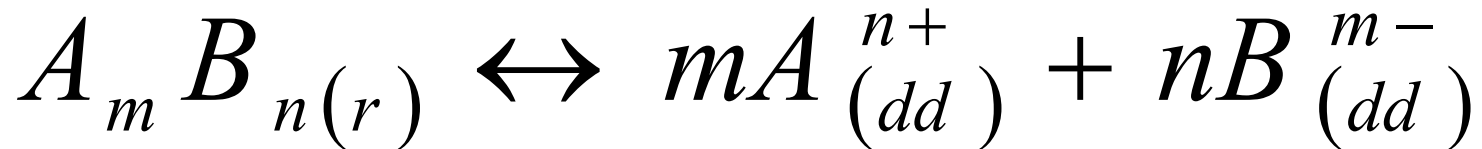
Độ điện ly biểu kiến của dd chất điện ly mạnh xác định bằng thực nghiệm. $\alpha_{bk} = \frac{i - 1}{m - 1}$

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



CÂN BẰNG TRONG DUNG DỊCH

CHẤT ĐIỆN LY KHÓ TAN



$$T_{A_mB_n} = [A^{n+}]_{cb}^m \cdot [B^{m-}]_{cb}^n$$

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

Tích số tan T_{AmBn} :

- ✓ Đặc trưng cho độ hòa tan của A_mB_n .
- ✓ Phụ thuộc: Nhiệt độ, bản chất của dung môi và chất tan.



ĐỘ TÀN TRONG NƯỚC CỦA CHẤT ĐIỆN LY KHÓ TAN



S[mol/l]

mS

nS

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

$$= (mS)^m \times (nS)^n$$

$$= m^m n^n S^{(m+n)}$$

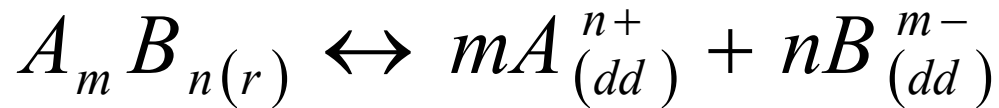
$$S = \sqrt[m+n]{\frac{T_{A_m B_n}}{m^m n^n}}$$



ÁP DỤNG. Thiết lập biểu thức tích số tan theo độ tan trong nước của các chất sau:



ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ION TRONG DUNG DỊCH ĐẾN ĐỘ TAN CỦA CHẤT ĐIỆN LY KHÓ TAN.



- Thêm ion cùng loại: $S \downarrow$ (< độ tan trong nước)
- Thêm ion khác loại: $S \uparrow$ (> độ tan trong nước)

$$S = \frac{1}{m^m n^n f_{A_m B_n}^{(m+n)}} \sqrt{\frac{T_{A_m B_n}}{m^m n^n f_{A_m B_n}^{(m+n)}}} \quad f < 1 \rightarrow S \text{ tăng}$$

- ✓ Không có tương tác với ion chất điện ly khó tan: $S \uparrow$
- ✓ Có tương tác với ion chất điện ly khó tan: $S \uparrow \uparrow$



ÁP DỤNG. Tính độ tan của AgI ở 25°C, cho biết $pT = 16$ ở 25°C. (bỏ qua phản ứng các ion với nước)

a. Trong nước

b. Trong dd KI 0,1M

a. Trong nước: $S_1 = 10^{-8}$ [mol/l]

b. Trong dd KI: $S_2 = 10^{-15}$ [mol/l]

Độ tan AgI trong dd KI giảm đi $\frac{S_1}{S_2} = 10^7$ lần.



ÁP DỤNG. Sắp độ tan của AgCl trong các trường hợp sau theo trật tự tăng dần:

S_1 : Trong nước

S_2 : Trong dd NaCl 0,1M

S_3 : Trong dd NaCl 0,5M

S_4 : Trong dd KNO_3 0,1M

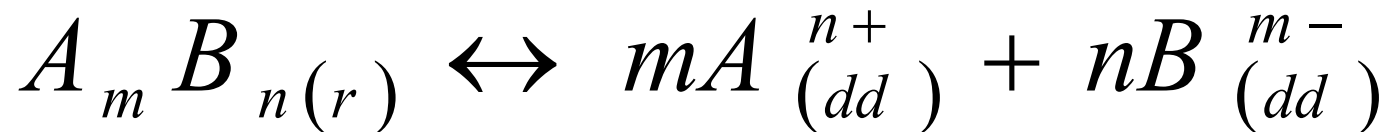
S_5 : Trong dung dịch KI 1M

S_6 : Trong dung dịch KI 0,1M

$$S_3 < S_2 < S_1 < S_4 < S_6 < S_5$$



ĐIỀU KIỆN HÒA TAN, KẾT TỦA CỦA CHẤT ĐIỆN LY KHÓ TAN



$$\Delta G = RT \ln \frac{Q}{T_{A_m B_n}}$$

➤ **Dung dịch bão hòa**

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

➤ **Chất điện ly sẽ kết tủa khi**

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

➤ **Chất điện ly sẽ tan khi**

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



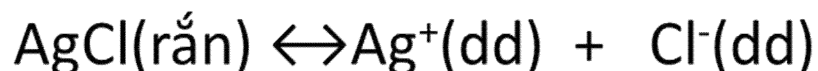
ÁP DỤNG. Ở 25°C cho 100ml dd CaCl_2 $2 \cdot 10^{-5}\text{M}$ vào 300ml AgNO_3 $\frac{4}{3} \cdot 10^{-3}\text{M}$. Hãy cho biết có xuất hiện kết tủa AgCl , $pT_{\text{AgCl}} = 9,7$

Dung dịch CaCl_2 $2 \cdot 10^{-5}\text{M} \rightarrow [\text{Cl}^-] = 4 \cdot 10^{-5}\text{M}$ (ban đầu)

Thể tích dd tăng lên $\frac{400}{100} = 4$ lần $\rightarrow [\text{Cl}^-] = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{4} = 10^{-5}\text{M}$ (sau khi trộn)

Dung dịch AgNO_3 $\frac{4}{3} \cdot 10^{-3}\text{M} \rightarrow [\text{Ag}^+] = \frac{4}{3} \cdot 10^{-3}\text{M}$ (ban đầu)

Thể tích dd tăng lên $\frac{400}{300} = \frac{4}{3}$ lần $\rightarrow [\text{Ag}^+] = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{3} : \frac{4}{3} = 10^{-3}\text{M}$ (sau khi trộn)



Khi trộn hai dd vào nhau: $Q = [\text{Ag}^+].[\text{Cl}^-] = 10^{-5} \cdot 10^{-3} > T = 10^{-9,7}$

→ Xuất hiện kết tủa AgCl ↓

