

Chương 10

Dung dịch



- I. KHÁI NIỆM VỀ DUNG DỊCH**
- II. DUNG DỊCH RẤT LOÃNG
CHẤT KHÔNG ĐIỆN LY,
KHÔNG BAY HƠI VÀ CÁC
TÍNH CHẤT**
- III. DUNG DỊCH CHẤT ĐIỆN LY**

1.1. Khái niệm về hệ khuếch tán

➤ Hệ khuếch tán là một hệ gồm:

Một hay nhiều chất có kích thước nhỏ
phân bố vào



Chất phân tán hay
chất khuếch tán

Một chất còn lại



Môi trường phân tán

➤ Phân loại:

cuu duong than cong . com

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

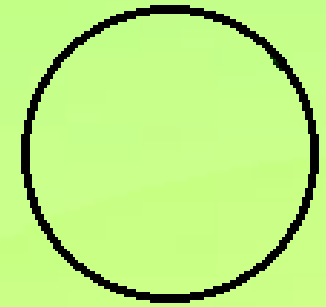
✓ Hệ phân tán cao (hệ keo): $1\mu m < d < 100\mu m$

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

1.2. Các loại hệ phân tán thông dụng

Hệ phân tán	Kích cỡ hạt phân tán (μm)	Môi trường	Chất phân tán	Tên gọi hệ
Thô	$d > 100$	Lỏng	Rắn	Huyền phù
		Lỏng	Lỏng	Nhũ tương
		Lỏng	Khí	Hệ bọt
		Khí	Lỏng	Sương mù
		Khí	Rắn	Khói bụi
		Rắn	Khí	Vật thể xốp
		Rắn	Lỏng	
Keo	$1 < d < 100$	Khí	Rắn, lỏng	Keo khí
		Lỏng	Rắn	Keo lỏng
		Rắn	Khí, rắn	Keo rắn
Dung dịch thật	$d < 1$	Rắn	Rắn	Dung dịch rắn
		Lỏng	Lỏng, rắn	Dung dịch lỏng
		Khí	Khí, hơi	Dung dịch khí

Môi trường Khí

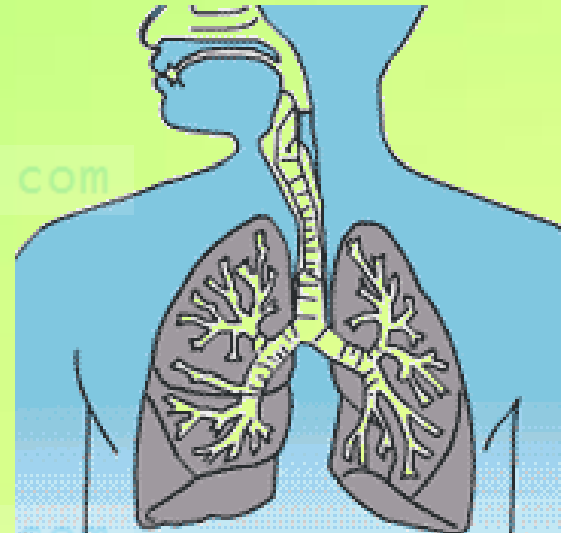
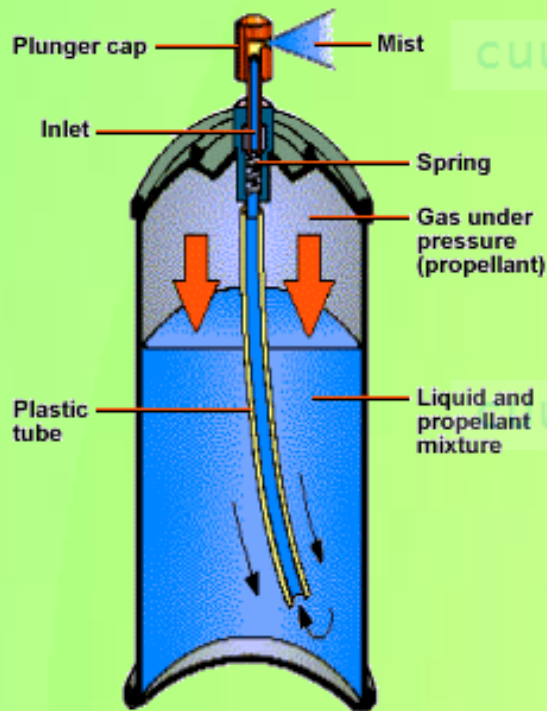
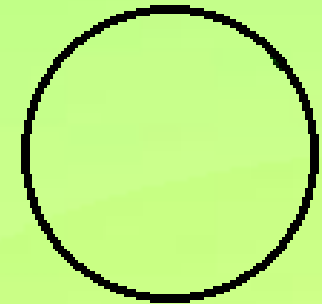


Hệ sương mù



Hệ khói bụi

Môi trường Khí

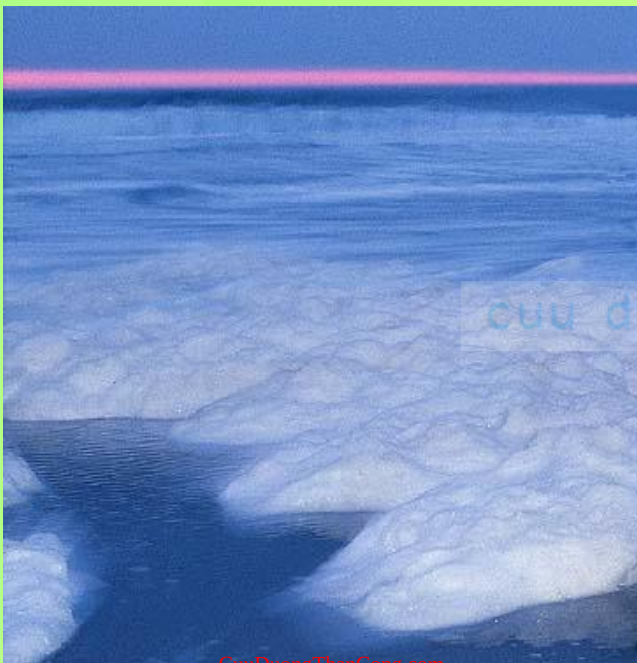
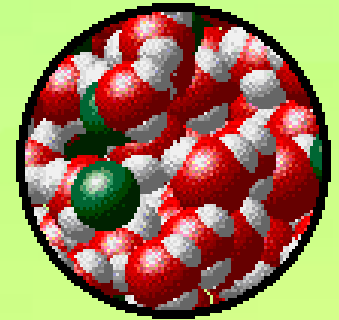


Hệ dung dịch khí

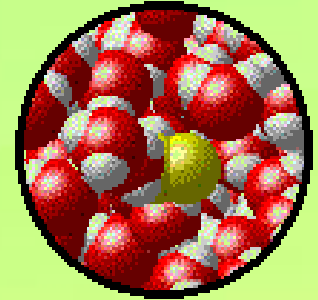


Hệ keo khí

Hệ Khí – Lỏng: Hệ bột



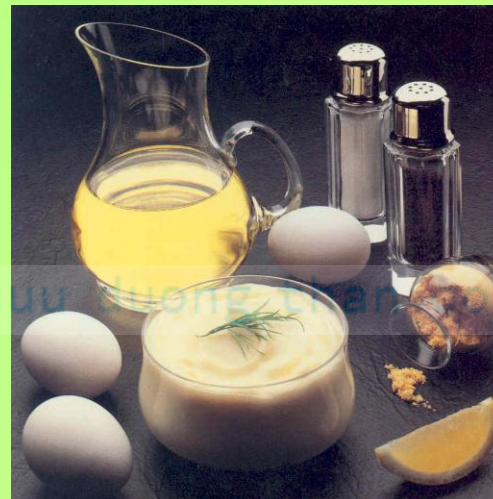
Hệ Lỏng – lỏng



cuu duong than cong . com



Hệ nhũ tương



Hệ keo lỏng – lỏng



Hệ dung dịch thật

Hệ Rắn – Lỏng

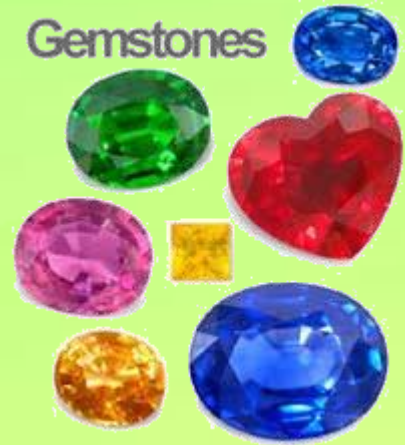
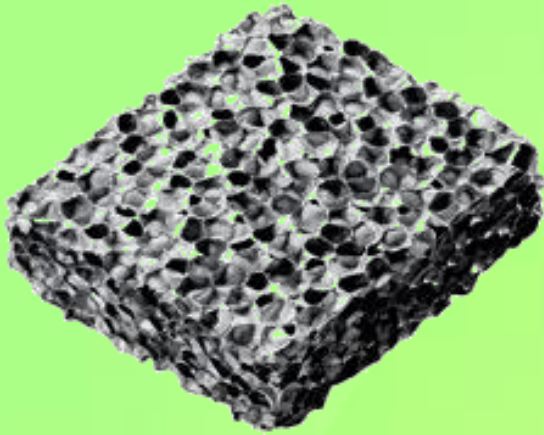


Hệ huyền phù



Hệ keo lỏng – rắn

Môi trường rắn



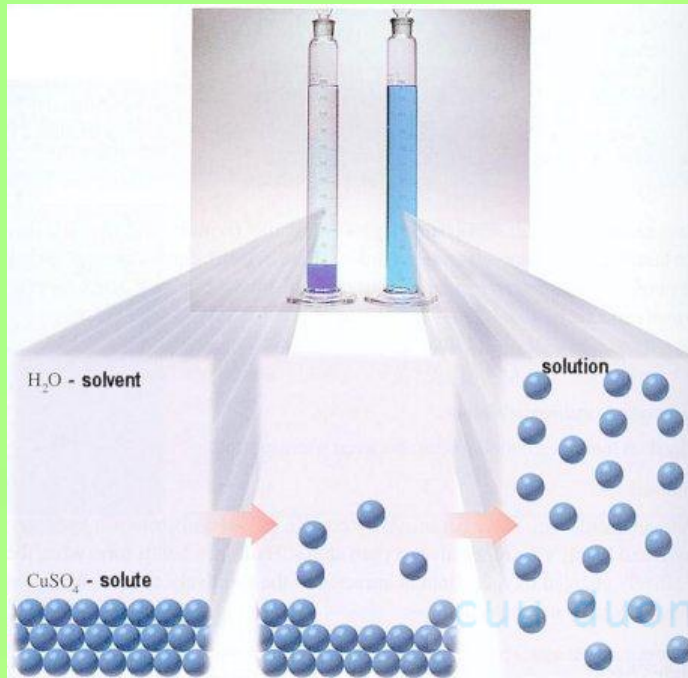
Hệ keo Khí – rắn

<https://fb.com/taikeocongtuc>

Hệ keo Lỏng – rắn

<https://fb.com/taikeocongtuc>

Hệ dung dịch rắn



1.3. Dung dịch thật

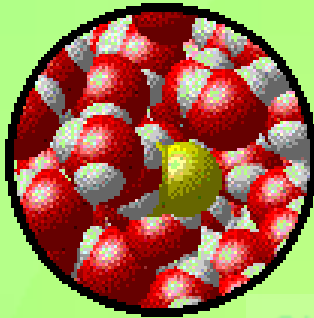
- ❖ Dung dịch là một hệ đồng thể gồm 2 hay nhiều chất mà thành phần của chúng có thể thay đổi trong giới hạn rộng
- ❖ Chất tan là chất phân tán trong dung dịch
- ❖ Dung môi là môi trường phân tán
- ❖ Thử nghiệm phân biệt nước dung môi và chất tan, thường dung môi nước xem là chất có lượng nhiều hơn.



1.4. Noàng ñoã dung dòch



Nồng độ dung dịch



- Lượng chất tan tính bằng khối lượng ($m - g$), số mol ($n - mol$) hay đương lượng gam ($a - đlg$)

tan trong

- 1 khối lượng dung dịch ($m_{dd} - 1kg$ dung dịch) hay dung môi ($m_{dm} - 1 kg$ dung môi) hay một thể tích dung dịch ($V_{dd} - 1lit$)
- Nồng độ càng cao lượng chất tan trong dung dịch càng nhiều

Các dạng nồng độ dung dịch thường gặp

Dạng nồng độ	Công thức tính	Ảnh hưởng của nhiệt độ
Phần trăm (Phần khối lượng)	$C_i \% = \frac{m_i}{\sum m_i} \times 100 \%$	Không
Nồng độ mol	$C_M = \frac{n_i (mol)}{V_{dd} (ml)} 1000 (ml / l)$	Có
Nồng độ đương lượng	$C_N = \frac{a_i (đ\ lg)}{V_{dd} (ml)} 1000 (đ\ lg / l)$	Có
Nồng độ molan	$C_m = \frac{n_i (mol)}{m_{dm} (g)} 1000 (g / kg)$	Không
Nồng độ phần mol	$N_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$	Không

Công thức tính đương lượng gam

$$D_i = \frac{M_i}{hs_n}$$

D là đương lượng gam

M là phân tử lượng

hs_n là hệ số chuyển đổi.

Cách tính giá trị hs_n

Nếu i là nguyên tố (đơn chất, hợp chất trong phản ứng) :

hs_n = hóa trị của nguyên tố trong hợp chất.

Nếu i là hợp chất trong phản ứng:

- Phản ứng trao đổi ion: hs_n = số ion hoá trị 1 mà phân tử hợp chất đó đã trao đổi = số ion trao đổi x hoá trị của ion
- Phản ứng oxi hoá khử: hs_n = số electron mà 1 phân tử của hợp chất tham gia trao đổi với các phân tử khác.

Mối liên quan giữa các nồng độ:

Xét hệ dung dịch hai chất có thể tích V (ml) và tỷ khối là d (g/ml)

❖ m_1 (g) dung môi có phân tử lượng M_1

❖ m_2 (g) chất tan có phân tử lượng M_2

$$C\% = \frac{m_2}{m_1 + m_2} 100 = \frac{m_2}{Vd} 100 \Rightarrow \frac{m_2}{V} = \frac{C\% \cdot d}{100}$$

$$C_M = \frac{n_2}{V} 1000 = \frac{m_2}{M_2 \cdot V} 1000 \Rightarrow \frac{m_2}{V} = M_2 C_M 1000$$

$$C_N = \frac{a_2}{V} 1000 = \frac{m_2}{D_2 \cdot V} 1000 \Rightarrow \frac{m_2}{V} = D_2 C_N 1000$$

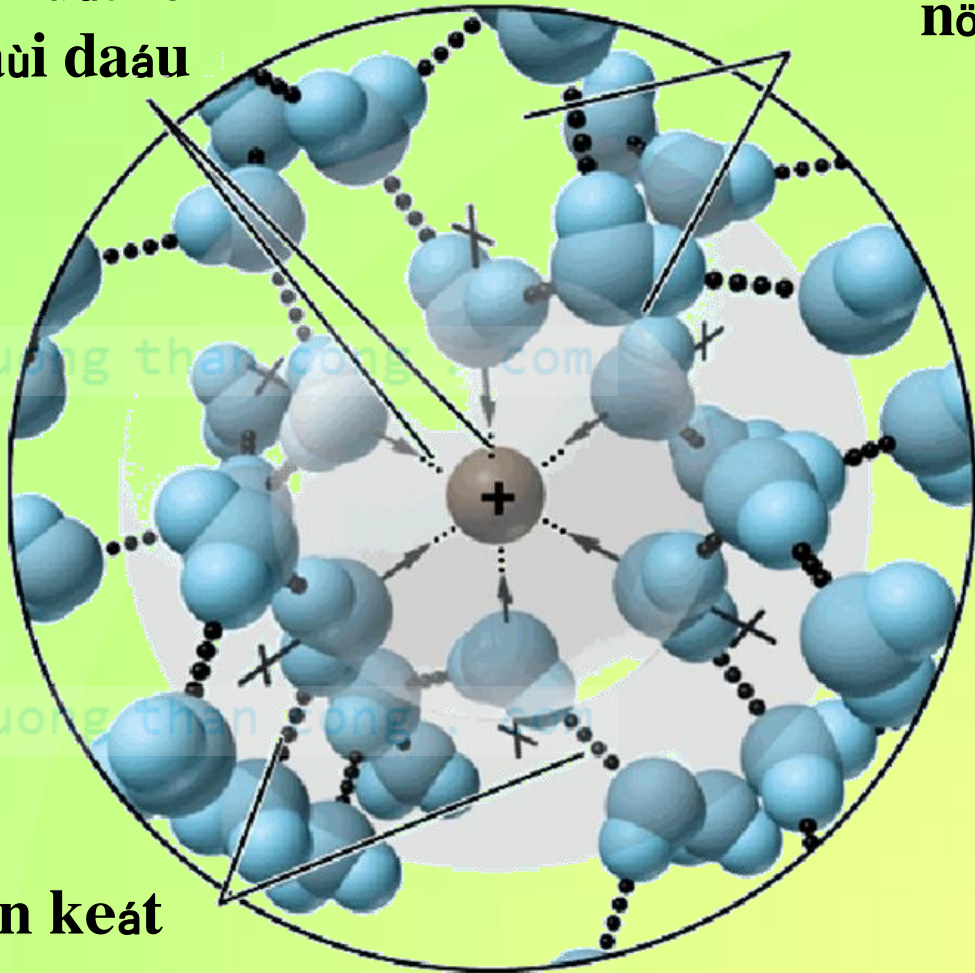
$$x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{\frac{m_2}{M_2}}{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}}$$

$$\frac{m_2}{V} = \frac{C\%d}{100} = M_2 C_M 1000 = D_2 C_N 1000$$

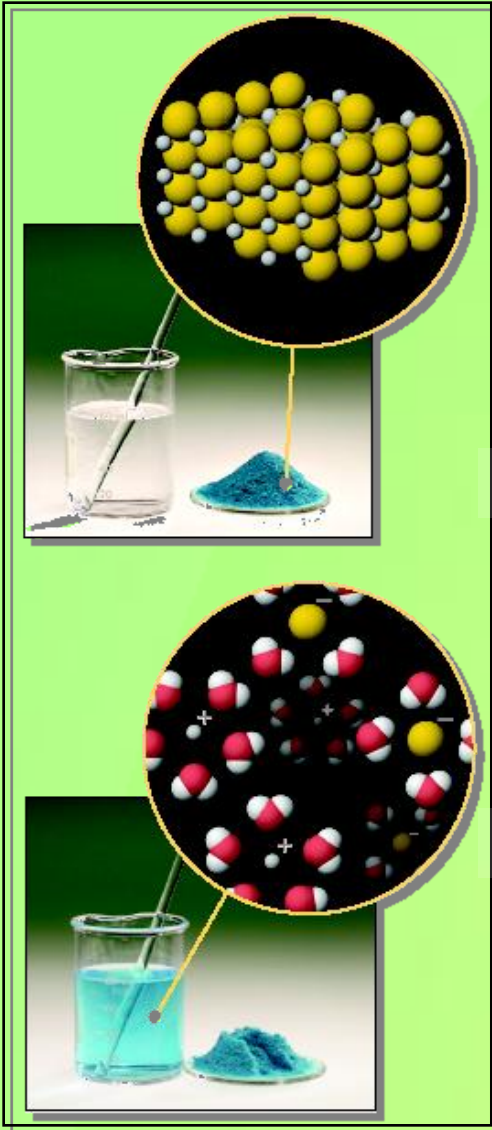
Bản chất quá trình hòa tan: Quá trình hydrate hoá

Lực hút ion
traùi daáu

Lớp vỏ
nước



Liên kết
hydro

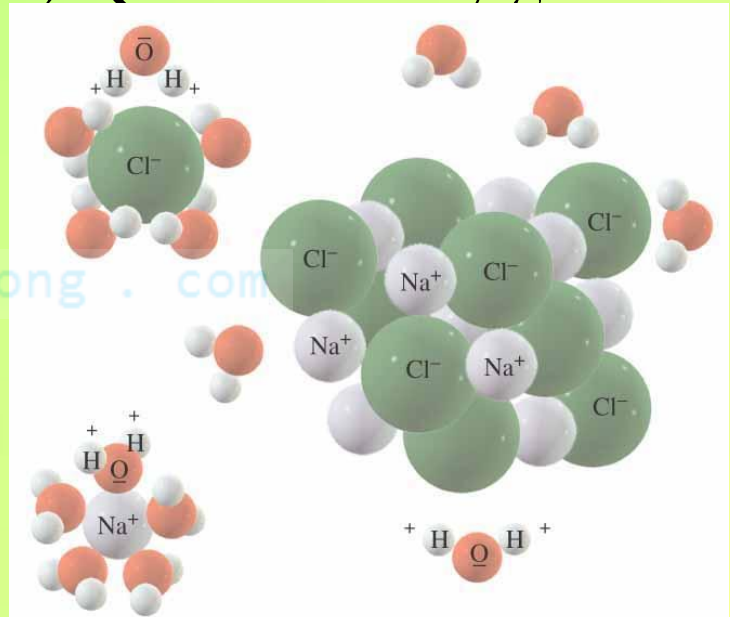


Bản chất quá trình hòa tan:

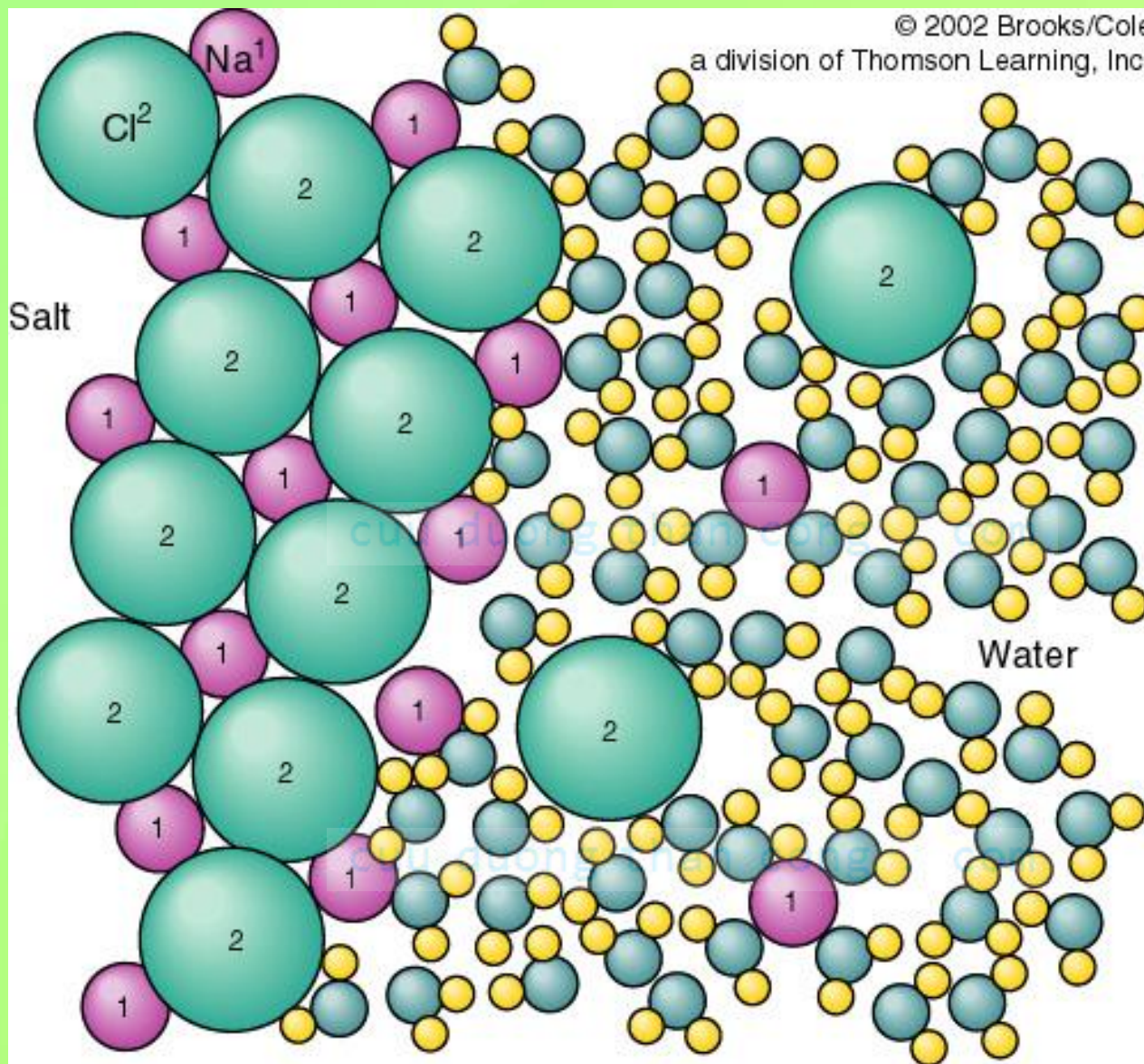
Quá trình hòa tan là quá trình tương tác giữa dung môi và chất tan với các bản chất hóa học hoặc với các bản chất vật lý.

Bản chất vật lý : lực hút tĩnh điện, tương tác lưỡng cực - ion, lực Van der Waals, phân tử lưỡng tính thể, khuếch tán chất tan vào dung môi. Quá trình vật lý gọi chung là quá trình chuyển pha.

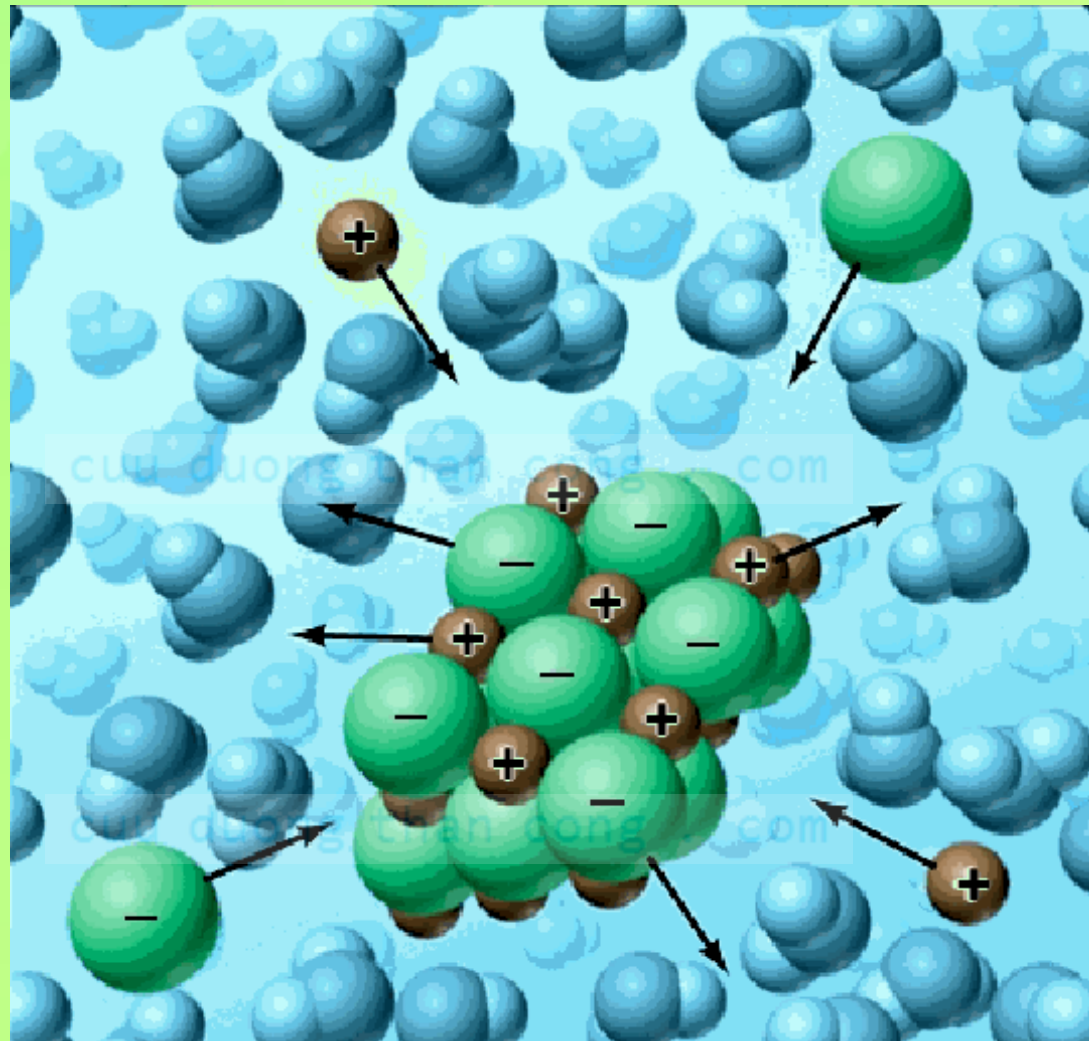
Bản chất hóa học : tương tác cho nhận, liên kết hydro, tạo hợp chất hóa học mới (solvat-hydrat). Quá trình này gọi chung là quá trình solvat hóa.



(a)



Cân bằng chất trong dung dịch bão hòa



Nhũ tan :

❖ Khi qua ù trnh hoø tan ñaít ñeán cân baèng, dung dịch thu ñợc sẽ chừa toái ña chaát tan ở nhữg ñieàu kiện bên ngoaøi (nhieät ñoã, àp suaát) xaùc ñịnh trảng thaùi cân baèng ño. Ño ñaø dung dịch bão hoøa.

❖ Noàng ñoã chaát tan trong dung dịch bão hoøa ở ñieàu kiện xaùc ñịnh gọi ñaø ñoã tan.

❖ Ñoã tan tính baèng soá gam chaát tan trong 100 gam dung môi.

❖ Kyù hieäu ñoã tan : S

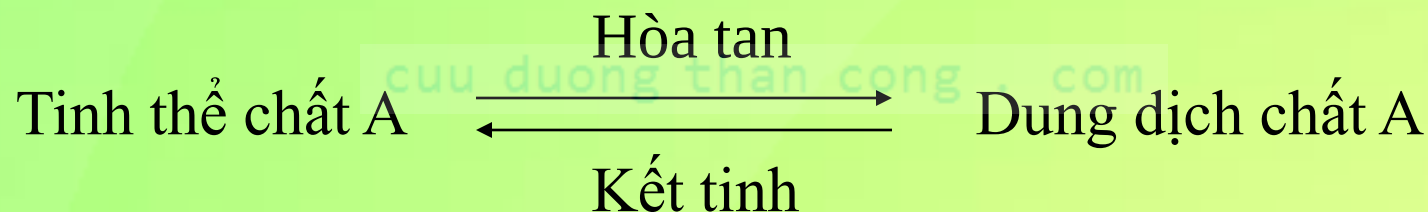
➤ $S > 10$: chaát dễ tan.

➤ $S < 1$: chaát khó tan.

➤ $S \leq 0,001$: không tan.

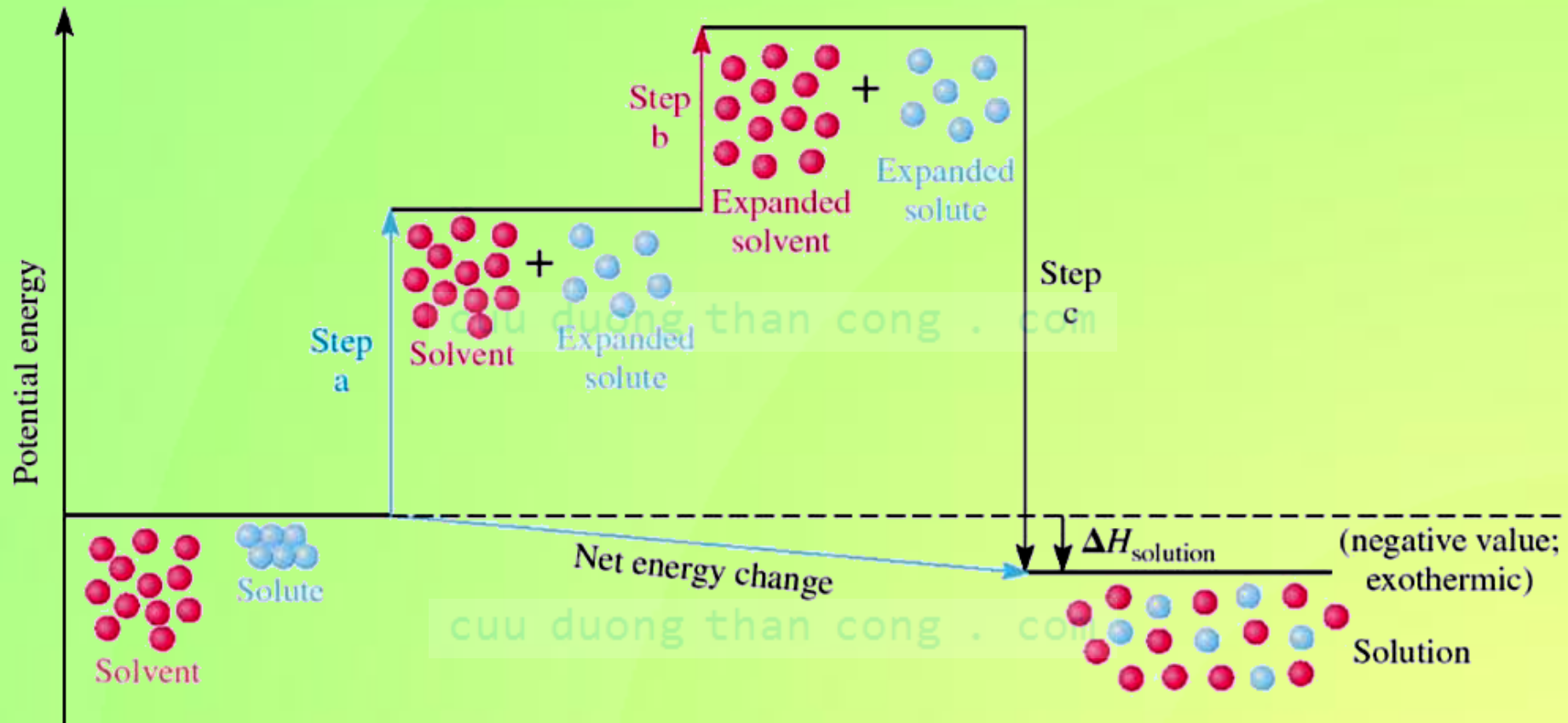
Quá trình hòa tan và cân bằng hòa tan.

Sự hòa tan bao gồm hai quá trình: *vật lý*: chuyển pha
hóa học: solvat hóa:



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

Sự thay đổi các tính chất nhiệt động khi tạo thành dung dịch



Sự thay đổi các tính chất nhiệt động khi tạo thành dung dịch

- Quá trình hòa tan sẽ tự diễn ra: $\Delta G_{ht} = \Delta H_{ht} - T\Delta S_{ht} < 0$

Hoà tan khí trong lỏng: $\Delta H_{ht} = \Delta H_{cp} + \Delta H_{sol}$
 $< 0 \quad < 0 \quad \rightarrow \Delta H_{ht} < 0$

$$\Delta S_{ht} = \Delta S_{cp} + \Delta S_{sol}$$
$$< 0 \quad < 0 \quad \rightarrow \Delta S_{ht} < 0$$

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

Hoà tan rắn trong lỏng: $\Delta H_{ht} = \Delta H_{cp} + \Delta H_{sol}$
 $> 0 \quad < 0 \quad \rightarrow \Delta H_{ht} < 0 / > 0$

$$\Delta S_{ht} = \Delta S_{cp} + \Delta S_{sol}$$
$$> 0 \quad < 0 \quad \rightarrow \Delta S_{ht} < 0 / > 0$$

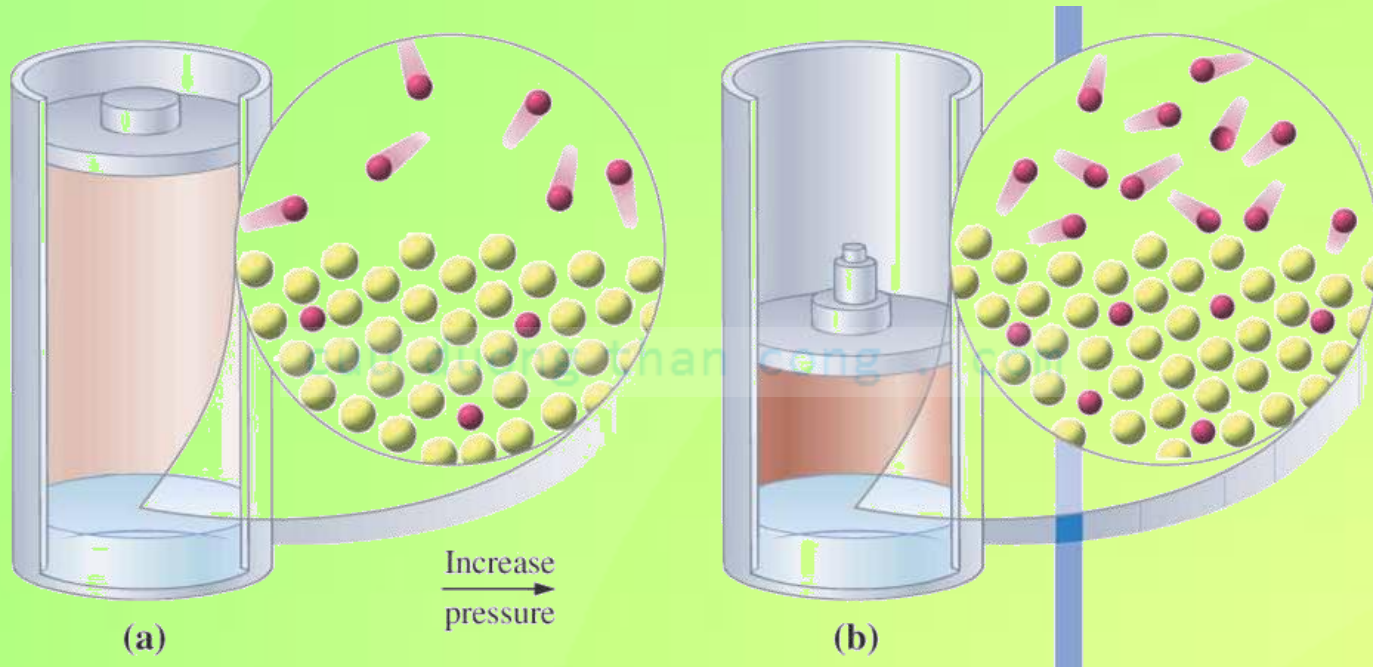
$$\rightarrow \Delta G_{ht} < 0 / > 0$$

KEÁT TINH TRONG DUNG DỊCH QUÀU BAỖO HOÀ



Các yếu tố ảnh hưởng tới độ tan

Affecting factors of gas solubility

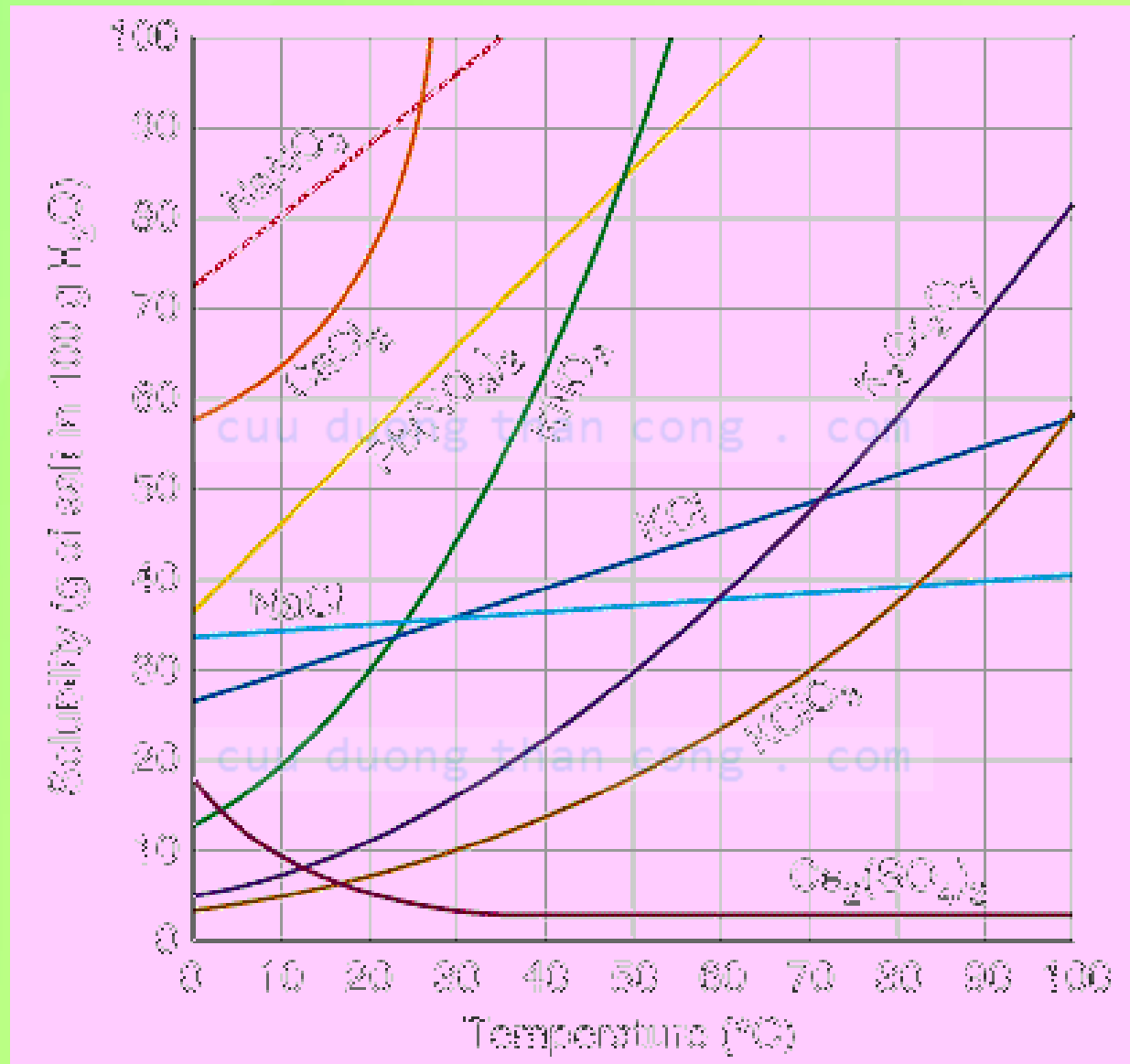


- Áp suất tăng độ tan tăng.

Định luật Henry:

$$C = k \cdot P_c$$

Ảnh hưởng của nhiệt độ tới độ tan của một số muối vô cơ



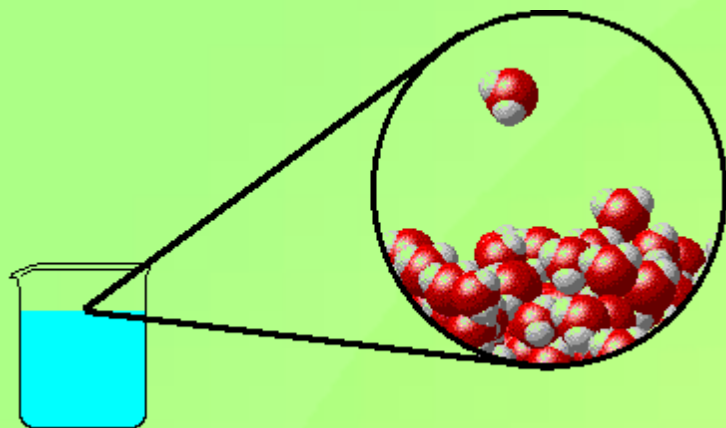
Chất tan	Bản chất dung môi – chất tan	Nhiệt độ	Áp suất
Khí	Khí không cực tan tốt trong dung môi không cực và ngược lại	- Là quá trình tỏa nhiệt nên nhiệt độ tăng độ tan giảm	- Áp suất tăng độ tan tăng. Định luật Henry: $C = k.P_C$
Lỏng	Tan vô hạn nếu tương tự nhau về tính phân cực hoặc tạo được hợp chất hóa học với nhau. Tan có giới hạn nếu tính phân cực không khác nhau nhiều lắm. Không tan hoàn toàn nếu tính phân cực khác nhau rất nhiều.	Thường nhiệt độ tăng thì độ tan tăng tương ứng cho đến khi một trong hai chất tan hoá hơi. (Thực ra là cả hai cùng bị hóa hơi trong cân bằng với nhau)	Không ảnh hưởng nhiều nếu áp suất thấp.
Rắn	Tùy từng chất ảnh hưởng của quá trình chuyển pha và solvat hoá.	Nhiệt độ tăng độ tan tăng nếu quá trình hoà tan thu nhiệt, và ngược lại.	Không ảnh hưởng.

Khả năng hoà tan rượu trong nước

<i>Công thức</i>	<i>Tên</i>	<i>Độ tan trong nước (g/100 g)</i>
CH_3OH	methanol	Tan vô hạn
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	ethanol	Tan vô hạn
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{OH}$	propanol	Tan vô hạn
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$	butanol	9
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$	pentanol	2.7
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{OH}$	hexanol	0.6
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{OH}$	heptanol	0.18
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{OH}$	octanol	0.054
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{OH}$	decanol	Không tan

Khả năng hoà tan Sodium Chloride trong nước và các loại rượu

<i>Dung môi</i>	<i>Dung môi</i>	<i>Độ tan của NaCl (g/100 g dung môi)</i>
H ₂ O	Nước	35.92
CH ₃ OH	methanol	1.40
CH ₃ CH ₂ OH	ethanol	0.065
CH ₃ (CH ₂) ₂ OH	propanol	0.012
CH ₃ (CH ₂) ₃ OH	butanol	0.005
CH ₃ (CH ₂) ₄ OH	pentanol	0.0018



Tính chất dung dịch loãng

Áp suất hơi bão hoà của dung dịch:

Có các cân bằng sau:

Dung môi $\leftrightarrow$ hơi dung môi (P_{dm})

Chất tan $i \leftrightarrow$ hơi chất tan (P_i)

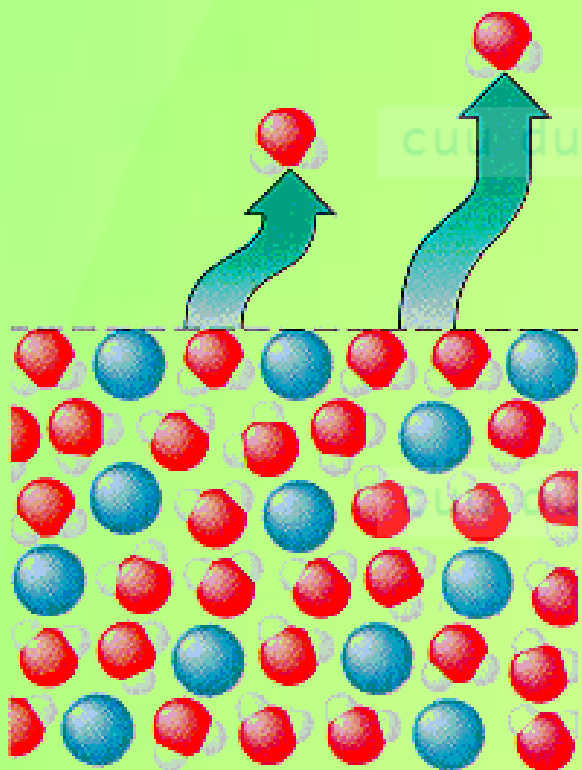
Áp suất hơi trên bề mặt dung dịch:

$$P = \sum P_i = \sum x_i P_i^0$$

Trong đó

x_i là nồng độ phần mol của chất i
và

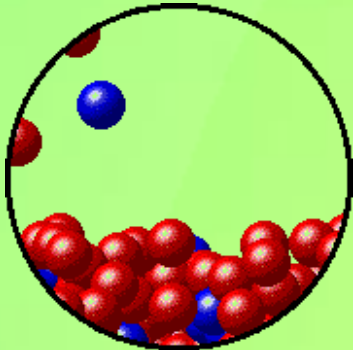
P_i^0 là áp suất hơi của chất i nguyên chất tại cùng nhiệt độ đang xét.



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



Phân tử dung môi



Chất tan bay hơi



Chất tan không bay hơi

Xét dung dịch hai chất: chất 1 là dung môi (x_1, P_1^0) chất 2 là chất tan (x_2, P_2^0).

Chất tan có bay hơi:

$$P_1 = x_1 \cdot P_1^0 = P_1^0 (1 - x_2)$$

$$P_2 = x_2 \cdot P_2^0$$

$$P = P_1 + P_2 = P_1^0 + (P_2^0 - P_1^0) x_2$$

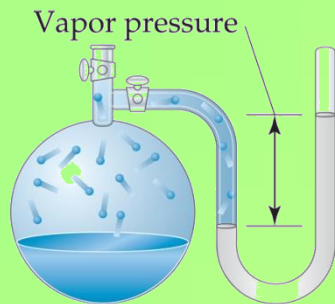
Chất tan không bay hơi – Định luật Raoult 1 (1887)

Không có P_2^0 nên $P = P_1 = x_1 \cdot P_1^0$

$$P = P_1^0 (1 - x_2)$$

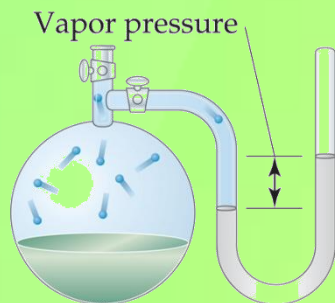
$$\Rightarrow \frac{\Delta P}{P_{dm}^0} = x_2$$

Tính chất dung dịch loãng



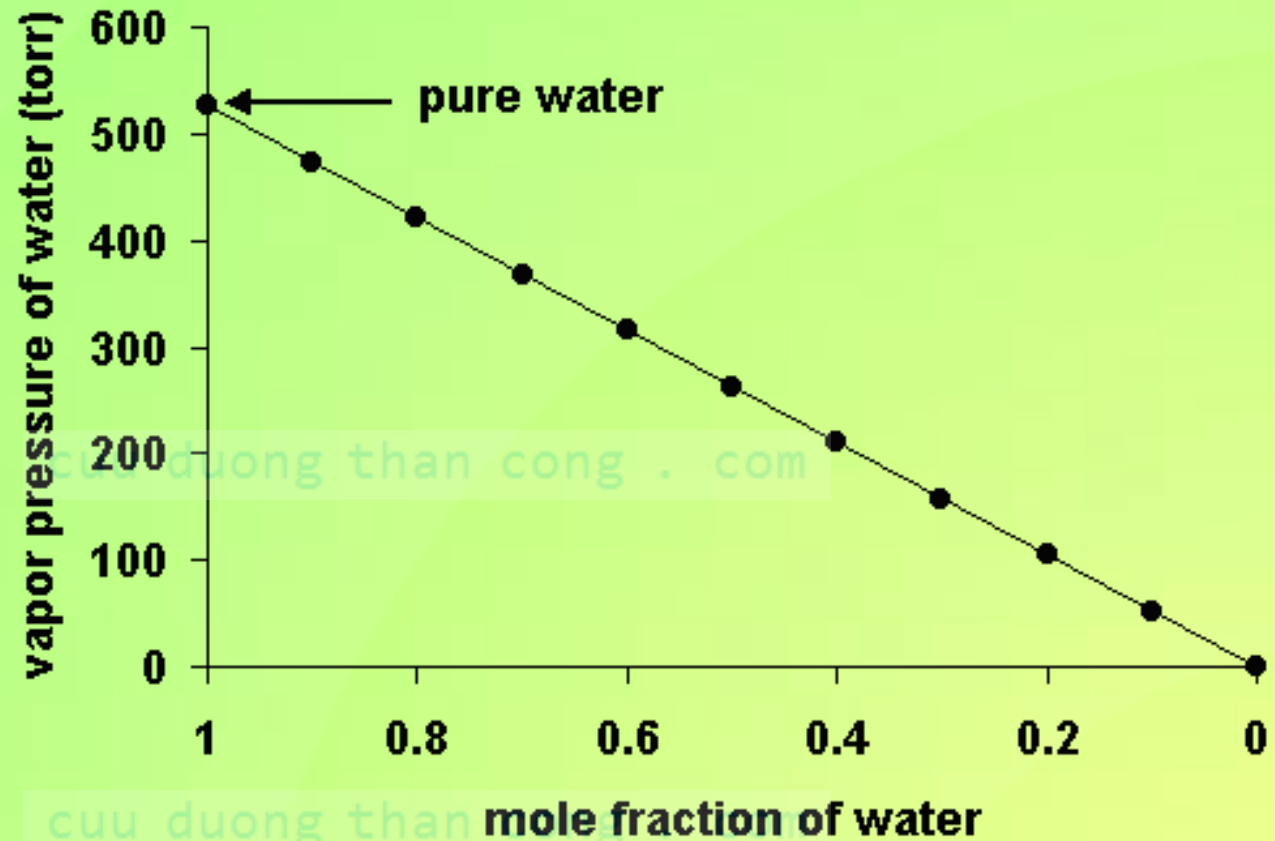
Solvent alone

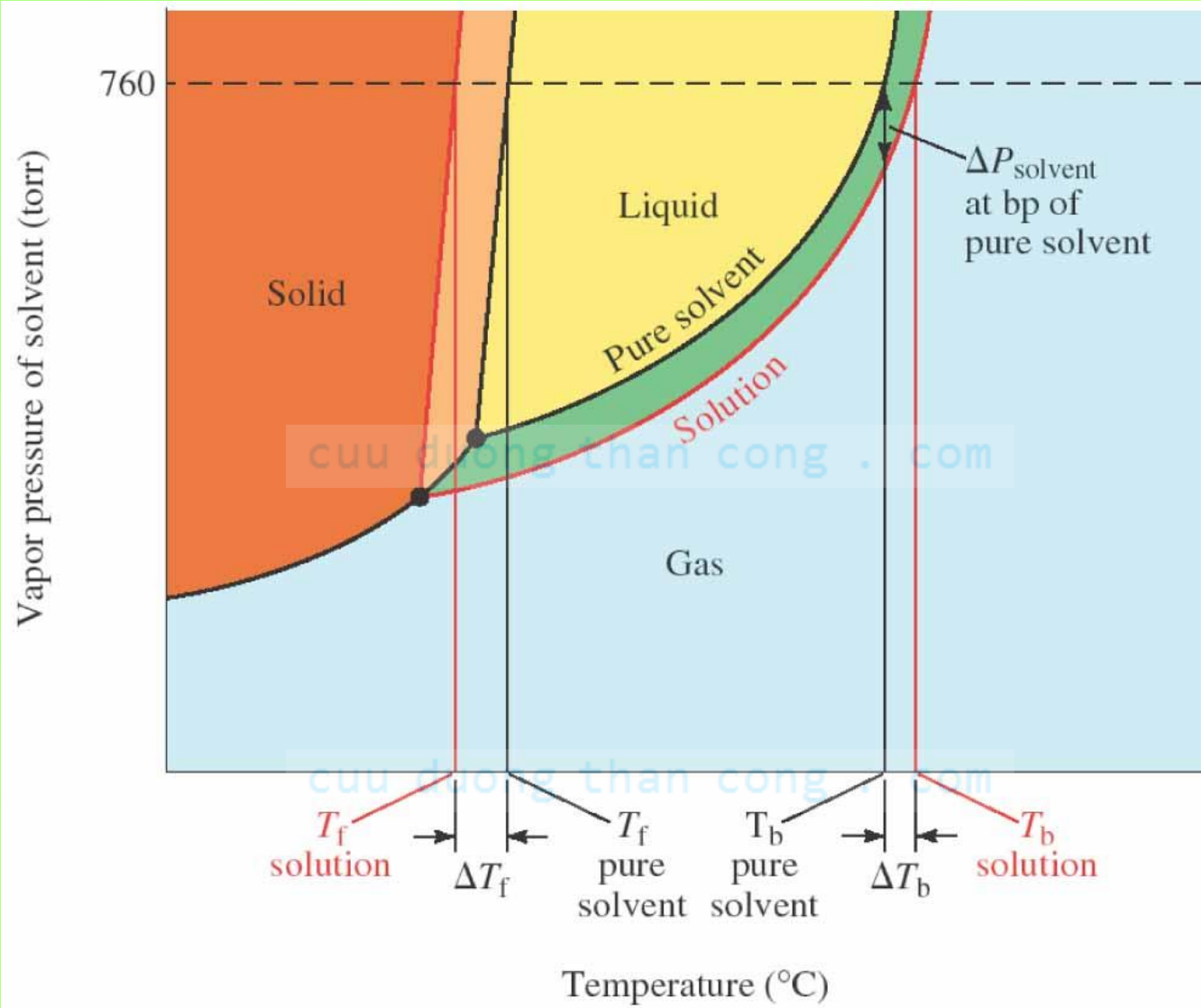
(a)



Solvent + solute

(b)





Nhiệt độ sôi và nhiệt độ kết tinh của dung dịch loãng, chất tan không bay hơi

Định luật Raoult 2:

Độ tăng nhiệt độ sôi (ΔT_s) hay độ giảm nhiệt độ kết tinh ($\Delta T_{\text{đđ}}$) của dung dịch loãng chứa chất tan không bay hơi tỷ lệ với lượng chất tan có trong một khối lượng dung môi nhất định.

$$\Delta T_s = K_s \cdot C_m$$

$$\Delta T_{\text{đđ}} = K_{\text{đ}} \cdot C_m$$

Trong đó:

$$K_s = \frac{R(T_{s, dm})^2}{1000 \cdot \lambda_{hh}} : \text{Hằng số nghiệm sôi của dung môi.}$$

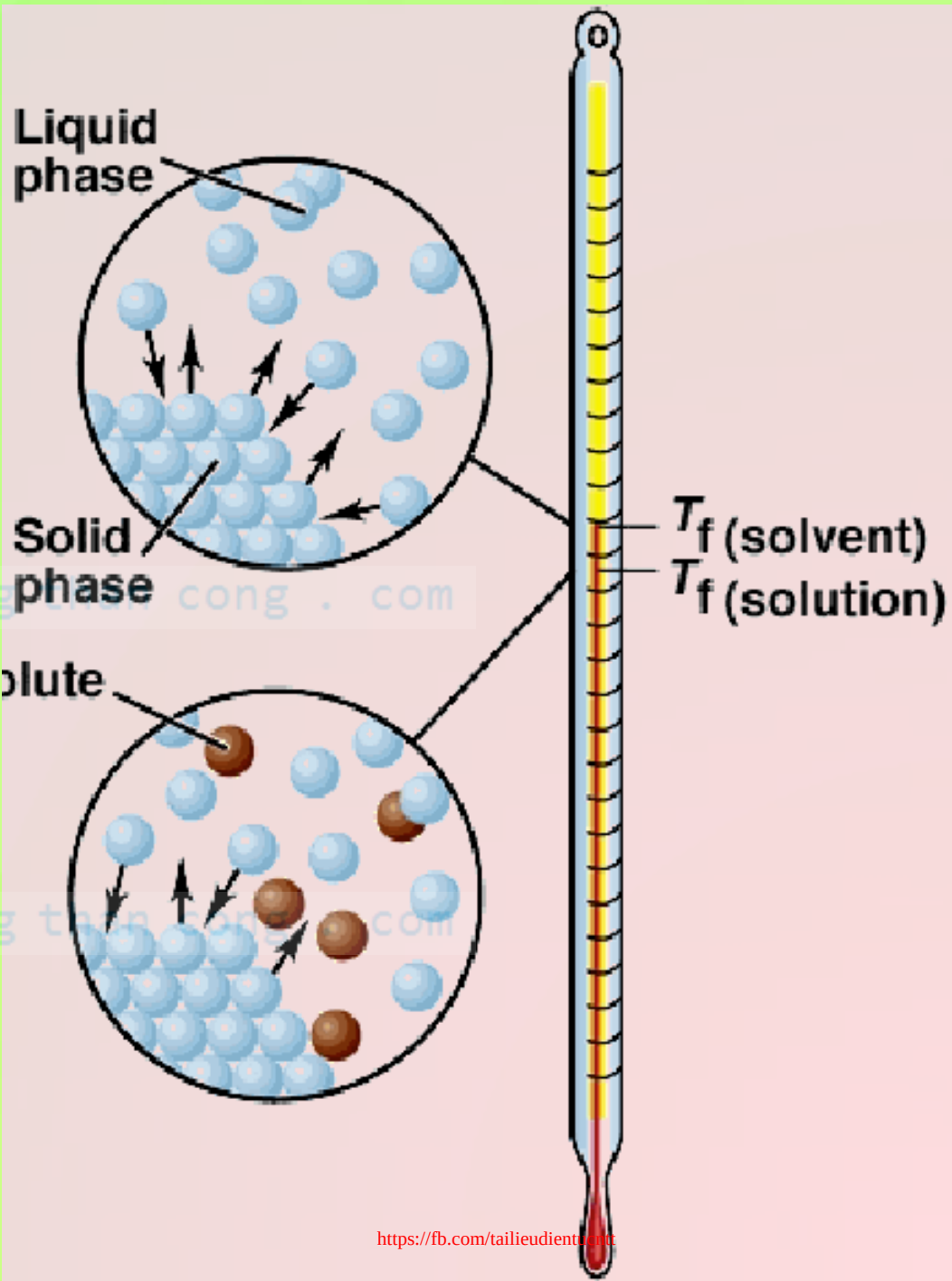
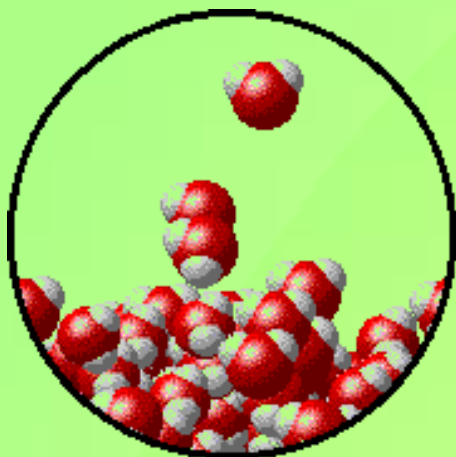
$$K_d = \frac{R(T_{d, dm})^2}{1000 \cdot \lambda_{nc}} : \text{Hằng số nghiệm lạnh hay hằng số nghiệm đông của dung môi.}$$

C_m : nồng độ molan.

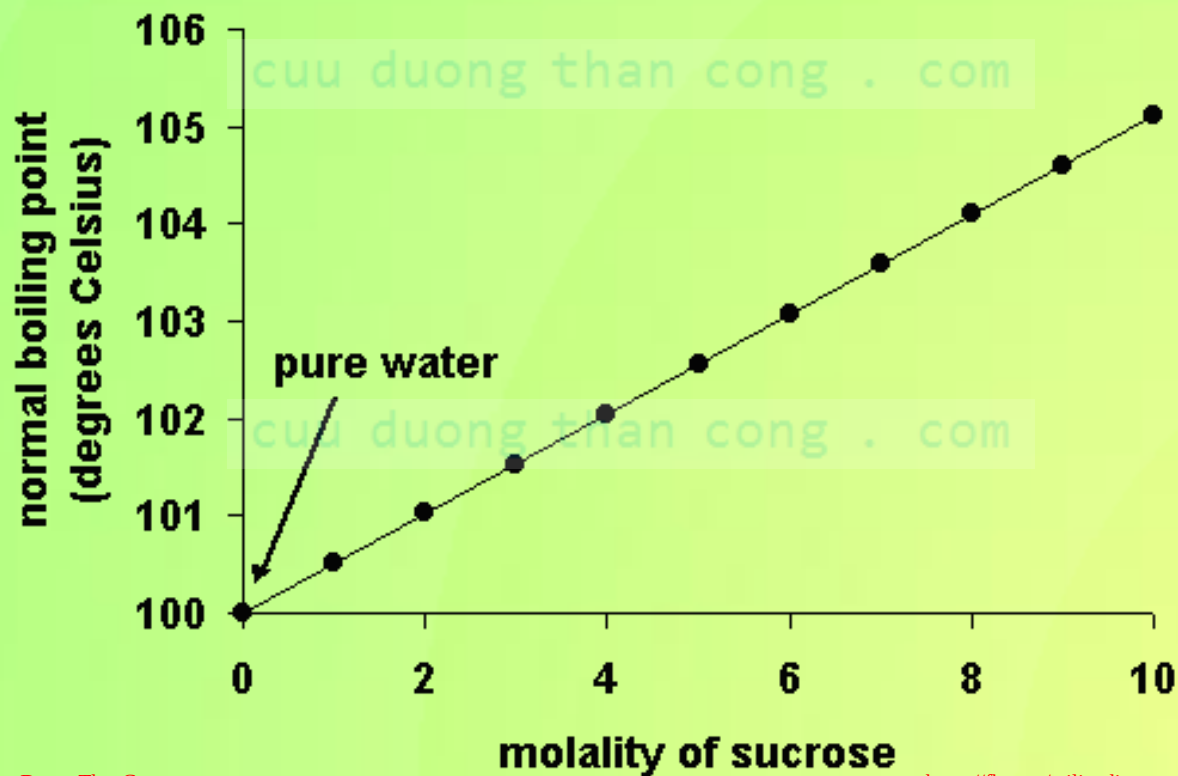
λ_{hh} : Nhiệt hoá hơi của dung môi.

λ_{nc} : Nhiệt nóng chảy của dung môi.

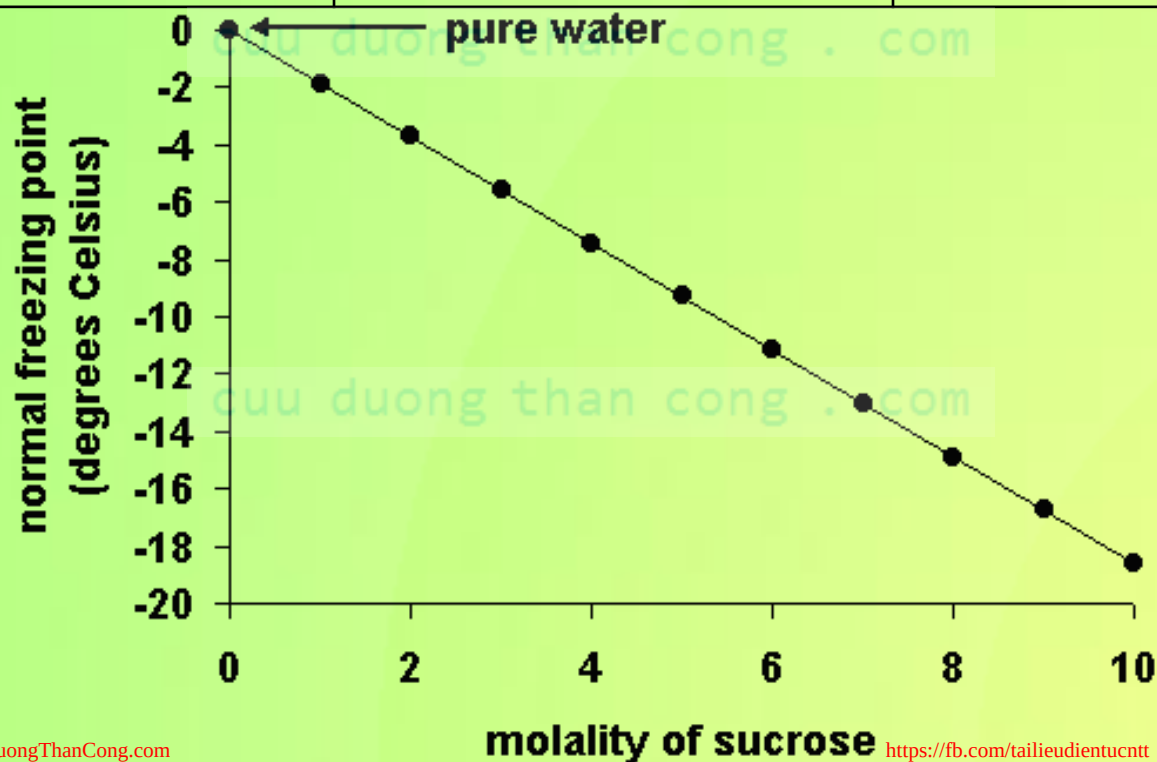
$$R = 8,314 \text{ J/mol.độ}$$

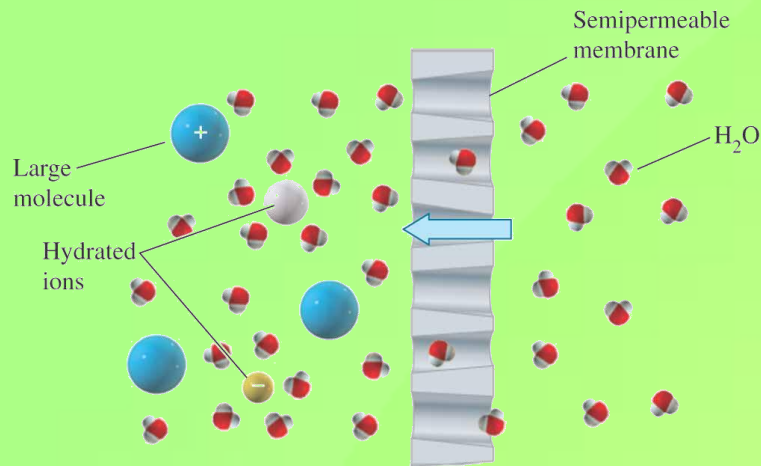


Dung môi	Nhiệt độ sôi, °C	K_s , °C m ⁻¹
Nước	100.0	0.512
acetic acid	118.1	3.07
benzene	80.1	2.53
chloroform	61.3	3.63
nitrobenzene	210.9	5.24



Dung môi	Nhiệt nóng chảy, °C	K_{dd} , °C m ⁻¹
Nước	0.0	1.86
acetic acid	16.6	3.9
benzene	5.5	5.12
chloroform	-63.5	4.68
nitrobenzene	5.67	8.1



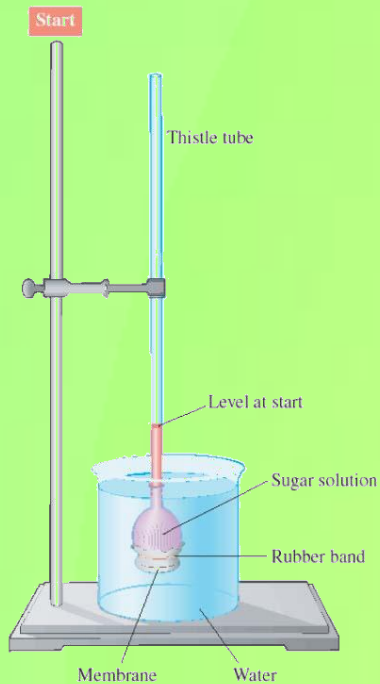


© 2004 Thomson/Brooks Cole

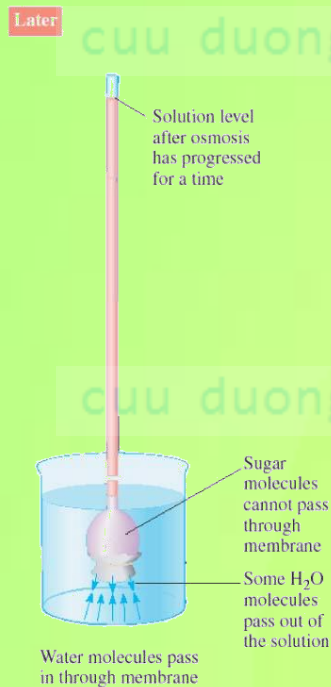
Hiện tượng thẩm thấu

Màng ngăn chỉ cho các phân tử dung môi đi qua còn các phân tử chất tan bị giữ lại gọi là màng bán thấm.

Hiện tượng các phân tử dung môi đi qua màng bán thấm gọi là hiện tượng thẩm thấu.

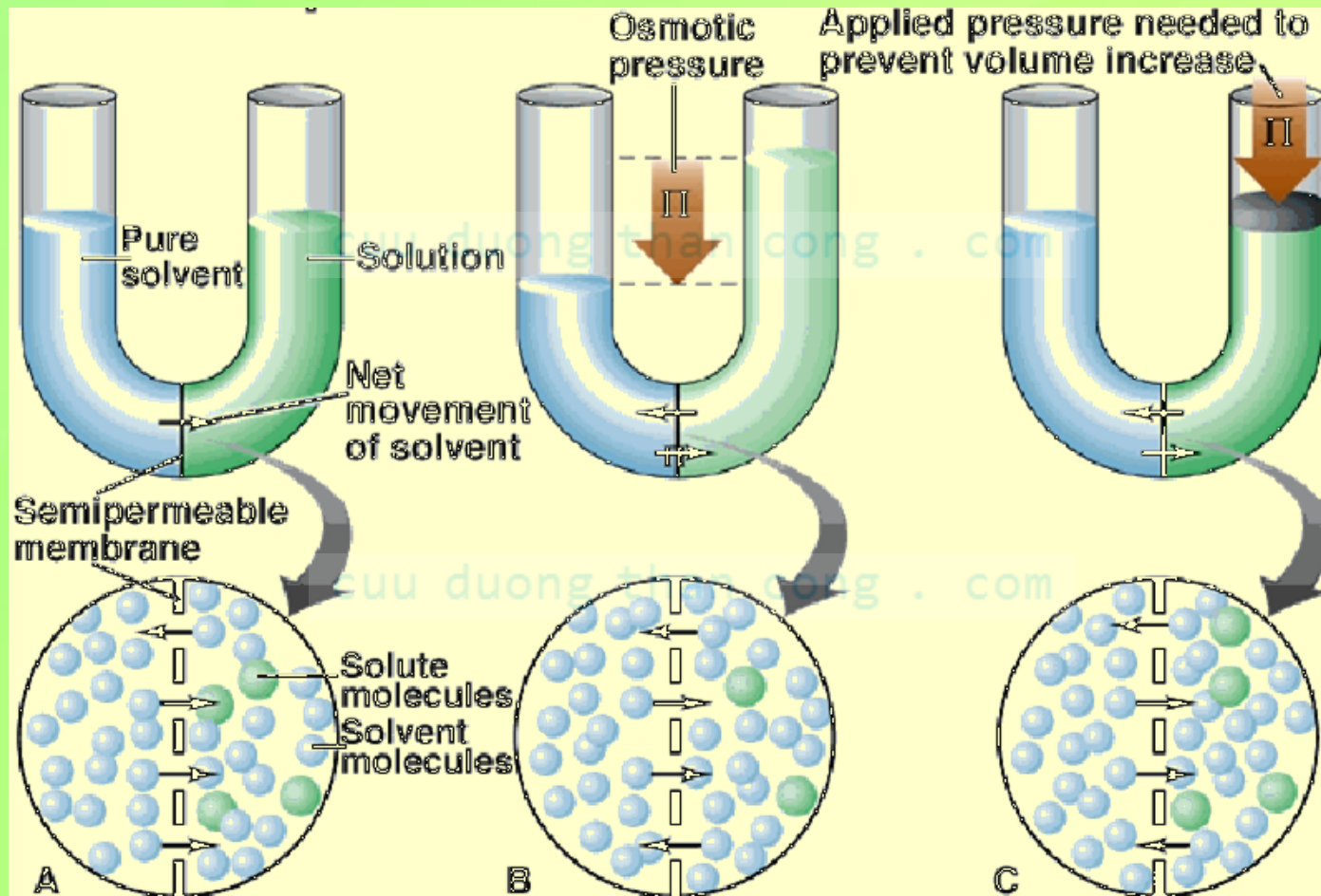


© 2004 Thomson/Brooks Cole



Hiện tượng thẩm thấu

Áp suất đặc trưng cho khả năng thẩm thấu của dung dịch gọi là áp suất thẩm thấu.



Áp suất thẩm thấu - Định luật Van't Hoff

Áp suất thẩm thấu bằng áp suất (thủy tĩnh) cần tác dụng lên dung dịch để làm ngừng sự thẩm thấu.

Định luật Van't Hoff: áp suất thẩm thấu của dung dịch loãng bằng áp suất của chất tan có được nếu nó ở trạng thái khí ở cùng nhiệt độ với dung dịch và chiếm một thể tích bằng thể tích dung dịch.

$$P_{tt} \cdot V = \frac{m_2}{M_2} RT \Rightarrow P_{tt} = C_M \cdot RT$$

P_{tt} : Áp suất thẩm thấu của dung dịch chứa m_2 gam chất tan có phân tử lượng M_2 trong V (l) dung dịch ở nhiệt độ T (K) có nồng độ dung dịch là C_M .

Standard State	Activity Coefficient	Condition
Raoult's Law	$a_1 = P_1/P_1^*$	$a_1 \rightarrow x_1$ as $x_1 \rightarrow 0$
Mole fraction	$\gamma_1 = a_1/x_1$	$P_1 \rightarrow P_1^* x_1$ as $x_1 \rightarrow 0$
Henry's Law	$a_{2x} = P_2/k_{H,x}$	$a_{2x} \rightarrow x_2$ as $x_2 \rightarrow 0$
Mole fraction	$\gamma_{2x} = a_{2x}/x_2$	$P_2 \rightarrow k_{H,x} x_2$ as $x_2 \rightarrow 0$
Henry's Law	$a_{2m} = P_2/k_{H,m}$	$a_{2m} \rightarrow m$ as $m \rightarrow 0$
Molality	$\gamma_{2m} = a_{2m}/m$	$P_2 \rightarrow k_{H,m} m$ as $m \rightarrow 0$
Henry's Law	$a_{2c} = P_2/k_{H,c}$	$a_{2c} \rightarrow c$ as $c \rightarrow 0$
Molarity	$\gamma_{2c} = a_{2c}/c$	$P_2 \rightarrow k_{H,c} c$ as $c \rightarrow 0$