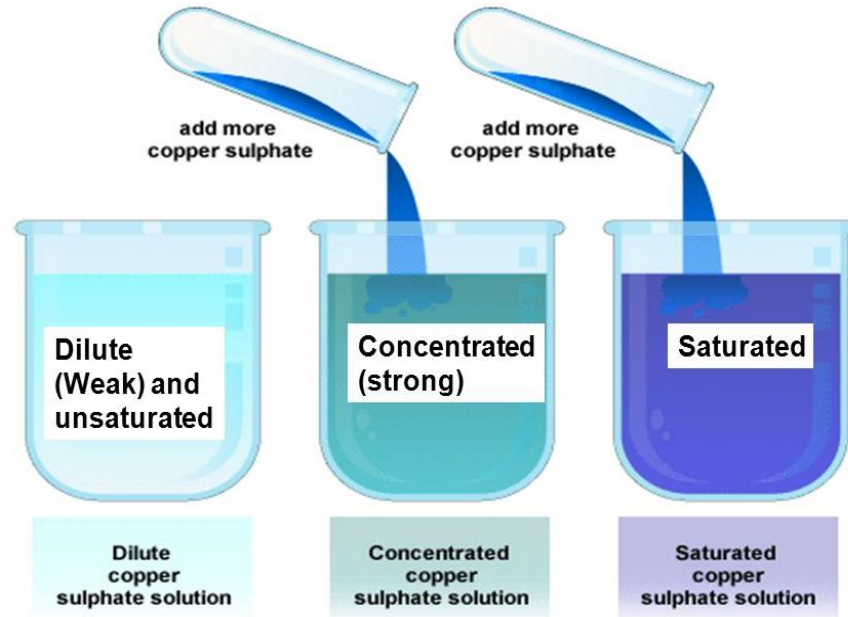
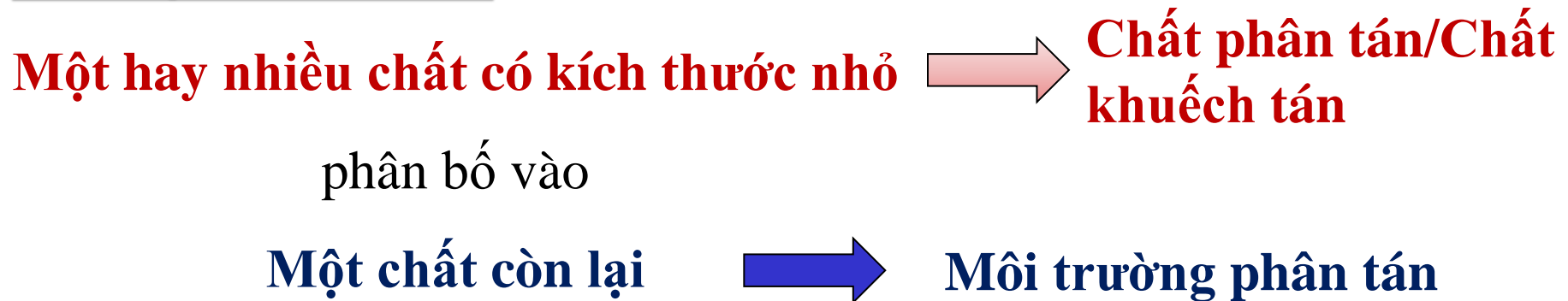


Chương V - Dung dịch



I. Dung dịch và các tính chất của dung dịch chất không điện ly

1.1. Hệ khuếch tán



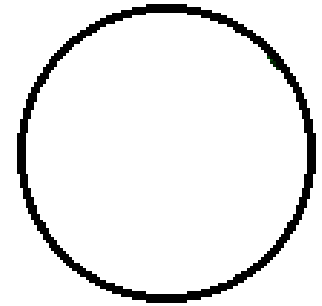
➤ Phân loại:

- ✓ 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): $d < 1\mu m$

Các loại hệ phân tán thường gặp

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, khí	Hệ bụi/Hệ khói
		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 thực	$d < 1$	Rắn	Rắn	Dung dịch rắn
		Lỏng	Lỏng, rắn	Dung dịch lỏng
		Khí	Khí, hơi	Dung dịch khí

Môi trường phân tán: khí

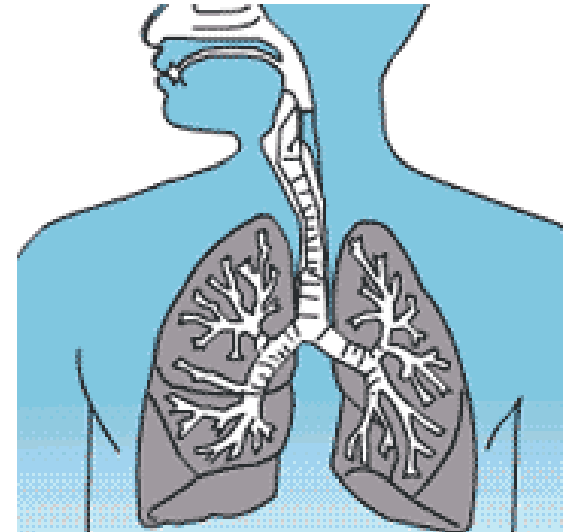
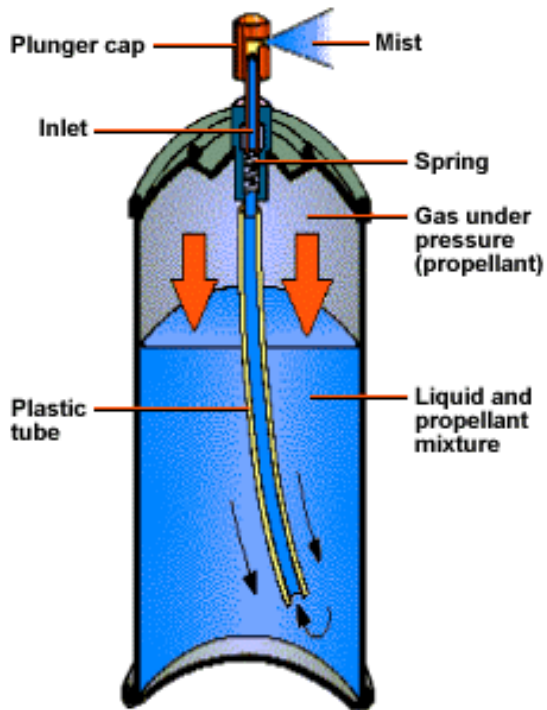
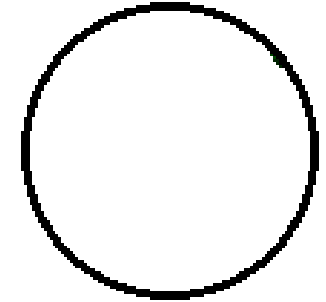


Hệ sương mù



Hệ khói bụi

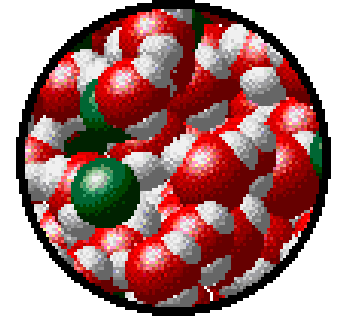
Môi trường phân tán: khí



Hệ dung dịch khí

Hệ keo khí

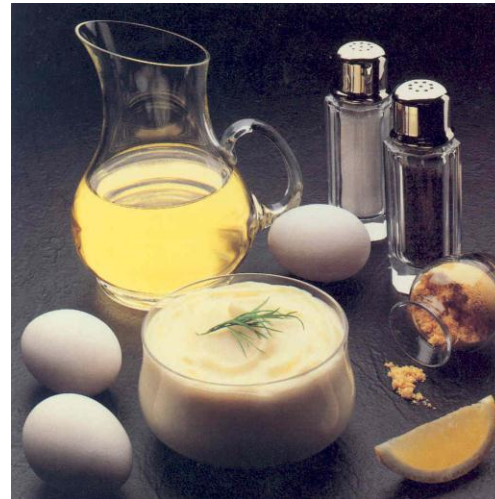
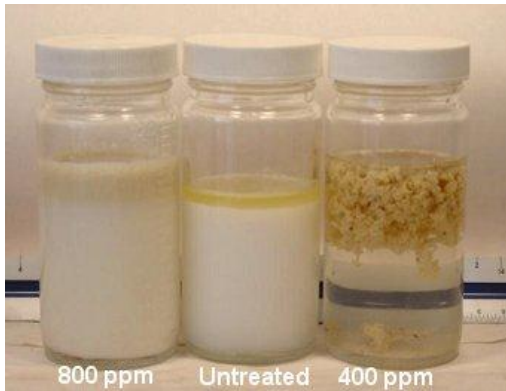
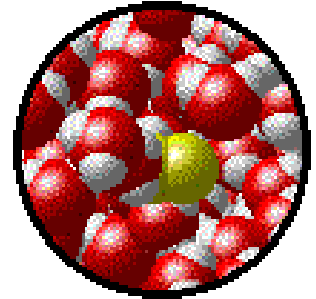
Môi trường phân tán: lỏng. Hệ bọt



Môi trường phân tán: Rắn. Hệ bọt



Hệ Lỏng – lỏng



Hệ nhũ tương

Hệ keo lỏng – lỏng

Hệ dung dịch thật

Hệ Rắn – Lỏng



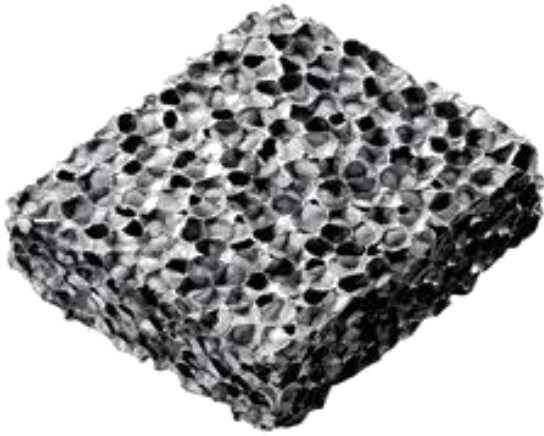
Hệ huyền phù



Hệ keo lỏng – rắn



Môi trường rắn



Hệ keo Khí – rắn



Hệ keo Lỏng – rắn



Gemstones



Hệ dung dịch rắn

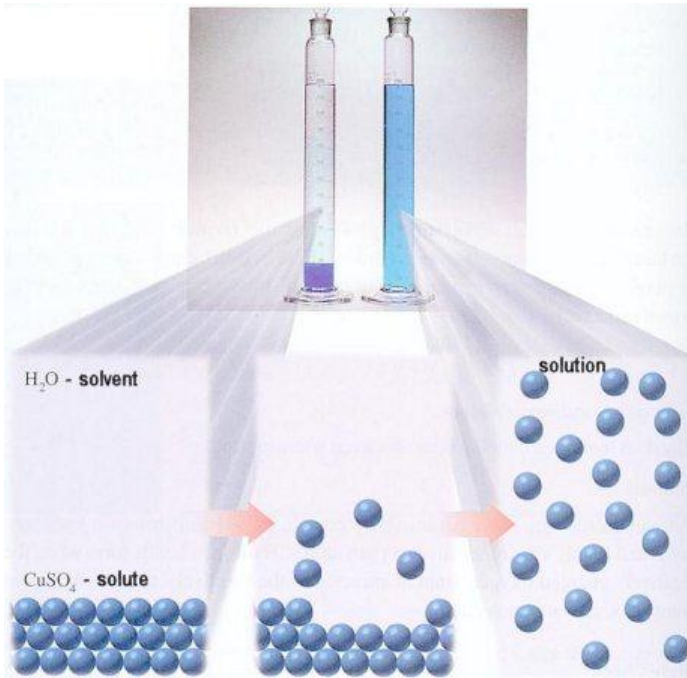
1.2. Dung dịch thật

❖ Dung dịch là một hệ đồng thể gồm 2 hay nhiều chất mà thành phần có thể thay đổi trong một giới hạn rộng.

❖ Chất phân tán: **chất tan**

❖ Môi trường phân tán: **dung môi**

❖ Thực tế không phân biệt được dung môi và chất tan, thường thì dung môi được xem là chất có mặt nhiều hơn trong dung dịch.

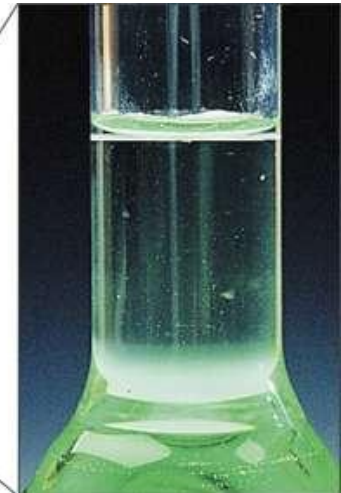
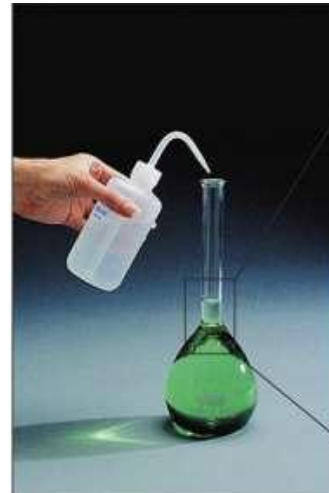
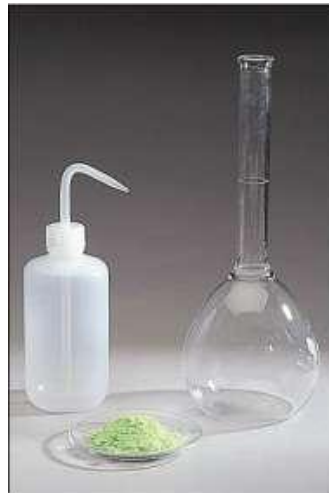


1.3. Nồng độ dung dịch

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

tan trong

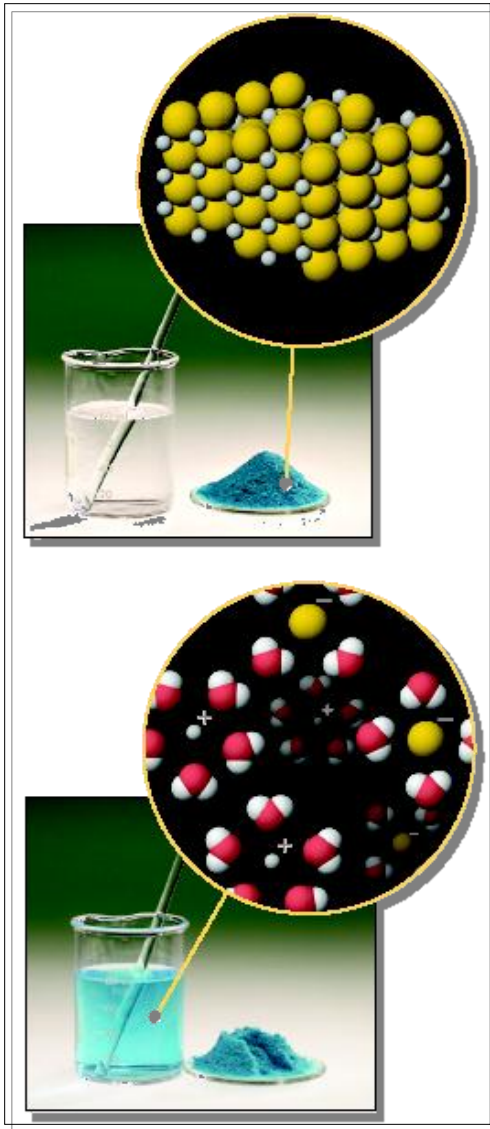
- **1 khối lượng dung dịch** ($m_{dd} - 1kg$ dung dịch) hay **dung môi** ($m_{dm} - 1 kg$ dung môi) hay một thể tích dung dịch ($V_{dd} - 1lit$)
- Nồng độ càng cao lượng chất tan trong dung dịch càng nhiều



Các dạng nồng độ dung dịch thường gặp

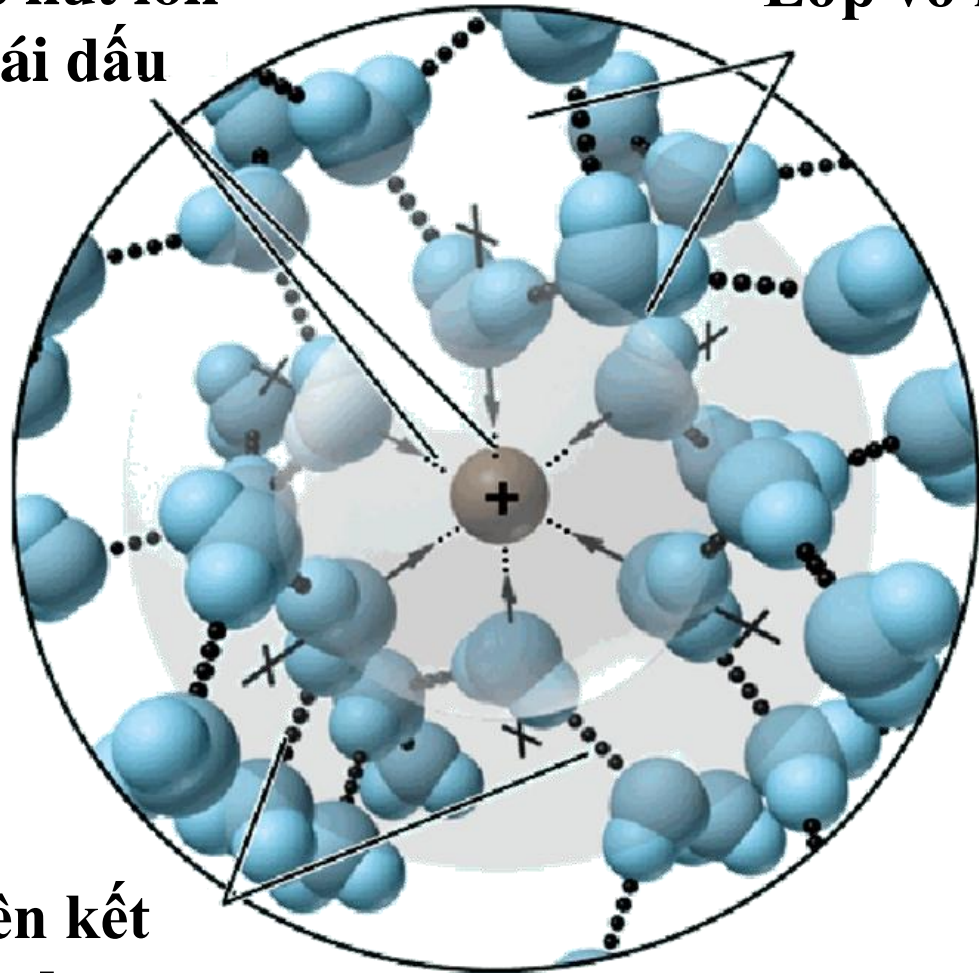
Dạng nồng độ	Công thức tính	Ảnh hưởng của nhiệt độ
Phần trăm (Phần khối lượng)	$C_i \% = \frac{m_i}{\sum m_i} \times 100\%$	Không
Nồng độ mol	$C_M = \frac{n_i(\text{mol})}{V_{dd}(\text{ml})} 1000(\text{ml} / \text{l})$	Có
Nồng độ đương lượng	$C_N = \frac{a_i(\text{đ l g})}{V_{dd}(\text{ml})} 1000(\text{đ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

1.4. Bản chất quá trình hòa tan: Quá trình hydrat hóa



Lực hút ion
trái dấu

Lớp vỏ nước



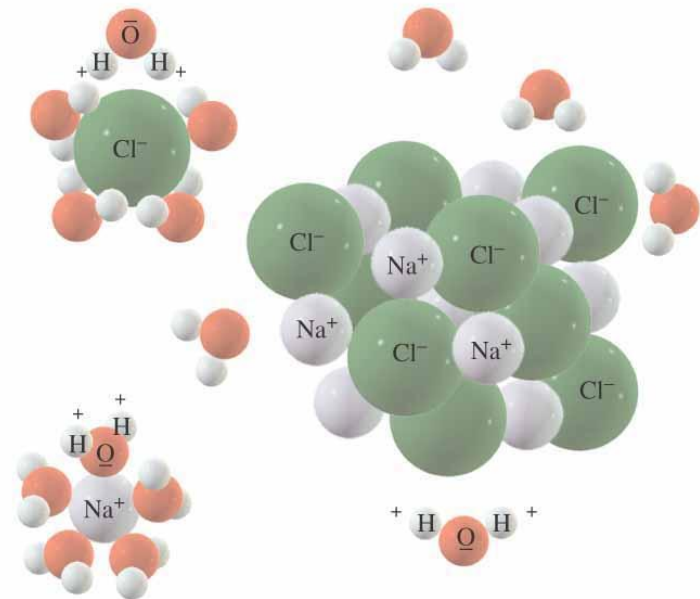
Liên kết
hydro

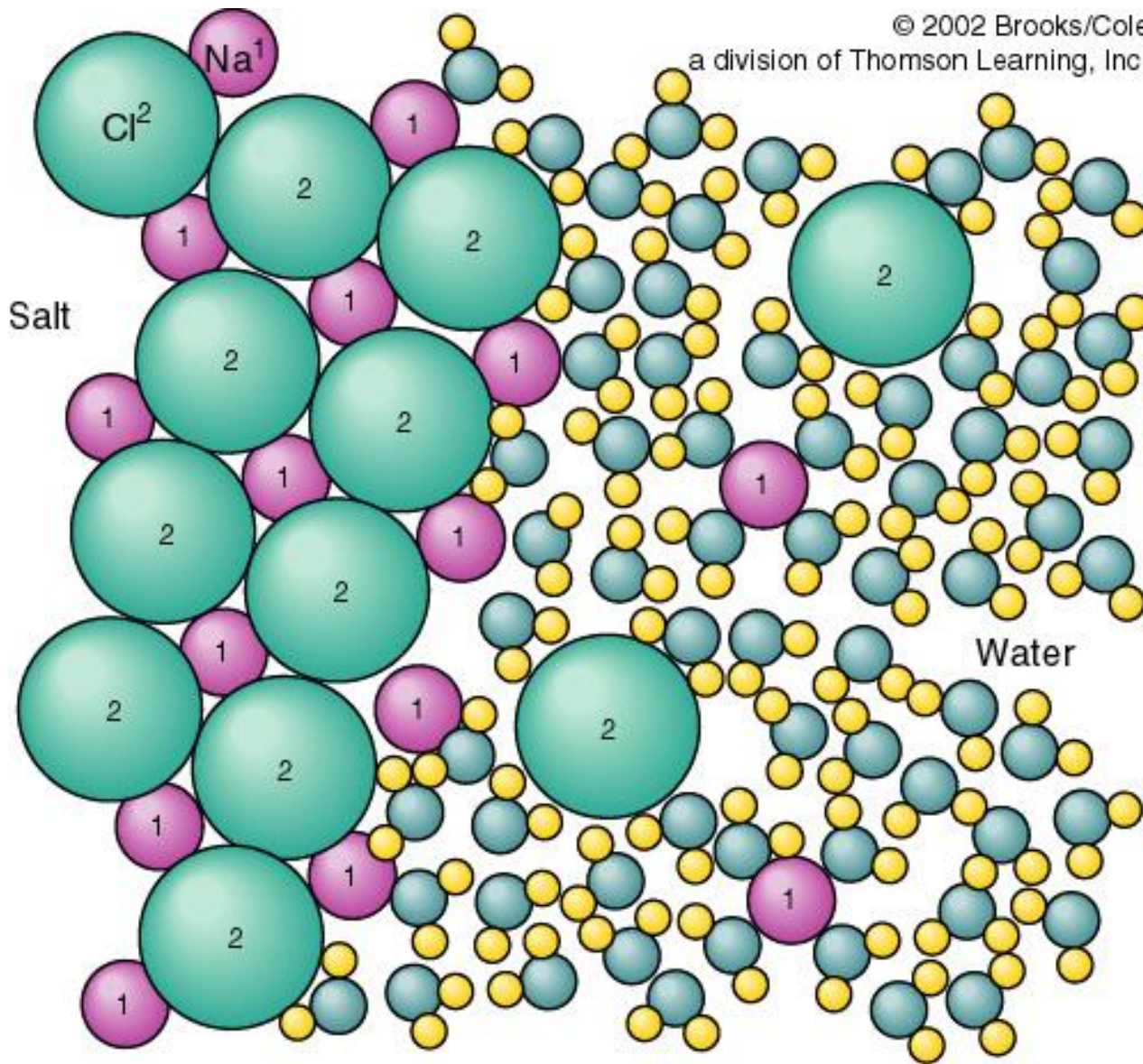
Bản chất quá trình hòa tan

Quá trình hoà tan là quá trình tương tác giữa dung môi và chất tan vừa có bản chất hoá học vừa có bản chất vật lý.

Bản chất vật lý : lực hút tĩnh điện, tương tác lưỡng cực – ion, lực Van der Waals, phá vỡ mạng tinh 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 hoá học mới (solvat-hydrat). Quá trình này gọi chung là quá trình solvat hóa.





1.5. Cân bằng trong dung dịch bão hòa

1.5.1. Độ tan (S , mol/L hoặc g/L) (hay độ hòa tan)

Khi quá trình hoà tan đạt đến cân bằng, dung dịch thu được sẽ chứa tối đa chất tan ở những điều kiện bên ngoài (nhiệt độ, áp suất) xác định trạng thái cân bằng đó. Đó là dung dịch bão hòa.

Nồng độ chất tan trong dung dịch bão hòa ở điều kiện xác định gọi là độ tan.

Độ tan tính bằng số gam chất tan trong 100 gam dung môi.

Ký hiệu độ tan : S

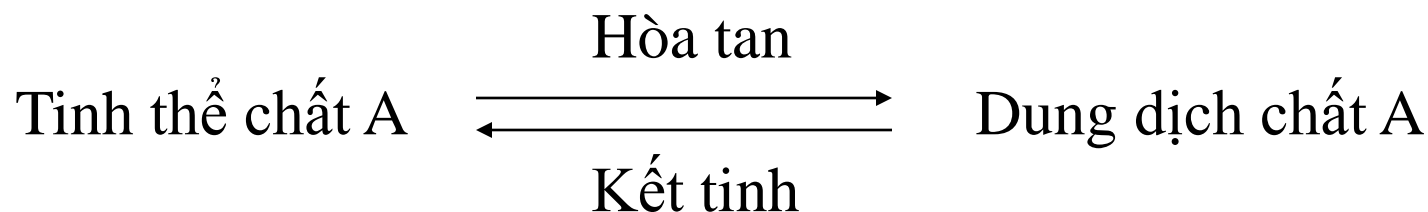
$S > 10$: chất dễ tan.

$S < 1$: chất 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**



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

Khả năng hoà tan rượu trong nước

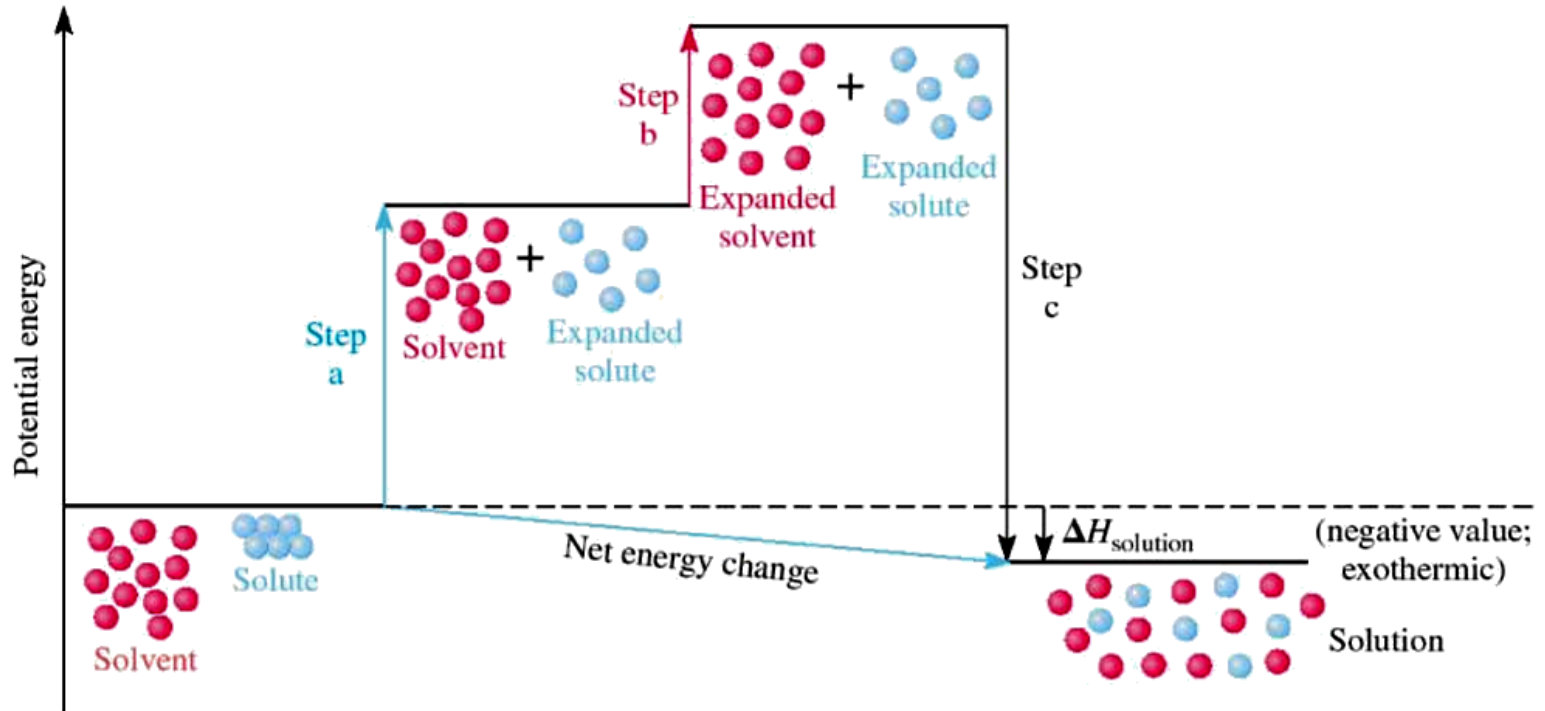
<i>Công thức</i>	<i>Tên</i>	<i>Độ tan trong nước (g/100 g)</i>
CH_3OH	methanol	Tan vô hạn
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	ethanol	Tan vô hạn
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{OH}$	propanol	Tan vô hạn
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$	butanol	9
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$	pentanol	2.7
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{OH}$	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 hòa tan của NaCl trong các dung môi

<i>Dung môi</i>	<i>Tên dung môi</i>	<i>Độ tan S (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

1.5.2. Nhiệt hòa 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: $\Delta G_{ht} = \Delta H_{ht} - T\Delta S_{ht} < 0$

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

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

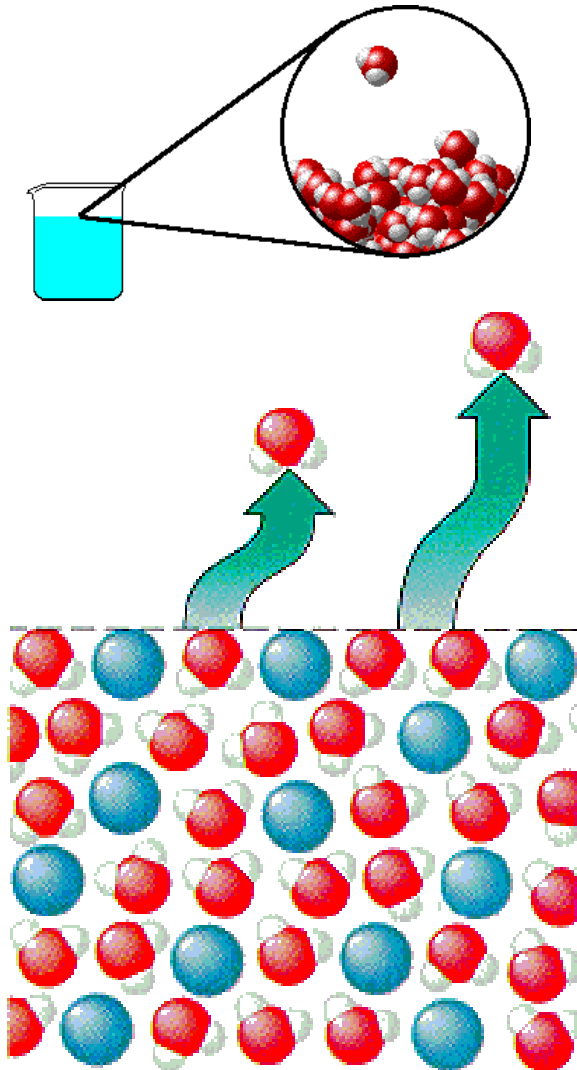
$$\rightarrow \Delta G_{ht} < 0 / > 0$$

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

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

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

1.6. Tính chất của dung dịch loãng



1.6.1 Áp suất hơi bão hòa 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

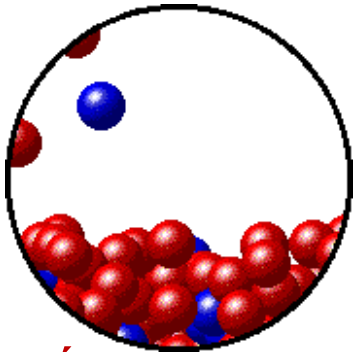
x_i là nồng độ phần mol của chất i và

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

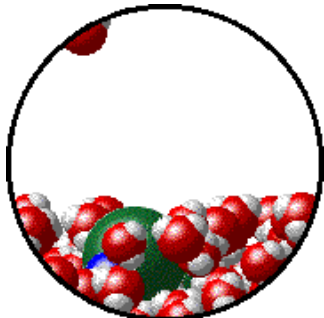
1.6.1 Áp suất hơi bão hoà của dung dịch:



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 không bay hơi

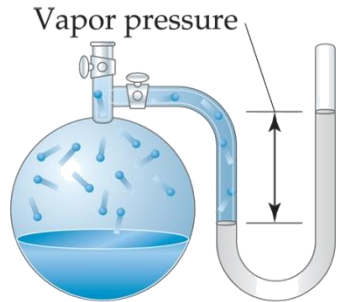
Không có P_2^0 nên $P = P_1 = x_1 \cdot P_1^0$

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

Định luật Raoult 1 (1887): **Độ giảm tương đối của áp suất hơi bão hoà của dung môi trên dung dịch bằng phần mol chất tan.**

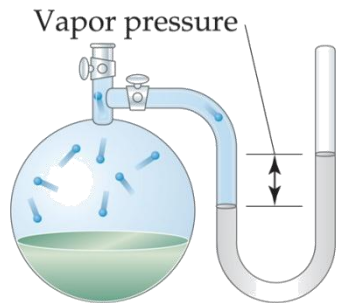
$$\Rightarrow \frac{\Delta P}{P_{dm}^0} = x_2$$

Tính chất của dung dịch loãng



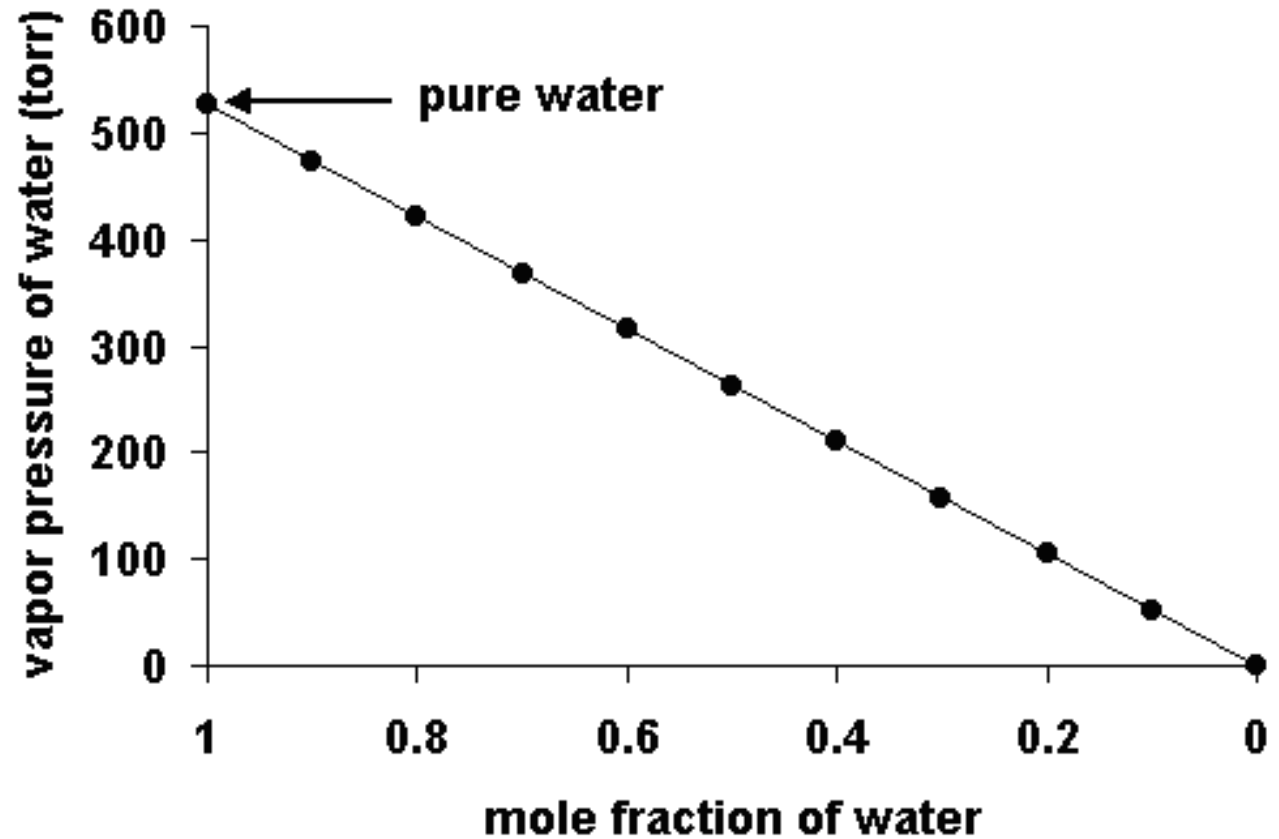
Solvent alone

(a)



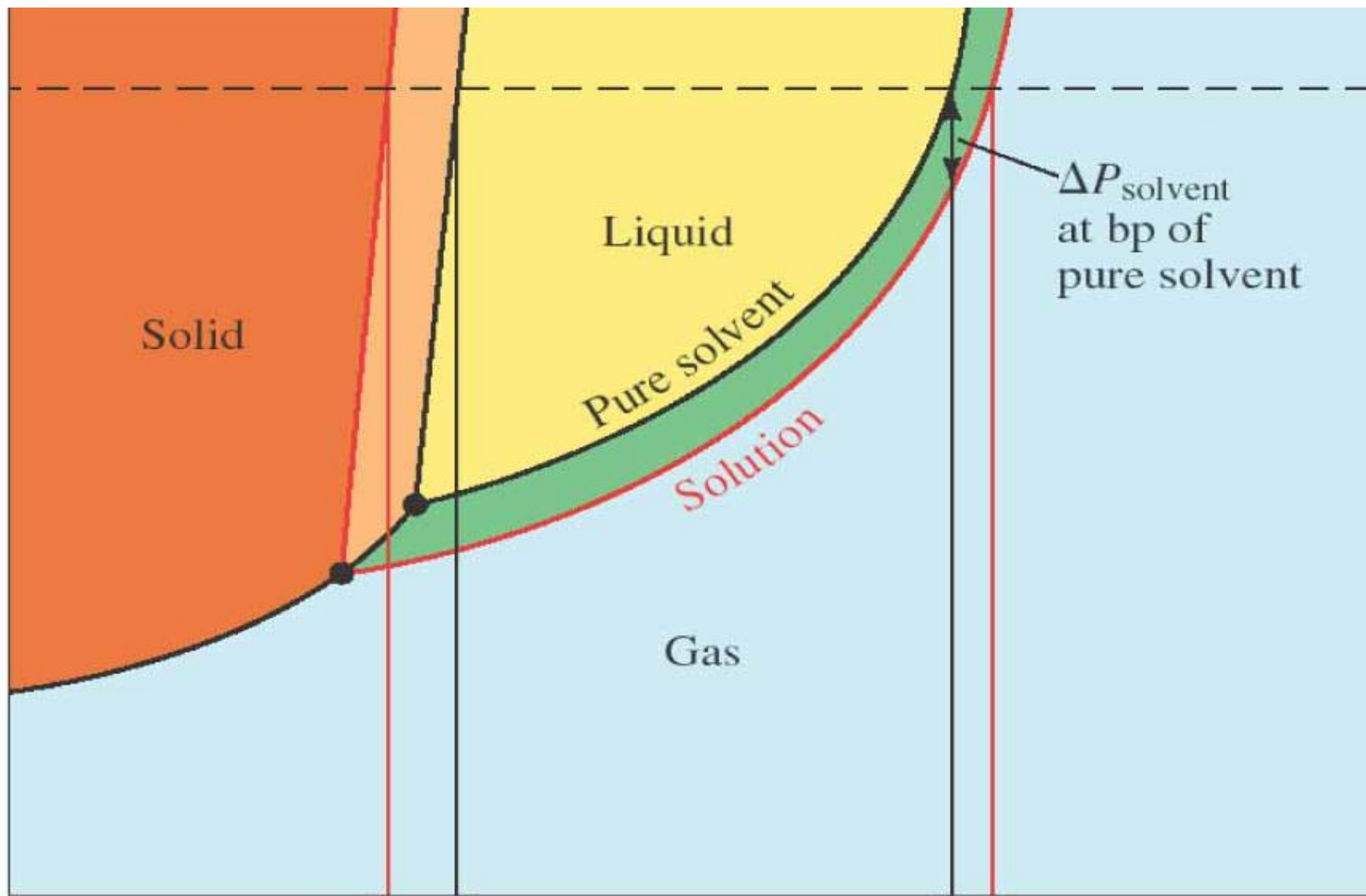
Solvent + solute

(b)



Vapor pressure of solvent (torr)

760



$\Delta P_{\text{solvent}}$
at bp of
pure solvent

T_f
solution

ΔT_f

T_f
pure
solvent

T_b
pure
solvent

ΔT_b

T_b
solution

Temperature (°C)

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

Định luật Raoult 2:

Độ tăng nhiệt độ sôi (Δt_s) hay **độ giảm nhiệt độ kết tinh ($\Delta t_{đđ}$)** 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 và được xác định theo công thức:

$$\Delta t_s = k_s \cdot \zeta_m$$

$$\Delta t_{đđ} = k_{đ} \cdot \zeta_m$$

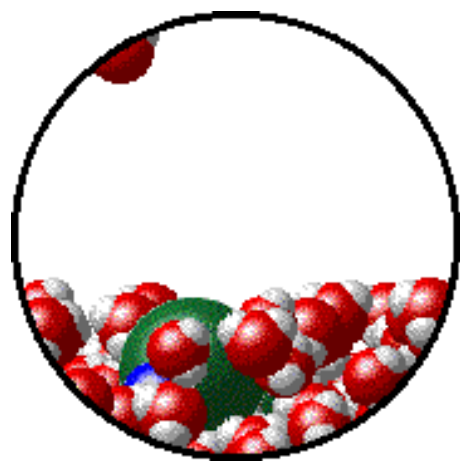
Trong đó:

k_s : Hằng số nghiệm sôi của dung môi;

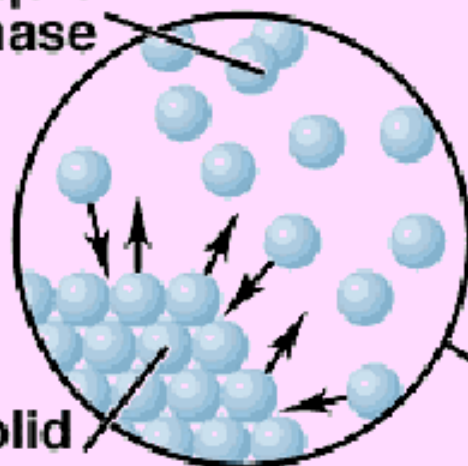
$k_{đ}$: Hằng số nghiệm lạnh hay hằng số nghiệm đông của dung môi.

ζ_m : nồng độ molan.

$k_s, k_{đ}$: phụ thuộc vào bản chất dung môi

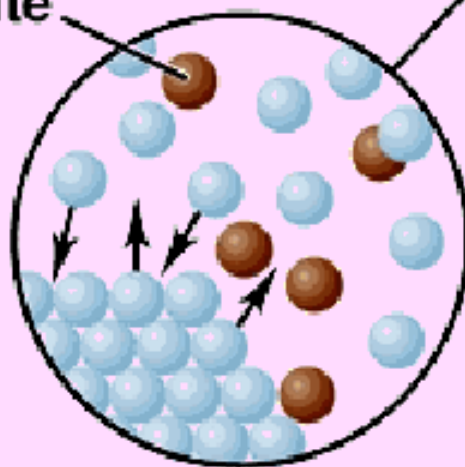


Liquid phase



Solid phase

Solute

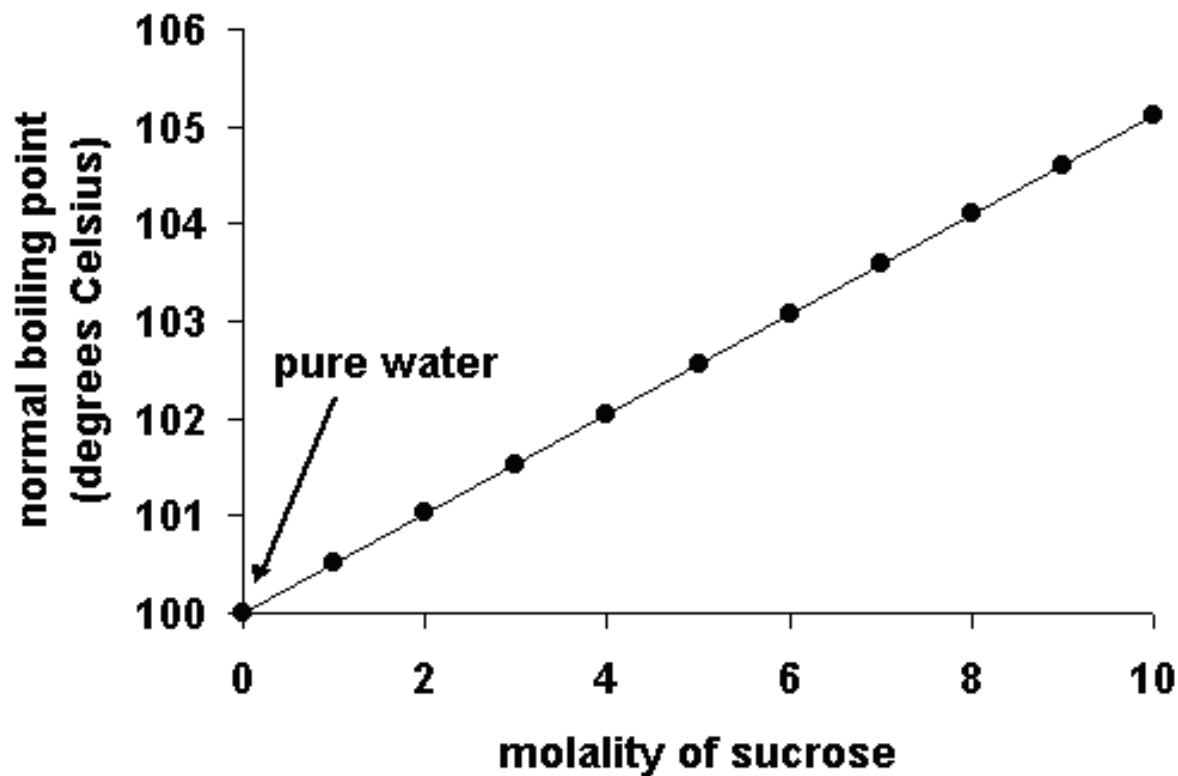


$T_f(\text{solvent})$

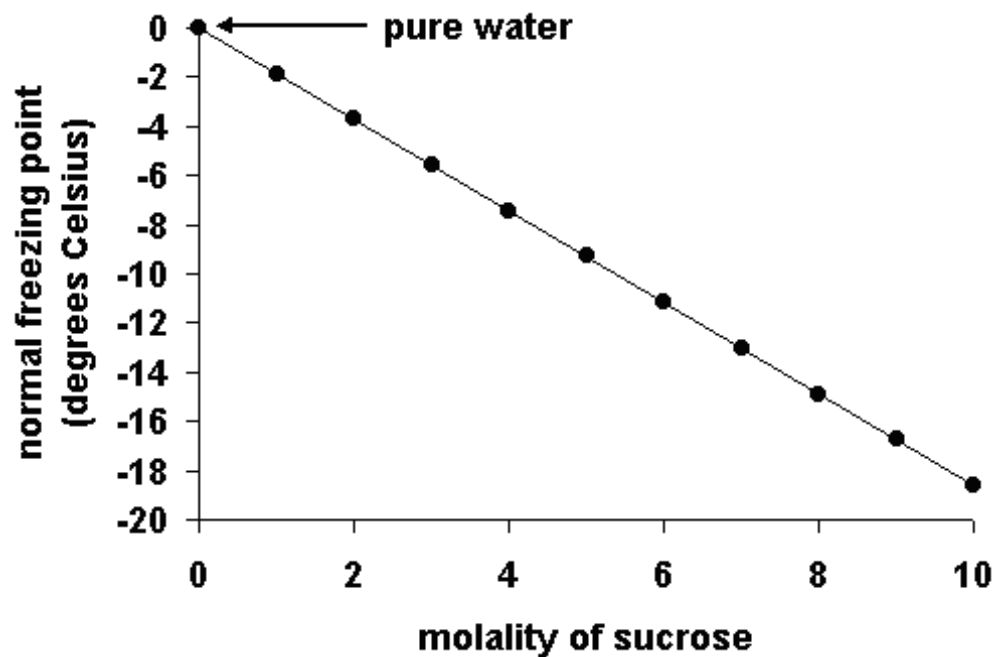
$T_f(\text{solution})$

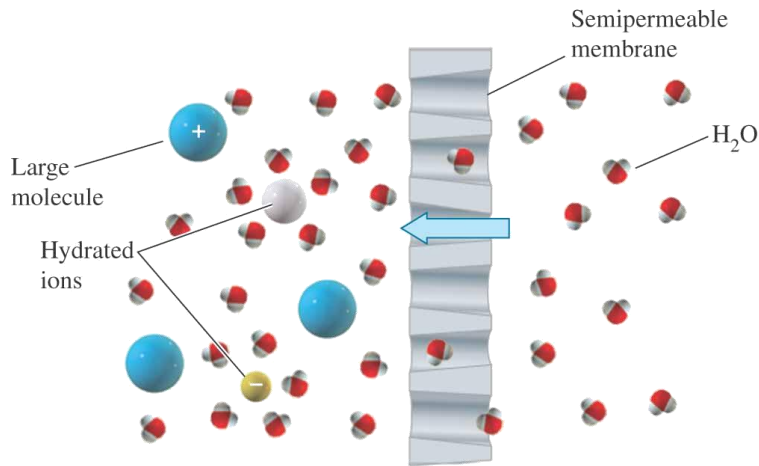


Dung môi	Nhiệt độ sôi, °C	K_s , °C m ⁻¹
Nước	100.0	0.512
acetic acid	118.1	3.07
benzene	80.1	2.53
chloroform	61.3	3.63
nitrobenzene	210.9	5.24



Dung môi	Nhiệt độ 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



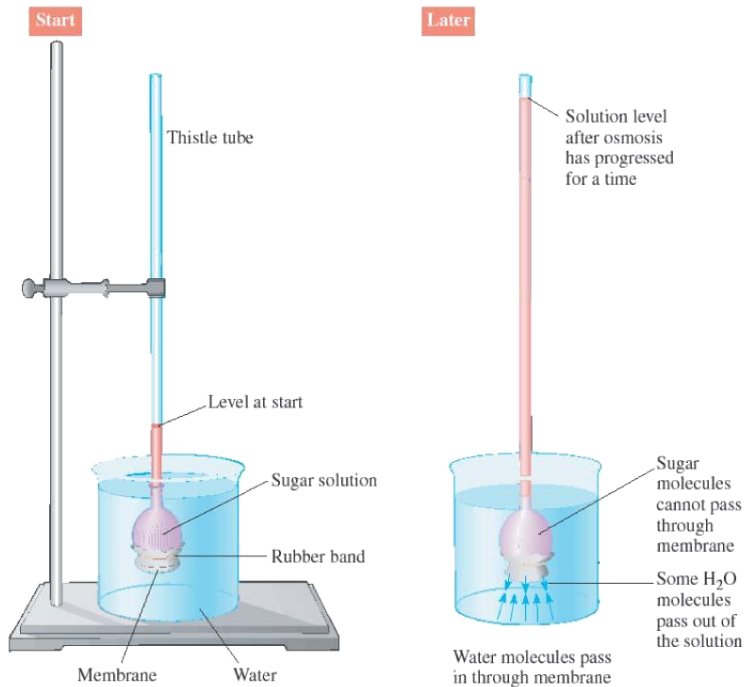


© 2004 Thomson/Brooks Cole

1.6.3. 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.

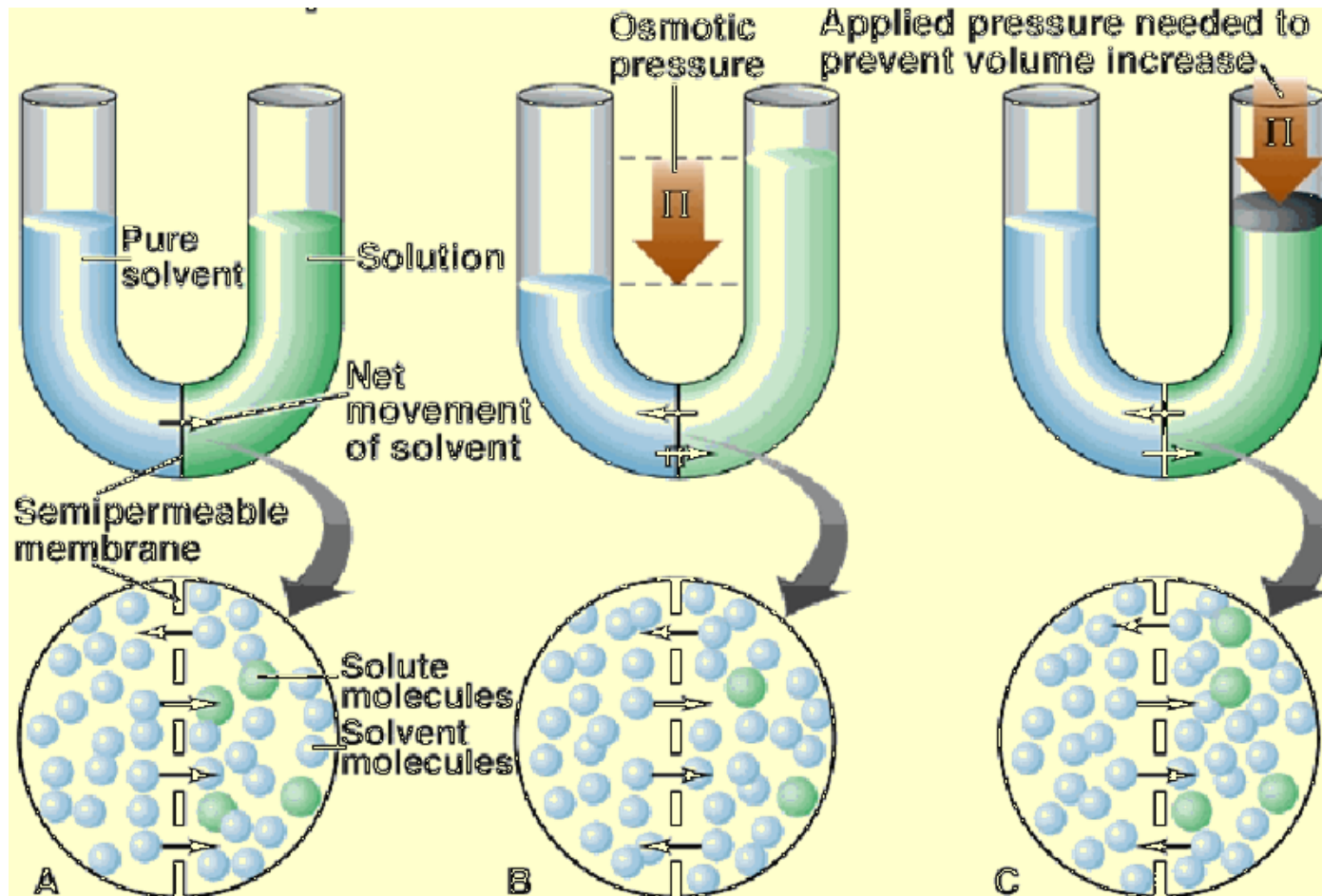
Hiện tượng các phân tử dung môi đi qua màng bán thấm gọi là hiện tượng thẩm thấu.



© 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 $c \rightarrow 0$