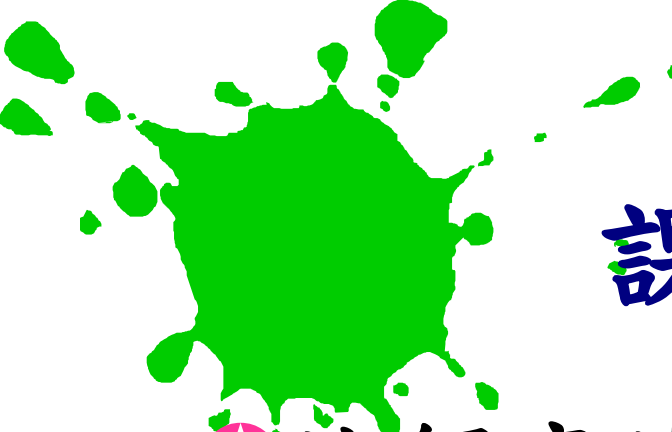



溶液的溶解度





課程大綱

- ★ 溶解度的定義
 - ★ 溶解與結晶
 - ★ 固體溶解度與溫度的關係
 - ★ 溶解度的影響因素
 - ★ 亨利定律
- 



溶解度的定義

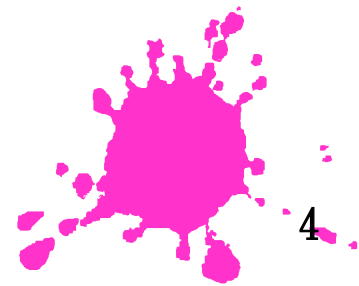
在**固定溫度**下，溶質溶於一定量溶劑，達到平衡時，所能溶解的最大重量或莫耳數，可用**飽和溶液**的各種**濃度**來表示。



溶解與結晶

★溶解：溶液形成時，溶質與溶劑均勻混合的過程。

★結晶：固態溶質自溶液中析出形成晶體的現象。





飽和溶液(一)

★ 溶質溶解於溶液中

若 溶解速率 = 結晶析出速率，
即為飽和溶液。

★ 飽和溶液是一種動態平衡，溶質分子溶解於溶劑中時，同時有溶質分子自溶液中結晶析出。



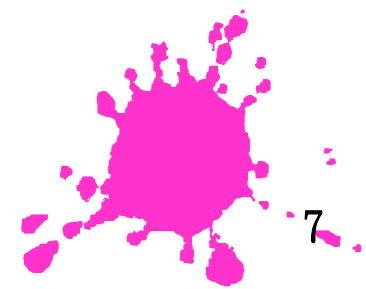
飽和溶液(二)

★將糖溶解於水中，剛開始的溶解速率很快，糖一下子就溶解了，若繼續加入糖的顆粒，溶解速率慢慢減小，到最後不論如何攪拌，糖也不再溶解，形成液相與固相共存的狀態，此時上層的液相溶液即為飽和溶液。



未飽和溶液

★ 溶液濃度小於飽和溶液，此時加入溶質可繼續溶解。



未飽和溶液欲達飽和的方法

★減少水量

★再加溶質

★降低溫度



過飽和溶液

★ 溶液濃度大於飽和溶液，此時含有比飽和溶液還多的溶質。





溶解度表示法

★ 100克溶劑中所能溶解溶質最大克數。

★ 體積莫耳濃度：體積一升的溶液中所含溶質的莫耳數。



固體溶解度與溫度的定量

★析出物不帶結晶水

已知溫度 t_1 、 t_2 時的溶解度分別為 s_1 、 s_2 克，若 t_2 的飽和溶液 w 克冷至 t_1 時，設析出固體 x 克

❖ 解一：
$$\frac{\text{溶質}}{\text{溶液}} = \frac{s_1}{100+s_1} = \frac{w \times \frac{s_2}{100+s_2} - x}{w-x}$$

$$\frac{\text{溶質}}{\text{溶劑}} = \frac{s_1}{100} = \frac{w \times \frac{s_2}{100+s_2} - x}{w \times \frac{100}{100+s_2}}$$

❖ 解二：
$$\frac{100+s_2}{s_2-s_1} = \frac{w}{x}$$

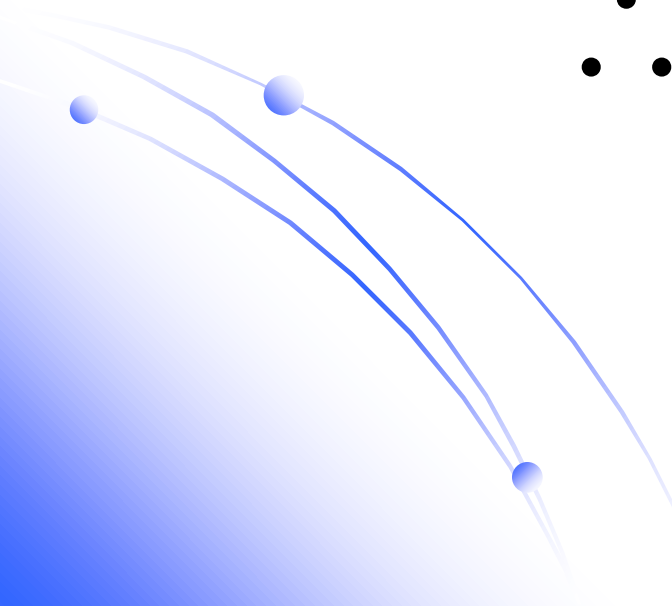
例題

★ 某固體物質 10°C 及 70°C 時分別為 18 及 80g/100g 水，今有 70°C 時該物質的飽和溶液 90 克，冷卻至 10°C 時，可析出該物的若干克？



例題解

$$\frac{80-18}{180} = \frac{x}{90}$$

$$\therefore x = 31g$$


固體溶解度與溫度的定量

★析出物帶結晶水

已知溫度 t_1 、 t_2 時的溶解度分別為 s_1 、 s_2 克，若 t_2 的飽和溶液 w 克冷至 t_1 時，設析出固體 x 克

❖原 t_2 時

● 溶質 = $w \times \frac{s_2}{100+s_2}$; 水 = $w \times \frac{100}{100+s_2}$

❖析出物中

● 溶質 = $x \times \frac{\text{無水物式量}}{\text{結晶的式量}}$, 水 = $x \times \frac{\text{結晶水數}18}{\text{結晶的式量}}$

固體溶解度與溫度的定量

★析出物帶結晶水

已知溫度 t_1 、 t_2 時的溶解度分別為 s_1 、 s_2 克，若 t_2 的飽和溶液 w 克冷至 t_1 時，設析出固體 x 克

$$\frac{\text{溶質}}{\text{溶液}} = \frac{s_1}{100+s_1} = \frac{w \cdot \frac{s_2}{100+s_2} - x \cdot \frac{\text{無水物式量}}{\text{結晶的式量}}}{w-x}$$

$$\frac{\text{溶質}}{\text{溶劑}} = \frac{s_1}{100} = \frac{w \cdot \frac{s_2}{100+s_2} - x \cdot \frac{\text{無水物式量}}{\text{結晶的式量}}}{w \cdot \frac{100}{100+s_2} - x \cdot \frac{\text{結晶水數}18}{\text{結晶的式量}}}$$

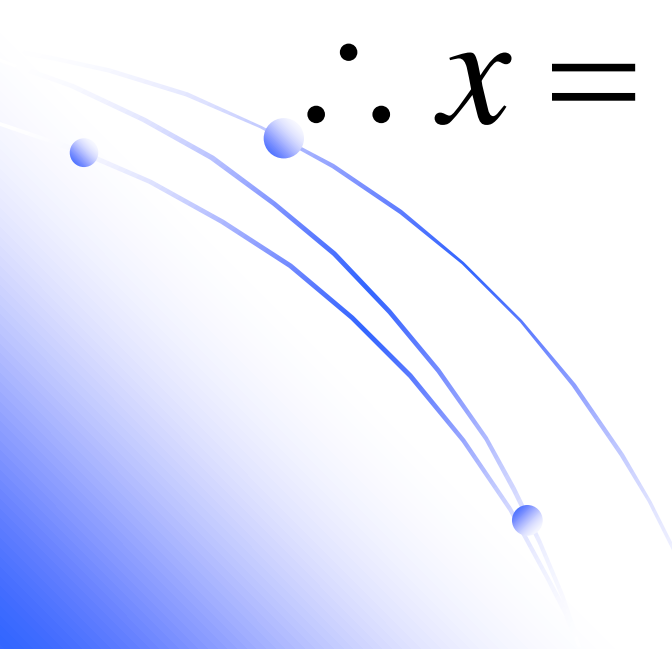
例題

★ 無水硫酸銅在 20°C 及 60°C 時的溶解度分別為20及40g/100g水， 60°C 時的飽和溶液100克冷至 20°C ，析出的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的克數為何？



例題解

$$\frac{\text{溶質}}{\text{溶液}} = \frac{20}{120} = \frac{100 \times \frac{40}{140} - \frac{160x}{250}}{100 - x}$$

$$\therefore x = 25.1\text{g}$$


影響溶解度的因素

主要因素

★ 溶質的本性

主要因素

★ 溶劑的本性

★ 溫度

室溫下的飽和糖水溶液，當溫度上升時，會成為不飽和溶液。

★ 壓力

當打開汽水瓶蓋時，瓶內壓力減低，溶液會成為過飽和溶液，原本溶解的氣體(CO_2)會大量析出，所以汽水會一直冒泡泡。



溫度的影響

若溶質溶解時是**吸熱反應**

→ 溫度  ， 溶解度 

若溶質溶解時是**放熱反應**




→ 溫度  ， 溶解度 



壓力的影響

對於**固體或液體**在水中之溶解度

→ 壓力 ，溶解度影響不大



對於**氣體**在水中之溶解度

→ 壓力 ，溶解度 

(亨利定律)

在1atm下，氣體溶解度與溫度之關係

溫度 (°C)	二氧化碳 (CO ₂)	氫氣 (H ₂)	氧氣 (O ₂)	氮氣 (N ₂)
0	1.71	0.021	0.049	0.024
20	0.88	0.018	0.031	0.015
40	0.53	0.016	0.023	0.012
60	0.36	0.016	0.019	0.010

※單位為:ml/ml水

亨利定律 (Henry's Law)

- ◆ 在定溫下，氣體的溶解度和該氣體的分壓成正比。
- ◆ 定溫下，定量溶劑所容氣體的體積與該氣體的壓力無關。

$$W = kP$$

W: 氣體的質量

P: 氣體的壓力(分壓)

k: 亨利常數

亨利定律的說明

- ★ 適用稀薄溶液與相當低壓力的情況，不適用於易溶於水之氣體，例如 HCl、 NH_3 、 SO_2 ...etc.
- ★ 適用於高溫低壓且溶解度小的氣體。
- ★ 當數種氣體同時溶於一溶劑中，公式可適用於單獨每一種氣體，只是m與P分別為每一種氣體的重量與分壓。

亨利定律的應用-深海潛水

★ 海洋深處的壓力為數個大氣壓，為了能夠呼氣，潛水夫需吸入幾大氣壓的空氣。在高壓下血液內空氣的氧及氮的溶解度，比正常溶解度大好幾倍。但是氧可以被代謝，氮不可以。當潛水夫要升回海平面，降到較低壓力時，氮的溶解度下降，血液內便會形成氮氣泡，造成身體的不適，此稱為潛水夫病。

防止潛水夫病的方法

將潛水夫用的空氣儲桶加入氦氣來稀釋空氣中的氧，如此才不會因在深水處，因高壓使太多的氧溶於血液，浮出水面時血液形成氣泡。

例題

☆ 0°C，1atm的O₂及1atm的N₂對1L水的溶解度分別為49及24cm³

求(1) 0°C，1atmO₂及1atmN₂，1L水所溶氣體質量各為多少克？

(2) 0°C，5atmO₂，1L水可溶的克數？同壓下的體積為多少cm³？所溶的體積換算成1atm下的體積則又為多少cm³？

例題解

★(1) $O_2 : \frac{49 \times 10^{-3}}{22.4} \times 32 = 0.07 \text{ g}$

$$N_2 : \frac{24 \times 10^{-3}}{22.4} \times 28 = 0.03 \text{ g}$$

★(2) $0^\circ\text{C}, 5\text{atm}$

質量 : $0.07 \times 5 = 0.35 \text{ g}$

體積 : 49 cm^3

$0^\circ\text{C}, 1\text{atm}$

$$5 \times 49 = 1 \times V \therefore V = 245 \text{ cm}^3$$

例題

☆ 0°C ， 1atm 的 O_2 及 1atm 的 N_2 對 1L 水的溶解度分別為 49 及 24cm^3

求(1) 0°C ， 1L 水與 1atm 空氣接觸，所溶 O_2 及 N_2 的質量及在其分壓下的體積各為多少？（空氣中氧與氮的體積比為 $1:4$ ）

(2)於(1)中，若空氣的壓力為 2atm ，則所溶的 O_2 ， N_2 的質量及在其分壓下的體積各為多少？

例題解

★(1) $P_{O_2} = 1 \times \frac{1}{5} = 0.2 \text{ atm} \therefore P_{N_2} = 0.8 \text{ atm}$

O_2 : 質量 = $0.07 \times 0.2 = 0.014 \text{ g}$; 體積 = 49 cm^3

N_2 : 質量 = $0.03 \times 0.8 = 0.024 \text{ g}$; 體積 = 24 cm^3

★(2)

$P_{O_2} = 2 \times \frac{1}{5} = 0.4 \text{ atm} \therefore P_{N_2} = 2 - 0.4 = 1.6 \text{ atm}$

O_2 : 質量 = $0.07 \times 0.4 = 0.028 \text{ g}$; 體積 = 49 cm^3

N_2 : 質量 = $0.03 \times 1.6 = 0.048 \text{ g}$; 體積 = 24 cm^3

例題

在海平面空氣中 CO_2 的分壓為 0.299mmHg ，若 CO_2 的溶解度在此分壓下及 25°C 時為 $3.4 \times 10^{-2}\text{mol/L}$ ，求亨利定律中的常數 K 及在 $P_{\text{CO}_2} = 0.01\text{atm}$ 下 CO_2 的溶解度各為何？

例題解


$$W = kP$$

$$k = \frac{3.4 \times 10^{-2}}{0.299} = 1.14 \times 10^{-1} \text{ mol} / \text{mmHg} \cdot L$$

$$W = 1.14 \times 10^{-1} \times 0.01 \times 760 = 0.87 \text{ mol} / L$$



溶解度的分類

溶解度

$> 1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$ \longrightarrow 可溶

$= 1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$ \longrightarrow 微溶

$< 1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ \longrightarrow 難溶或不溶