

1-3 溶液

(一)溶液(均勻混合液)

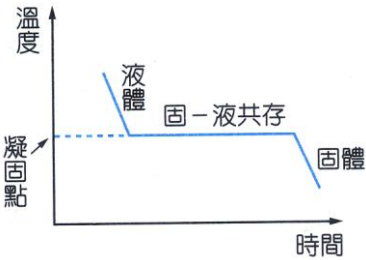
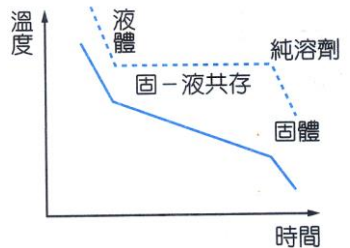
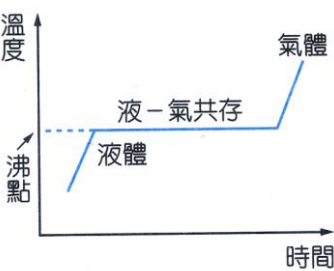
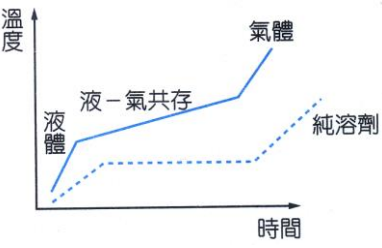
A、溶液：

- (1) 由至少兩種的純物質均勻混合而成的均勻混合物(Homogeneous mixture)。
- (2) 數種物質混合後，僅呈現一種相狀態。
- (3) 沒有固定的組成及性質，例如糖水可以有不同的濃度，且沸騰時的溫度會持續上升。
- (4) 溶液所混合的物質，仍保有原來純物質的物理性質及化學性質；
例如空氣中的氧氣，仍保有助燃性；空氣中的氫氣仍具有可燃性。

B、溶質(solute)與溶劑(solvent)之區別：

- (1) 量多者為溶劑，量少者為溶質。
例如：空氣中，量多者 N_2 為溶劑；而量少者 O_2 、 CO_2 、 $Ar...$ 等氣體為溶質。
- (2) 與水混合為溶液時，不論水量多寡，水均為溶劑，形成的溶液，記為(aq)。
例如：金門高粱中，水佔 45%，而酒精佔 55%，但水雖然量少，仍為溶劑。
- (3) 混合前後狀態有變化者為溶質，狀態無變化者為溶劑。
例如：食鹽水中， $NaCl$ 在水中解離成 $Na^+(aq)$ 與 $Cl^-(aq)$ 故 $NaCl$ 為溶質，而水的狀態不變為溶劑。
將固體的碘溶解於酒精中，形成碘酒，記為 $I_2(alc)$ ，碘由固體溶解成液態，酒精狀態保持不變，因此碘是被溶解的物質，稱為溶質；酒精是溶解溶質的，稱為溶劑。

C、溶劑(純物質)與溶液之比較

比較	溶劑(純物質)	溶液(均勻混合物)
定義	僅含一種成分	均勻混合物，含兩種或兩種以上成分
凝固點	凝固曲線如下，凝固點固定。 	凝固曲線如下，凝固點隨濃度之增加，而逐漸降低。 
凝固物結晶	與原液體相同	與原溶液不同，凝固物為純物質。
蒸餾產物	與原液體相同	與原液體不同，成分比例會改變
沸點	1.沸點固定。 	1.濃度愈大時沸點愈高。 
分離	1.僅含一種物質。 2.無法以「相之變化」等物理方法，分離其中的組成元素。	1.可利用「相之變化」分離。 2.以蒸餾、結晶等方法，分離其中所含的物質。

(二)溶液的分類：

A. 依溶液的型態：可將溶液分成氣態溶液、液態溶液及固態溶液三類。

溶液的種類		實例
氣態溶液	固體溶於氣體	抽菸後的煙霧，為固態的顆粒，溶於氣體中。
	液體溶於氣體	雲、霧是液態的水溶於空氣中，形成氣態的溶液。
	氣體溶於氣體	空氣或實驗室中兩種氣體以上互相混合
液態溶液 (簡稱溶液)	固體溶於液體	蔗糖溶於水；食鹽溶於水；硫酸銅晶體溶於水
	液體溶於液體	酒精溶於水；醋酸溶於水 溴(Br ₂)溶解於四氯化碳中，記為 Br ₂ (CCl ₄)。
	氣體溶於液體	二氧化碳溶於水，可製成汽水。 氯氣溶於水可消毒。 氧氣溶於水，可供生物呼吸。
固態溶液	固體溶於固體	鐵、鉻、鎳製成的不鏽鋼合金 銅和鋅的合金，製成黃銅。 金和銅的合金，製成 K 金。
	液體溶於固體	1.金屬溶於水銀中，所形成的合金，稱為汞齊。 2.電解熔融的食鹽(氯化鈉)，所製得的鈉，可溶於水銀中，製成鈉汞齊。 3.銀、錫、銅、金等金屬溶於水銀中，製成補牙的銀粉。
	氣體溶於固體	1.燃料電池中，氫氣通入多孔隙的鉑或鎳，被吸附作為電極。

B. 依溶液的導電性：將溶液分成電解質溶液與非電解質溶液兩類。

(1) 電解質溶液：化合物溶於水能導電者，稱為電解質溶液。

例如：HCl(aq)、NaOH(aq)、NaCl(aq)等酸、鹼、鹽的水溶液。

(2) 非電解質：化合物溶於水但不能導電者，稱為非電解質溶液。

例如：C₆H₁₂O₆(aq)、(NH₂)₂CO(aq)(尿素)等分子物質，在水中不能解離出離子者。

(3) 電解質的分類：

強電解質	弱電解質
溶質在溶劑中完全解離者	溶質在溶劑中僅能部分解離者
(1) 強酸：如 HClO ₄ (過氯酸)、HNO ₃ (硝酸)、H ₂ SO ₄ (硫酸)、HCl(鹽酸)、HClO ₃ (氯酸)。 (2) 鹼金屬與部分鹼土金屬(Ca、Sr、Ba) 之氫氧化物。 (3) 鹼金屬鹽類與銨鹽(NaCl、KCl、NH ₄ Cl)	(1) 弱酸：如 H ₂ CO ₃ (碳酸)、H ₂ C ₂ O ₄ (草酸)、H ₃ BO ₃ (硼酸)、H ₃ PO ₄ (磷酸)。 (2) 大多數有機酸。 例：CH ₃ COOH(乙酸)、HCOOH(甲酸) (3) 氨與大部介有機胺

(4) 導電度大小：

甲、相同濃度大小，解離度愈高其導電度愈強。

強電解質溶液 > 弱電解質溶液 > 非電解質溶液

乙、強電解質溶液，離子濃度愈高其導電度愈大。

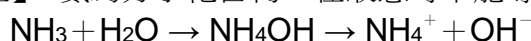
例：0.10M CaCl₂(aq) > 0.10M NaCl(aq)

【註】：溶質為離子化合物與分子化合物的比較

比較	離子化合物	分子化合物
種類	鹼和鹽為離子化合物(離子鍵分子)	酸為分子化合物(共價鍵分子)
固態	固態時，陰陽離子因為靜電力的作用，而無法解離，因此不能導電。	固態及液態時，由於無法解離成離子，因此不能導電。
液態	熔融狀態(液態)時，晶體格子遭受破壞，陰陽離子因此能夠移動，因此能導電。	
水溶液	水溶液狀態時，由於離子化合物溶於水能解離，產生陰、陽離子，因此能導電。	水溶液時由於酸能解離或與水作用產生離子，因此能導電。
	$\text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ $\text{NaCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	$\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$

少數的鹼為分子化合物，在液態時不導電

【註】：氨為分子化合物，在液態時不能導電，水溶液才導電，為弱電解質。



C. 依溶劑的種類區分：可將溶液分成水溶液與非水溶液兩類

分類	溶劑	實例
水溶液	水	糖水、鹽水、鹽酸
非水溶液	水以外的溶劑。 四氯化碳(CCl_4)、酒精($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)、 苯(C_6H_6)、丙酮	碘酒、溴的四氯化碳溶液、糖溶於酒精、 指甲油溶於丙酮、空氣、

D. 依溶質顆粒大小區分：

(1) 真溶液：

甲、溶質的直徑小於 10^{-10}m 的分子或離子，或溶質與溶劑能均勻溶成一相。

乙、糖水、鹽水、硫酸銅溶液、氯化亞鈷溶液、硝酸鉀溶液、礦泉水...等。

(2) 膠態溶液：

甲、溶質顆粒約為 $10^{-7}\text{m} \sim 10^{-9}\text{m}$ ，的高分子或多分子聚合物、帶電的粒子團(吸附溶劑的離子)、溶液狀態為兩種相態。

乙、咖啡、雲、霧、煙、牛奶、米漿、豆漿、澱粉、醬油、肥皂水等溶液，為膠態溶液。

丙、加入電解質凝聚或者通入直流電(電泳)，可以使膠體電荷被中和而凝聚析出，稱為凝析。

例題 1. (A)食醋 (B)18K 金 (C)碘酒 (D)鹽酸 (E)鋅汞齊 (F)青銅 (G)汽水 (H)天然氣 (I) 溴的四氯化碳溶液；關於上述溶液，回答下列問題：

(1) 常溫下，固態溶液有_____。

(2) 常溫下，液態溶液為非水溶液的有_____。

(3) 哪些液態溶液為電解質溶液？_____。

解答 (1) B(K 金)、E(鋅汞齊)、F(青銅) (2) C(碘酒)、H(天然氣)、I(溴的四氯化碳溶液)
(3) A(食醋)、D(鹽酸)、G(汽水)

解析：(1) 鋅汞齊為鋅和水銀混合的合金，鋅溶解在水銀中，凝固成為固態合金。
青銅為銅和錫的合金。

(2) 天然氣為甲烷(CH_4)和乙烷(C_2H_6)的混合物。

(3) 食醋為醋酸的水溶液，為弱酸、弱電解質；鹽酸為氯化氫水溶液，為強酸、強電解質。
汽水為碳酸水溶液，為弱酸、弱電解質。

例題 2. 下列關於溶液性質的敘述，何者正確？

- (A) 空氣為氣態溶液，其主要成分為氮氣與氧氣 (B) 碘酒為以酒精為溶劑所配成的溶液
(C) 18K 金可將其成分中的金視為溶質，銅視為溶劑 (D) 將鐵粉放入水中，充分攪拌後，所得混合物即為溶液 (E) 重量百分率濃度 98% 的濃硫酸中，水為溶劑

解答 (A)(B)(E)

- 解析**：(A) 正確，空氣為氣態溶液，氮氣佔 78% 為溶劑，氧氣佔 21%，為溶質。
(B) 碘酒為碘(溶質)溶解在酒精(溶劑)，所配成的溶液。
(C) 18K 金佔 18/24，金含量較多，為溶劑，銅佔 6/24，含量較少，為溶質。
(D) 鐵粉難溶於水，因此將鐵粉放入水中，充分攪拌後，仍無法溶解，因此不是溶液。
(E) 重量百分率濃度為 98% 的濃硫酸中，水為溶劑。

例題 3. 設甲為氨水，乙為鹽酸，丙為甘油水溶液；當三者的容積莫耳濃度相同時，其導電性的順序為：

- (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 乙 > 丙 > 甲 (C) 乙 > 甲 > 丙 (D) 甲 > 丙 > 乙。

解答 (C)

- 解析**：鹽酸(HCl)為氯化氫的水溶液，為強酸、強電解質。
氨水為氨氣的水溶液，形成氫氧化銨(NH₄OH)，但解離度小，為弱鹼、弱電解質。
甘油水溶液不解離，為非電解質。
因此導電性為鹽酸 > 氨水 > 甘油水溶液。

例題 4. 下列敘述何者正確？

- (A) 溶液保留有溶質的本性 (B) 溶液有一定的熔點，但無一定的沸點 (C) 四氯化碳可與水形成一溶液 (D) 金屬可與金屬形成溶液，但金屬與非金屬不可形成溶液。

解答 (A)

- 解析**：(A) 溶液為混合物，保留原有成分物質的本性；
(B) 溶液的熔點、沸點均不一定，隨著成分濃度而改變。
(C) 四氯化碳和水不互溶，因此混合後會形成上下兩層，因此不能成為溶液。
(D) 金屬與非金屬仍可混合，形成溶液。

例題 5. 有關溶液的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 溶液是由純物質所構成的均勻化合物 (B) 溶液的組成可以改變 (C) 溶液有固態、液態、氣態等三類 (D) 溶液不一定都可導電。

解答 (A)

- 解析**：(A) 錯誤，溶液為數種純物質所構成的均勻混合物。
(D) 糖水為溶液，但不解離，不能導電，為非電解質。

(三) 溶液的濃度：

A. 重量百分率濃度：

- (1) 100 克溶液中所含溶質的克數，以 % 表示。
(2) 溶質克數與溶液克數的比值。

$$(3) \text{重量百分率濃度}(\%) = \frac{\text{溶質重量}}{\text{溶液重量}} \times 100\% = \frac{\text{溶質重}}{\text{溶質重} + \text{溶劑重}} \times 100\%$$

$$(4) \text{溶質重量} = \text{溶液重量} \times (P\%)$$

例題 6. 一杯 200 克的糖水中，溶解了 10 克的糖，則此溶液的重量百分率濃度為 _____ %。

解答：5%

解析： $\% = \frac{10\text{克}}{200\text{克}} \times 100\% = 0.005 = 5\%$

B. 體積百分率濃度：

(1) 每 100 毫升溶液中，所含溶質的體積(毫升數)，以百分比表示，稱為體積百分率濃度。

(2) $\text{體積百分率濃度}(\%) = \frac{\text{溶質體積量}}{\text{溶液體積}} \times 100\% = \frac{\text{溶質體積}}{\text{溶質體積} + \text{溶劑體積}} \times 100\%$

(3) 一般的百分率濃度，除非是特別註明，一般是指重量百分率濃度。

例題 7. 比重 1.2，濃度為 36.0% 的氯化氫水溶液 200 毫升，含氯化氫質量_____克。

解答：86.4 克

解析：溶液質量 = 體積 × 密度 = $200 \times 1.2 = 240$ 克。
 溶質質量 = $240 \times 36\% = 240 \times 0.36 = 86.4$ 克。

例題 8. 將 15% 及 10% 的糖水混合成 12% 的溶液，則所取 15% 及 10% 糖水的重量比為何？

(A) 5 : 4 (B) 4 : 5 (C) 2 : 3 (D) 3 : 2。

解答：(C)

解析： $\frac{A \times 0.15 + B \times 0.1}{A + B} = 0.12$ $0.15A + 0.1B = 0.12A + 0.12B$ $0.03A = 0.02B$
 $A : B = 0.02 : 0.03 = 2 : 3$

例題 9. 取 90% 的硫酸溶液 100 克，需加入 30% 的硫酸溶液_____克，才能配製成 70% 的硫酸溶液？

解答：50 克

解析：假設 30% 的溶液重量 A 克；則

$\frac{100 \times 0.9 + A \times 0.3}{100 + A} = 70\% = 0.7$ $90 + 0.3A = 70 + 0.7A$ $20 = 0.4A$
 $A = 20 / 0.4 = 50$ 克

例題 10. 欲以 15% 及 30% 兩種濃度的 NaOH 溶液，配成 20% 溶液，兩者需以何種重量比混合？

解答：2 : 1

解析：假設 15% 的溶液重量 A 克，30% 溶液的重量 B 克；

$20\% = 0.2 = \frac{0.15A + 0.3B}{A + B}$ $0.2A + 0.2B = 0.15A + 0.3B$
 $0.05A = 0.1B$ $A : B = 10 : 5 = 2 : 1$

C. 體積(容積)莫耳濃度(M 或 C_M)：

(1) 每 1 公升溶液中，含有溶質的莫耳數。

(2) $C_M(M) = \frac{\text{溶質莫耳數}}{\text{溶液升數}} = \frac{\text{mol}}{L}$

(3) 溶質莫耳數(mol)：體積莫耳濃度(C_M) × 溶液體積(L)

(4) 此種濃度表示法是實驗室最常用的，只要用滴定管、容量瓶、量筒或吸量管取一定的體積，很容易計算其中所含溶質的量。

例題 11. 將 19.6 公克的硫酸(H_2SO_4)加入水中，調成 896 克的溶液，已知比重為 1.12，則硫酸莫耳濃度為_____M。

解答：0.25M

解析：溶液體積 = $896 \div 1.12 = 800\text{mL} = 0.8\text{L}$

硫酸 H_2SO_4 分子量 = $1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$

$19.6 \div 98 = 0.2$ 莫耳

$C_M = 0.2\text{mol} \div 0.8\text{L} = 0.25\text{M}$

例題 12. 等莫耳數的乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)及甘油($\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$)分別溶於水中，配成等重的水溶液，試問兩溶液的重量百分率濃度之比為下列何者？

(A)1 : 1 (B)1 : 2 (C)1 : 3 (D)4 : 3

解答：(B)

解析：乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)分子量 = $12 \times 2 + 6 + 16 = 46$ ；

甘油($\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$)分子量 = $12 \times 3 + 1 \times 8 + 16 \times 3 = 92$

莫耳數相同，假設都為 1 莫耳，則乙醇有 46 克，甘油有 92 克；

水溶液重量相同時，重量百分率濃度 = $\frac{46}{1} : \frac{92}{1} = 1 : 2$

例題 13. 在 90mL 的 4.0M 硫酸溶液(H_2SO_4)中含硫酸質量_____克。

解答：35.28 克

解析：硫酸(H_2SO_4)的分子量 = $1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$ ；

含硫酸莫耳數 = $M \times L = 4 \times 0.09 = 0.36(\text{mol})$

含硫酸溶質質量 = $0.36 \times 98 = 35.28$ 克

(5) 溶液的配置方法：以配製 1 升 0.150M 的糖水($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)來說明

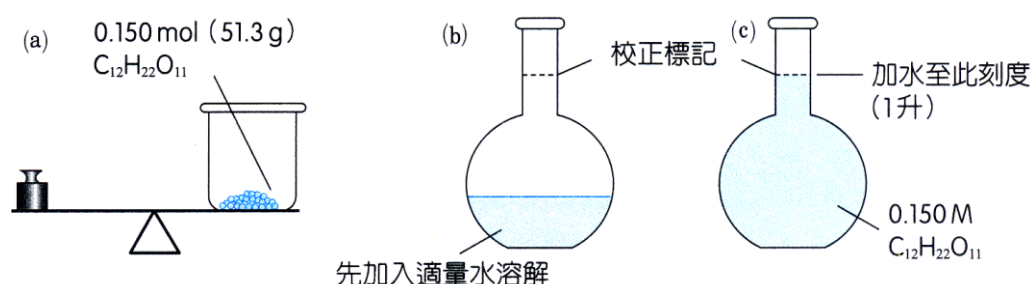
甲、糖水的莫耳數 = $1(\text{L}) \times 0.150(\text{M}) = 0.150(\text{mol})$

蔗糖分子量 = 342，蔗糖質量(溶質質量) = $0.15 \times 342 = 51.3$ 克

稱出溶質質量 51.3g 之 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 。

乙、將 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 置入已有適量水的 1 升容量瓶中，使之完全溶解。

丙、加水至校正標記處。



丁、缺點：由於溶液的體積會隨溫度而改變，因此體積莫耳濃度之值亦會隨之變化，故適用於溫度變化小或體積變化不影響精確度的實驗。

(6) 濃度的換算：aM 酸中取硫酸溶液 1 升，含有溶質 $ax1 = a(\text{mol})$ 。

例題 15. 要配製 0.100M 的標準溶液 100 毫升，最好要使用 100 毫升的下列哪一種儀器？

(A)燒杯 (B)量筒 (C)燒瓶 (D)容量瓶 (E)錐形瓶。

解答：(D)

解析：配置標準濃度的溶液以容量瓶配置較為準確。容量瓶的構造為頸部細長，且頸部上端有刻度，能表示所能容納的液體體積，因此測量的誤差較其他的容器(燒杯、錐形瓶、量筒)小。

例題 14. 配製 0.5M 氫氧化鈉水溶液的下列各法中，何者最佳？(原子量：Na=23，O=16，H=1.0)
(A)用電子天平稱 2.00g 氫氧化鈉，置於 100mL 燒杯中，加水使溶，再使水面與 100mL 的刻度齊高 (B)用三樑天平稱 2.00g 氫氧化鈉，置於 100mL 容量瓶中，加水使溶，再使水面與瓶頸上刻度齊高 (C)用三樑天平稱 1.00g 氫氧化鈉，置於 50mL 錐形瓶中，加水使溶，再使水面與 50mL 的刻度齊高 (D)在 1 升燒杯中，將 1.00M 之氫氧化鈉溶液注入至刻度 500mL 處，再加水至 1 升之刻度處。

解答：(B)

解析：0.5M 的氫氧化鈉溶液配 100 毫升，需要 $0.5 \times 0.1 = 0.05$ 莫耳

NaOH 質量 = $0.05 \times 40 = 2.00$ 克 因此：

將 2.00 克的氫氧化鈉固體，先加適量水溶解，再以容量瓶配置成 100 毫升的溶液。

例題 16. 蔗糖(C₁₂H₂₂O₁₁)水溶液 500mL 中含有 68.4g 蔗糖，求此溶液的體積莫耳濃度。

解答：0.4M

解析：蔗糖(C₁₂H₂₂O₁₁)的分子量 = $12 \times 12 + 1 \times 22 \times 1 + 16 \times 11 \times 1 = 144 + 22 + 176 = 342$

蔗糖的莫耳數 = $68.4 / 342 = 0.2$ 莫耳

蔗糖溶液的莫耳濃度 $C_M = 0.2 \text{ mol} / 0.5 \text{ L} = 0.4 \text{ M}$

例題 17. 取 0°C、1atm 下的氫氣 11.2 升與同體積的氯氣反應。使其產物溶於水中配成 500mL 溶液，求此溶液的體積莫耳濃度。

解答：2.0M

解析：氫氣 + 氯氣 → 氯化氫氣體 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$

0°C、1atm 下的任何氣體有 22.4 升，因此

0°C、1atm 下的氫氣 11.2 升 = $11.2 / 22.4 = 0.5 \text{ mol}$ 的 H₂ 以及有 0.5mol 的 Cl₂

0.5 莫耳的氫氣及 0.5 莫耳的氯氣會完全反應，產生 1.0 莫耳的氯化氫氣體

氯化氫氣體溶於水中，形成鹽酸溶液，溶液的莫耳濃度 $C_M = 1.0 \text{ mol} / 0.5 \text{ L} = 2.0 \text{ M}$

例題 18. 將 26.5 克的碳酸鈉(Na₂CO₃)溶於水，調配成 250 毫升的水溶液，試問溶液中鈉離子的體積莫耳濃度為何值？(原子量：Na₂CO₃ 分子量 = 106)

(A)0.25M (B)0.50M (C)1.0M (D)1.5M (E)2.0。

解答：(E)

解析：碳酸鈉(Na₂CO₃)的分子量 = 106；

碳酸鈉(Na₂CO₃)溶質的莫耳數 = $26.5 / 106 = 0.25$ 莫耳

碳酸鈉(Na₂CO₃)溶質的莫耳濃度 = $0.25 \text{ mol} / 0.25 \text{ 公升} = 1 \text{ M}$

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ 鈉離子濃度 = $[\text{Na}^+] = 1 \times 2 = 2 \text{ M}$

例題 19. 加足量的水於 32.2 克的乙醇(C₂H₅OH)，再配置成比重 0.960 的溶液 100mL，則溶液的重量百分率濃度及容積莫耳濃度為若干？(C₂H₅OH 分子量 = 46)

解答：容積莫耳濃度為 7.0M； 重量百分率濃度 = 33.5%

解析：(1)容積莫耳濃度： 乙醇的莫耳濃度 $C_M = 0.7 \text{ mol} / 0.1 \text{ L} = 7.0 \text{ M}$

(2)重量百分率濃度： 乙醇溶液重量 = $100 \times 0.96 = 96$ 克

$32.2 / 96 = 0.335 = 33.5\%$

例題 20. 將 8.50 克的氨氣(NH₃)溶於 40mL 水中，配成氨水的比重為 0.900，若水密度為 1g/mL，則氨水的容積莫耳濃度與重量百分率濃度為若干？(NH₃ 分子量 = 17)

解答：容積莫耳濃度為 9.28M； 重量百分率濃度=17.5%

解析：(1)容積莫耳濃度： 氨氣的分子量為 17， 氨氣的莫耳數=8.5/17=0.5 莫耳
氨水的質量=氨氣質量+水的質量=8.5+40x1=48.5 克
氨水的體積=48.5/0.9=53.9mL
容積莫耳濃度 $C_M=0.5\text{mol}/0.0539\text{L}=9.28\text{M}$

(2)重量百分率濃度： % = 8.50/48.5 = 0.175 = 17.5%

D. 百萬分點濃度(ppm)

(1) 固態或液態溶液：指質量比

甲、每 1 公斤的溶液中，含溶質的毫克數。

乙、每 10^6 公克(公噸)的溶液中，含溶質的克數。

丙、自來水中氟離子濃度(F^-)為 0.2ppm，表示

每 10^6 公克的自來水中，有氟離子(F^-)0.2 公克。

每 1 公斤的自來水中，有氟離子(F^-)0.2 毫克(mg)。

(2) 氣態溶液：指體積比或莫耳數比

甲、每 10^6 公升的氣態溶液中，含成分氣體的體積(公升數)。

乙、每 10^3 公升的氣態溶液中，含成分氣體的體積(毫升數)。

丙、空氣中二氧化硫(SO_2)的濃度為 0.2ppm，表示

每 10^6 公升的空氣中，含有二氧化硫(SO_2)氣體 0.2 公升。

每 10^3 公升的空氣中，含有二氧化硫(SO_2)氣體 0.2 毫升。

(3) 關係式：固態或液態溶液：

$$\text{百萬分點濃度}(ppm) = \frac{\text{溶質重}(g)}{\text{溶液重}(g)} \times 10^6 \quad ppm = \frac{\text{溶質重}(mg)}{\text{溶液重}(kg)} \quad p$$

氣態溶液：

$$\text{百萬分點濃度}(ppm) = \frac{\text{溶質體積}(L)}{\text{溶液體積}(L)} \times 10^6 \quad pp$$

$appm = ax10^{-6}M = 1$ 公斤(公升)的水溶液中，含溶質 a 毫克(mg)。

(4) 注意事項：百萬分點濃度適用於極稀薄的溶液，因此溶液的密度可視為 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

例題 21. 在 50 公升的污水試樣中，含有 0.001 莫耳的甲醇(CH_3OH)，已知甲醇的分子量為 32，則此污水試樣中，含甲醇的百萬分點濃度為若干？

解答：0.64ppm

解析：0.001 莫耳的甲醇(CH_3OH)質量為 $0.001 \times 32 = 0.032$ 公克

$$\text{百萬分點濃度} = \frac{0.032(g)}{50(L)} = \frac{32(mg)}{50(L)} = 0.64ppm$$

例題 22. 工業酒精中含有微量的色素，若色素的百萬分點濃度為 3ppm，則 20 公斤的工業酒精中含色素若干克？

解答：0.06 公克

解析： $3ppm = \frac{x(mg)}{20(kg)}$ $x = 60mg = 0.06$ 公克

例題 22. 體積莫耳濃度 4.2 M，密度為 1.188 克/毫升的氫氧化鉀(KOH)溶液，其重量百分率濃度為多少？

(A) 30 % (B) 25 % (C) 20 % (D) 15 %。(原子量：K=39)

解答：(C)

解析：假設溶液體積 1 公升(1000mL)，則

溶液質量 = $1000 \times 1.188 = 1188$ 公克

溶質(KOH)的莫耳數 = $1 \times 4.2 = 4.2$ 莫耳 KOH 的分子量 = $39 + 16 + 1 = 56$

溶質的(KOH)質量 = $4.2 \times 56 = 235.2$ 克

重量百分率濃度 = $235.2 / 1188 = 0.198 = 19.8\%$

例題 23. 某游泳池長 50 公尺，寬 25 公尺，有深 1 公尺的水，今需使用含氯(Cl₂)的藥水消毒，使成 1.42ppm 濃度氯才達殺菌效果，則需此種 1.0M 藥水若干毫升？(Cl=35.5)

(A)1775 (B)2840 (C)7100 (D)25000。

解答：(D)

解析：游泳池水的體積 $V = 50 \times 25 \times 1 = 1250 \text{ m}^3 = 1.25 \times 10^6 \text{ L}$

$$\therefore \text{需要氯氣(Cl}_2\text{)} = 1.42 \text{ ppm} = \frac{x(\text{mg})}{1.25 \times 10^6 (\text{L})}$$

需要氯氣質量 $x = 1.42 \times 1.25 \times 10^6 = 1.775 \times 10^6$ 毫克(mg) = 1775 公克

需要氯氣的莫耳數 = $1775 / 71 = 25$ 莫耳

需要氯氣的體積 Y 公升，則 $25 / Y = 1\text{M}$ $Y = 25$ 公升 = 25000 毫升

例題 24. 某稀薄溶液(比重 1.00)中含鈣離子濃度 50ppm，則該溶液 500mL 中含鈣離子多少莫耳？

(A) 2.5×10^{-4} (B) 2.5×10^{-5} (C) 6.25×10^{-5} (D) 6.25×10^{-4} (E) 5.00×10^{-5} 。(Ca=40.0)

解答：(D)

解析：溶液重量 = $500 \times 1 = 500$ 克

$$50 \text{ ppm} = \frac{x(\text{g})}{500(\text{g})} \times 10^6 \text{ ppm} \quad x = 25000 \times 10^{-6} \text{ 克} = 0.025 \text{ 克}$$

Ca 原子量 = 40 含 Ca^{2+} 離子的莫耳數 = $0.025 / 40 = 6.25 \times 10^{-4}$ 莫耳

例題 25. 某罐 250 毫升的鋁箔包奶茶(比重 = 1.00)包裝上，標示含咖啡因 300 ppm，代表一罐奶茶中約含有多少克咖啡因？

(A)0.0075 (B)0.075 (C)75 (D)75000 克。

解答：(B)

解析：溶液質量 = $250 \times 1.00 = 250$ 克

$$300 \text{ ppm} = \frac{x(\text{g})}{250(\text{g})} \times 10^6 \text{ ppm} \quad x = 75000 \times 10^{-6} (\text{克}) = 0.075 \text{ 公克}$$