

物質科學_化學篇(上)

第四章 溶液

4-1 溶液的性質：

1. 溶液：

- (1) 由兩種或兩種以上的純物質混合而成的均勻混合物，稱為溶液。包含固態、液態及氣態。
- (2) 溶液由溶質和溶劑所組成。在形成溶液的過程時，用以溶解他物的成分稱為溶劑，被溶解的成分物質稱為溶質。
- (3) 通常以形成溶液時相改變(或狀態改變)者為溶質，或是同狀態而量較少者為溶質。氣體溶於液體中，氣體為溶質，液體為溶劑，
- (4) 若混合物中有水時，無論水量的多寡，皆可稱為水溶液。如 95% 的酒精水溶液(酒精佔 95%，而水僅佔 5%)。

2. 溶液的種類：溶液依其所含粒子的直徑大小可區分為

- (1) 真溶液(10^{-10}m)，如糖水、鹽水、硫酸銅溶液等。
- (2) 膠體溶液($10^{-9}\sim 10^{-7}\text{m}$)，如咖啡、牛奶、豆漿、澱粉液等。
- (3) 懸浮液(10^{-7}m 以上)，如泥漿等。

3. 溶液的狀態：可分為

(1) 氣態溶液：

- (a) 氣體溶於氣體：如空氣、天然氣、....
- (b) 液體溶於氣體：雲、霧、溴溶於空氣、....



(c) 固體溶於氣體：煙、碘溶於氮、...。

(2) 液態溶液：

(a) 氣體溶於液體： O_2 溶於水中、 CO_2 溶於水中、氨水、...。

(b) 液體溶於液體：酒精溶於水中、潤滑油溶於汽油中、...。

(c) 固體溶於液體：糖溶於水中、鹽水、...。

(3) 固態溶液：

(a) 氣體溶於固體：鈀(Pd) 吸附氫(H_2)

(b) 液體溶於固體：汞溶於(稱為鋅汞齊)

(c) 固體溶於固體：K 金($Ag + Cu$)、黃銅($Cu + Zn$)、青銅($Cu + Sn$)

4. 依溶劑的種類可分為以水為溶劑的水溶液和其他非水溶劑的非水溶液兩種。

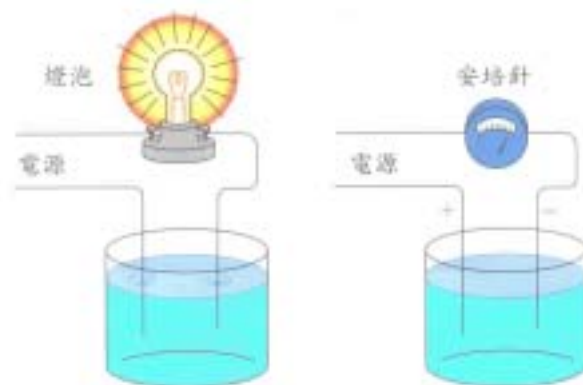
5. 依溶液能否導電分為電解質溶液與非電解質溶液：

(1) 電解質溶液：溶液中的溶質可解離成離

子，使溶液導電，如鹽水、氨水、鹽酸等。

(2) 非電解質溶液：溶質為分子態，無法解

離成離子，故溶液不能導電，如糖水、尿素水溶液、酒等。



6. 溶液與純質間的差異：

| | 成分 | 沸點 | 蒸氣壓 | 熔點 | 比重 | 物理方法分離 |
|----|----|----|-----|----|----|--------|
| 純質 | 一定 | 一定 | 一定 | 一定 | 一定 | 不可 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|---|
| 混合物 | 不定 | 不定 | 不定 | 不定 | 不定 | 可 |
|-----|----|----|----|----|----|---|

4-2 溶解度：

1. 溶質溶於溶劑的過程稱為溶解，一溶質在某個溫度下所能溶於溶劑中的質量，稱為溶質在該溫度下對溶劑的溶解度。

2. 溶解度的表示方式有兩種：

(1) 每 100g 溶劑中所含的溶質克數。如：20℃ 下 100g 水最多可溶 37gNaCl，則溶解度可記為 37g/100g 水。

(2) 以體積莫耳濃度(M)表示，即每公升溶液所溶解的莫耳數(mol/L)。

3. 習慣上將溶解度大於 $0.1M$ 稱為可溶；溶解度介於 $10^{-1} \sim 10^{-2} M$ ，稱作微溶；而溶解度小於 10^{-4} 者，稱為難溶(或不溶)。

4. 飽和溶液：

(1) 溶液中溶質達定量溶劑在該溫度下所能溶解之最高限度時，則此溶液稱為飽和溶液。

(2) 當溶液已達溶解平衡，而溶質仍有部份未溶解，則此溶液必為飽和溶液。

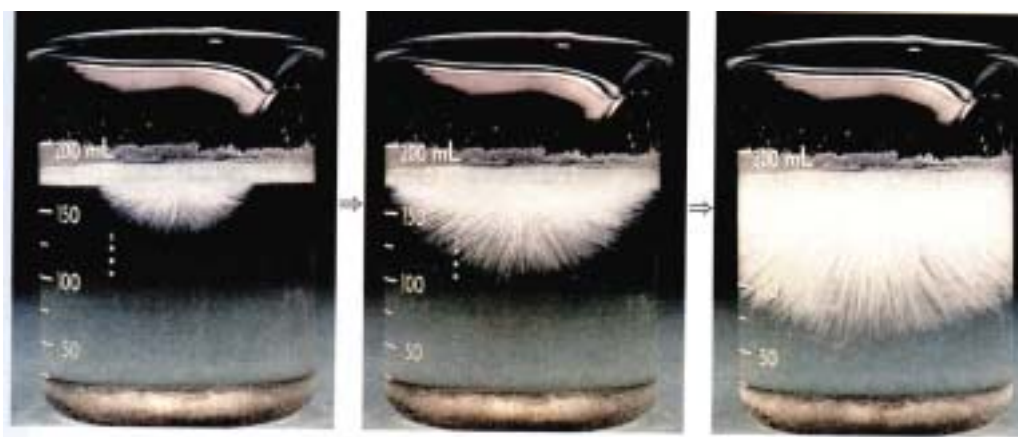
(3) 濃度低於飽和濃度的溶液稱為未飽和溶液，此時再加入溶質，可以繼續溶解且到飽和為止。

(4) 濃度高於飽和濃度的溶液，稱為過飽和溶液，為一不穩定狀態，攪動或加入不純物或加入小晶種(seed)，皆可使過量的溶質結晶析出而達到溶解平衡，成為飽和溶液。

5. 過飽和溶液：

(1)製備方式：將一固體飽和溶液完全濾去多餘的晶體後，慢慢改變溫度(通常為降溫)，過程中不可震動，也不可以加入其他雜質，避免產生結晶，如此則可以得到過飽和溶液。糖、醋酸鈉、硫代硫酸鈉等均可用這種方法得到過飽和溶液。

(2)結晶：在過飽和溶液中加入晶種，過飽和溶液立即產生結晶而為飽和溶液，如在過飽和的醋酸鈉溶液中，放入一顆醋酸鈉當晶種，則過量溶解的醋酸便會結晶而析出，如下圖



(3) 人造雨的原理：天空中有過飽和水蒸氣，將 AgI 與乾冰散佈其中，乾冰可降低溫度，而 AgI 作晶種(凝結核)，使過飽和水蒸氣凝結成水。

6. 影響溶解度的因素：

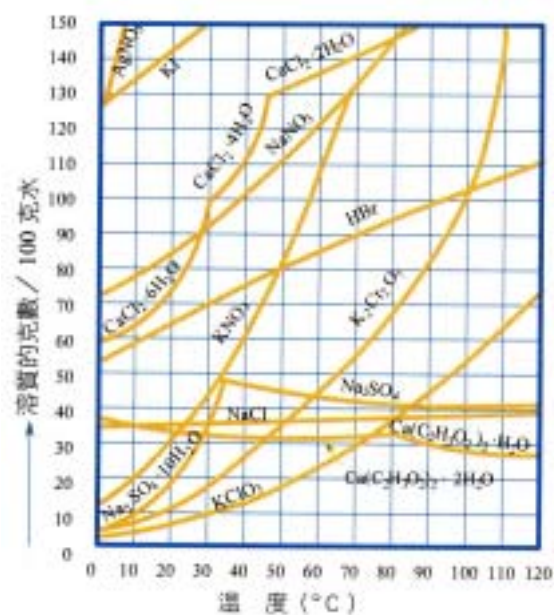
(1)本性：溶質與溶劑本性相似的較易互溶，極性分子易溶於極性分子，非極性分子易溶於非極性分子中。如 I_2 為非極性分子易溶於 CCl_4 中，而不溶於極性分子 H_2O 中。

(2)溫度：溶質溶解於溶劑時，溫度對於吸熱反應與放熱反應的效益不同。對於吸熱反應，溫度愈高，溶解度愈大；對於放熱反應，溫度愈高，溶解度反而降低。

(3) 壓力：溶質為固體或液體時，壓力的影響很小；若溶質為氣體時，定溫下，壓力增加時，氣體溶解度增加。

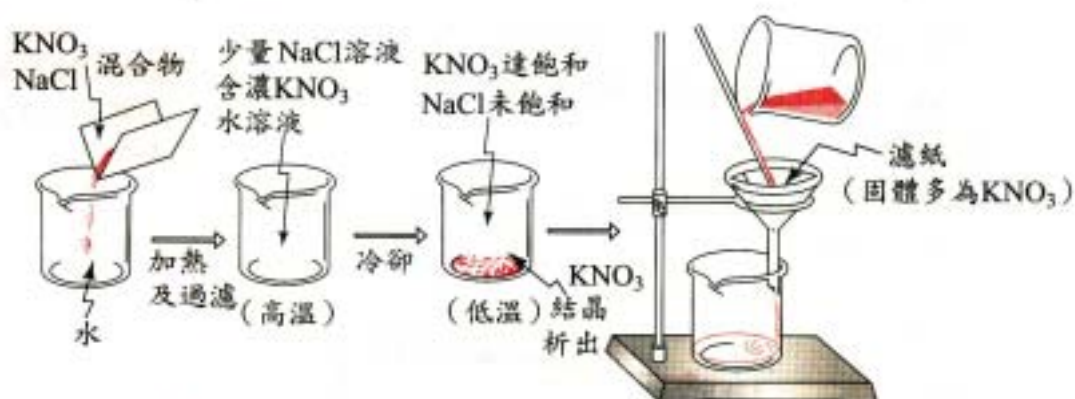
7. 再結晶：利用固體在不同溫度之溶解度的差異，來純化物質的方法。

(1) 不純物中含有少量的雜質，選用適當的溶劑，在高溫時將固體溶解配成濃溶液，然後將溫度降低，使欲純化的物質形成過飽和溶液。



(2) 因為形成過飽和的不穩定狀態，欲純化的物質傾向結晶析出，而此時不純物仍溶解於溶液中不會析出，如此的純化過程，稱為部分結晶或稱再結晶。

(3) 硝酸鉀的純化過程：



4-3 濃度的各種表示法：

1. 體積莫耳濃度(M)

定義：每公升溶液所含之溶質莫耳數。即 $M = \frac{\text{溶質} \text{ mole}}{\text{溶液} \text{ l}}$, $(\frac{\text{mol}}{\text{L}} = M)$

2. 重量莫耳濃度(m)

定義：每 1000g 溶劑中所含溶質莫耳數。即 $m = \frac{\text{溶質} \text{ mole}}{\text{溶劑} \text{ kg}}$, ($\frac{\text{mol}}{\text{kg}} = m$)

3. 重量百分濃度($P\%$)

定義：每 100g 溶液中所含溶質克數。即 $P\% = \frac{\text{溶質} \text{ g}}{100 \text{ g 溶液}} \times 100\%$

4. 莫耳分率(X_i)

定義：溶液中溶質所佔之莫耳數。即 $X_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \cdots}$

5. 百萬分之一(ppm)

定義：以每百萬(10^6)克溶液中所含溶質的克數表示。即 $\text{ppm} = \frac{w}{W} \times 10^6$ 。

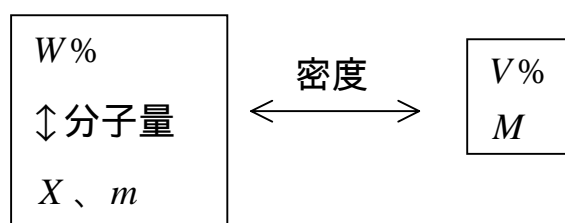
對於極稀薄的水溶液而言，密度極接近 1.00g/mL，故 $\text{ppm} = \frac{\text{溶質} \text{ mg}}{\text{水溶液} \text{ L}}$

6. 各種濃度的換算：

(1) 與體積有關的濃度有體積莫耳濃度(M)及體積百分率濃度($V\%$)。因溫度改變，溶液的體積亦隨之改變，故此兩種濃度會受溫度改變。

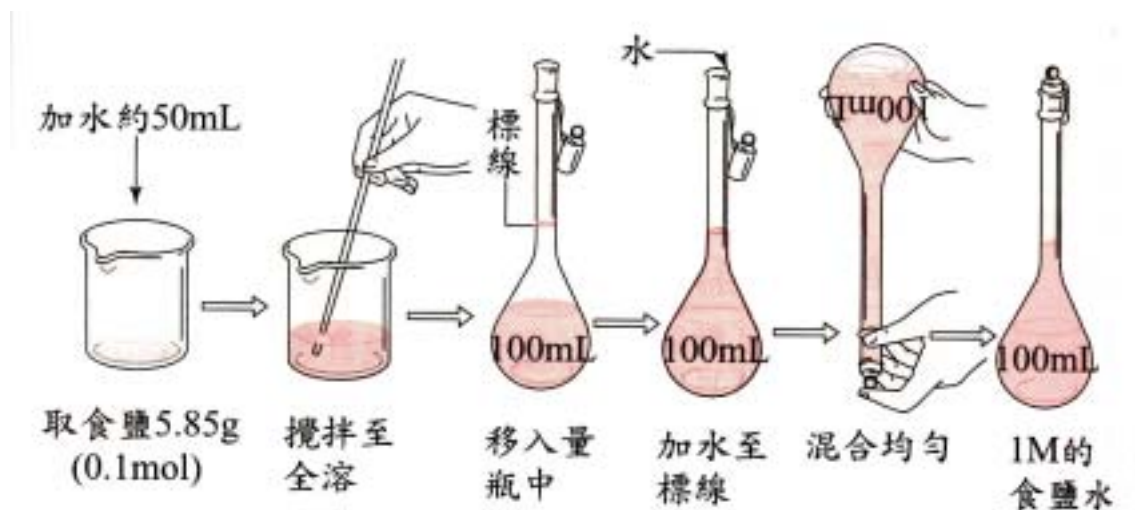
(2) 與莫耳數有關的濃度有體積莫耳濃度(M)、重量莫耳濃度(m)及莫耳分率(X)。若原子量標準改變，物質的莫耳數亦隨之改變，故 M 及 m 此兩種濃度會受原子量而變，但 X 則不會。

(3) 各種濃度的換算：如下圖所示，換算體積濃度與非體積濃度時，須經由密度換算。



7. 溶液的配製：

(1) 體積莫耳濃度之配製程序：以配製100ml、1M 的食鹽水例，方法如下：



(2) 注意事項：

(a) 含結晶水的鹽溶於水後，結晶水成為溶劑的一部分，故溶質的量只能計

算不含結晶水的部分。如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 、

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，。

(b) 受光會起變化的溶液如硝酸銀(AgNO_3)溶液，應貯存於棕色瓶中。

(c) 在空氣中易起變化的鹽如氫氧化鈉(NaOH)、碘化鉀(KI)、硫代硫酸鈉

($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、硫酸亞鐵($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)、，其水溶液應於使用

前才配製。

(3) 實驗常用酸鹼的濃度：

| 名稱 | 化學式 | 體積莫耳 濃度 | 重量百分 濃度 | 比重 | 注意事項 |
|----|--------------|------------|------------|------|--------------|
| 鹽酸 | HCl | 12M | 37% | 1.19 | 腐蝕性；產生氯化氫氣體； |

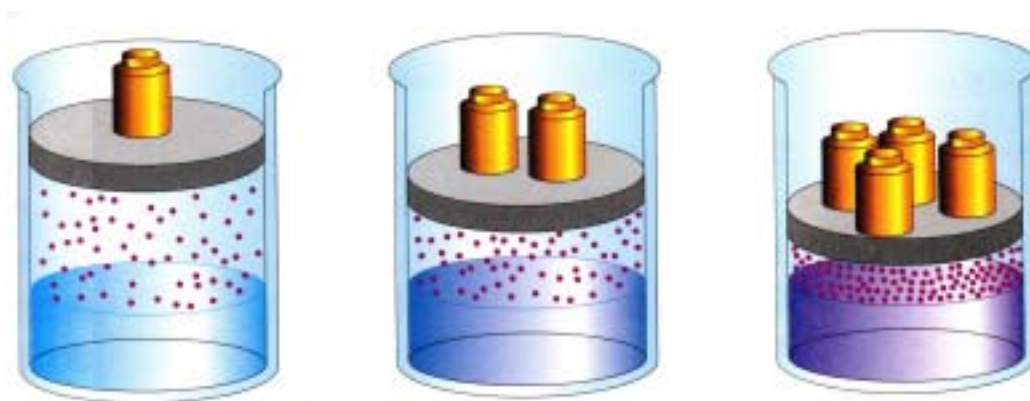
| | | | | | |
|----|------------|-----|-----|------|---------------------------|
| 硫酸 | H_2SO_4 | 18M | 98% | 1.84 | 與水混合激烈發熱，應徐徐沿器壁倒入水中；腐蝕性 |
| 硝酸 | HNO_3 | 16M | 70% | 1.42 | 腐蝕性；日光照射分解產生 NO_2 有毒氣體。 |
| 醋酸 | CH_3COOH | 18M | 99% | 1.06 | 腐蝕性；寒冷時(17℃以下)會凍結。 |
| 氨水 | NH_3 | 15M | 28% | 0.90 | 濃氨水產生氨氣。刺激眼睛與呼吸系統。 |

4-4 亨利定律：

1. 壓力與溶解度：

(1) 通常壓力的變化對液體或固體在水中的溶解度影響不大，但對氣體在水中的溶解度則有明顯的影響。

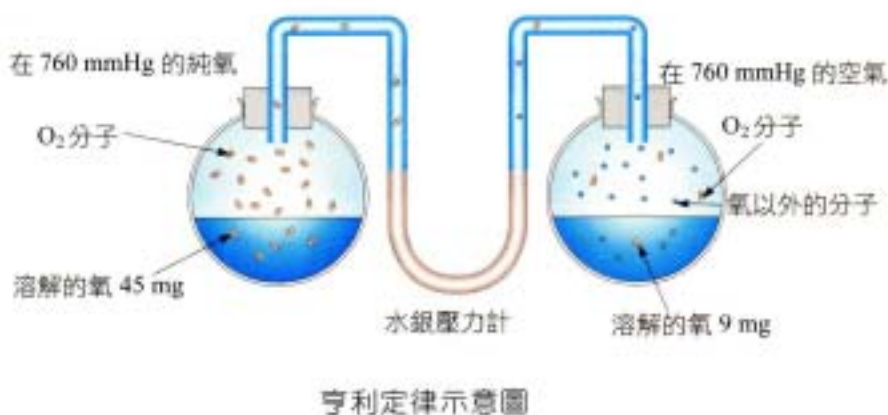
(2) 如下圖所示，當氣體的壓力變大時，氣體在水中的溶解度亦隨之變大。



2. 亨利定律：

(1) D.C.1803，英國化學家亨利所發現：

- (2) 定溫、低壓下，壓力變大時，會導致氣體溶解度增加，而其溶解度和液面上該氣體的分壓成正比，亦即 $C = k \cdot P$ 。



- (3) 亨利定律適用於稀薄溶液及低壓時；不適用於極易溶於水或會與水反應之氣體，如 NH_3 、 HCl 、 SO_2 、 H_2S 、。

3. 應用：

- (1) 飲料的製造：如啤酒、汽水等，將純水在 $0^\circ\text{C} \sim 4^\circ\text{C}$ 通過 4atm 的二氧化碳，在此低溫高壓的條件下，大量二氧化碳溶入水中並飽和，再加入糖及香料，就成了汽水。
- (2) 定壓下，溫度愈高，氣體愈不容易溶於液體中，因此，溶於液體的氣體質量愈少。例如，冰汽水比不冰的好喝，主要的原因是打開瓶蓋後，冰汽水因溫度較低，所以 CO_2 的逃逸的量比較少，使得汽水中保留較多含量的 CO_2 ，而汽水一旦進入人體內，因體溫較高，使得 CO_2 脫出，過程中並帶走熱量。

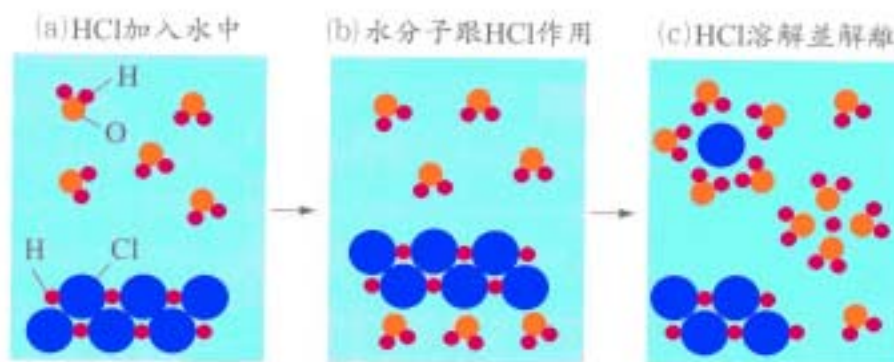
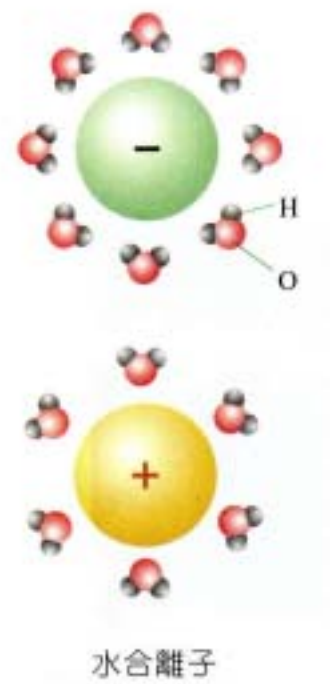
4-5 溶液中的離子反應：

1. 溶液中的離子：

(1) 電解質水溶液：在水中可解離出帶正電荷的陽離子和帶負電荷的陰離子，使水溶液能導電。

(2) 非電解質水溶液：在水中不能解離出離子者，故不能導電。

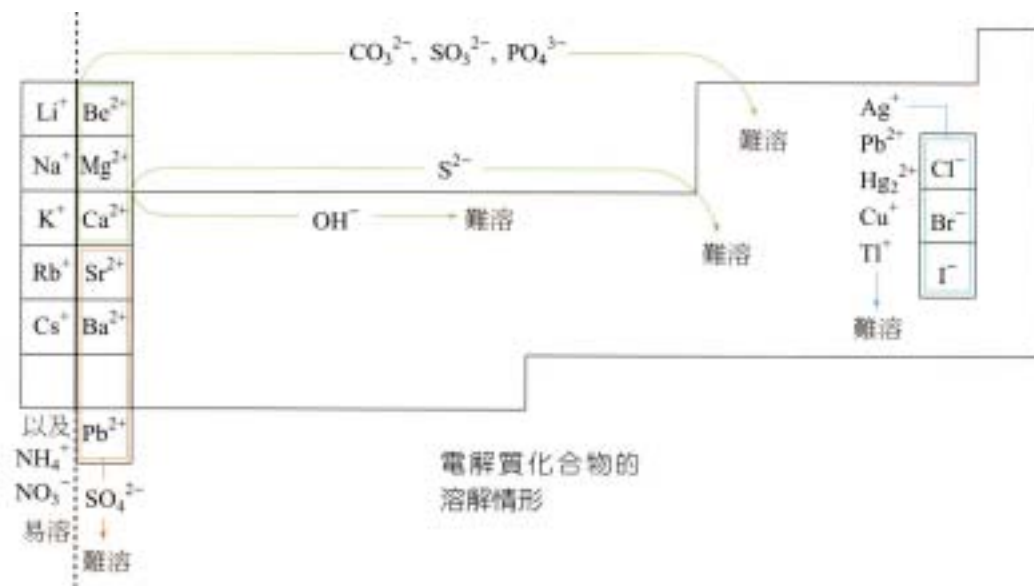
(3) 電解質所解離的陰、陽離子與水結合成「水合離子」，藉水合作用，將陰、陽離子均勻地分散於水溶液中。部分分子化合物(如 HCl)不像離子化合物在熔融狀態下可自行解離成陰、陽離子，但在水合作用下卻能以水合離子的方式而達到解離的效果，成為電解質。



(4) 電解質水溶液中，陰離子的總數與陽離子的總數不一定相等，但陰離子總電量必等於陽離子的總電量，使溶液恒為電中性。例如硫酸的解離，水溶液中 H^+ 的數目為 SO_4^{2-} 的 2 倍($\because H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$)，但陽離子的總電量為 $2 \times (+Q) = +2Q$ ，陰離子的總電量為 $1 \times (-2Q) = -2Q$ 。

2. 溶解度的規則：

(1)



(2)

| 溶解性 | 化合物中含有離子 | 與下列離子化合者除外 |
|-----|-----------------------------------|--|
| 可溶 | $A^+, NH_4^+, NO_3^-, CH_3COO^-$ | 無例外 |
| | SO_4^{2-} | $(Ca^{2+}), Sr^{2+}, Ba^{2+}, Pb^{2+}$ |
| | Cl^-, Br^-, I^- | $Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}, Cu^+, Tl^+$ |
| 難溶 | $PO_4^{3-}, CO_3^{2-}, SO_3^{2-}$ | A^+, NH_4^+ |
| | S^{2-} | A^+, NH_4^+, A^{2+} |
| | OH^- | $A^+, NH_4^+, Sr^{2+}, Ba^{2+}$ |

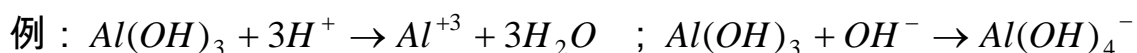
3. 常見陰離子的檢驗(Ag^+ 及 Ba^{2+})

| 陰離子 | 試藥 | 產物(顏色) | 進一步確認 |
|---|--------------------------|---|--|
| Cl^- Br^- I^- | $AgNO_3$ | $AgCl$ (白色) $AgBr$ (淡黃色) AgI (黃色) | $AgCl$ 可溶於過量 $NH_3(aq)$ $AgBr$ 可溶於 $Na_2S_2O_3(aq)$ AgI 可溶於 $KCN(aq)$ |
| SO_3^{2-} CO_3^{2-} SO_4^{2-} | $Ba(NO_3)_2$ | $BaSO_3$ (白色) $BaCO_3$ (白色) $BaSO_4$ (白色) | $BaSO_3$ 可溶於 $HCl(aq)$ 產生 CO_2 $BaCO_3$ 可溶於 $HCl(aq)$ 產生 SO_2 $BaSO_4$ 不溶於 $HCl(aq)$ |
| CrO_4^{2-} | $AgNO_3$ $Ba(NO_3)_2$ | Ag_2CrO_4 (磚紅色) $BaCrO_4$ (黃色) | Ag_2CrO_4 可溶於 $HCl(aq)$ $BaCrO_4$ 可溶於 $HCl(aq)$ 形成橙紅色溶液 |

4. 常見沉澱物的顏色：

| | |
|-----|---|
| 白色 | $AgCl, PbCl_2, Hg_2Cl_2, Mg(OH)_2, PbSO_4, BaSO_4, SrSO_4, ZnS, CaCO_3$ |
| 淡黃色 | $AgBr, PbBr_2$ |
| 黃色 | $AgI, PbI_2, PbCrO_4, BaCrO_4$ |
| 紅棕色 | $Ag_2CrO_4, Fe(OH)_3$ |
| 黑色 | CuS, PbS, Ag_2S |
| 綠色 | $Cr(OH)_3, Ni(OH)_2$ |
| 粉紅色 | MnS |

5. 兩性氫氧化物：有些金屬的氫氧化物沉澱雖難溶於水，卻可溶於強酸，也可溶於強鹼，此種沉澱物稱為兩性氫氧化物。例如鋁、鋅、鉻、鉛、錫、鉍等元素的氫氧化物。



6. 可溶於氨水的氫氧化物，如鉻、鎳、鎘、銀、銅、鋅等的氫氧化物。

課後練習：

4-1 溶液的性質：

一. 多重選擇題

- () 有關膠體溶液的各項敘述，何者正確？ (A) 可用普通濾紙過濾之 (B) 可用羊皮紙加以分離 (C) 兩氣體混合可成為膠體溶液 (D) 加電解質於膠體溶液析出膠體溶質 (E) 在膠體分散系中膠質粒子常帶有相同電性的電荷
- () 真溶液與膠體溶液比較之敘述，何者正確？ (A) 溶質粒子大小前者

約 10^{-10} 公尺，後者約 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ 公尺 (B)後者溶質之分子數約 10^3 至 10^9 個 (C)洗潔劑在濃度很低時為真溶液，濃度高時因粒子締合而成膠體粒子 (D)乳白色玻璃為固體乳液，普通玻璃為固體溶液 (E)煙霧亦為膠體溶液

- 3、()有關溶液的敘述，何者錯誤？ (A)溶劑也叫分散系 (B)真溶液與膠體溶液是依溶劑不同來區分 (C)膠體溶液中的溶質常帶同一種電荷 (D)固態膠體溶液叫溶膠 (E)膠體溶液加入少許電解質會發生凝聚而沉澱
- 4、()下列何項不是真正的溶液而是膠體溶液？ (A)澱粉液 (B)豆漿 (C)食鹽水 (D)糖水 (E)牛奶
- 5、()有關電解質之組成敘述，何者正確？ (A)必為金屬和非金屬元素之化合物 (B)必為離子化合物 (C)每化學式中之陰、陽離子數目恆相等 (D)其水溶液必為電中性 (E)HCl 是強電解質

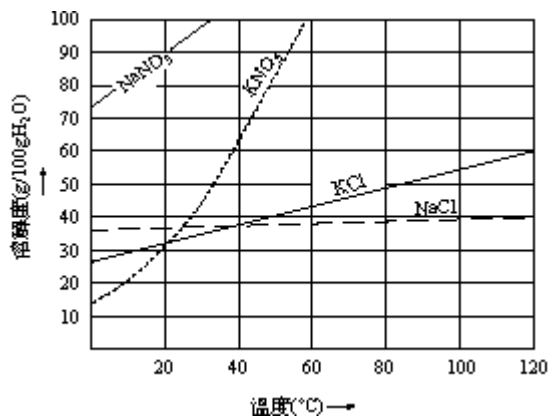
4-2 溶解度：

一. 單一選擇題

- 1、()當加溶質於溶液中，含引起更多溶質自溶液中沈澱出時，此溶液稱為 (A)飽和 (B)過飽和 (C)濃 (D)未飽和 溶液
- 2、()一粒氯化氨的晶體落在氯化銨的飽和溶液中 (A)會生成過飽和溶液 (B)使氯化銨晶體從溶液中析出 (C)溶液不起任何變化 (D)溶解於溶液中 (E)溶液濃度變大
- 3、()參考表中數據，下列那一組混合物利用再結晶分離效果最佳？ (A)甲、乙 (B)甲、丁 (C)乙、丙 (D)乙、丁

| 物 質 溶解度(克/100 克水) | 甲 | 乙 | 丙 | 丁 |
|-------------------------|----|----|-----|-----|
| 0°C | 28 | 35 | 15 | 74 |
| 100°C | 55 | 38 | 300 | 280 |

- 4、() 如圖為 NaCl 、 NaNO_3 、 KCl 、 KNO_3 溶解度與溫度的關係圖。今將此四種鹽類各 100 克分別加入各含 100 克純水之四個燒杯中，並加熱至 100°C ，趁熱過濾，濾液慢慢冷卻至 40°C ，使固體結晶析出，比較四個燒杯中所析出晶體的重量，下列之敘述何者正確？(A) KCl 最多， NaCl 最少 (B) KCl 最多， KNO_3 最少 (C) KNO_3 最多， NaCl 最少 (D) KNO_3 最多， NaNO_3 最少



- 5、() 已知 25°C ， AgNO_3 在水中溶解度為 $5M$ (此飽和溶液之比重為 1.4)，則 100 克水最多可溶解 AgNO_3 若干克？($\text{Ag}=108$, $\text{N}=14$) (A) 100.5 (B) 108.2 (C) 154.5 (D) 130.3
- 6、() 在 $T_2^\circ\text{C}$ 時， KNO_3 飽和水溶液之濃度為 $4.0m$ ，今在此溫度有 560 克 KNO_3 飽和水溶液冷卻到 $T_1^\circ\text{C}$ ，可析出 KNO_3 80 克，則在 $T_1^\circ\text{C}$ KNO_3 之溶解度以重量莫耳濃度表示為 ($\text{K}=39$, $\text{N}=14$) (A) $2.0m$ (B) $1.0m$ (C) $3.0m$ (D) $1.5m$
- 7、() 某人配製食鹽水溶液，將 200 克食鹽置入 500 克、 20°C 的水中，完全攪拌後，發現溶液底部沉有過量之食鹽晶體。此溶液是 (A) 過飽和溶液 (B) 飽和溶液 (C) 未飽和溶液 (D) 理想溶液
- 8、() 溶液中會有沈澱發生是因 (A) 溶質之溶解度小於 $10^{-1}M$ (B) 溶質極易結晶 (C) 已達飽和狀態 (D) 溶解速率小於沈澱速率 (E) 達到溶解度平衡
- 9、() 過飽和溶液不安定，下列何項措施最易使溶液中之溶質析出而變成飽和溶液？(A) 冷卻 (B) 加熱 (C) 加入晶種 (D) 增大壓力
- 10、() 20°C 時某物質的不飽和溶液，其濃度為 10%，若向其中加入 5 克該物質或將溶液蒸發掉 32.6 克水，都可成為飽和溶液，則 20°C 時此物質的

溶解度是(g/100g 水) (A)15.3 (B)16.7 (C)13.4 (D)11.1

4-3 濃度的各種表示法：

一. 單一選擇題

- () 已知草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)的 K_{a1} 和 K_{a2} 分別為 6.4×10^{-2} 和 6.0×10^{-5} 。在 $0.10M$ 的草酸溶液中，下列有關各物種的濃度之表示，何者最正確？
(A) $[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] = 0.10M$ (B) $[\text{H}^+] = 0.20M$ (C) $[\text{HC}_2\text{O}_4^-] = 8.0 \times 10^{-2}M$
(D) $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 6.0 \times 10^{-5}M$ 【89 日大(自)】
- () 設葡萄糖及蔗糖兩水溶液之莫耳分率相同，則下列何種濃度也相同？
(A) 重量百分率濃度 (B) 重量莫耳濃度 (C) 容積莫耳濃度 (D) 體積分率濃度
- () 欲由 $x\%$ HNO_3 配製 $y\%$ HNO_3 (比重 s) 1 升時，須加入若干 mL 的蒸餾水？($x > y$) (A) $1000s(1-y/x)$ (B) $1000s(1-x/y)$ (C) $1000(s-y/x)$
(D) $1000(s-x/y)$
- () 同一溶質的某水溶液，其重量莫耳濃度分別為 $a\ m$ 及 $b\ m$ ，兩者混合後得 $c\ m$ 水溶液，則前者(a)與後者(b)之溶劑重量比為 (A) $\frac{bc-ab}{bc-ac}$
(B) $\frac{ac-ab}{ab-bc}$ (C) $\frac{b-c}{c-a}$ (D) $\frac{b-c}{b-a}$
- () 20%之糖水和 30%之糖水，其比重分別為 S_1 和 S_2 ，今依體積比 3:2 相混合，則混合後溶液之濃度為 (A) $\frac{S_1+S_2}{3S_1+2S_2} \%$ (B) $\frac{60(S_1+S_2)}{3S_1+2S_2} \%$
(C) $\frac{S_1+S_2}{100(3S_1+2S_2)} \%$ (D) $\frac{S_1+S_2}{50(3S_2+2S_1)} \%$ (E) $\frac{3S_1+2S_2}{S_1+S_2} \%$
- () 將 12.0 克蔗糖配成 200mL 水溶液，其密度為 1.022 克/mL，則其重量莫耳濃度若干？ (A) $0.182m$ (B) $0.172m$ (C) $0.162m$ (D) $0.152m$
- () 用 $4M\text{HCl}$ 配製 20.0mL $1M\text{HCl}$ ，何法最適宜？ (A) 取 5.0mL $4M\text{HCl}$ 加水 15mL (B) 取 5.0mL $4M\text{HCl}$ 加水成 20.0mL 溶液 (C) 取 4.0mL $4M\text{HCl}$ 加水 16mL (D) 取 4.0mL $4M\text{HCl}$ 加水成 20.0mL 溶液
- () 定溫下，把 100 克 10%(重量百分率) KNO_3 水溶液的濃度增加到 20%(重量百分率)，可以採用的方法是： (A) 蒸發掉 45 克水 (B) 蒸發掉 50 克水 (C) 加入 10 克 KNO_3 固體 (D) 加入 15 克 KNO_3 固體

- 9、() 某硫酸溶液 100 克中，含 H_2SO_4 98 克及水 2.00 克，設該溶液之比重為 1.86，則下列各敘述何者錯誤？(原子量：S=32, O=16, H=1) (A) 容積莫耳濃度為 18.6M (B) 重量莫耳濃度為 37.2m (C) 當量濃度為 37.2N (D) 重量百分率濃度為 98%
- 10、() 欲由 60% 之 H_2SO_4 和 40% 之 H_2SO_4 配製 48% 之 H_2SO_4 ，則依下列何項比率混合即可(重量比 60% H_2SO_4 : 40% H_2SO_4)？ (A) 3 : 2 (B) 2 : 3 (C) 1 : 2 (D) 2 : 1 (E) 3 : 4

4-4 亨利定律：

一. 題組題

◎ 0°C , 1atm O_2 , 1atm N_2 對 1L 水之溶解度依次為 49, 24 cm^3 ：

1. 1atm O_2 及 1atm N_2 ， 0°C , 1L 水所溶氣體質量各若干克？_____，_____。
2. 0°C , 5atm O_2 ，1 升水可溶 O_2 若干 g？_____，在這壓力下，其體積為若干 cm^3 ？_____，若所溶體積換算為 1atm 下之體積，則又為若干 cm^3 ？_____。
3. 0°C ，1 升水與 1atm 空氣接觸，所溶 O_2 與 N_2 之質量及其分壓下的體積各若干？_____。(空氣中 O_2 與 N_2 之體積比為 1 : 4)
4. 於(3)中，若空氣的壓力為 2atm，則所溶 O_2 , N_2 之質量及在其分壓下的體積各若干？_____。

◎ 氣體的溶解度若以氣體分壓 1atm 下，1mL 水中所溶氣體體積(已換算為 0°C , 1atm 下之氣體體積)表示，則 CO_2 對水之溶解度 17°C 為 0.95mL， 37°C 為 0.57mL。

5. 求這二溫度下，水 1L 所溶之 CO_2 的 mol 數？_____，_____。
6. 17°C ，壓力 2atm 之 CO_2 與水達溶解平衡，氣體體積 0.1L，液體體積 1 升之密閉容器，則容器內液體中與氣體中之 CO_2 的 mol 各若干？_____，_____。
7. 若在 37°C 使此密閉器達溶解平衡，則 CO_2 壓力？_____。(忽略水蒸氣分壓及水與密器之膨脹)

◎ 20°C , 1atm 下：

8. () 100g 水可溶解 CO_2 0.16g，若壓力增至 10atm，則 100g 可溶解 CO_2 ？

(A)0.32g (B)0.016g (C)0.16g (D)1.6g。

9.() 承上題，0.16g 之 CO_2 ，相當於 87.4mL，則加大為 10atm，可溶 CO_2 ？

(A)8.74mL (B)87.4mL (C)874mL (D)174.8mL。

4-5 溶液中的離子反應：

一. 單一選擇題

- () 下列何者可溶在過量 NH_3 水及過量 NaOH 溶液中？(A) Co^{2+} (B) Ni^{2+} (C) Mn^{2+} (D) Cr^{3+} (E) Zn^{2+}
- () 設有各為 0.10M 濃度的三種溶液 A, B, C。混合 A 與 B 產生白色沉澱，混合 A 與 C 產生黃色沈澱，而混合 B 與 C 不生沈澱。問 A, B, C 的成分為何？(A)A 為 CaSO_4 ，B 為 K_2CrO_4 ，C 為 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (B)A 為 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ，B 為 K_2CrO_4 ，C 為 CaSO_4 (C)A 為 CaSO_4 ，B 為 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ，C 為 K_2CrO_4 (D)A 為 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ，B 為 CaSO_4 ，C 為 K_2CrO_4
- () 為分離一溶液中之 Al^{3+} 和 Zn^{2+} 兩離子，應使用下列那一種試劑？(A) NH_4OH (B) HCl (C) NaOH (D) NH_4Cl
- () 下列金屬離子加入 NaOH 溶液時產生沉澱，加入過量沉澱亦不消失者為 (A) Fe^{3+} (B) Sn^{2+} (C) Pb^{2+} (D) Al^{3+} (E) Cr^{3+}
- () 89A2 (A)將濃 AgNO_3 溶液慢慢滴入某一含 0.10M Cl^- 及 0.10M CrO_4^{2-} 之溶液中。假設體積的變化可忽略，當達平衡時，溶液內 Ag^+ 的濃度為 $1.0 \times 10^{-7} \text{M}$ ，此時所得的沉澱為下列何者？(AgCl 的 $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-10}$ ， Ag_2CrO_4 的 $K_{\text{sp}} = 2.5 \times 10^{-12}$) (B) AgCl (C) Ag_2CrO_4 (D) AgCl 與 Ag_2CrO_4 的混合物 無沉澱生成

二. 多重選擇題

- () 下列各組水溶液，加入括弧內的試劑，那幾項反應先生成沉澱，繼之又因試劑過量而溶解 (A) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ [NaOH] (B) CuSO_4 [6M NH_3] (C) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [CO_2] (D) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ [1M HCl]
- () 0.50M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液與 0.50M NaI 溶液相混，下列敘述何者正確？(A)所生之 PbI_2 沉澱量實驗 5 中為實驗 3 中的 2 倍 (B)混合液

中 $[\text{Na}^+]$ 以實驗 5 最大 (C)混合液中 $[\text{NO}_3^-]$ 以實驗 5 最大 (D)
反應後溶液中 $[\text{Pb}^{2+}]$ 以實驗 5 最大 (E)反應後溶液中 $[\text{I}^-]$ 以實驗
1 最大

| 實驗 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ | 0.5Ml | 1.0mL | 2.0mL | 3.0mL | 4.0mL |
| NaI | 4.0mL | 4.0mL | 4.0mL | 4.0mL | 4.0mL |

- 8、() 下列實驗結果之敘述何者正確? (A)硝酸銀溶液加氨水，生成褐色沉澱，又加入過量氨水，則沉澱溶解生成無色溶液 (B)硫酸亞鐵溶液加入氨水後，生成白色沉澱，此沉澱置於空氣中變成黃褐色 (C)硫酸銅溶液加入氨水後，生成藍色沉澱，加入過量氨水後，沉澱溶解生成四氨銅錯離子 (D)氯化鎂溶液加入氨水後，生成白色沉澱，加入過量氨水後，沉澱不溶解 (E)硝酸鋁溶液加入氨水後，生成白色沉澱，加入過量氨水後，變成無色溶液
- 9、()500mL 之 1.0M 氯化鋇溶液與 500mL 之 0.20M 之鉻酸鉀溶液相混合，若沉澱之溶解度可忽略不計，則下列敘述何者為正確? (Ba=137, Cr=52) (A)混合後發生反應： $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaCrO}_4 \downarrow$ (黃色) (B)混合後 $[\text{Ba}^{2+}] = 0.800M$ (C)混合後 $[\text{K}^+] = 0.200M$ (D)乾燥沉澱物為 25.3 克 (E)混合後氯離子濃度加大
- 10、()下列反應，何者可產生沉澱 (A) $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
(B) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ (C) $\text{NaCl} + \text{KBr} \rightarrow$ (D) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
(E) $\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$

答案：

4-1 溶液的性質：

一. 多重選擇題

- 1、(BDE) 2、(ABCDE) 3、(ABD) 4、(ABE) 5、(DE)

4-2 溶解度：

一. 單一選擇題

1、(B) 2、(C) 3、(C) 4、(D) 5、(C) 6、(A) 7、(B) 8、(D) 9、(C) 10、(A)

4-3 濃度的各種表示法：

一. 單一選擇題

1、(D) 2、(B) 3、(A) 4、(C) 5、(B) 6、(A) 7、(B) 8、(B) 9、(B) 10、(B)

4-4 亨利定律：

一. 題組題

1、

(1) O₂:0.07g, N₂:0.03g

(2) 0.35g, 49cm³, 245cm³

(3) O₂ 0.014g, 49cm³, N₂ 0.024g, 24cm³

(4) O₂ 0.028g, 49cm³; N₂ 0.048g, 24cm³

2、

(5) $(0.95 \times 10^{-3} / 22.4) \times 10^3 = 0.0424$, $(0.57 \times 10^{-3} / 22.4) \times 10^3 = 0.0254$

(6) 氣體中 CO₂: $2 \times 0.1 / (0.082 \times 290) = 8.4 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 液體中 CO₂: $0.95 \times 10^{-3} / 22.4 \times 10^3$
 $\times 10^3 = 0.085 \text{ mol}$

(7) 3.2atm

3、(8)D (9)B

4-5 溶液中的離子反應：

一. 單一選擇題 (每題 0 分)

1、(E) 2、(D) 3、(A) 4、(A) 5、(A)

二. 多重選擇題 (每題 0 分)

6、(BC) 7、(CDE) 8、(ABCD) 9、(ACDE) 10、(ABE)