

活動

3

硝酸鉀的溶解與再結晶



重點歸納

1. 不同溶質在不同溫度下，其溶解度亦不同，可利用此差異來操作溫度，並利用再結晶法來分離混合物。
2. 溶解度為溶液可溶解溶質的最大量，即飽和溶液的濃度。一般溶解度有兩種表示法：
 - (1) 定溫下，每公升溶液溶解溶質之莫耳數(即體積莫耳濃度 C_M ，單位為 M)。
 - (2) 定溫下，溶劑每 100 公克所能溶解溶質之最大公克數(溶質公克數/100 公克溶劑)。

- 活動1 常見的化學反應
- 活動2 物質的分離
- 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- 活動4 化學反應熱
- 活動5 分子模型
- 活動6 有機物質的一般物性
- 活動7 化學電池
- 活動8 界面活性劑的效應
- 活動9 秒錶反應
- 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- 活動11 溶度積測定
- 活動12 烴類化合物的性質
- 活動13 酸鹼滴定
- 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- 活動15 氧化還原滴定
- 活動16 凝固點下降的測定
- 活動17 錯合物的形成
- 活動18 奈米硫粒的合成
- 活動19 硬水的檢測軟化法
- 活動20 醇、醛、酮的性質
- 活動21 化學合成

3. 根據溶液濃度可將溶液分為三類：
 - (1) 溶液濃度 < 溶解度，為未飽和溶液，是一種穩定狀態。
 - (2) 溶液濃度 = 溶解度，為飽和溶液，是一種平衡狀態。
 - (3) 溶液濃度 > 溶解度，為過飽和溶液，是一種不穩定狀態。
4. 依據溶解度可將溶質分為三類：
 - (1) 可溶：溶解度大於 0.1 M
 - (2) 微溶：溶解度介於 $10^{-1} \sim 10^{-4}$ M
 - (3) 難溶：溶解度小於 10^{-4} M，難溶者會產生沉澱。
5. 影響溶解度的因素為溶質與溶劑的本性、溫度和壓力。
6. 飽和溶液溫度變化之計量：含有鹽類之飽和溶液，若將溫度下降，因溶解度變小，其溶質會有析出的情況。
7. 固體的溶解度，多半隨溫度升高而增大，溶於水時多為吸熱反應，但 NaCl、KCl 其溶解度變化不大。CaSO₄、Ce₂(SO₄)₃、Na₂SO₄ 為例外，會隨溫度升高溶解度變小，因其溶於水時為放熱反應。

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成

▼硝酸鉀與氯化鈉溶解度與溫度關係

溶解度 (g/100g 水)	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C
KNO ₃	31.9	45.6	62.9	84.2	109.2	138.1	170.3	205.8
NaCl	35.9	36.1	36.4	36.6	37.0	37.6	37.9	38.5

- 硝酸鉀溶解度與溫度的關係：秤取 2.0 公克硝酸鉀加入 5.0 公克蒸餾水，加熱使其溶解，再經由降溫析出得恰飽和時的溫度。
- 硝酸鉀的再結晶方法：秤取 7.0 公克的硝酸鉀及 3.0 公克的氯化鈉，並加入 5.0 公克水。加熱至 75°C 時使固體溶解，因此時仍有少量溶質尚未溶解，趁熱取用預熱的無莖幹漏斗過濾。將錐形瓶中的濾液靜置冷卻，使晶體析並再次過濾後，留下濾紙上的晶體（濾紙須秤重），並用洗滌瓶裝冰水沖洗晶體。放入烘箱烘乾並秤重（所得重量扣除濾紙重即晶體重）。
- 增加水量會讓析出的硝酸鉀晶體變少。
- 實驗過程中蓋上錶玻璃可讓水較不易蒸發逸出；而過濾時取用預熱的無莖幹漏斗，可避免溶質因低溫而析出於濾紙或漏斗上，漏斗無莖幹也能避免溶質於莖幹部位析出。

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成

12. 用冰水沖洗晶體的目的是在於洗去殘留於晶體表面的雜質，而低溫可降低硝酸鉀的溶解量，避免洗去硝酸鉀。

13. 回收率

$$= \frac{\text{硝酸鉀晶體重 (烘乾後扣除濾紙重)}}{\text{混合物中硝酸鉀的質量}} \times 100\%$$

14. 硝酸鉀回收率無法達到 100% 的原因：

- (1) 趁熱過濾時，可能有部分留滯於濾紙上
- (2) 從錐形瓶取出時，留滯於瓶壁
- (3) 殘存於濾液中
- (4) 用冰水澆洗時，部分硝酸鉀被溶解而流失。

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成



精選範例

範例 1

取 20% NaCl 與 80% KNO₃ 混合物，75°C 時，以 100 公克水恰好可將混合物中的 KNO₃ 完全溶解成飽和溶液，將沉澱過濾後，使濾液冷卻至 20°C，此時有晶體再結晶而析出：

- (1) 被過濾掉的沉澱為何？共有多少公克？
- (2) 析出的晶體中，KNO₃ 的純度為多少？

答 (1) NaCl_(s)，共 2 公克；(2) 97.7%

解 (1) 1° 依題意可知混合物中應含有 KNO₃ 160 公克，20% 的 NaCl 應為

$$160 \times \frac{1}{4} = 40 \text{ 公克。}$$

2° 75°C 時，100 公克水只能溶 NaCl 38 公克，故有 2 公克的 NaCl 沉澱。

(2) 1° 將濾液由 75°C 冷卻至 20°C 時，100 公克水只能溶解 35 公克 NaCl，故析出 3 公克的 NaCl。

2° 100 公克水只能溶解 30 公克 KNO₃，故析出 130 公克 KNO₃

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成

$$3^\circ \text{KNO}_3 \text{ 的純度} = \frac{130}{130+3} \times 100\% = 97.7\%$$

範例 2

下列有關硝酸鉀再結晶實驗的相關敘述，何者正確？

- (A) 溫度愈高，硝酸鉀的溶解度愈大，但溫度對氯化鈉的溶解度影響不大
- (B) 將 3 公克氯化鈉與 7 公克硝酸鉀混合物，放入 50mL 燒杯內，並加入 5 公克水，並加熱至 75°C，此時燒杯底部仍有沉澱，此沉澱為硝酸鉀
- (C) 承(B)，將濾液降溫至 25°C，有晶體析出，此晶體所含硝酸鉀的純度比原混合物大
- (D) 用冰水清洗晶體的目的是洗去部分硝酸鉀晶體，以獲得更高純度的硝酸鉀
- (E) 加入 5 公克水可用 5mL 水代替，而攪拌溶液時用溫度計攪拌即可

答 (A)(B)(C)

解 (D) 用冰水清洗目的是洗去留於晶體表面的雜質，而非洗去硝酸鉀；(E) 溫度計攪拌容易造成溫度計撞擊管壁而破裂，不可使用溫度計攪拌，故選 (A)(B)(C)。

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成

範例 3

下表所列為五種可溶性鹽在 30°C 的溶解度(公克/100 公克 H₂O)：

鹽	NaCl	NaHCO ₃	Na ₂ CO ₃	(NH ₄) ₂ CO ₃	NH ₄ Cl
溶解度	36.5	12.1	30.0	27.0	41.1

若在 30°C 的飽和食鹽水中通入氨氣至飽和後，再通入二氧化碳就會有晶體析出。試參考表中的數據，推測析出的晶體是下列的哪一種？【98 學測】

(A) NaCl (B) NaHCO₃ (C) Na₂CO₃ (D) (NH₄)₂CO₃ (E) NH₄Cl

答 (B)

解

- 1° 食鹽水為強電解質，於水中會解離成 Na⁺與 Cl⁻。
- 2° 通入氨氣後，氨與水可形成 NH₄OH，為強電解質可解離成 NH₄⁺與 OH⁻，NH₄⁺與 Cl⁻可形成 NH₄Cl，且由題目可知通入氨氣(NH_{3(g)})至飽和，故可推知 NH₄Cl 為飽和水溶液。
- 3° 再通入二氧化碳，二氧化碳與水可形成碳酸(H₂CO₃)，解離後會形成 HCO₃⁻、CO₃²⁻及 H⁺，其中 HCO₃⁻與 Na⁺可形成 NaHCO₃，CO₃²⁻與 Na⁺、NH₄⁺形成 Na₂CO₃ 與(NH₄)₂CO₃。
- 4° 由上表可知溶解度最小者為 NaHCO₃，故選(B)。

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成

範例 4

某鹽類在 100 公克水中的溶解度如下表所示，下列敘述哪些正確？（應選三項）

溫度(°C)	25	50	65	75
溶解度(公克/100 公克水)	40	80	120	160

- (A) 此鹽溶於水為吸熱反應
- (B) 使用升溫法可將此鹽從飽和的水溶液中析出
- (C) 將 65°C 100 公克的飽和溶液降溫到 25°C 時，該鹽可析出 80 公克
- (D) 在 50°C 時該鹽的飽和溶液之重量百分率濃度約 44%
- (E) 欲判斷該鹽溶液為過飽和、飽和或未飽和，可加入少量該鹽判定之

答 (A)(D)(E)

解 (B) 應使用降溫法；(C) 65°C 100 公克的飽和溶液中應含該鹽：

$$100 \times \frac{120}{120 + 100} = 60(\text{g}), \text{水} = 100 - 60 = 50(\text{g}), \text{設降溫 } 25^\circ\text{C} \text{ 時析出該鹽 } x \text{ 公克,}$$

$$\text{則 } x \text{ 為 } \frac{60 - x}{50} = \frac{40}{100} \Rightarrow x = 40(\text{g}). \text{ 故選(A)(D)(E).}$$

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成

範例 5

氫氧化鋁在不同 pH 值水溶液中的溶解度如下表。根據下表資料，回答下列問題。

【97 學測】

pH	溶解度(mol/L)
4.0	2.0×10^{-2}
5.0	2.0×10^{-5}
6.0	4.2×10^{-7}
7.0	4.0×10^{-6}
8.0	4.0×10^{-5}
9.0	4.0×10^{-4}
10.0	4.0×10^{-3}
11.0	4.0×10^{-2}
12.0	4.0×10^{-1}

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成

- (1) 下列有關氫氧化鋁溶解度的敘述，哪一項正確？
- (A) 水溶液的 pH 值為 6 時，氫氧化鋁溶解度最大
- (B) 酸性的水溶液中，若 H^+ 離子濃度愈大，則氫氧化鋁溶解度愈小
- (C) 鹼性的水溶液中，若 OH^- 離子濃度愈大，則氫氧化鋁溶解度愈小
- (D) 在一公升 0.0001M 鹽酸溶液比在一公升純水中溶解度大
- (2) 若要將表內之資訊在有限的空間作圖以便看出溶解度隨 pH 的變化，則縱坐標應使用下列哪一項（最方便）？
- (A) 溶解度 $\times 1000$ (B) 溶解度 $\div 1000$ (C) 溶解度 $+ 1000$
- (D) 溶解度 $- 1000$ (E) \log (溶解度)

答 (1) (D) (2) (E)

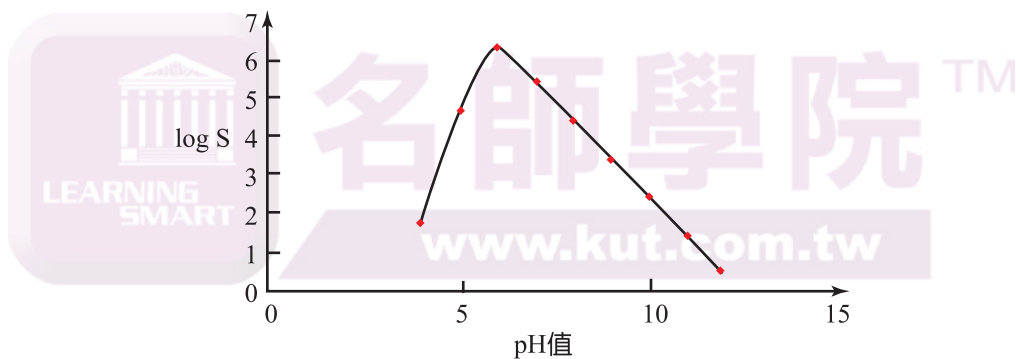
解 (1) (A) 為最小；(B)(C) 由表可知 H^+ 離子濃度或 OH^- 離子濃度愈大，則氫氧化鋁的溶解度愈大，故選(D)。

- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成

(2) 1° 將表中的溶解度取 log，可得：

pH	4	5	6	7	8	9	10	11	12
log	1.7	4.7	6.4	5.4	4.4	3.4	2.4	1.4	0.4

2° 利用 pH 及溶解度取 log 之值作圖，可清楚了解兩者之關係及變化，故選(E)。



- ❑ 活動1 常見的化學反應
- ❑ 活動2 物質的分離
- ❑ 活動3 硝酸鉀的溶解與再結晶
- ❑ 活動4 化學反應熱
- ❑ 活動5 分子模型
- ❑ 活動6 有機物質的一般物性
- ❑ 活動7 化學電池
- ❑ 活動8 界面活性劑的效應
- ❑ 活動9 秒錶反應
- ❑ 活動10 平衡常數與勒沙特列原理
- ❑ 活動11 溶度積測定
- ❑ 活動12 烴類化合物的性質
- ❑ 活動13 酸鹼滴定
- ❑ 活動14 電解電鍍、非電解電鍍
- ❑ 活動15 氧化還原滴定
- ❑ 活動16 凝固點下降的測定
- ❑ 活動17 錯合物的形成
- ❑ 活動18 奈米硫粒的合成
- ❑ 活動19 硬水的檢測軟化法
- ❑ 活動20 醇、醛、酮的性質
- ❑ 活動21 化學合成