

Contents 目錄

單元一 化學平衡 1-1

- ▶▶ 01 溶度積常數 (K_{sp}) 1-3
 - ▶▶ 02 勒沙特列原理 (平衡移動判斷) 1-8
 - ▶▶ 03 沉澱表 1-15
-

單元二 反應速率 2-1

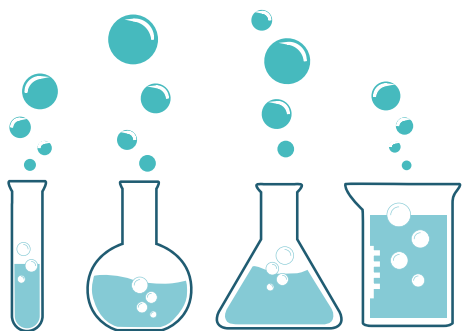
- ▶▶ 01 反應速率之表示 2-3
 - ▶▶ 02 碰撞學說與影響反應速率的因素 2-8
-

單元三 氧化還原 3-1

- ▶▶ 01 氧化數 3-3
 - ▶▶ 02 氧化還原辨別 3-7
 - ▶▶ 03 還原劑與氧化劑之強弱比較 3-12
-

單元四 有機化學 4-1

- ▶▶ 01 有機官能基判別 4-3
 - ▶▶ 02 官能基檢驗 4-10
-



Contents 目錄

單元五 酸、鹼、鹽 5-1

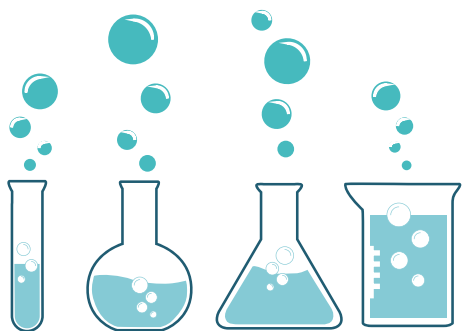
- ▶▶ 01 電解質 5-3
 - ▶▶ 02 鹽類的酸鹼性 5-6
 - ▶▶ 03 水溶液的pH 5-9
 - ▶▶ 04 酸鹼中和 5-13
 - ▶▶ 05 單質子弱酸 (HA) 的解離 5-16
 - ▶▶ 06 緩衝溶液 5-20
-

單元六 化學反應方程式 6-1

- ▶▶ 01 係數平衡 6-3
 - ▶▶ 02 元素分析法 6-9
 - ▶▶ 03 化學計量 6-12
-

單元七 物質形態（狀態變化、氣體性質、液體性質） 7-1

- ▶▶ 01 物質變化 7-3
- ▶▶ 02 理想氣體方程式 7-6
- ▶▶ 03 氣體的擴散 7-10



Contents 目錄

▶▶ **04** 液體濃度的表示方式 7-12

▶▶ **05** 溶液性質 7-14

單元八 週期表（原子結構、化學鍵結） 8-1

▶▶ **01** 化學鍵的形式與分子間作用力 8-3

▶▶ **02** 原子表示法與同位素 8-12

▶▶ **03** 原子核外電子的排列 8-17

▶▶ **04** 游離能（IE）、電負度、原子半徑 8-23

單元九 命名法 9-1

▶▶ **00** 命名法 9-3

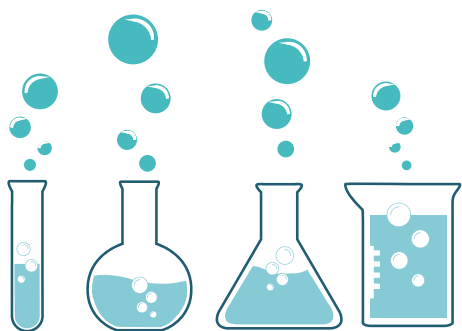
單元十 金屬與非金屬元素 10-1

▶▶ **01** 金屬元素 10-3

▶▶ **02** 非金屬元素 10-5

▶▶ **03** 硬水軟化 10-9

附錄 精選試題 11-1





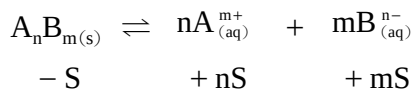
主題掃描



Topic Scan

01 溶度積常數 (K_{sp})

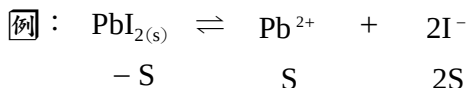
(一)難溶鹽類 (A_nB_m) 在水中的溶解反應式如下：



(二)在某一溫度下達溶解平衡時，其平衡常數表示式為：

$$K = [A^{m+}]^n [B^{n-}]^m$$

(三)難溶鹽類平衡常數與溶解度的乘積有關，又稱為溶度積常數 (K_{sp})。



$$K_{sp} = [Pb^{2+}] \times [I^{-}]^2$$

$$= S \times (2S)^2$$

$$= 4S^3$$

試題演練

7、下列固體以純水將其溶解達平衡時，其溶度積 (K_{sp}) 與溶解度 (S) 的關係何者錯誤？

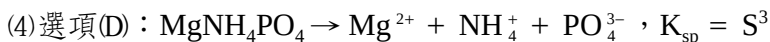
- (A) $CaCO_3$, $K_{sp} = S^2$ (B) Hg_2Cl_2 , $K_{sp} = 16S^4$
 (C) $Mg(OH)_2$, $K_{sp} = 4S^3$ (D) $MgNH_4PO_4$, $K_{sp} = S^3$

答案：(B)

解析：(1)選項(A)： $CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + CO_3^{2-}$, $K_{sp} = S^2$

(2)選項(B)： $Hg_2Cl_2 \rightarrow Hg_2^{2+} + 2Cl^{-}$, $K_{sp} = 4S^3$

(3)選項(C)： $Mg(OH)_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2OH^{-}$, $K_{sp} = 4S^3$



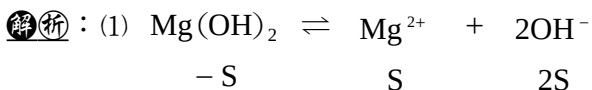
2、已知 $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)}$ 在某固定溫度之 K_{sp} 為 3.2×10^{-8} ，求在此溫度下：

(1) $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)}$ 在純水中之溶解度為若干 M？

(2) $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)}$ 在 0.2M 之 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中的溶解度為若干 M？

答：(1) $2 \times 10^{-3} \text{ M}$

(2) $2 \times 10^{-4} \text{ M}$



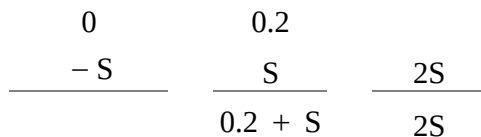
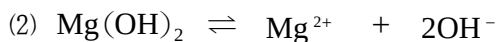
$$K_{\text{sp}} = [\text{Mg}^{2+}] \times [\text{OH}^-]^2$$

$$= S \times (2S)^2$$

$$= 4S^3$$

$$= 3.2 \times 10^{-8}$$

$$S = 2 \times 10^{-3} \text{ M}$$



$$K_{\text{sp}} = [\text{Mg}^{2+}] \times [\text{OH}^-]^2$$

$$= (0.2 + S) \times (2S)^2$$

$$\approx 0.2 \times (2S)^2$$

$$= 3.2 \times 10^{-8}$$

$$S = 2 \times 10^{-4} \text{ M}$$

3、 $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)}$ 的 K_{sp} 可以表示為：

(A) $[\text{Mg}^{2+}]^3$

(B) $[\text{OH}^-]^2$

(C) $4[\text{Mg}^{2+}]^2$

(D) $\frac{1}{2} [\text{OH}^-]^3$



答：(D)

解析： $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$

$$\begin{aligned} K_{\text{sp}} &= [\text{Mg}^{2+}] \times [\text{OH}^-]^2 \\ &= [\text{Mg}^{2+}] \times (2[\text{Mg}^{2+}])^2 \\ &= 4[\text{Mg}^{2+}]^3 \\ &= \frac{1}{2} [\text{OH}^-] \times [\text{OH}^-]^2 \\ &= \frac{1}{2} [\text{OH}^-]^3 \end{aligned}$$



警特四等試題

1. 在 20°C 時製備硫化鎳 (NiS) 的飽和溶液，每公升約可溶解 3.6×10^{-4} 克的硫化鎳，硫化鎳的莫耳質量為 90.77 克。在 20°C 下硫化鎳的溶解度積常數 (K_{sp}) 為多少？ (B)

- (A) 4.2×10^{-11} (B) 1.6×10^{-11}
(C) 1.6×10^{-10} (D) 4.2×10^{-10}

【107一般警特四等】

解析： $\text{NiS} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{S}^{2-}$

$$K_{\text{sp}} = \text{S}^2 = \left(\frac{3.6 \times 10^{-4}}{90.77} \right)^2 = 1.6 \times 10^{-11}$$

2. 已知 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 在 25°C 水中的溶解度為 $2.0 \times 10^{-5} \text{ M}$ ，試求出在 25°C 下， $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 值大小： (C)

- (A) 4.0×10^{-10} (B) 8.0×10^{-15}
(C) 3.2×10^{-14} (D) 8.0×10^{-10}

【106一般警特四等】

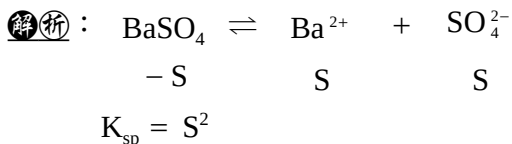
解析： $\text{Cd}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 2\text{OH}^-$

$$\begin{aligned}K_{sp} &= S \times (2S)^2 \\&= 4S^3 \\&= 4 \times (2.0 \times 10^{-5})^3 \\&= 3.2 \times 10^{-14}\end{aligned}$$

3. 下列難溶鹽的 K_{sp} 與其在純水中溶解度 S 的關係，何者錯誤？ (A)

- (A) BaSO_4 , $K_{sp} = 4S^3$ (B) AgCl , $K_{sp} = S^2$
(C) $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $K_{sp} = 27S^4$ (D) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $K_{sp} = 108S^5$

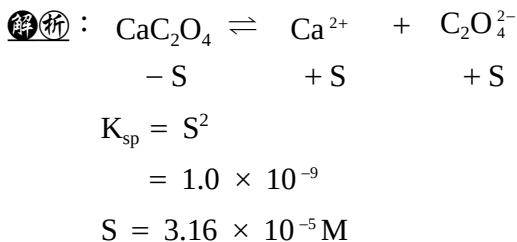
【103 一般警特四等】



4. 在 25°C 時，若 CaC_2O_4 之溶解度積 $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-9}$ ，則 CaC_2O_4 在水中之莫耳溶解度為若干？ (B)

- (A) $1.0 \times 10^{-9} \text{ M}$ (B) $3.16 \times 10^{-5} \text{ M}$
(C) $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ (D) $5.6 \times 10^{-3} \text{ M}$

【101 一般警特四等】



5. 已知硫酸鋇室溫下於 0.10 M 硝酸鋇水溶液中溶解度為 $1.2 \times 10^{-9} \text{ M}$ ，則硫酸鋇於純水中的溶解度為多少？〔 $\text{BaSO}_{4(s)} \rightarrow \text{Ba}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ 〕 (A)

- (A) $1.1 \times 10^{-5} \text{ M}$ (B) $1.4 \times 10^{-4} \text{ M}$
(C) $1.1 \times 10^{-4} \text{ M}$ (D) $1.4 \times 10^{-3} \text{ M}$

【100 一般警特四等】



解析： $\text{BaSO}_{4(s)} \rightarrow \text{Ba}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$

	0.1	
1.2×10^{-9}	1.2×10^{-9}	1.2×10^{-9}
1.2×10^{-9}	$0.1 + 1.2 \times 10^{-9}$	1.2×10^{-9}

$$K_{\text{sp}} = (0.1 + 1.2 \times 10^{-9}) \times 1.2 \times 10^{-9}$$

$$\approx 1.2 \times 10^{-10}$$

硫酸鋇於純水中 K_{sp} 不變

$$K_{\text{sp}} = S^2$$

$$= 1.2 \times 10^{-10}$$

$$S \approx 1.1 \times 10^{-5}$$

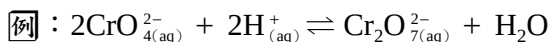
02 勒沙特列原理（平衡移動判斷）

(一)當平衡系統受外加因素破壞時，系統會朝抵消此外加因素的方向前進，以達新的平衡。所謂外加因素包括改變溫度、壓力或反應物的濃度等。

(二)影響化學平衡的因素：

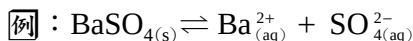
1. 濃度：

(1)若化學平衡系統中，增加反應物或生成物的濃度，則反應會朝消耗此物種的方向移動；反之，減少某一成分，則反應會朝增加此一成分的方向移動。



加入 $\text{NaOH}_{(aq)}$ 則 $[\text{H}^{+}]$ 減少，平衡向左移。

(2)在異相平衡中，加入或減少原物系已有的固體或液體，則平衡不移動。



加入硫酸鉍固體，則平衡不移動。

(3)平衡系中，**加水稀釋**反應物與生成物濃度皆下降，平衡向係數和較大的一方移動。

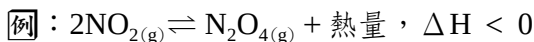


加入水平衡向左移，但達新平衡時，各物種濃度小於原濃度。

★ 2. 溫度：

(1)溫度升高：平衡往吸熱方向移動。

(2)溫度降低：平衡往放熱方向移動。



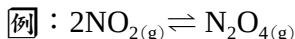
(1) $T \uparrow$ ，平衡向 $\leftarrow$ 移動。

(2) $T \downarrow$ ，平衡向 $\rightarrow$ 移動。



★ 3. 壓力：

- (1) 如果平衡系統因為減小容器體積造成**壓力增加**時，平衡會朝**氣體總莫耳數較小**的方向移動。
- (2) 若平衡系統因為增大容器體積造成**壓力減少**時，則平衡朝**氣體總莫耳數較多**的方向移動。



- (1) 壓縮容器體積， $P \uparrow$ ，平衡向 $\rightarrow$ 移動。
- (2) 增大容器體積， $P \downarrow$ ，平衡向 $\leftarrow$ 移動。
- (3) 若反應方程式兩邊的**氣體總莫耳數相等**，則不管增大或減小體積，**對平衡都沒有影響**。
4. 催化劑：催化劑不影響平衡：加入催化劑，正逆反應**等量增加**，平衡不移動！

試題演練

1、在平衡系統 $2\text{CrO}_{4(aq)}^{2-}$ （黃色）+ $2\text{H}^+_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_{7(aq)}^{2-}$ （橘紅色）+ $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ 中，加入下列何種物質，可以使平衡反應向右移動且溶液顏色變橘紅色？

- (A) 蒸餾水 (B) 少量濃鹽酸
(C) 少量碳酸鈉固體 (D) 少量氫氧化鈉固體

答案：(B)

- 解析：(1) 選項(A)：加水，[] 皆 $\downarrow$ ，往係數多的方向移動（ $\leftarrow$ ）。
- (2) 選項(B)：加酸， $[\text{H}^+] \uparrow$ ，往消耗 $[\text{H}^+]$ 的方向移動（ $\rightarrow$ ）。
- (3) 選項(C)：加碳酸鈉（鹼性）， $[\text{H}^+] \downarrow$ ，往增加 $[\text{H}^+]$ 的方向移動（ $\leftarrow$ ）。
- (4) 選項(D)：加氫氧化鈉（鹼性）， $[\text{H}^+] \downarrow$ ，往增加 $[\text{H}^+]$

的方向移動（←）。

2、定溫下將下列平衡系的體積膨脹，何者的平衡會向左移？

- (A) $\text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(s)}$
 (B) $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_{3(g)} + \text{HCl}_{(g)}$
 (C) $2\text{O}_{3(g)} \rightleftharpoons 3\text{O}_{2(g)}$
 (D) $\text{Fe}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{FeO}_{(s)} + \text{H}_{2(g)}$
 (E) $2\text{NOBr}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)} + \text{Br}_{2(g)}$

答案：(A)

解析：體積增大， $P \downarrow$ ，平衡往氣體係數和大的一方移動。

3、在哈柏法製氨的反應： $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)} + \text{熱量}$ 。若此反應已達平衡，則再施加下列何項措施可使 NH_3 平衡濃度增大？

- (A) 加催化劑 (B) 定壓下加 He (C) 定容加 He (D) 降溫

答案：(D)

解析：(1) 選項(A)：加催化劑平衡不移動。

(2) 選項(B)：定壓下加 He，容器體積變大， P_{N_2} 、 P_{H_2} 、 P_{NH_3} 變小，平衡向氣體係數大的方向移動（←）。

(3) 選項(C)：定容加 He， P_{N_2} 、 P_{H_2} 、 P_{NH_3} 不變，平衡不移動。

(4) 選項(D)：降溫平衡向放熱方向移動（→）。



警特 試題

1. 化學反應： $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ ，下列何種操作可以使平衡向左移動？ (B)

(A) 增加系統的體積

(B) 降低反應槽的溫度



(C)在系統中加入氮氣

(D)從系統中移除二氧化氮

【108一般警特四等】

解析：(1)選項(A)：增加系統的體積，濃度下降，平衡往係數大的方向移動(→)。

(2)選項(B)：降低反應槽的溫度，平衡往放熱方向移動(←)。

(3)選項(C)：在系統中加入氮氣， N_2O_4 與 NO_2 分壓皆無改變，平衡不移動。

(4)選項(D)：從系統中移除二氧化氮， $[\text{NO}_2]$ 下降，平衡往增大 $[\text{NO}_2]$ 方向移動(→)。

2. 定溫時， $\text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{5(g)}$ 在一容器內達成平衡，進行下列何種動作，可以使平衡後的 $\text{Cl}_{2(g)}$ 的莫耳數增加？ (B)

(A)加入 $\text{PCl}_{3(g)}$

(B)加入 $\text{PCl}_{5(g)}$

(C)將容器體積減半

(D)將容器內灌入大量的氮氣

【107一般警特四等】

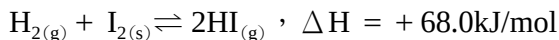
解析：(1)選項(A)：加入 $\text{PCl}_{3(g)}$ ，平衡向右， $\text{Cl}_{2(g)}$ 減少。

(2)選項(B)：加入 $\text{PCl}_{5(g)}$ ，平衡向左， $\text{Cl}_{2(g)}$ 增加。

(3)選項(C)：將容器體積減半，壓力增加，平衡向數小的方向移動(→)， $\text{Cl}_{2(g)}$ 減少。

(4)選項(D)：將容器內灌入大量的氮氣，反應物與生成物分壓不變，平衡不移動， $\text{Cl}_{2(g)}$ 莫耳數不變。

3. 有一化學反應平衡方程式：



關於此反應的平衡，下列敘述何者錯誤？

(A)移除 $\text{HI}_{(g)}$ 可促使平衡向右

(B)加入更多的 $\text{H}_{2(g)}$ 可增大平衡常數

(C)加熱此反應系統，平衡趨向右邊

(D)此反應是一非均相平衡

【106一般警特四等】

解析：(1)選項(A)： $[\text{HI}_{(g)}] \downarrow$ ，平衡趨向右邊才能使 HI 增加。

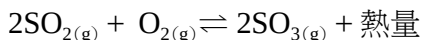
(2)選項(B)：濃度不會影響平衡常數。

(3)選項(C)： $T \uparrow$ ，平衡向吸熱方向移動 ($\rightarrow$)。

(4)選項(D)：有固體與氣體，為非均相。

4. 考慮以下化學反應：

(A)



下列何項因素可使平衡向右移動？

(A)提高平衡系統的壓力

(B)升高平衡系統的溫度

(C)添加催化劑

(D)降低平衡系統 O_2 濃度

【105一般警特四等】

解析：(1)選項(A)：提高平衡系統的壓力，平衡向氣體係數小的方向移動，平衡向右。

(2)選項(B)：升高平衡系統的溫度，平衡向吸熱方向移動，平衡向左。

(3)選項(C)：添加催化劑，平衡不移動。

(4)選項(D)：降低平衡系統 O_2 濃度，平衡向增加 O_2 濃度的方向移動，平衡向左。

5. 對於已經達到平衡的反應 $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)} + 92\text{kJ}$ ，下列何種變因會使平衡移向右邊？

(C)

(A)升溫

(B)定容下加入 He 氣

(C)增加壓力

(D)加入 $\text{NH}_{3(g)}$

【105一般警特四等】

解析：(1)選項(A)：升溫，平衡往吸熱方向 ($\leftarrow$)。

(2)選項(B)：定容下加入 He 氣，只增加 He 氣分壓，反應物、生成物分壓皆不變，平衡不移動。

(3)選項(C)：增加壓力，平衡往氣體係數和較小的方向移