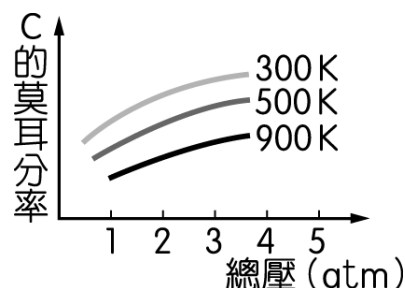


劃卡說明：科目代碼：58 類組代碼：02 班級代碼：03

一、單一選擇題：每題2分，共60分

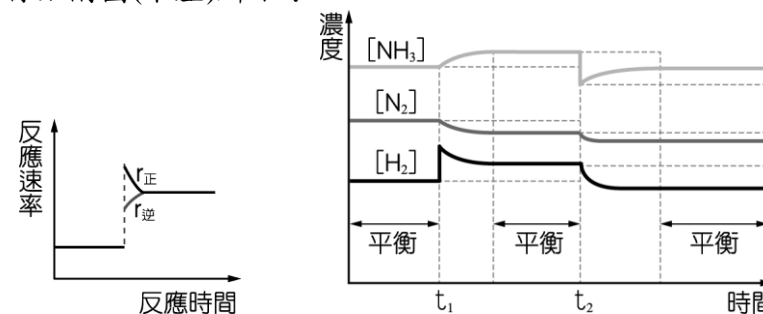
- ( )下列平衡系採用( )內的措施，達成平衡後，畫底線物質的濃度會減少的是何者？(A)  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \underline{\text{H}^+}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$  (加少量氫氧化鈉) (B)  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \underline{\text{Cl}_2}(\text{g})$  (加少量氯氣) (C)  $\text{H}_2(\text{g}) + \underline{\text{I}_2}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  (縮小容器體積) (D)  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \underline{\text{H}_2\text{O}}(\text{g})$  (加熱)。
- ( )定溫下，將等莫耳數的X、Y加入真空容器可達下列平衡： $2\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{P}(\text{g}) + 2\text{Q}(\text{g})$ 。則平衡時下列關係，何者錯誤？(A)  $[\text{P}] < [\text{Q}]$  (B)  $[\text{X}] < [\text{Y}]$  (C)  $[\text{Y}] < [\text{Q}]$  (D)  $[\text{X}] + [\text{Q}] = [\text{Y}] + [\text{P}]$ 。
- ( )在混合溶液中，利用加入適當的試劑，使離子依序沉澱，再利用過濾法來達到分離的目的，此為離子定性分析法之一。附表(下左)是 $\text{A}^+$ 、 $\text{B}^+$ 、 $\text{C}^+$ 、 $\text{D}^+$ 離子與試劑 $\text{X}^-$ 、 $\text{Y}^-$ 、 $\text{Z}^-$ 、 $\text{W}^-$ 反應的情形，則應依序加入何種試劑，才能將各離子分離？(「↓」表示生成沉澱；「×」表示未生成沉澱)

離子 \ 試劑	$\text{A}^+$	$\text{B}^+$	$\text{C}^+$	$\text{D}^+$
$\text{X}^-$	↓	↓	×	×
$\text{Y}^-$	↓	×	↓	↓
$\text{Z}^-$	↓	↓	↓	×
$\text{W}^-$	↓	×	×	×



- (A)  $\text{X}^- \rightarrow \text{Y}^- \rightarrow \text{Z}^- \rightarrow \text{W}^-$  (B)  $\text{Y}^- \rightarrow \text{W}^- \rightarrow \text{Z}^- \rightarrow \text{X}^-$   
(C)  $\text{W}^- \rightarrow \text{X}^- \rightarrow \text{Z}^- \rightarrow \text{Y}^-$  (D)  $\text{W}^- \rightarrow \text{X}^- \rightarrow \text{Y}^- \rightarrow \text{Z}^-$ 。
- ( )密閉容器中的氣體反應： $a\text{A}(\text{g}) \rightarrow b\text{B}(\text{s}) + c\text{C}(\text{g})$ ， $\Delta H = Q \text{ kJ}$ ，在不同溫度達到平衡時，C的莫耳分率與總壓的關係如附圖(上右)所示。則下列反應式係數的關係與Q值大小敘述，何者正確？  
(A)  $a > c$ ， $Q > 0$  (B)  $a > c$ ， $Q < 0$  (C)  $a < c$ ， $Q > 0$  (D)  $a + b < c$ ， $Q < 0$ 。
- ( )已知 $\text{CaSO}_4$ 之 $K_{\text{sp}}$ 為 $5.0 \times 10^{-5}$ 。取同體積 $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ 之 $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ 與 $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 相混合，若混合後有 $\text{CaSO}_4$ 沉澱生成，則 $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 之濃度可為下列何者？(A)  $5.0 \times 10^{-1}$  (B)  $2.0 \times 10^{-2}$  (C)  $3.0 \times 10^{-2}$  (D)  $8.0 \times 10^{-2}$ 。
- ( )已知 $\text{PbI}_2$ 在 $0.1 \text{ M NaI}(\text{aq})$ 中溶解度為 $4 \times 10^{-10} \text{ M}$ 。若 $\text{PbI}_2$ 之 $K_{\text{sp}} = a$ ， $\text{PbI}_2$ 在純水中的溶解度 $= b \text{ M}$ ，則(a, b)數值為何？(A)  $(1 \times 10^{-12}, 1 \times 10^{-4})$  (B)  $(2 \times 10^{-12}, 2 \times 10^{-4})$  (C)  $(4 \times 10^{-12}, 2 \times 10^{-4})$  (D)  $(4 \times 10^{-12}, 1 \times 10^{-4})$ 。

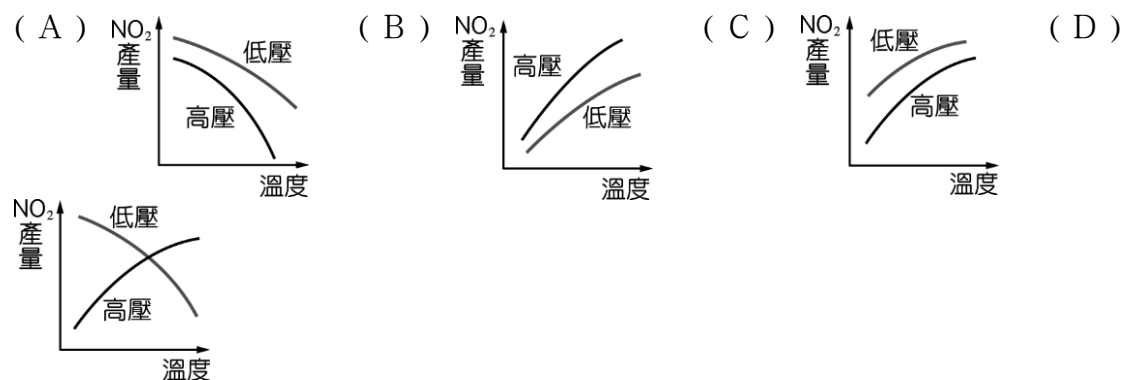
- ( )下列何者為氯化亞汞正確的溶度積表示式？(A)  $[\text{Hg}^+][\text{Cl}^-]^2$  (B)  $[\text{Hg}^+][\text{Cl}^-]$  (C)  $[\text{Hg}_2^{2+}][\text{Cl}^-]^2$  (D)  $[\text{Hg}^+][\text{Cl}_2^{2-}]$ 。
- ( )下列各反應達平衡時，再加入外在因素，哪些平衡系的反應速率與反應時間關係如附圖(下左)所示？



(第11題的圖)

- (A)  $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ ，定溫下，使體積變大 (B)  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ，定溫下，加入 $\text{SO}_2$  (C)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ， $\Delta H = -23 \text{ kcal}$ ，定容下，升高溫度 (D)  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{s})$ ，定溫下，使體積變小。
- ( )定溫下某反應達平衡時，可看到下列哪項特性？(A)反應物用盡 (B)正、逆反應速率相同 (C)正、逆反應完全停止 (D)反應物和產物的濃度相等。
- ( )下列各平衡系中再加入水時，何者反應有利於向左進行？(A)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  (B)  $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s})$  (C)  $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$  (D)  $\text{HCN}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq})$ 。
- ( )已知 $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$ 為吸熱反應，在平衡後的 $t_1$ 與 $t_2$ 分別加入何種外在因素，可使各物質濃度如附圖(上右)之變化？  
(A)  $t_1$ ：增溫， $t_2$ ：擴大容器體積 (B)  $t_1$ ：壓縮容器體積， $t_2$ ：移去 $\text{NH}_3$   
(C)  $t_1$ ：定容下加He， $t_2$ ：降溫 (D)  $t_1$ ：加入 $\text{H}_2$ ， $t_2$ ：移去 $\text{NH}_3$ 。
- ( )欲分離溶液中之 $\text{Br}^-(\text{aq})$ 與 $\text{S}^{2-}(\text{aq})$ ，可用下列何種試劑？(A)  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  (B)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  (C)  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  (D)  $\text{AgNO}_3$ 。
- ( )在 $500 \text{ K}$ 時，已知反應 $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ 的 $K_c = 120$ 。將 $0.16 \text{ mol A}$ 、 $0.4 \text{ mol B}$ 及 $0.8 \text{ mol C}$ 一起放入 $2.0 \text{ L}$ 的容器。下列有關其反應商( $Q_c$ )與反應方向的敘述，何者正確？(A)  $Q_c = 25$ ，反應由左至右 (B)  $Q_c = 25$ ，反應由右至左 (C)  $Q_c = 100$ ，反應由右至左 (D)  $Q_c = 250$ ，反應由右至左。
- ( )下列各反應達平衡時，在定溫下使容器體積減半，哪個反應向左移動？(A)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  (B)  $\text{CaO}(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaC}_2(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$  (C)  $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$  (D)  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ 。

15. ( )在適當的溫度與壓力下， $N_2O_4(g)$  會與  $NO_2(g)$  達到下列平衡  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ， $\Delta H=56.9 \text{ kJ}$ ，則平衡時  $NO_2(g)$  的產量與溫度及壓力的關係，下列哪一個圖表示最適合？

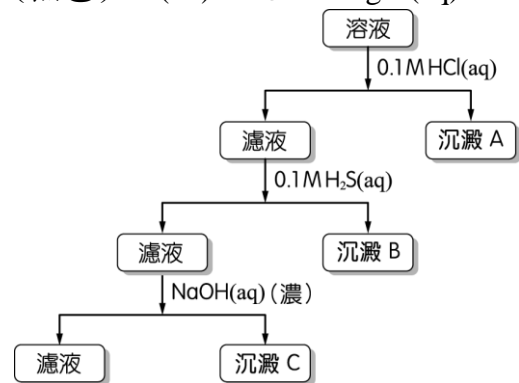


16. ( )若  $NO_2 \rightleftharpoons NO + \frac{1}{2} O_2$  之平衡常數為  $K_1$ ， $2NO_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl + O_2$  之平衡常數為  $K_2$ ，則  $2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$  之平衡常數為  $K_3$  應如何表示？ (A)  $\frac{K_2}{K_1}$  (B)  $\frac{K_1}{K_2}$  (C)  $\frac{K_2^2}{K_1}$  (D)  $\frac{K_2}{K_1^2}$ 。

17. ( )下列各組離子在水溶液中，何組能大量共存？ (A)  $Ca^{2+}$ 、 $K^+$ 、 $HCO_3^-$ 、 $Cl^-$  (B)  $Fe^{3+}$ 、 $Na^+$ 、 $SCN^-$ 、 $NO_3^-$  (C)  $Fe^{2+}$ 、 $NH_4^+$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $S^{2-}$  (D)  $Pb^{2+}$ 、 $K^+$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Cl^-$ 。

18. ( )溶液中含有  $Mg^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Pb^{2+}$  三種離子，以下列流程圖(下左)分離檢驗，下列敘述何者正確？

(A) 沉澱 A： $Cu^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow CuCl_2(s) \downarrow$  (白色) (B) 沉澱 A： $Pb^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow PbCl_2(s) \downarrow$  (黑色) (C) 沉澱 B： $Mg^{2+}(aq) + S^{2-}(aq) \rightarrow MgS(s) \downarrow$  (黑色) (D) 沉澱 C： $Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) \downarrow$  (白色)。



藥品性質	硝酸鈉	碳酸鈉	硫酸鈣
外觀	白色粉末	白色粉末	白色粉末
加水	可溶	可溶	不溶
加稀酸	無反應	生成氣體	無反應

(第 28 題的表)

19. ( )同溫下，密閉容器內分別有下列反應，試判斷下列哪個反應之正反應方向最難

以進行？ (A)  $2H_2O(g) \rightleftharpoons 2H_2(g) + O_2(g)$ ， $K=10^{-59}$  (B)  $CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$ ， $K=1.8 \times 10^{-5}$  (C)  $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g)$ ， $K=10$  (D)  $AgI(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + I^-(aq)$ ， $K=8.3 \times 10^{-17}$ 。

20. ( )將氯氣通入水中可用來製備次氯酸水： $Cl_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + Cl^-(aq) + HOCl(aq)$ 。因氯氣有劇毒，實驗後應如何處理，才不會污染環境？ (A) 加入適量的  $CaCl_2(s)$  (B) 加入適量的  $HCl(aq)$  (C) 加入適量的  $NaOH(aq)$  (D) 加入適量的  $NaCl(aq)$ 。

21. ( )若下列各物質在水中溶解度為  $s \text{ mol/L}$ ，則下列何種鹽之  $K_{sp}=4s^3$ ？ (A)  $BaSO_4$  (B)  $Hg_2Cl_2$  (C)  $Fe(OH)_3$  (D)  $Mg_3(PO_4)_2$ 。

22. ( )將  $P \text{ atm}$  的  $COCl_2(g)$  裝入真空容器中，定溫下達成平衡反應式： $2COCl_2(g) \rightleftharpoons C(s) + CO_2(g) + 2Cl_2(g)$ ，若  $CO_2$  平衡壓力為  $x \text{ atm}$ ，則上述平衡常數表示式為何？ (A)  $K_p = \frac{4x^3}{(P-2x)^2}$  (B)  $K_p = \frac{2x^3}{(P-2x)^2}$  (C)  $K_p = \frac{4x^3}{(P-2x)^2}$  (D)  $K_p = \frac{x^3}{(P-2x)^2}$ 。

23. ( )已知  $PbCl_2$  在  $0.1 \text{ M}$  的  $NaCl(aq)$  中溶解度為  $4 \times 10^{-4}$ ，則在純水中的溶解度為若干  $M$ ？ (A)  $4 \times 10^{-6}$  (B)  $2 \times 10^{-4}$  (C)  $1 \times 10^{-4}$  (D)  $1 \times 10^{-2}$ 。

24. ( )欲溶解 1 莫耳下列含鉛之難溶鹽，何者所需水量最少？ (A)  $PbS$ ： $K_{sp}=8.4 \times 10^{-28}$  (B)  $PbCO_3$ ： $K_{sp}=1.5 \times 10^{-13}$  (C)  $PbSO_4$ ： $K_{sp}=1.8 \times 10^{-8}$  (D)  $PbI_2$ ： $K_{sp}=8.7 \times 10^{-9}$ 。

25. ( )反應式  $X(g) + Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ ， $1 \text{ L}$  容器中置入  $2 \text{ mol X}$  與  $2 \text{ mol Y}$  反應，達平衡後，可得  $2 \text{ mol Z}$ ；在上述的平衡系中再加入  $1 \text{ mol}$  的  $Z$ ，則再次達平衡時， $Z$  的濃度為多少  $M$ ？ (A) 5.0 (B) 4.5 (C) 4.0 (D) 2.5。

26. ( )定溫、定容下，反應  $4HBr(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g) + 2Br_2(l)$ ，無法藉由下列哪項來判斷此反應已達到平衡狀態？ (A) 密閉系顏色不變 (B) 混合氣體總壓不變 (C) 單位時間消耗  $4 \text{ mol HBr}$ ，同時也消耗  $1 \text{ mol O}_2$  (D) 混合氣體的總莫耳數不變。

27. ( )定溫下， $1 \text{ L}$  之容器內裝有  $2.0 \text{ mol}$  氨氣，在此溫度下，氨氣部分分解為氮氣與氫氣。若平衡時有  $50\%$  的氨氣分解，試問在該溫度時，此反應之平衡常數  $K_c$  為若干？ (A) 1.7 (B) 1.5 (C) 1.0 (D) 0.75。

28. ( )有三瓶藥品，分別為硝酸鈉、碳酸鈉、硫酸鈣，因瓶子標籤脫落而無法辨識。已知三者的部分性質如附表(左邊)，如果想辨識三瓶藥品，可使用下列哪一種物質？

(A) 水 (B) 氫氧化鈉水溶液 (C) 食鹽水 (D) 稀鹽酸。

29. ( )用  $10 \text{ mL}$  的蒸餾水沖洗  $4.2 \text{ g}$  的碳酸鎂沉澱，在沖洗的過程中損失的碳酸鎂質

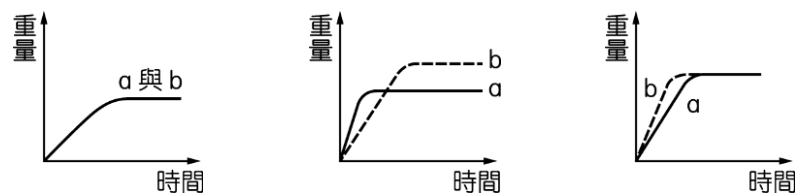
量為何？(原子量：Mg=24，碳酸鎂之  $K_{sp}=9.0 \times 10^{-6}$ ) (A) 2.52 mg (B) 25.2 mg (C) 4.2 mg (D) 2.52 g。

30. ( ) 在定溫時，密閉容器中反應  $4\text{HBr}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{Br}_2(\text{g}) + 275 \text{ kJ}$  已達平衡，則下列敘述何者無法表示此反應已達到平衡狀態？(A) 密閉系統顏色固定不變 (B)  $[\text{HBr}] : [\text{Br}_2] = 2 : 1$  (C) 單位時間內消耗 2 mol HBr，同時也消耗 1 mol  $\text{Br}_2$  (D) 定容下，容器內壓力不再改變。

二、多重選擇題：每題 4 分，共 40 分

31. ( ) 定溫時，下列反應  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$ ，其  $\text{NH}_3$  的重量(克)與時間的關係如下圖實線 a。若下列外在因素出現時， $\text{NH}_3$  的重量(克)與時間的關係如下圖虛線 b，則下列哪些圖形正確？應選 2 項

- (A) 升高溫度 (B) 降低溫度 (C) 加入催化劑



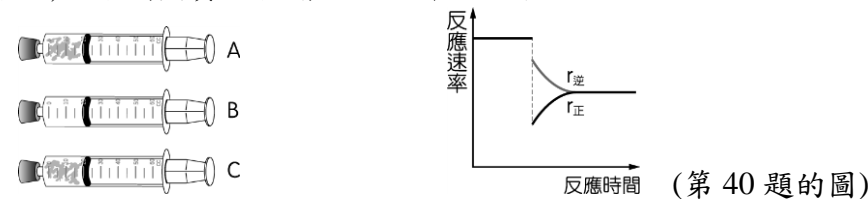
- (D) 縮小反應容器的體積 (E) 定壓下，加入  $\text{He}(\text{g})$



32. ( ) 若  $\text{AB}$ 、 $\text{A}_2\text{C}$ 、 $\text{AD}_2$ 、 $\text{A}_2\text{E}_3$  四種難溶鹽的  $K_{sp}$  皆為  $10^{-10}$ ，其在水中溶解度分別以  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$ 、 $s_4$  表示，則下列大小關係哪些正確？(A)  $s_1 = s_2 = s_3 = s_4$  (B)  $s_1 > s_2 > s_3 > s_4$  (C)  $s_1 < s_2 < s_3 < s_4$  (D)  $s_2 = s_3$  (E)  $s_4 > s_3$  且  $s_2 > s_1$ 。應選 2 項
33. ( )  $\text{CO}$  與  $\text{NO}_2$  反應生成  $\text{CO}_2$  與  $\text{NO}$  是一個可逆反應，若 1 L 的容器中，分別裝入下列各種物質進行實驗，哪些無法達到平衡狀態？(A) 1 mol  $\text{CO}$  和 1 mol  $\text{CO}_2$  (B) 1 mol  $\text{CO}$  和 1 mol  $\text{NO}_2$  (C) 1 mol  $\text{CO}$  和 1 mol  $\text{NO}$  (D) 0.1 mol  $\text{CO}_2$  和 0.5 mol  $\text{NO}$  (E) 1 mol  $\text{CO}$ 、0.3 mol  $\text{CO}_2$  及 1 mol  $\text{NO}$ 。應選 2 項
34. ( )  $25^\circ\text{C}$  下，下列哪些反應的  $K_p < K_c$ ？(A)  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  (B)  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  (C)  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  (D)  $\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  (E)  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ 。應選 2 項
35. ( ) 下列哪些因素會影響硫酸鋇在水中的溶解度？(A) 溫度 (B) 添加之溶劑種類 (C) 溶液中加入硫酸鋇固體 (D) 水量的多寡 (E) 容器大小。應選 2 項
36. ( ) 已知  $\text{CaSO}_4$  之  $K_{sp} = 2 \times 10^{-5}$ 、 $\text{SrSO}_4$  之  $K_{sp} = 7.5 \times 10^{-7}$ ，某溶液中含有 0.02 M 的  $\text{Ca}^{2+}$  與  $\text{Sr}^{2+}$ ，若分別加入等體積而濃度不同的下列各  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  水溶液，哪些可

使溶液中  $\text{Sr}^{2+}$  產生沉澱，而  $\text{Ca}^{2+}$  不產生沉澱？(A)  $3 \times 10^{-3} \text{ M}$  (B)  $5 \times 10^{-3} \text{ M}$  (C)  $1 \times 10^{-4} \text{ M}$  (D)  $2 \times 10^{-4} \text{ M}$  (E)  $4 \times 10^{-4} \text{ M}$ 。應選 3 項

37. ( ) 於常溫下，將  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  達到平衡的混合氣體，取出等體積氣體，分別通入附有橡皮塞的兩支注射針筒 (A 與 C)，另取一支同樣的注射針筒 B 抽入等體積的空氣後，三支注射針筒的壓力，一直保持與外界壓力一樣，如附圖(下左)。下列與實驗相關的敘述哪些正確？



- (A) 於常溫下，針筒 A 內  $\text{NO}_2$  的分子數等於針筒 B 內空氣的分子數 (B) 將針筒 A 和 B 放置在熱水浴數分鐘後，針筒 A 內氣體的體積小於針筒 B 內氣體的體積 (C) 將針筒 A 由熱水移至冰水中，其顏色由濃轉淡 (D) 將針筒 A 的活塞向內壓，幾秒後與針筒 C 比較，針筒 A 的顏色較淡 (E) 將針筒 A 的活塞往外拉，最後混合氣體的顏色由濃轉淡。應選 2 項

38. ( ) 在  $727^\circ\text{C}$  時， $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  之  $K_p = 0.25 \text{ atm}$ ，今取 1.0 mol 的  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  置入 8.2 L 的真空容器中，溫度維持在  $727^\circ\text{C}$ ，試問下列哪些正確？(A) 當反應達平衡時，容器內氣體的壓力為 0.025 atm (B) 當反應達平衡時，容器內  $\text{CO}_2(\text{g})$  有 0.025 mol (C) 將容器體積減為 4.1 L，當反應再度平衡時，容器內氣體的壓力為 0.05 atm (D) 溫度保持  $727^\circ\text{C}$ ，再加入 1 mol 的  $\text{CaO}(\text{s})$  於容器中，當反應再度平衡時，容器中的  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  與  $\text{CO}_2(\text{g})$  莫耳數於平衡前、後不會改變 (E) 若原容器改放置 5.6 g  $\text{CaO}(\text{s})$  和 4.4 g  $\text{CO}_2(\text{g})$ ，達平衡時容器內壓力為 0.25 atm。應選 3 項
39. ( ) 哈柏法是利用氮氣與氫氣在高溫 ( $400 \sim 500^\circ\text{C}$ ) 和高壓 ( $300 \sim 500 \text{ atm}$ ) 下通過催化劑 (Fe) 產生氨氣的過程。在平衡系  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ， $\Delta H < 0$  中加入下列外在因素，哪些敘述正確？(A) 加入催化劑可使向右反應速率變快，平衡右移 (B) 加入催化劑可使向右反應速率變快，且產率增加 (C) 在高溫下反應主要目的是使平衡向右移動 (D) 壓縮容器體積時，平衡向右，達新平衡時  $\text{N}_2(\text{g})$  莫耳數變少 (E) 定壓下加入  $\text{Ar}(\text{g})$ ，平衡向左，達新平衡時  $\text{N}_2(\text{g})$  濃度變小。應選 2 項
40. ( ) 下列各反應達平衡時，再加入外在因素，哪些平衡系的反應速率與反應時間關係如附圖所示？(A)  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$ ，定溫下使體積變大 (B)  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ，定溫、定容下加  $\text{He}(\text{g})$  (C)  $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ ， $\Delta H = 22 \text{ kcal}$ ，定容下降低溫度 (D)  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ ，定溫下加入催化劑 (E)  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ，定溫、定壓下加入  $\text{He}$ 。應選 2 項

三、單一選擇題：每題 2 分，共 60 分

1. 答案：(A)

解析：(A) 加少量氫氧化鈉使  $[H^+]$  減少，平衡向右移動使  $[H^+]$  增加，但最後平衡時  $[H^+]$  還是較原本低。

(B) 加入  $Cl_2$  會使  $[Cl_2]$  增加，平衡向左移動使  $[Cl_2]$  降低，但最後平衡時  $[Cl_2]$  仍比原來高。

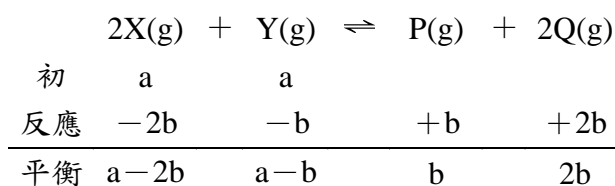
(C) 縮小容器體積使  $[I_2]$  升高，但左、右氣體係數和相同，平衡不移動。

(D) 蒸發平衡時，加熱使平衡向右移動， $[H_2O(g)]$  變大。

(E) 擴大容器體積使  $[HCl]$  減少，平衡向左移動，因  $K_c = [NH_3][HCl]$  且容器中有足量的  $NH_4Cl(s)$ ，故  $[HCl]$  可升回原濃度。

2. 答案：(C)

解析：設 X、Y 初濃度皆為 a M



(C)  $[Y]=a-b$ ， $[Q]=2b$ ，大小關係無法比較。

3. 答案：(C)

解析：選擇適當的試劑加入，一次只產生一種沉澱，過濾後即可分離。

依序加入試劑  $W^- \rightarrow X^- \rightarrow Z^- \rightarrow Y^-$ ，可依序產生沉澱 AW、BX、CZ、DY。

4. 答案：(B)

解析：(1) 溫度升高，平衡向吸熱方向移動；從題圖中知，溫度升高 C 的莫耳分率降低，即溫度升高平衡向左移動；因此可知反應向左為吸熱，即向右為放熱  $\Rightarrow Q < 0$ 。

(2) 壓力增大，平衡向氣體係數和減少的方向移動；從題圖中知，壓力增大 C 的莫耳分率增加，即壓力增大平衡向右移動；因此可知右方氣體係數和少  $\Rightarrow a > c$ 。

5. 答案：(A)

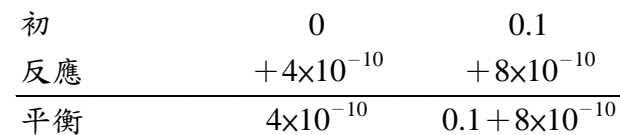
解析： $CaSO_4(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

$$\frac{1.0 \times 10^{-3}}{2} \quad \frac{x}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{x}{2} \times \frac{1.0 \times 10^{-3}}{2} \geq 5.0 \times 10^{-5} \Rightarrow x \geq 0.2$$

6. 答案：(D)

解析： $PbI_2(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2I^-(aq)$



$$\Rightarrow K_{sp} = 4 \times 10^{-10} \times (0.1 + 8 \times 10^{-10})^2 \approx 4 \times 10^{-12}$$

$$\Rightarrow \text{在純水中：} 4s^3 = 4 \times 10^{-12} \Rightarrow s = 1 \times 10^{-4} \text{ (M)}$$

7. 答案：(C)

解析： $Hg_2Cl_2(s) \rightleftharpoons Hg_2^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$

$$\Rightarrow K_{sp} = [Hg_2^{2+}][Cl^-]^2$$

8. 答案：(D)

解析：(A) 體積變大： $r_{正}$ 、 $r_{逆}$  皆變小，且  $r_{正} > r_{逆}$ 。

(B) 加入  $SO_2$ ： $r_{正}$  變大， $r_{逆}$  不變。

(C) 放熱反應升高溫度： $r_{正}$ 、 $r_{逆}$  皆變大，且  $r_{逆} > r_{正}$ 。

(D) 體積變小： $r_{正}$ 、 $r_{逆}$  皆變大，且  $r_{正} > r_{逆}$ 。

(E) 加入催化劑： $r_{正}$ 、 $r_{逆}$  皆變大，且  $r_{正} = r_{逆}$ 。

9. 答案：(B)

解析：定溫下，密閉容器內反應達平衡時，巨觀現象不再改變，如各物質的濃度、顏色、壓力等皆不再改變；微觀現象中，正、逆反應速率相同且不為零，為動態平衡。

10. 答案：(B)

解析：(A)  $NH_3(g)$  易溶於水，加水相當於移走  $NH_3$ ，故平衡右移。

(B)(C)(D) 水溶液系統加水，平衡向溶液粒子數多的方向移動。

(E) 左、右溶液粒子數相同，不移動。

11. 答案：(D)

解析： $t_1$ ：瞬間  $[H_2] \uparrow$ ，而  $[N_2]$ 、 $[NH_3]$  不變，反應達平衡後  $[NH_3] \uparrow$ ， $[N_2]$ 、 $[H_2] \downarrow \Rightarrow$  可知外在因素為加入  $H_2(g)$ ，平衡左移。

$t_2$ ：瞬間  $[NH_3] \downarrow$ ，而  $[N_2]$ 、 $[H_2]$  不變，反應達平衡後  $[NH_3]$ 、 $[N_2]$ 、 $[H_2]$  皆  $\downarrow \Rightarrow$  可知外在因素為移去  $NH_3(g)$ ，平衡左移。

12. 答案：(B)

試劑 \ 離子	Br <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>
(A) Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	無反應	無反應
(B) Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	無反應	產生 CuS(s)
(C) Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	無反應	無反應
(D) AgNO <sub>3</sub>	產生 AgBr(s)	產生 Ag <sub>2</sub> S(s)
(E) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	無反應	無反應

13. 答案：(D)

解析： $Q_c = \frac{[C]^2}{[A][B]^3} = \frac{(\frac{0.8}{2.0})^2}{\frac{0.16}{2.0} \times (\frac{0.4}{2.0})^3} = 250 > K_c$ ，故反應由右至左進行。

14. 答案：(B)

解析：容器體積減半，平衡向氣體粒子數少的方向移動。

(A)(C)(E) 右邊氣體粒子數少，向右移動。

(B) 左邊氣體粒子數少，向左移動。

(D) 左、右氣體粒子數相同，不移動。

15. 答案：(C)

解析：定溫下，壓力變大，反應向氣體係數和少的方向移動 ⇒ 高壓時 NO<sub>2</sub> 量較少。

定壓下，升高溫度，反應向吸熱方向移動 ⇒ 高溫時 NO<sub>2</sub> 量較多。

16. 答案：(D)

解析：

$$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 \quad K = \frac{1}{K_1^2}$$

$$+) \quad 2\text{NO}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl} + \text{O}_2 \quad K = K_2$$


---


$$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl} \quad K = \frac{K_2}{K_1^2}$$

17. 答案：(A)

解析：(B) Fe<sup>3+</sup>(aq) + SCN<sup>-</sup>(aq) → FeSCN<sup>2+</sup>(aq)

(C) Fe<sup>2+</sup>(aq) + S<sup>2-</sup>(aq) → FeS(s)

(D) Pb<sup>2+</sup>(aq) + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq) → PbSO<sub>4</sub>(s), Pb<sup>2+</sup>(aq) + 2Cl<sup>-</sup>(aq) → PbCl<sub>2</sub>(s)

(E) Al<sup>3+</sup>(aq) + 3OH<sup>-</sup>(aq) → Al(OH)<sub>3</sub>(s)

18. 答案：(D)

解析：沉澱 A：Pb<sup>2+</sup>(aq) + 2Cl<sup>-</sup>(aq) → PbCl<sub>2</sub>(s) ↓ (白色)

沉澱 B：Cu<sup>2+</sup>(aq) + S<sup>2-</sup>(aq) → CuS(s) ↓ (黑色)

沉澱 C：Mg<sup>2+</sup>(aq) + 2OH<sup>-</sup>(aq) → Mg(OH)<sub>2</sub>(s) ↓ (白色)

19. 答案：(A)

解析：平衡常數 K 值愈大，代表反應達平衡時向右愈完全；平衡常數 K 極小時，則反應幾乎難以進行。

20. 答案：(C)

解析：外在因素使平衡向右移動，而降低氯氣的濃度。

(A) 使 [Cl<sup>-</sup>] 增加，向左移動。

(B) 使 [H<sup>+</sup>] 增加，向左移動。

(C) 使 [H<sup>+</sup>] 減少，向右移動。

(D) 使 [Cl<sup>-</sup>] 增加，向左移動。

(E) 對平衡無影響。

21. 答案：(B)

解析：(A) BaSO<sub>4</sub>：s<sup>2</sup>。

(B) Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>：4s<sup>3</sup>。

(C) Fe(OH)<sub>3</sub>：27s<sup>4</sup>。

(D) Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>：108s<sup>5</sup>。

(E) CdS：s<sup>2</sup>。

22. 答案：(A)

解析：

	2COCl <sub>2</sub> (g)	⇌	C(s)	+	CO <sub>2</sub> (g)	+	2Cl <sub>2</sub> (g)
初	P		0		0		0
反應	-2x				+x		+2x
平衡	P-2x				x		2x

不勻反應中，固體 C(s) 不須列入平衡常數表示式中

$$\Rightarrow K_p = \frac{P_{\text{CO}_2} P_{\text{Cl}_2}^2}{P_{\text{COCl}_2}^2} = \frac{x \times (2x)^2}{(P-2x)^2} = \frac{4x^3}{(P-2x)^2}$$

23. 答案：(D)

解析：

	PbCl <sub>2</sub> (s)	⇌	Pb <sup>2+</sup> (aq)	+	2Cl <sup>-</sup> (aq)
初			0.1		
反應			+4×10 <sup>-4</sup>		+8×10 <sup>-4</sup>
末			4×10 <sup>-4</sup>		0.1+8×10 <sup>-4</sup>

$$\Rightarrow K_{sp} = 4 \times 10^{-4} \times (0.1 + 8 \times 10^{-4})^2 \approx 4 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow \text{在純水中：} 4s^3 = 4 \times 10^{-6} \Rightarrow s = 1 \times 10^{-2} \text{ (M)}$$

24. 答案：(D)

解析：溶解度愈大，溶解相同莫耳數時所需水量愈少。

$$(A) s^2 = 8.4 \times 10^{-28}, s = \sqrt{8.4} \times 10^{-14} \text{ (M)}$$

(B)  $s^2 = 15 \times 10^{-14}$ ,  $s = \sqrt{15} \times 10^{-7}$  (M)

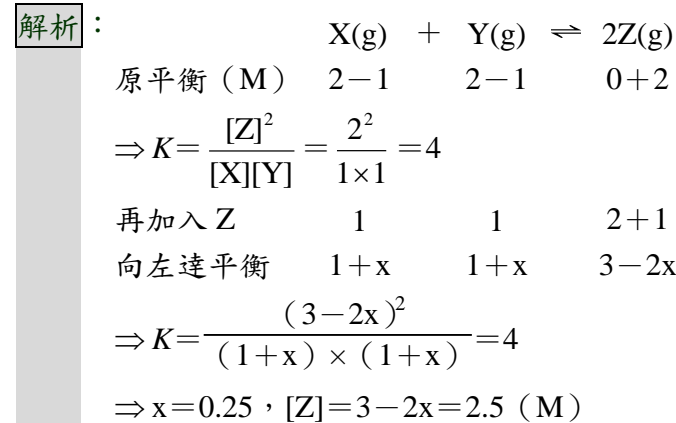
(C)  $s^2 = 1.8 \times 10^{-8}$ ,  $s = \sqrt{1.8} \times 10^{-4}$  (M)

(D)  $4s^3 = 8.7 \times 10^{-9}$ ,  $s = \sqrt[3]{\frac{8.7}{4}} \times 10^{-3}$  (M)

(E)  $108s^5 = 800 \times 10^{-45}$ ,  $s = \sqrt[5]{\frac{800}{108}} \times 10^{-9}$  (M)

∴ 溶解度大小：PbI<sub>2</sub> > PbSO<sub>4</sub> > PbCO<sub>3</sub> > Pb<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> > PbS

25. 答案：(D)



26. 答案：(C)

解析：定溫、定容下反應達平衡時，巨觀現象不再改變，如各物質的濃度、顏色、壓力等皆不再改變。

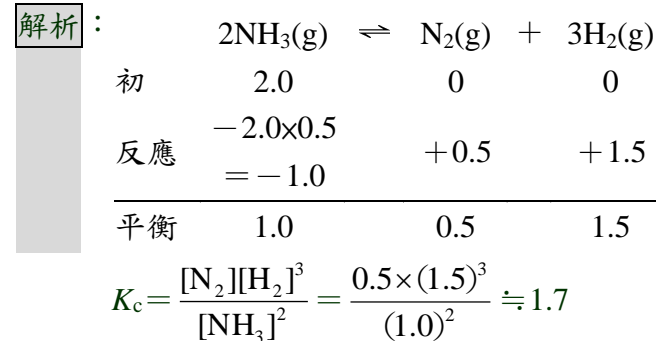
(A) Br<sub>2</sub>(l) 為暗紅色，其餘物質為無色。當顏色不再改變，即表示 Br<sub>2</sub>(l) 濃度不再變化，反應已達平衡。

(B)(D) 定溫、定容下總壓不變，即為氣體總莫耳數不再改變，反應已達平衡。

(C) 無論是否達平衡，HBr 和 O<sub>2</sub> 的消耗量比皆為 4：1。

(E) 單位時間消耗 2 mol HBr 同時會產生 1 mol Br<sub>2</sub>；而此時也消耗 1 mol Br<sub>2</sub>。表示此時正、逆反應速率相同，已達平衡。

27. 答案：(A)



28. 答案：(D)

藥 品 加入物質	硝酸鈉	碳酸鈉	硫酸鈣
(A) 水	溶解	溶解	無反應
(B) 氫氧化鈉 溶液	僅溶解，無 其他反應	僅溶解，無 其他反應	無反應
(C) 食鹽水	僅溶解，無 其他反應	僅溶解，無 其他反應	無反應
(D) 稀鹽酸	僅溶解，無 其他反應	產生 CO <sub>2</sub>	無反應
(E) 硫酸鉀 水溶液	僅溶解，無 其他反應	僅溶解，無 其他反應	無反應

29. 答案：(A)

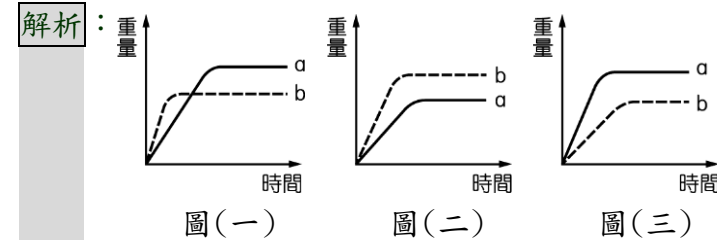
解析： $K_{sp} = s^2 = 9.0 \times 10^{-6} \Rightarrow s = 3.0 \times 10^{-3}$  (M)  
損失的質量： $3.0 \times 10^{-3} \times 0.01 \times 84 = 2.52 \times 10^{-3}$  (g) = 2.52 (mg)

30. 答案：(B)

解析：達化學平衡時，正、逆反應速率相等，各物質的濃度不變，變化量才和係數成正比。

四、多重選擇題：每題 4 分，共 40 分

31. 答案：(B)(C)



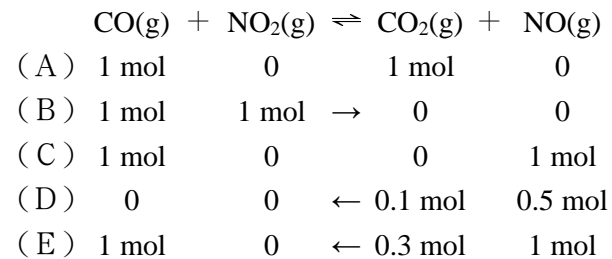
(A) 如圖(一)，反應速率增快，平衡左移，NH<sub>3</sub> 產量減少。  
 (B) 反應速率減慢，平衡右移，NH<sub>3</sub> 產量增加。  
 (C) 正、逆反應等量增快，但 NH<sub>3</sub> 產量不變。  
 (D) 如圖(二)，總壓增大，反應速率會增快，平衡右移，NH<sub>3</sub> 產量增加。  
 (E) 如圖(三)，分壓減小，反應速率減小，平衡左移，NH<sub>3</sub> 產量會減少。

32. 答案：(D)(E)

解析： $s_1 = \sqrt{K_{sp}}$ ,  $s_2 = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$ ,  $s_3 = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$ ,  $s_4 = \sqrt[5]{\frac{K_{sp}}{108}}$   
 $\Rightarrow$  又難溶鹽  $K_{sp} \ll 1$ ，開的次方愈多，溶解度愈大  
 $\therefore s_4 > s_2 = s_3 > s_1$

33. 答案：(A)(C)

**解析**：初始狀態時，所有反應物皆存在，可向右達平衡；或所有產物皆存在，可向左達平衡。



故(A)(C)無法達到平衡狀態。

34. 答案：(C)(D)

**解析**： $K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \Rightarrow \Delta n < 0$  者，其  $K_p < K_c$ 。

35. 答案：(A)(B)

**解析**：水中溶解度會受溫度、溶劑種類等因素影響。

36. 答案：(A)(D)(E)

**解析**：欲產生  $\text{SrSO}_4$  沉澱，所需加入  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的濃度為  $x \text{ M}$ ，則  $\frac{0.02}{2} \times \frac{x}{2} > 7.5 \times 10^{-7}$

$$\Rightarrow x > 1.5 \times 10^{-4} \text{ (M)}$$

欲產生  $\text{CaSO}_4$  沉澱，所需加入  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的濃度為  $y \text{ M}$ ，則  $\frac{0.02}{2} \times \frac{y}{2} > 2 \times 10^{-5}$

$$\Rightarrow y > 4 \times 10^{-3} \text{ (M)}$$

∴使  $\text{SrSO}_4$  沉澱，而  $\text{CaSO}_4$  不沉澱的濃度範圍： $1.5 \times 10^{-4} \text{ M} < [\text{SO}_4^{2-}] < 4 \times 10^{-3} \text{ M}$

37. 答案：(C)(E)

**解析**：(A)  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  達平衡，故針筒 A 內  $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}_4$  的總分子數與針筒 B 內空氣分子數相同  $\Rightarrow \text{NO}_2$  之分子數  $<$  空氣分子數。

(B) 溫度升高，平衡左移，氣體莫耳數變多，故針筒 A 內氣體的體積比針筒 B 大。

(C) 溫度降低，平衡右移， $[\text{NO}_2]$  變小，故針筒 A 顏色變淡。

(D) 體積變小， $[\text{NO}_2]$  變大，故針筒 A 顏色比針筒 C 深。

(E) 體積變大， $[\text{NO}_2]$  變小，故針筒 A 顏色變淡。

38. 答案：(B)(D)(E)

**解析**：(A) 達平衡時  $K_p = P_{\text{CO}_2} = 0.25 \text{ atm}$

(B)  $\text{CO}_2$  有  $0.25 \text{ atm}$ ， $PV = nRT$ ， $0.25 \times 8.2 = n \times 0.082 \times (727 + 273) \Rightarrow n = 0.025 \text{ (mol)}$

(C) 容器體積減半，平衡向左，容器內  $\text{CO}_2\text{(g)}$  的壓力仍為平衡時壓力  $0.25 \text{ atm}$ 。

(D) 達平衡時，再加入固體的  $\text{CaO(s)}$ ，不影響原平衡、平衡不移動，故  $\text{CaCO}_3\text{(s)}$

與  $\text{CO}_2\text{(g)}$  莫耳數均不改變。

(E)  $\text{CaO} : \frac{5.6}{56} = 0.1 \text{ (mol)}$ ； $\text{CO}_2 : \frac{4.4}{44} = 0.1 \text{ (mol)}$ ，反應向左，直到  $\text{CO}_2$  達

到  $0.025 \text{ mol}$ ，壓力回到  $0.25 \text{ atm}$ 。

39. 答案：(D)(E)

**解析**：(A)(B) 加入催化劑，可使正、逆反應速率等量增加，故平衡不移動，不影響產率。

(C) 溫度升高，平衡左移，不利於  $\text{NH}_3$  生成，高溫是從反應速率的觀點來考量。

40. 答案：(C)(E)

**解析**：由題圖可知，操作會使正、逆反應均變慢，且  $r_{\text{逆}} > r_{\text{正}}$ 。

(A) 因濃度變小，故正、逆反應均變慢，但  $r_{\text{正}} = r_{\text{逆}}$ 。

(B) 因濃度不變，故反應速率不變。

(C) 因溫度降低，故正、逆反應均變慢，反應向放熱方向移動，故  $r_{\text{逆}} > r_{\text{正}}$ 。

(D) 催化劑可使正、逆反應等量加速。

(E) 因體積變大而使濃度降低，故正、逆反應均變慢，且反應向氣體較多方向移動，即  $r_{\text{逆}} > r_{\text{正}}$ 。