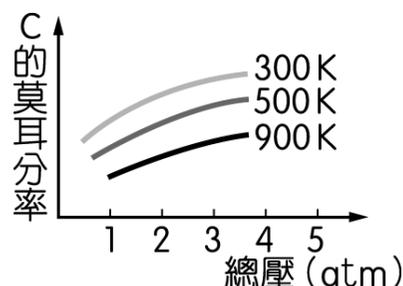


劃卡說明：科目代碼：58 類組代碼：02 班級代碼：03

一、單一選擇題：每題2分，共60分

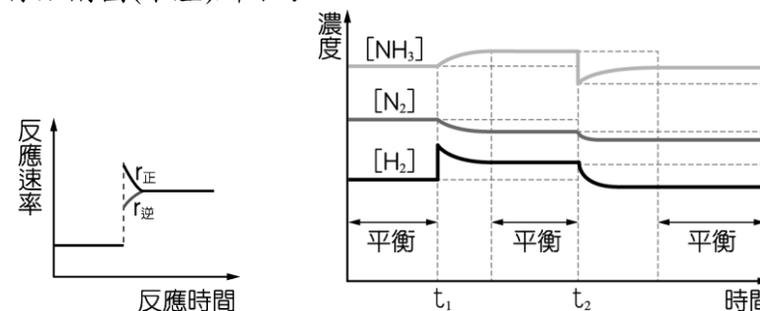
- ()下列平衡系採用()內的措施，達成平衡後，畫底線物質的濃度會減少的是何者？(A) $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \underline{\text{H}^+}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ (加少量氫氧化鈉) (B) $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \underline{\text{Cl}_2}(\text{g})$ (加少量氯氣) (C) $\text{H}_2(\text{g}) + \underline{\text{I}_2}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ (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 A^+ 、 B^+ 、 C^+ 、 D^+ 離子與試劑 X^- 、 Y^- 、 Z^- 、 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	A^+	B^+	C^+	D^+
X^-	↓	↓	×	×
Y^-	↓	×	↓	↓
Z^-	↓	↓	↓	×
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 CaSO_4 之 K_{sp} 為 5.0×10^{-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 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) 5.0×10^{-1} (B) 2.0×10^{-2} (C) 3.0×10^{-2} (D) 8.0×10^{-2} 。
- ()已知 PbI_2 在 $0.1 \text{ M NaI}(\text{aq})$ 中溶解度為 $4 \times 10^{-10} \text{ M}$ 。若 PbI_2 之 $K_{\text{sp}} = a$ ， 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) $(4 \times 10^{-12}, 1 \times 10^{-4})$ 。

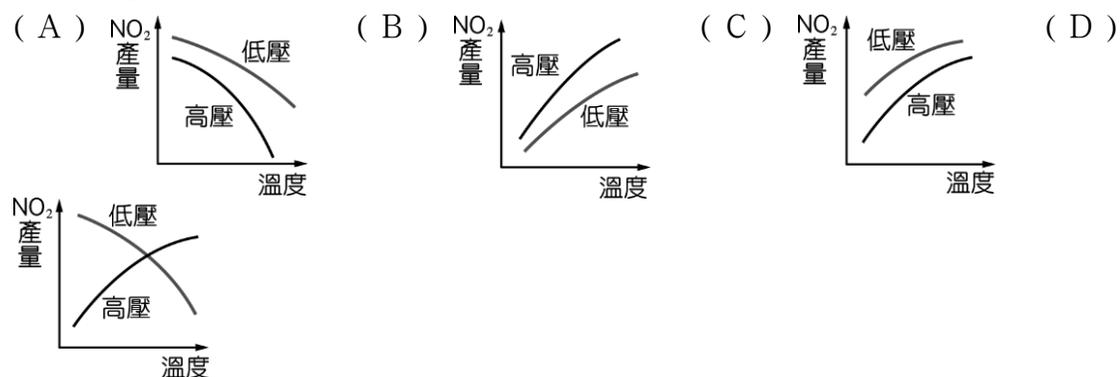
- ()下列何者為氯化亞汞正確的溶度積表示式？(A) $[\text{Hg}^+][\text{Cl}^-]^2$ (B) $[\text{Hg}^+][\text{Cl}^-]$ (C) $[\text{Hg}_2^{2+}][\text{Cl}^-]^2$ (D) $[\text{Hg}^+][\text{Cl}_2^{2-}]$ 。
- ()下列各反應達平衡時，再加入外在因素，哪些平衡系的反應速率與反應時間關係如附圖(下左)所示？



(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 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 NH_3
(C) t_1 : 定容下加 He， t_2 : 降溫 (D) t_1 : 加入 H_2 ， t_2 : 移去 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) AgNO_3 。
- ()在 500 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 mol A 、 0.4 mol B 及 0.8 mol C 一起放入 2.0 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， $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 會與 $\text{NO}_2(\text{g})$ 達到下列平衡 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ ， $\Delta H = 56.9 \text{ kJ}$ ，則平衡時 $\text{NO}_2(\text{g})$ 的產量與溫度及壓力的關係，下列哪一個圖表示最適合？

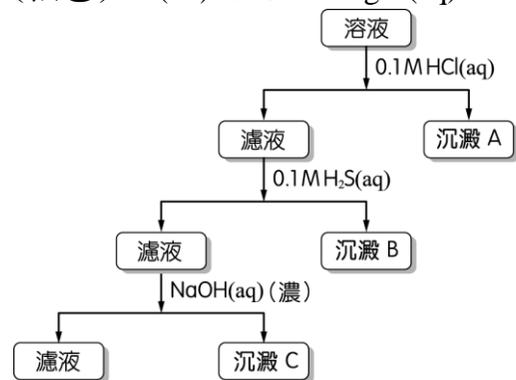


16. () 若 $\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \frac{1}{2} \text{O}_2$ 之平衡常數為 K_1 ， $2\text{NO}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl} + \text{O}_2$ 之平衡常數為 K_2 ，則 $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$ 之平衡常數為 K_3 應如何表示？ (A) $\frac{K_2}{K_1}$ (B) $\frac{K_1}{K_2}$ (C) $\frac{K_2^2}{K_1}$ (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： $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CuCl}_2(\text{s}) \downarrow$ (白色) (B) 沉澱 A： $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{PbCl}_2(\text{s}) \downarrow$ (黑色) (C) 沉澱 B： $\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgS}(\text{s}) \downarrow$ (黑色) (D) 沉澱 C： $\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \downarrow$ (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) $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ， $K = 10^{-59}$ (B) $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ ， $K = 1.8 \times 10^{-5}$ (C) $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$ ， $K = 10$ (D) $\text{AgI}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$ ， $K = 8.3 \times 10^{-17}$ 。

20. () 將氯氣通入水中可用來製備次氯酸水： $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{HOCl}(\text{aq})$ 。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 $\text{CaCl}_2(\text{s})$ (B) 加入適量的 $\text{HCl}(\text{aq})$ (C) 加入適量的 $\text{NaOH}(\text{aq})$ (D) 加入適量的 $\text{NaCl}(\text{aq})$ 。

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 $K_{\text{sp}} = 4s^3$ ？ (A) BaSO_4 (B) Hg_2Cl_2 (C) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (D) $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 。

22. () 將 $P \text{ atm}$ 的 $\text{COCl}_2(\text{g})$ 裝入真空容器中，定溫下達成平衡反應式： $2\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{Cl}_2(\text{g})$ ，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 M 的 $\text{NaCl}(\text{aq})$ 中溶解度為 4×10^{-4} ，則在純水中的溶解度為若干 M ？ (A) 4×10^{-6} (B) 2×10^{-4} (C) 1×10^{-4} (D) 1×10^{-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 ： $K_{\text{sp}} = 8.4 \times 10^{-28}$ (B) PbCO_3 ： $K_{\text{sp}} = 1.5 \times 10^{-13}$ (C) PbSO_4 ： $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-8}$ (D) PbI_2 ： $K_{\text{sp}} = 8.7 \times 10^{-9}$ 。

25. () 反應式 $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g})$ ， 1 L 容器中置入 2 mol X 與 2 mol Y 反應，達平衡後，可得 2 mol Z ；在上述的平衡系中再加入 1 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 $4\text{HBr}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{Br}_2(\text{l})$ ，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 mol HBr ，同時也消耗 1 mol O_2 (D) 混合氣體的總莫耳數不變。

27. () 定溫下， 1 L 之容器內裝有 2.0 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 mL 的蒸餾水沖洗 4.2 g 的碳酸鎂沉澱，在沖洗的過程中損失的碳酸鎂質

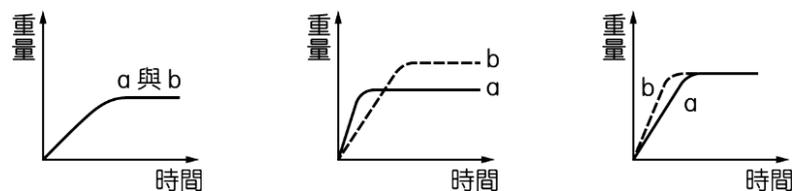
量為何？(原子量：Mg=24，碳酸鎂之 $K_{sp}=9.0 \times 10^{-6}$) (A) 2.52 mg (B) 25.2 mg (C) 4.2 mg (D) 2.52 g。

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 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 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， 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



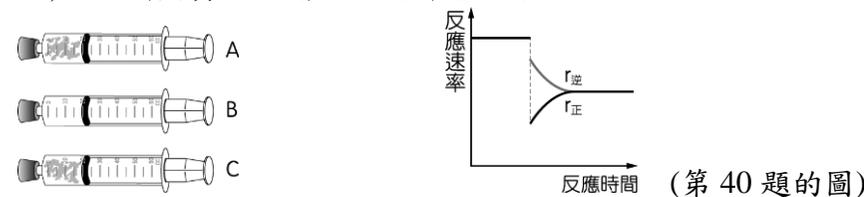
- (D) 縮小反應容器的體積 (E) 定壓下，加入 $\text{He}(\text{g})$



32. () 若 AB 、 A_2C 、 AD_2 、 A_2E_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. () CO 與 NO_2 反應生成 CO_2 與 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 CO 和 1 mol CO_2 (B) 1 mol CO 和 1 mol NO_2 (C) 1 mol CO 和 1 mol NO (D) 0.1 mol CO_2 和 0.5 mol NO (E) 1 mol CO 、0.3 mol CO_2 及 1 mol NO 。應選 2 項
34. () 25°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 CaSO_4 之 $K_{sp} = 2 \times 10^{-5}$ 、 SrSO_4 之 $K_{sp} = 7.5 \times 10^{-7}$ ，某溶液中含有 0.02 M 的 Ca^{2+} 與 Sr^{2+} ，若分別加入等體積而濃度不同的下列各 Na_2SO_4 水溶液，哪些可

使溶液中 Sr^{2+} 產生沉澱，而 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 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°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°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°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 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。

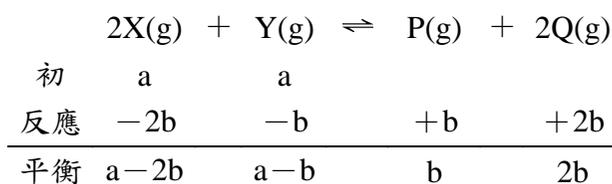
(C) 縮小容器體積使 $[I_2]$ 升高，但左、右氣體係數和相同，平衡不移動。

(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 $\Rightarrow a > c$ 。

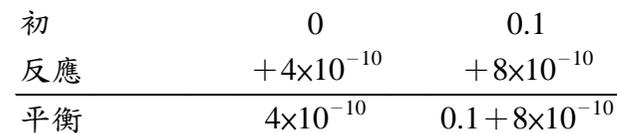
5. 答案：(A)

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

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

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 ⁻	S ²⁻
(A) Mg(NO ₃) ₂	無反應	無反應
(B) Cu(NO ₃) ₂	無反應	產生 CuS(s)
(C) Sr(NO ₃) ₂	無反應	無反應
(D) AgNO ₃	產生 AgBr(s)	產生 Ag ₂ S(s)
(E) Na ₂ SO ₄	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 NO₂ 量較少。

定壓下，升高溫度，反應向吸熱方向移動 ⇒ 高溫時 NO₂ 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) Fe³⁺(aq) + SCN⁻(aq) → FeSCN²⁺(aq)

(C) Fe²⁺(aq) + S²⁻(aq) → FeS(s)

(D) Pb²⁺(aq) + SO₄²⁻(aq) → PbSO₄(s), Pb²⁺(aq) + 2Cl⁻(aq) → PbCl₂(s)

(E) Al³⁺(aq) + 3OH⁻(aq) → Al(OH)₃(s)

18. 答案：(D)

解析：沉澱 A：Pb²⁺(aq) + 2Cl⁻(aq) → PbCl₂(s) ↓ (白色)

沉澱 B：Cu²⁺(aq) + S²⁻(aq) → CuS(s) ↓ (黑色)

沉澱 C：Mg²⁺(aq) + 2OH⁻(aq) → Mg(OH)₂(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⁻] 增加，向左移動。

(B) 使 [H⁺] 增加，向左移動。

(C) 使 [H⁺] 減少，向右移動。

(D) 使 [Cl⁻] 增加，向左移動。

(E) 對平衡無影響。

21. 答案：(B)

解析：(A) BaSO₄：s²。

(B) Hg₂Cl₂：4s³。

(C) Fe(OH)₃：27s⁴。

(D) Mg₃(PO₄)₂：108s⁵。

(E) CdS：s²。

22. 答案：(A)

解析：

	2COCl ₂ (g)	⇌	C(s)	+	CO ₂ (g)	+	2Cl ₂ (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 ₂ (s)	⇌	Pb ²⁺ (aq)	+	2Cl ⁻ (aq)
初			0.1		
反應			+4×10 ⁻⁴		+8×10 ⁻⁴
末			4×10 ⁻⁴		0.1+8×10 ⁻⁴

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

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

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。

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

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

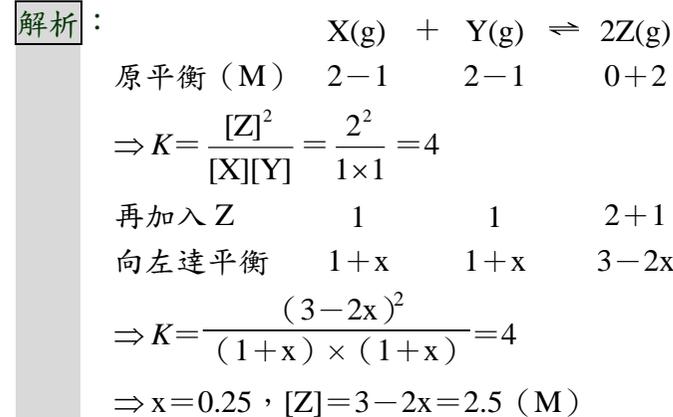
$$(C) s^2 = 1.8 \times 10^{-8}, s = \sqrt{1.8} \times 10^{-4} (M)$$

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

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

∴ 溶解度大小：PbI₂ > PbSO₄ > PbCO₃ > Pb₃(PO₄)₂ > 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。

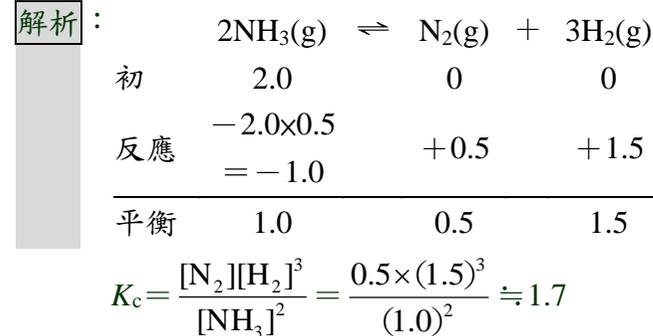
(A) Br₂(l) 為暗紅色，其餘物質為無色。當顏色不再改變，即表示 Br₂(l) 濃度不再變化，反應已達平衡。

(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 O₂ 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 Br₂；而此時也消耗 1 mol Br₂。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 ₂	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)

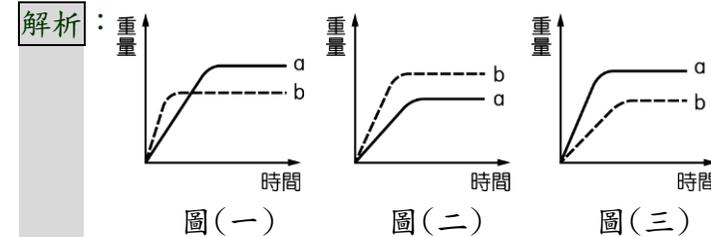
解析： $K_{sp} = s^2 = 9.0 \times 10^{-6} \Rightarrow s = 3.0 \times 10^{-3} (M)$
 損失的質量： $3.0 \times 10^{-3} \times 0.01 \times 84 = 2.52 \times 10^{-3} (g) = 2.52 (mg)$

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)



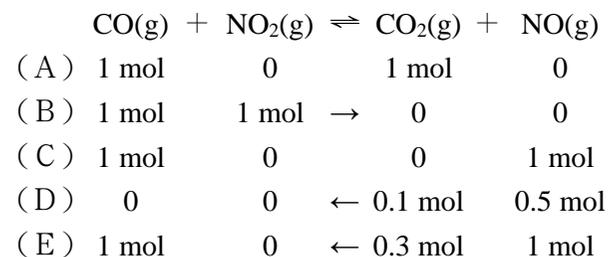
(A) 如圖(一)，反應速率增快，平衡左移，NH₃ 產量減少。
 (B) 反應速率減慢，平衡右移，NH₃ 產量增加。
 (C) 正、逆反應等量增快，但 NH₃ 產量不變。
 (D) 如圖(二)，總壓增大，反應速率會增快，平衡右移，NH₃ 產量增加。
 (E) 如圖(三)，分壓減小，反應速率減小，平衡左移，NH₃ 產量會減少。

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 SrSO_4 沉澱，所需加入 Na_2SO_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 CaSO_4 沉澱，所需加入 Na_2SO_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 SrSO_4 沉澱，而 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) NO_2 和 N_2O_4 達平衡，故針筒 A 內 NO_2 、 N_2O_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) CO_2 有 0.25 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 atm 。

(D) 達平衡時，再加入固體的 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 CO_2 達

到 0.025 mol ，壓力回到 0.25 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 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 $r_{\text{逆}} > r_{\text{正}}$ 。