

(原子量:C=12, H=1, O=16, N=14, Ca=40)

一、單一選擇題 (每題 3 分; 答錯不倒扣)

1. 平衡反應 $2 \text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$ 。下表列出五組反應的初莫耳數:

組別	初莫耳數		
	HI	H ₂	I ₂
(1)	2	0	0
(2)	0	1	1
(3)	1	0.5	0.5
(4)	0.5	0.75	0.75
(5)	0.8	0.4	0.4

同溫同容器中, 各組達平衡時, [HI]相同的有多少組? (A) 1 組 (B) 2 組 (C) 3 組 (D) 4 組 (E) 5 組

2. 氣體反應系 $\text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$, 於 1000 K 時在某密閉系內可達到平衡。今任取 $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$, $\text{CO}_{(g)}$, $\text{CO}_{2(g)}$, 或 $\text{H}_{2(g)}$ 在 1000 K 時, 充入該密閉系內, 問共有幾種不同取法可建立 $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$, $\text{CO}_{(g)}$, $\text{CO}_{2(g)}$, $\text{H}_{2(g)}$ 之平衡系?
(A) 4 種 (B) 5 種 (C) 6 種 (D) 7 種

3. 在 27°C 下, 24.6 升的 N_2O_4 與 NO_2 混合氣體平衡時, 壓力為 1.0 atm, 若 x 為 N_2O_4 與 NO_2 的莫耳數比值, 則下列敘述何者正確? (27°C 時 $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{2(g)}$ 的平衡常數 $K_p = 2.0 \text{ atm}$) (A) $x \geq 1.0$ (B) $1.0 > x \geq 0.70$ (C) $0.70 > x \geq 0.40$ (D) $0.40 > x$

4. 在下列各平衡系, 何者具有 $K_c = K_p(RT)^{-2}$ 的關係? (A) $\text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NH}_{3(g)}$ (B) $\text{Fe}_3\text{O}_{4(s)} + 4 \text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons 3 \text{Fe}_{(s)} + 4 \text{CO}_{2(g)}$ (C) $\text{NH}_4\text{HS}_{(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_{3(g)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)}$ (D) $4 \text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{Cl}_{2(g)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$

5. 平衡系 $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$, 在溫度 T 及壓力 P atm 下, 其分解百分率為 α , 則該溫度下的平衡常數 $K_c =$?

(A) $\frac{\alpha^2 P}{1 - \alpha^2}$ (B) $\frac{\alpha^2 PRT}{1 - \alpha^2}$ (C) $\frac{\alpha^2 P}{(1 - \alpha^2)RT}$ (D) $\frac{\alpha^2 P}{(1 - \alpha^2)(RT)^2}$

6. 在 $2 \text{KClO}_{3(s)} \rightleftharpoons 2 \text{KCl}_{(s)} + 3 \text{O}_{2(g)}$ 於 500°C 下達平衡時, 測得 $K_p = 0.125 \text{ atm}^3$, 若在同溫下將物系之體積減半, 則再度達平衡時 $P_{\text{O}_2} =$? (A) 0.125 (B) 1.00 (C) 0.250 (D) 0.50 (E) 0.15 atm

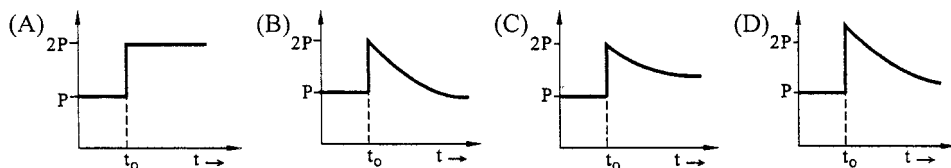
7. Pu^{4+} 與 F^- 反應生成錯離子: $[\text{PuF}]^{3+} \rightleftharpoons \text{Pu}^{4+} + \text{F}^-$, $K = 1.6 \times 10^{-7}$, 在 $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ Pu^{4+} 溶液中, 若吾人將 F^- 濃度調度至 0.10 M 時, Pu^{4+} 之平衡濃度為若干 M? (A) 1.6×10^{-3} (B) 1.6×10^{-7} (C) 1.6×10^{-6} (D) 1.6×10^{-4} (E) 1.6×10^{-9}

8. 已知 $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 4 \text{NH}_{3(aq)} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}_{(aq)}$ 之平衡常數 $K = 2 \times 10^{11}$, 茲將 0.40 M CuSO_4 溶液與 1.80 M 氨水以等體積混合後, 當新平衡達成時, 溶液中 $[\text{Cu}^{2+}]$ 之近似值為 (A) $8 \times 10^{-5} \text{ M}$ (B) $1 \times 10^{-11} \text{ M}$ (C) $1 \times 10^{-8} \text{ M}$ (D) $1 \times 10^{-6} \text{ M}$ (E) 完全為 0M

9. 於 25°C 時, $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ 之平衡常數 $K_p = 0.25$, 若在總壓 6.0 atm 時達成平衡, 則 $\text{PCl}_{5(g)}$ 之分解百分率為: (A) 15 % (B) 20 % (C) 25 % (D) 30 %

10. 下列平衡系統 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 中，僅含有足量的 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 、 $\text{CaO}(\text{s})$ 及 $\text{CO}_2(\text{g})$ 。原壓力為 P ，體積為 V ，在 t_0 時間，

容器體積減半為 $\frac{V}{2}$ ，並維持為 $\frac{V}{2}$ 。若固體所占體積可忽略，且溫度維持不變，則此系統壓力與時間的關係為



二. 多重選擇題(選出適合的答案至少一項)(每題 4 分，答錯每項倒扣 1/5 題分)

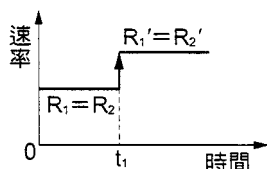
11. (甲) $\text{CO} + \text{NO}_2$; (乙) $\text{CO} + \text{CO}_2 + \text{NO}$; (丙) $\text{CO}_2 + \text{CO}$; (丁) $\text{NO}_2 + \text{CO}_2 + \text{NO}$ 。上列各組皆可達 $\text{CO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ 的平衡，請問達平衡時各組的 $[\text{CO}]$ 平衡濃度大小順序正確者為何？(當初每組中各物質皆各取 1 mol 於同一體積的容器中，且溫度一樣) (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 乙 > 甲 > 丁 (C) 丁 > 丙 > 甲 (D) 丙 > 甲 > 乙 (E) 乙 > 丙 > 甲

12. 在 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的平衡系中，加入下列變因，何者會使新平衡系的顏色加深？ (A) 加熱 (B) 降溫 (C) 加壓 (D) 減壓 (E) 加入 NO_2

13. 下列哪些反應可產生黃色 BaCrO_4 沉澱？ (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊

反應	反應物	加入試劑
甲	$\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq})$	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
乙	$\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq})$	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
丙	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
丁	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq})$	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
戊	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq})$	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$

14. 反應 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ 之反應速率與時間關係圖如下， $[R_1, R_1'$ 代表正反應速率， R_2, R_2' 代表逆反應速率]，則在 t_1 時間時反應速率可能如圖改變之因素為： (A) 升高溫度 (B) 加入催化劑 (C) 擴大容器體積 (D) 加入 $\text{H}_2(\text{g})$ (E) 壓縮容器體積。



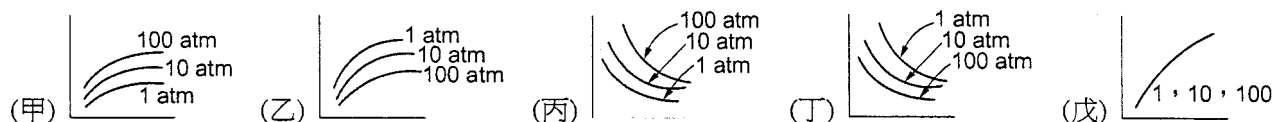
15. 在 $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 的平衡中，下列因素，何者可使平衡向右移？ (A) 加水 (B) 加入氯化銀固體 (C) 通入氨氣 (D) 升高溫度 (E) 加入硝酸銀固體

16. 下列各平衡系，於恆溫狀態下壓縮反應系統容積使其減半，再達新平衡時，畫線部分的物質之新平衡濃度 M_2 與原初平衡濃度 M_1 之關係，何者正確？ (A) $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$, $1 < \frac{M_2}{M_1} < 2$ (B) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, $\frac{M_2}{M_1} = 2$

(C) $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\frac{M_2}{M_1} = 1$ (D) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, $\frac{M_2}{M_1} = 2$ (E) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, $1 < \frac{M_2}{M_1} < 2$

17. 下列圖(甲)~(戊)縱軸表 Z 之體積百分率，橫軸表溫度，氣相反應的平衡系：

$aX + bY \rightleftharpoons cZ + dW$ (a, b, c, d 表係數， X, Y, Z, W 表化合物)，則下列敘述哪些正確？

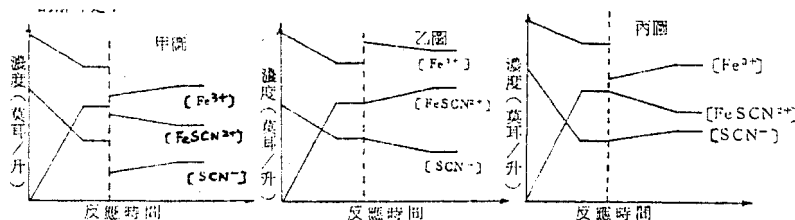


(A) 為吸熱反應者有(甲)(乙)(戊) (B) 為放熱反應者有(丙)(丁) (C) $a+b > c+d$ 者為(乙)(丁) (D) $a+b < c+d$ 者為(甲)(丙) (E) $a+b = c+d$ 者為(戊)

18. 在下列平衡系中，() 所加措施，可使反應向右移以達新平衡的有哪些？ (A) 在 $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$ (加入 $H_2O(l)$) (B) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ (減少體積) (C) $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightleftharpoons AgCl_{(s)}$ (加入固體 $AgNO_3$) (D) 在 $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(g)} + 2Cl_{2(g)}$ (加入 $Mg(ClO_4)_2$) (E) $BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ (加入水)

19. 依溶解度的規律性，判斷下列各化合物，何者可溶於水？ (A) $MgCO_3$ (B) $Al(OH)_3$ (C) $BaSO_4$ (D) KNO_3 (E) Na_2S

20. 有關反應系 $Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^- \rightleftharpoons FeSCN^{2+}_{(aq)}$ 的資料圖解如下，對虛線右邊的圖示，正確的解釋是：



(A) 甲圖示明加入純水稀釋時之變化 (B) 甲圖示明加入少許 $Fe(NO_3)_3$ 溶解後之變化 (C) 乙圖示明加入少量 $NaOH$ 溶解後之變化 (D) 乙圖示明加入少量 $Fe(NO_3)_3$ 溶解後之變化 (E) 丙圖示明加入少量 $NaOH$ 溶解後之變化

21. 若自固體溶於純水中以達平衡，則下列溶度積之表示法何者正確？

(A) $Ag_2CrO_{4(s)}$ 之 $K_{sp} = \frac{1}{2}[Ag^+]^3$ (B) $Mg(OH)_{2(s)}$ 之 $K_{sp} = \frac{1}{2}[OH^-]^3$ (C) $MgNH_4PO_{4(s)}$ 之 $K_{sp} = [Mg^{2+}]^3$ (D) $Hg_2Cl_{2(s)}$ 之 $K_{sp} = [Cl^-]^4$ (E) $Ag_3PO_{4(s)}$ 之 $K_{sp} = 27[PO_4^{3-}]^3$

22. $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ 反應，在 $0^\circ C$ 達平衡時， $[NO_2]:[N_2O_4] = 1:59$ ；在 $25^\circ C$ 時， $[NO_2]:[N_2O_4] = 1:1.77$ 。則下列各項敘述何者正確？ (A) 上述之向右反應是放熱反應 (B) 上述之向右反應是吸熱反應 (C) 在 $0^\circ C$ 時， $K = \frac{1}{59}$ (D) $0^\circ C$ 時此反應的平衡常數 $> 25^\circ C$ 時的平衡常數 (E) 在 $0^\circ C$ 時， $K = \frac{1}{(59)^2}$

23. 下列各反應之平衡定律式的寫法，何者正確？

(A) $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \rightleftharpoons Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$, $K = \frac{[H_2]^4}{[H_2O]^4}$
 (B) $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ $K_c = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$
 (C) $SnO_{(s)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Sn_{(l)} + H_2O_{(g)}$, $K = \frac{[Sn][H_2O]}{[H_2]}$
 (D) $C_2H_5OH_{(l)} + CH_3COOH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5_{(l)} + H_2O_{(l)}$ $K = \frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]}$
 (E) $2CrO_4^{2-}_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$, $K = \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[CrO_4^{2-}]^2[H^+]^2}$

三.非選擇題:(18 分)

1.已知 25 °C 時，某定量的 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 在一密閉容器中達成 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的平衡，此時總壓為 1 atm，且氣體密度為 3.18 g/L，求：(原子量：N=14)

(1)混合氣體的平均分子量？(2 分)

(2) N_2O_4 的解離百分率？(2 分)

(3)此平衡的 K_p = ? (2 分)

2.在 800 °C 時，反應 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 之 $K_p = 190 \text{ mmHg}$ ，今於一 8.8 升真空容器中，填充下列各組物質，若溫度不變，則最後壓力為？mmHg (原子量：Ca=40)

(1) 4.4 克 CO_2 及 5.6 克 CaO (2 分)

(2) 1 克 CaCO_3 及 0.44 克 CO_2 (2 分)

(3) 4.4 克 CO_2 及 0.56 克 CaO (2 分)

3.某水溶液含有 Mg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Na^+ 四種離子，進行下列檢驗，如附圖，試寫出沉澱物(A)、(B)、(C)的化學式 (各 2 分)

