

- 說明：1.請儘量依序作答並標明題號，但不必抄題。  
2.計算題必須寫出計算過程，否則不予計分。

- 詳細解釋下列名詞：(15%)
  - photoelectric effect
  - disproportional reactions
  - Le Chatelier's principle
  - Nernst equation
  - allotropes
- $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$  的異構物(isomer)有幾種？屬於何類異構物？試以圖形說明之。  
[en=ethylenediamine] (5%)
- 利用結晶場理論(crystal field theory)說明：(10%)
  - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  分子為反磁性的，而  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  分子為順磁性的。
  - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  為檸檬黃色(lemon yellow)，而  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  為藍綠色(blue-green)。  
【Fe的原子序為26】
- 利用分子軌域(molecular orbital)說明  $\text{N}_2$  分子及  $\text{O}_2$  分子的
  - 磁性(magnetism)，(2) 鍵序(bond order)及鍵能(bond energy)大小比較。(10%)
- 何謂溫室效應(greenhouse effect)？何謂酸雨(acid rain)？以上兩者與那些分子有關，並如何影響地球及生態環境？(10%)
- 試以路易士結構(Lewis structure)畫出由氮(N)、碳(C)及硫(S)各一個原子可能組成的所有負一價化合物，如  $(\text{NCS})^-$  化合物等，並標明每一原子的Formal Charge。(10%)
- 平衡下列氧化還原反應。(10%)
  - $\text{Cd}(\text{s}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$  in acidic solution
  - $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$  in acidic solution
  - $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cu}(\text{s})$  in basic solution
  - $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{C}=\text{O} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$  in acidic solution
  - $\text{ClO}^- + \text{Mn}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightarrow \text{MnO}_2(\text{s}) + \text{Cl}^-$  in basic solution
- 計算  $\text{HCN}$  ( $K_a=3.9 \times 10^{-10}$ ) 的濃度為  $1.0 \times 10^{-5} \text{M}$  時，其  $\text{H}_3\text{O}^+$  離子濃度及pH值。(5%)
  - 反應  $2\text{Br}(\text{g}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{g})$  為二級反應，反應從初濃度  $12.3 \times 10^{-5} \text{M}$  經320微秒( $\mu\text{s}$ ) 變為  $1.04 \times 10^{-5} \text{M}$ ，求此反應的速率常數。(5%)
- 計算  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  的莫耳溶解度(molar solubility)及溶解度(solubility)；(10%)  
【 $K_{\text{sp}}(\text{Sn}(\text{OH})_2)=5.0 \times 10^{-26}$ ；Sn=118.7 g/mol，O=16 g/mol，H=1 g/mol】
  - 在純水中(pH=7.0)。
  - 在相等濃度的  $\text{NH}_4^+$  及  $\text{NH}_3$  緩衝溶液中。【 $K_b(\text{NH}_3)=1.8 \times 10^{-5}$ 】
- 反應： $\text{CuS}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$  (10%)  
已知： $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ： $\Delta G_f^\circ = -33.6 \text{ kJ/mol}$ ， $\Delta H_f^\circ = -20.6 \text{ kJ/mol}$   
 $\text{CuS}(\text{s})$ ： $\Delta G_f^\circ = -53.6 \text{ kJ/mol}$ ， $\Delta H_f^\circ = -53.1 \text{ kJ/mol}$   
【氣體常數  $R=8.314 \text{ J/K}$ 】
  - 求反應之  $\Delta G_{298}^\circ$  及  $\Delta H_{298}^\circ$ ，並說明反應自發與否、放熱與否。
  - 求 298K 及 1atm 時之平衡常數K。
  - 求 798K 及 1atm 時之平衡常數K。
  - 求反應之  $\Delta S_{298}^\circ$ 。
  - 求 798K 及 1atm 時之  $\Delta G^\circ$ 。