

考试科目：《无机化学》

一. 选择题：(10分, 1分/小题)

- 自发进行的恒温恒压化学反应, 其必要条件是:
  - $\Delta S < 0$ , b.  $\Delta H < 0$ , c.  $\Delta H < T\Delta S$ , d.  $\Delta G > 0$ , e.  $\Delta H > T\Delta S$
- $A \rightarrow B + C$  是吸热的可逆基元反应, 正反应的活化能为  $E_{正}$ , 逆反应的活化能为  $E_{逆}$ , 那么
  - $E_{正} > E_{逆}$ , b.  $E_{正} < E_{逆}$ , c.  $E_{正} = E_{逆}$ , d.  $E_{正}$  与  $E_{逆}$  的大小无法比
- 根据  $\varphi^\circ(\text{AgI}/\text{Ag}) = -0.151\text{V}$ ,  $\varphi^\circ(\text{AgBr}/\text{Ag}) = +0.095\text{V}$ , 则金属银可自发溶于:
  - 盐酸, b. 氢溴酸, c. 氢碘酸, d. 氢氟酸
- 已知 KCl 的晶格能为  $717.3\text{KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 下面某学生计算得到的一些离子晶体的晶格能, 其中肯定错误的是:
  - $\text{NaCl}$  ( $785.4\text{KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), b.  $\text{KI}$  ( $-709\text{KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), c.  $\text{MgO}$  ( $3889\text{KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )  
d.  $\text{AlF}_3$  ( $6035.7\text{KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
- 下列哪个分子中既有极性键, 又有非极性键
  - $\text{NH}_4\text{OH}$ , b.  $\text{HCN}$ , c.  $\text{H}_2\text{O}_2$ , d.  $\text{CH}_4$
- 根据软硬酸碱的概念, 以下哪个离子是软酸
  - $\text{K}^+$ , b.  $\text{Ti}^+$ , c.  $\text{F}^-$ , d.  $\text{I}^-$
- 若某种水合盐的蒸气压低于相同温度下空气中水的蒸气压, 这种盐也许会发生:
  - 起泡, b. 风化, c. 潮解, d. 不受大气组成的影响
- 室温下卤素单质自  $\text{F}_2$  至  $\text{I}_2$  聚集状态由气态逐渐变为固态, 是由于:
  - 电负性依次减弱, b. 原子半径依次增大, c. 色散力依次增加, d. 取向力依次减弱

试题必须随答卷一起交回

9.  $\text{CO}_2$  分子中 C 原子是采用什么杂化轨道成键的?

a. s    b. sp    c.  $\text{sp}^2$     d.  $\text{sp}^3$     e. p

10. 下列各氢化物在水中溶解时形成碱性溶液的是。

a.  $\text{CH}_4$     b. HAc    c.  $\text{H}_2\text{S}$     d. LiH

二. 填空题: (10分, 2分/小题)

1. 在氨分子中, 氮原子除了与氢原子形成  $\text{NH}$  共价键外, 还有一对  $\text{_____}$ , 氮作为  $\text{_____}$  碱能与一些物质发生  $\text{_____}$  作用。

2. 次磷酸的分子式  $\text{_____}$ , 它是  $\text{_____}$  元中强酸; 亚磷酸的分子式  $\text{_____}$ , 它是  $\text{_____}$  元酸。

3. 最难熔的金属是  $\text{_____}$ , 原子的外层电子分布式为  $\text{_____}$ ; 硬度最大的单质是  $\text{_____}$ , 原子的外层电子分布式为  $\text{_____}$ 。

4. 第IIA族元素的氯化物熔点递变规律与第IA族元素氯化物熔点递变规律  $\text{_____}$ , 是因为  $\text{_____}$  的结果。

5. 在 HF 分子中共有  $\text{_____}$  种分子轨道, 它们是  $\text{_____}$  轨道 (3 $\sigma$ ),  $\text{_____}$  轨道 (4 $\pi$ ) 和  $\text{_____}$  轨道 (1 $\sigma$ , 2 $\sigma$ , 1 $\pi$ )。

三. 简答题: (25分, 5分/小题), (请从中任选五小题)

1. 试从  $\text{H}_2\text{S}$  饱和溶液的电离情况, 论述利用  $\text{H}_2\text{S}$  进行金属分离的理论依据。

2. 根据中心原子的电子结构, 说明下列分子或离子成键时, 中心原子杂化轨道的类型:  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{TeCl}_6$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{PCl}_5$

3. 为什么  $\text{PbSO}_4$  在水中比在  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中溶解得更多? 而当  $\text{H}_2\text{SO}_4$  浓度大于  $45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,  $\text{PbSO}_4$  的溶解度迅速增加?

4a). 为什么过渡金属的水合离子显有一定的颜色?

b). 为什么锆和铪的化学性质非常相似?

5. 试分别指出在强(八面体)场与弱(八面体)场作用下  $\text{Co}^{2+}$  离子 d

考试科目：《无机化学》

电子的分布及不对称电子数。

6. 用价层电子对互斥理论说明下列离子和分子的几何构型。

$\text{ClO}_2^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrF}_4^-$ ,  $\text{BrF}_5$

四. 说明实验现象并写出配平的离子方程式。(10分)

1.  $\text{CrCl}_3$  溶液中加入  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液。(1分)

2.  $\text{CoCl}_2$  溶液中加入  $\text{NaOH}$ , 在空气中放置一段时间后加入浓盐酸(4分)

3.  $\text{HgCl}_2$  溶液中逐滴加入  $\text{KI}$  溶液。(2分)

4. 酸性介质中  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  与  $\text{MnSO}_4$  反应。(1分)

5. 向  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液中依次加入适量的盐酸、硫氰化铵、氧化铁(2分)。

五. 计算题: 45分

1. 1 mol 水在其沸点  $100^\circ\text{C}$  下气化, 恒压气化热为  $40.7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 求  $Q$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  和  $\Delta G$ 。(6分)

2. 如果在 200 ml 的氨水中, 溶解 2.87 克  $\text{AgCl}$ , 问氨水的最低浓度为多少? (假定溶液的体积不变, 已知  $K_{sp, \text{AgCl}} = 1.56 \times 10^{-10}$ ,  $K_{\text{稳}} \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ = 1.6 \times 10^7$ ) (8分)

3. 计算  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  电对在  $C(\text{MnO}_4^-) = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $C(\text{Mn}^{2+}) = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $C(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  时的电位, 并用计算结果说明相同的酸度下, 压力为 1 atm 时,  $\text{MnO}_4^-$  能否使浓度为  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{Cl}^-$  氧化为  $\text{Cl}_2$ 。

( $\varphi_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^\circ = 1.51 \text{ V}$ ,  $\varphi_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-}^\circ = 1.36 \text{ V}$ ) (9分)

4. 将  $50\text{ml } 4.2\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$  氨水和  $50\text{ml } 4\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$  盐酸混合, 试计算在此混合溶液中, (1) 平衡时  $\text{OH}^{-}$  离子的浓度, (2) 溶液的 pH 值, (3)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  开始沉淀时  $\text{Fe}^{2+}$  的最低浓度, (4)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  开始沉淀时,  $\text{Fe}^{3+}$  的最低浓度。

(已知  $K_b = 1.71 \times 10^{-5}$ ,  $K_{sp, \text{Fe}(\text{OH})_2} = 1.64 \times 10^{-14}$ ,  $K_{sp, \text{Fe}(\text{OH})_3} = 1.1 \times 10^{-36}$ )

(12分)

5. 在含有  $\text{CrO}_4^{2-}$  及  $\text{SO}_4^{2-}$  离子的浓度皆为  $0.1\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$  的水溶液中逐滴加入  $\text{Pb}^{2+}$  离子溶液时, 哪种离子先沉淀? 两种离子达到何种比例时才能同时沉淀? 此时最先沉淀的离子浓度降为多少?

(已知:  $K_{sp, \text{PbCrO}_4} = 1.8 \times 10^{-14}$ ,  $K_{sp, \text{PbSO}_4} = 1.8 \times 10^{-8}$ )

(10分)