

## 河北大学 2009 年硕士研究生入学考试试卷

卷别: [ A ]

适用专业	考试科目	考试时间
无机化学, 应用化学, 材料物理与化学	无机化学	

特别声明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

一、选择题 (共 10 题, 每题 2 分, 计 20 分。答案一律答在答题纸上, 否则无效。)

1. 已知某黄色固体是一种简单化合物, 它不溶于热水而溶于热的稀盐酸, 生成一种橙红色溶液。当这一溶液冷却时, 有一种白色晶态沉淀物析出。加热溶液时, 白色沉淀物又溶解, 这个化合物是..... ( )

(A) 氢氧化铁  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (B) 氢氧化钴  $\text{Co}(\text{OH})_2$  (C) 硫酸铬  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  (D) 铬酸铅  $\text{PbCrO}_4$

2. 在  $[\text{Co}(\text{en})(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$  配离子中, 中心离子的配位数为..... ( )

(A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6

3. 下列各组酸碱物质属于共轭酸碱对的是..... ( )

(A)  $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{SO}_4^{2-}$  (B)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 - \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (C)  $\text{HA} - \text{A}^-$  (D)  $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{PO}_4^{3-}$

4. 下列化合物最稳定的是..... ( )

(A)  $\text{Li}_2\text{O}_2$  (B)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  (C)  $\text{K}_2\text{O}_2$  (D)  $\text{Rb}_2\text{O}_2$

5. 下列各酸中, 属于一元酸的是..... ( )

(A)  $\text{H}_3\text{PO}_3$  (B)  $\text{H}_3\text{PO}_2$  (C)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (D)  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$

6. 下列物质熔点高低顺序正确的是..... ( )

(A)  $\text{He} > \text{Kr}$  (B)  $\text{Na} < \text{Rb}$

(C)  $\text{HF} < \text{HCl}$  (D)  $\text{MgO} > \text{CaO}$

7. 已知下列配离子的实测磁矩数值:

①  $\text{Mn}(\text{CN})_6^{4-}$  1.8 B.M. ✓ ②  $\text{Mn}(\text{CN})_6^{3-}$  3.2 B.M. ✓

③  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  1.7 B.M. ④  $\text{FeF}_6^{3-}$  5.9 B.M.

⑤  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$  逆磁的 0 B.M.

其中属于低自旋配合物的是..... ( )

(A) ①, ②, ③, ⑤

(B) ③, ④

(C) ①, ②, ③

(D) ①, ③, ⑤

8. 某溶液中含有  $\text{KCl}$ 、 $\text{KBr}$  和  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  其浓度均为  $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 向该溶液中逐滴加入  $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{AgNO}_3$  溶液时, 最先和最后沉淀的是..... ( )

(已知:  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.56 \times 10^{-10}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) = 7.7 \times 10^{-13}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 9.0 \times 10^{-12}$ )

(A)  $\text{AgBr}$  和  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$

(B)  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  和  $\text{AgCl}$

(C)  $\text{AgBr}$  和  $\text{AgCl}$

(D) 一齐沉淀

# 河北大学 2009 年硕士研究生入学考试试卷

卷别: [ A ]

适用专业	考试科目	考试时间
无机化学, 应用化学, 材料物理与化学	无机化学	

特别说明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

9. 将  $K_2MnO_4$  溶液调节到酸性时, 可以观察到的现象是..... ( )

(A) 紫红色褪去

(B) 绿色加深

(C) 有棕色沉淀生成

(D) 溶液变成紫红色且有棕色沉淀生成

10. 将 20 mL  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 HCl 溶液和 20 mL  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaAc 溶液混合, 其 pH 为 ( $K_a(\text{HAc}) = 1.76 \times 10^{-5}$ )..... ( )

(A) 3.97

(B) 3.03

(C) 3.42

(D) 3.38

二、填空题 (共 10 题, 25 空, 每空 1 分, 计 25 分。答案一律答在答题纸上, 否则无效。)

1.  $\text{Cu} | \text{CuSO}_4(\text{aq})$  和  $\text{Zn} | \text{ZnSO}_4(\text{aq})$  用盐桥连接构成原电池。电池的正极是\_\_\_\_\_, 负极是\_\_\_\_\_。在  $\text{CuSO}_4$  溶液中加入过量氨水, 溶液颜色变为\_\_\_\_\_, 这时电动势\_\_\_\_\_。

2. 离子的相互极化作用导致离子间距离缩短和轨道重叠, 使得\_\_\_\_\_键向\_\_\_\_\_键过渡, 这使化合物在水中的溶解度\_\_\_\_\_, 颜色\_\_\_\_\_。

3.  $\text{BF}_3$  的几何构型为\_\_\_\_\_, 而  $\text{BF}_4^-$  的几何构型为\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_中的 B—F 键长比\_\_\_\_\_中的键要短。

4. 实验室常用变色硅胶做干燥剂, 变色原理的化学方程式是:

5. 根据价层电子对互斥理论解释: 为什么  $\text{NH}_3$  的键角是  $107^\circ$ , 而  $\text{NF}_3$  的键角是  $102.5^\circ$ ?

6. 锌 (过量) 与  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  的稀硫酸溶液作用, 溶液的最终颜色是\_\_\_\_\_, 其存在形式为\_\_\_\_\_。

7.  $\text{BaCl}_2$ 、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液分别与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液作用, 其主要产物分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

8. 符号  $4f$  表示电子的主量子数  $n =$ \_\_\_\_\_, 角量子数  $l =$ \_\_\_\_\_, 此轨道最多容纳\_\_\_\_\_个电子。

sp d f  
0 1 2 3  
2 6 10

9. 下列各组分子中, 只存在色散力的是\_\_\_\_\_

A.  $\text{I}_2$  和  $\text{CCl}_4$ B.  $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$ C.  $\text{Br}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ D.  $\text{HCl}$  和  $\text{HF}$



# 河北大学 2009 年硕士研究生入学考试试卷

适用专业	卷别: [ A ]	
无机化学, 应用化学, 材料物理与化学	考试科目	考试时间
	无机化学	

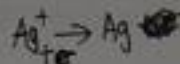
特别说明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

10. 有下列几种物种:  $\Gamma^-$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CN}^-$  和  $\text{S}^{2-}$ ;

(1) 当\_\_\_\_\_存在时,  $\text{Ag}^+$  的氧化能力最强:

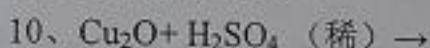
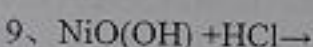
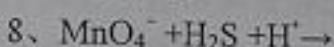
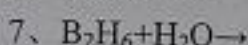
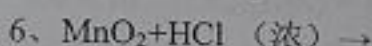
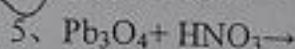
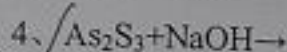
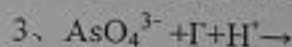
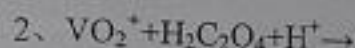
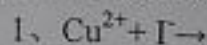


(2) 当\_\_\_\_\_存在时,  $\text{Ag}$  的还原能力最强:



( $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 8.51 \times 10^{-17}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S}) = 6.69 \times 10^{-50}$ ,  $K_{\text{a}}(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+) = 1.1 \times 10^7$ ,  $K_{\text{a}}(\text{Ag}(\text{CN})_2^-) = 1.3 \times 10^{21}$ )

三、完成下列反应式 (不必配平) (共 10 题, 每题 2 分, 计 20 分。答案一律答在答题纸上, 否则无效。)



四、计算题 (共 4 题, 每题 10 分, 共 40 分, 答案一律答在答题纸上, 否则无效。)

1.10 分

在血液中,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ - $\text{NaHCO}_3$  缓冲对的功能之一是从细胞组织中迅速地除去运动产生的乳酸( $\text{HLac}$ :  $K^{\ominus}(\text{HLac}) = 8.4 \times 10^{-4}$ )。

(1) 已知  $K^{\ominus}_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.3 \times 10^{-7}$ , 求  $\text{HLac} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Lac}^-$  的平衡常数  $K^{\ominus}$ ;

(2) 在正常血液中,  $[\text{H}_2\text{CO}_3] = 1.4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $[\text{HCO}_3^-] = 2.7 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  求 pH 值。

2.10 分

反应  $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$  和  $\text{AgCl} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Cl}^-$  的标准电极电势分别是 0.799 V 和 0.2221 V, 从这些数据计算  $\text{AgCl}$  的溶度积。

## 河北大学 2009 年硕士研究生入学考试试卷

卷别: [ A ]

适用专业	考试科目	考试时间
无机化学, 应用化学, 材料物理与化学	无机化学	

特别说明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

3. 10 分

已知  $\varphi^{\ominus}(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.51 \text{ V}$ ,  $\varphi^{\ominus}(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.36 \text{ V}$ , 若将此两电对组成电池, 请写出:

- (1) 该电池的电池符号;
- (2) 写出正负电极的电极反应和电池反应以及电池标准电动势;
- (3) 计算电池反应在  $25^{\circ}\text{C}$  时  $\Delta_r G_m^{\ominus}$  和  $K^{\ominus}$ ;

(4) 当  $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 而其他离子浓度均为  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $p_{\text{Cl}_2} = 100 \text{ kPa}$  时的电池电动势;

(5) 在(4)的情况下,  $K^{\ominus}$  和  $\Delta_r G_m^{\ominus}$  各是多少?

4. 10 分

已知:  $\text{AgI}$  的  $K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-16}$ ,  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  的  $K_{\text{稳}} = 1.0 \times 10^{21}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$  的  $K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-49}$ ,  $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S}) = 1.0 \times 10^{-13}$

- (1) 欲使  $0.10 \text{ mol AgI(s)}$  溶解在  $1.0 \text{ L KCN}$  中, 问  $\text{KCN}$  的总浓度至少应为多少?
- (2) 如在上题溶解反应达平衡后的溶液中, 再加入  $0.10 \text{ mol Na}_2\text{S}$  固体, 有无  $\text{Ag}_2\text{S}$  沉淀析出? (假定固体加入后, 溶液的总体积不变)

五、问答题 (共 5 题, 每题 5 分, 共 25 分。答案一律答在答题纸上, 否则无效。)

1. 请解释在  $\text{H}$  原子中  $3s$  和  $3p$  轨道有相等的能量, 而在  $\text{Cl}$  原子中  $3s$  轨道能量比相应的  $3p$  轨道能量低。

2. 中和  $50.00 \text{ mL}$ ,  $\text{pH} = 3.80$  的盐酸溶液与中和  $50.00 \text{ mL}$ ,  $\text{pH} = 3.80$  的醋酸溶液所需的  $\text{NaOH}$  的量是否相同? 为什么? ( $K(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$ )

3.  $\text{NiCl}_4^{2-}$  和  $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$  的空间构型分别为四面体形和平面正方形, 试根据价键理论分别写出它们的电子排布式, 判断其磁性, 指出  $\text{Ni}$  原子的杂化轨道类型。

4. 试设计方案分离下列离子:  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ 。

5. 有两个组成相同的配合物, 化学式均为  $\text{CoBr}(\text{SO}_4)(\text{NH}_3)_5$ , 但颜色不同, 红色者加入  $\text{AgNO}_3$  后生成  $\text{AgBr}$  沉淀, 但加入  $\text{BaCl}_2$  后并不生成沉淀; 另一个为紫色者, 加入  $\text{BaCl}_2$  后生成沉淀, 但加入  $\text{AgNO}_3$  后并不生成沉淀。试写出它们的结构式和命名, 并简述理由。

## 河北大学 2009 年硕士研究生入学考试试卷

适用专业	考试科目	卷别: [ A ]
无机化学, 应用化学, 材料物理与化学	无机化学	考试时间

特别说明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

六、推断题 (共 2 题, 每题 10 分, 计 20 分。答案一律答在答题纸上, 否则无效。)

1. 10 分

将黄色盐 A 溶于水后通入  $\text{SO}_2$  气体得绿色溶液 B。向溶液 B 中加入过量  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液有沉淀 C 生成。C 溶于  $\text{NaOH}$  溶液后得绿色溶液, 向该绿色溶液中滴加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液并微热得黄色溶液 D。向 A 的水溶液中滴加  $\text{AgNO}_3$  得砖红色沉淀 E。试推断 A、B、C、D、E、F 所代表物种的化学式, 并写出相关化学反应方程式 (只写主要反应物、生成物, 不必配平)。

2. 10 分

推断下列分子或离子的空间构型, 如有孤对电子, 请注明位置和数目。

(1)  $\text{PCl}_5$  (2)  $\text{SO}_3$  (3)  $\text{ClF}_3$  (4)  $\text{XeOF}_4$  (5)  $\text{TeCl}_4$