

## 青 岛 科 技 大 学

### 二 〇 一 〇 年 硕 士 研 究 生 入 学 考 试 试 题

#### 考 试 科 目：无 机 化 学

- 注意事项：1. 本试卷共 5 道大题（共计 40 个小题），满分 150 分；  
2. 本卷属试题卷，答题另有答题卷，答案一律写在答题卷上，写在该试题卷上或草稿纸上均无效。要注意试卷清洁，不要在试卷上涂划；  
3. 必须用蓝、黑钢笔或签字笔答题，其它均无效。

\*\*\*\*\*

#### 一、选择题（每题 2 分，共 40 分）

- 1、在下列各种酸中氧化性最强的是..... ( )。  
(A)HClO<sub>3</sub>; (B)HClO; (C)HClO<sub>4</sub>; (D)HCl。
- 2、下列浓酸中，可以用来和 KI(s)反应制取较纯 HI(g)的是..... ( )。  
(A)浓 HCl; (B)浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; (C)浓 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; (D)浓 HNO<sub>3</sub>。
- 3、用于说明 Pb(IV)具有强氧化性的是..... ( )。  
(A)熵效应; (B)螯合效应; (C)屏蔽效应; (D)惰性电子对效应。
- 4、美国的阿波罗飞船上的天线是用钛镍合金制成的，这是因为钛镍合金..... ( )。  
(A)机械强度大; (B)熔点高; (C)具有记忆性能; (D)耐腐蚀。
- 5、在一溶液中加入淀粉溶液和少量 NaClO 溶液，得到蓝色溶液(a),继续加入 NaClO 后得一无色溶液，然后加入适量 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液，又复原为(a), Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液逐渐过量时，蓝色褪去，成为一无色溶液(b)。由此可推断，(a)和(b)溶液含有..... ( )。  
(A)(a)I<sub>2</sub>, (b)SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、IO<sub>3</sub><sup>-</sup>; (B)(a)I<sub>2</sub>, (b)SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、I<sup>-</sup>;  
(C)(a)I<sup>-</sup>, (b)H<sub>2</sub>S、IO<sub>3</sub><sup>-</sup>; (D)(a)I<sup>-</sup>, (b)H<sub>2</sub>S、I<sup>-</sup>。
- 6、下列各组离子中每种离子分别与过量 NaOH 溶液反应时，都不生成沉淀的是..... ( )。  
(A)Al<sup>3+</sup>、Sb<sup>3+</sup>、Bi<sup>3+</sup>; (B)Be<sup>2+</sup>、Al<sup>3+</sup>、Sb<sup>3+</sup>;  
(C)Pb<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Be<sup>2+</sup>; (D)Sn<sup>2+</sup>、Pb<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>。
- 7、在下列各盐溶液中通入 H<sub>2</sub>S(g)不生成硫化物沉淀的是..... ( )。

(A)Ag<sup>+</sup>; (B)Cd<sup>2+</sup>; (C)Pb<sup>2+</sup>; (D)Mn<sup>2+</sup>。

8、决定卤素单质熔点高低的主要因素是..... ( )。

(A)卤素单质分子的极性大小;

(B)卤素单质的相对分子质量的大小;

- (C)卤素单质分子中的化学键的强弱； (D)卤素单质分子的氧化性强弱。
- 9、下列各种酸性溶液，能稳定存在的是..... ( )。
- (A)  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ; (B)  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ ; (C)  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ; (D)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ 。
- 10、仅用一种试剂，即可将  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  五种离子区分开，这种试剂可选用..... ( )。
- (A)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; (B)  $\text{NaOH}$ ; (C)  $\text{H}_2\text{S}$ ; (D)  $\text{Na}_2\text{S}$ 。
- 11、下列离子在水溶液中发生歧化反应趋向最大的是..... ( )。
- (A)  $\text{Fe}^{2+}$ ; (B)  $\text{Co}^{2+}$ ; (C)  $\text{Cu}^+$ ; (D)  $\text{Hg}_2^{2+}$ 。
- 12、下列离子中，顺磁性最强的是..... ( )。
- (A)  $\text{Ni}^{2+}$ ; (B)  $\text{V}^{2+}$ ; (C)  $\text{Ti}^{3+}$ ; (D)  $\text{Mn}^{2+}$ 。
- 13、 $\text{NaNO}_3$  受热分解的产物是..... ( )。
- (A)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ; (B)  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ;  
(C)  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ; (D)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_2$ 。
- 14、将铁粉与铜粉一起放入热硝酸中，充分反应后，铜有剩余，则溶液中还能大量存在的离子是..... ( )。
- (A)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ; (B)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{H}^+$ ;  
(C)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ; (D)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ 。
- 15、下列各组物质中，不能共存的是..... ( )。
- (A)  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ; (B)  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ; (C)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ; (D)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ 。
- 16、欲从含有少量  $\text{Cu}^{2+}$  的  $\text{ZnSO}_4$  溶液中除去  $\text{Cu}^{2+}$ ，最好加入..... ( )。
- (A)  $\text{NaOH}$ ; (B)  $\text{Na}_2\text{S}$ ; (C)  $\text{Zn}$ ; (D)  $\text{H}_2\text{S}$ 。
- 17、下列酸中难溶的酸是..... ( )。
- (A)  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; (B)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ; (C)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; (D) 冰醋酸。
- 18、下列各组离子，能用氨水分离的是..... ( )。
- (A)  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ; (B)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ; (C)  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ; (D)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ 。
- 19、下列氯化物中，属于共价化合物的是..... ( )。
- (A)  $\text{HgCl}_2$ ; (B)  $\text{KCl}$ ; (C)  $\text{MnCl}_2$ ; (D)  $\text{CaCl}_2$ 。
- 20、下列各组物质，能自发发生反应的是..... ( )。
- (A)  $\text{Cu}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ; (B)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ; (C)  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ; (D)  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{Sn}$ 。

## 二、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 配合物 $[\text{Cr}(\text{NCS})_4(\text{NH}_3)_2]$  命名为：\_\_\_\_，中心原子配位数为\_\_\_\_； $[\text{FeCl}_2(\text{C}_2\text{O}_4)(\text{en})]$  命名为：\_\_\_\_，中心原子配位数为\_\_\_\_。



2. 向含有的  $\text{Ag}^+$  溶液中先加入少量  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 实验现象为\_\_\_\_\_；再加入适量的  $\text{Cl}^-$ , 实验现象为\_\_\_\_\_；最后加入足量的  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , 实验现象为\_\_\_\_\_, 反应方程式为\_\_\_\_\_。
3. 写出  $\text{O}_2^-$  的分子轨道表示式\_\_\_\_\_, 键级为\_\_\_\_\_。
4.  $\text{H}_3\text{BO}_3$  为\_\_\_\_\_元弱酸, 其水溶液显酸性的反应式为\_\_\_\_\_。
5. 在元素周期表中, 同一主族自上而下, 元素第一电离能的变化趋势是逐渐\_\_\_\_\_, 因而其金属性依次\_\_\_\_\_；在同一周期中自左向右, 元素的第一电离能的变化趋势是逐渐\_\_\_\_\_, 元素的金属性逐渐\_\_\_\_\_。
6.  $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  之间除了存在分子间作用力外, 还含有\_\_\_\_\_。
7. 实验室中通常用棕色环反应鉴定  $\text{NO}_3^-$ , 方法是向溶液中加入少量  $\text{FeSO}_4$ , 小心加入\_\_\_\_\_。在溶液的界面上会出现棕色环。
8. 已知  $[\text{FeF}_6]^{3-}$  的磁距为 5.88, 则可推测中心  $\text{Fe}^{3+}$  的杂化方式为\_\_\_\_\_, 离子的空间构型为\_\_\_\_\_。

### 三、推断题 (每小题 10 分, 共 20 分)

1. 有白色固体 A 与水作用生成沉淀 B, B 溶于浓  $\text{HCl}$  可得 A 的无色溶液 C。若将固体 A 溶于稀  $\text{HNO}_3$  后, 加入  $\text{AgNO}_3$  溶液, 有白色沉淀 D。D 可溶于氨水生成 E。若向溶液 C 通入  $\text{H}_2\text{S}$ , 有棕色沉淀 F 析出。若取少量溶液 C 加入到  $\text{HgCl}_2$  溶液中, 会有白色沉淀 G 析出；若取少量  $\text{HgCl}_2$  溶液加入到 C 溶液中, 则开始出现的白色沉淀会因生成 H 而变黑, 问 A、B、F、G、H 各为何物? 写出并配平上面提到的和 C 溶液有关的反应方程式。
2. 化合物 A 为黑色固体, 不溶于碱溶液, 加热溶于浓盐酸产生淡粉色溶液 B, 同时放出黄绿色气体 C。在 B 溶液中加入  $\text{NaOH}$  溶液可得白色沉淀 D, D 在空气中慢慢被氧化成棕色 E。将 E 和固体  $\text{KOH}$  一起熔融并通入气体 C, 得绿色物质 F。将 F 溶于水并通入气体 C, 得紫色溶液 G。试指出个字母所代表的物质, 并写出和配平气体 C 相关方程式。

### 四、简答题 (每小题 5 分, 共 40 分)

1. 解释沸点  $\text{HF} > \text{HI} > \text{HCl}$ ,  $\text{BiH}_3 > \text{NH}_3 > \text{PH}_3$ 。
2.  $\text{SiCl}_4$  比  $\text{CCl}_4$  易水解。
3. 简要说明分子间作用力的类型和存在范围。
4. 为什么可形成  $\text{Al}(\text{OH})_6^{3-}$  和  $\text{AlF}_6^{3-}$  离子, 而不能形成  $\text{B}(\text{OH})_6^{3-}$  和  $\text{BF}_6^{3-}$  离子?
5. 某过渡金属氯化物 (A) 溶于水得到粉红色溶液。在溶液中加入过量的  $\text{NaOH}$  溶液得到 粉红

色沉淀 (B)，(B) 在空气中放置变为棕褐色沉淀 (C)，(C) 与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成气体 (D) 和粉红色溶液，加入 KNCS 固体和丙酮得到天蓝色溶液 (E)。试确定各字母所代表的物质。

6. 写出下列物质之间发生的化学反应方程式。



- (1) 用  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液处理  $\text{SnS}_2$  沉淀;
- (2)  $\text{PbS}$  溶解在稀硝酸中;
- (3)  $\text{SnS}$  与浓  $\text{HCl}$  作用;
- (4)  $\text{Na}_3\text{SbS}_4$  与  $\text{HCl}$  作用。

7. 一白色粉末混合物, 可能含有  $\text{KCl}$ 、 $\text{MgSO}_4$ 、 $\text{BaCl}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 。根据下列实验结果确定其实际组成:

- (1) 混合物溶于水得无色溶液;
- (2) 对溶液作焰色反应实验, 通过蓝色钴玻璃可观察到紫色;
- (3) 向溶液中加入碱, 生成白色沉淀。

8. 为什么在配制  $\text{SnCl}_2$  溶液时, 须加盐酸与锡粒?

已知:  $\psi^\theta(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.136\text{V}$ ;  $\psi^\theta(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.154\text{V}$ ;  $\psi^\theta(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.229\text{V}$

五、计算题 (每小题 15 分, 共 30 分)

1. 溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$  的浓度均为  $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 欲通过生成氢氧化物使二者分离, 问溶液的 pH 值应控制在什么范围? ( $K_{sp}^\theta[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.79 \times 10^{-39}$ ,  $K_{sp}^\theta[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 5.61 \times 10^{-12}$ )

2.  $450^\circ\text{C}$  时  $\text{HgO}$  的分解反应为:  $2\text{HgO}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Hg}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ , 若将  $0.05 \text{ mol}$   $\text{HgO}$  固体放在  $1 \text{ L}$  密闭容器中加热到  $450^\circ\text{C}$ , 平衡时测得总压力为  $108.0 \text{ kPa}$ , 求该反应在  $450^\circ\text{C}$  时的平衡常数  $K^\theta$ ,  $\Delta_r G_m^\theta$  及  $\text{HgO}$  的转化率。

