

# 北京师范大学

一九九九年攻读硕士学位研究生入学考试试题

专 业： 化学类各专业

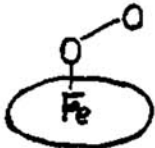
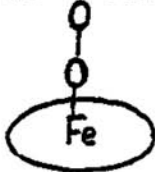

研究方向： 化学专业各专业方向

考试科目： 无机化学

注：第一至第三大题答案写在试卷上，四、五大题答案写在答题纸上。

一. 选择题(请选择正确答案的英文字母代码, 每题至少有一个正确答案. 13分)

- ( ) 1. 已知  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$  溶液的 pH 是 1.6, 与  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$  的酸电离常数最接近的数据是:
- A.  $5 \times 10^{-2}$                       B.  $7 \times 10^{-3}$   
C.  $6 \times 10^{-4}$                       D.  $8 \times 10^{-4}$
- ( ) 2. 依据 Bronsted-Lowry 酸碱质子理论, 酸碱反应  $\text{HA} + \text{B}^- \rightleftharpoons \text{HB} + \text{A}^-$   $K^0 = 10^{-4}$ , 下列说法正确的是:
- A. HA 是比 HB 强的酸              B. HB 是比 HA 强的酸  
C. HA 和 HB 的酸性相同            D. 酸强度 HA 和 HB 无法比较
- ( ) 3. 环境保护其中一项内容是防止大气污染, 保护臭氧层, 臭氧层的最主要的功能是:
- A. 有杀菌作用                      B. 强氧化作用  
C. 消除氮氧化物、CO 等气体污染  
D. 吸收太阳往地球发射的紫外线
- ( ) 4. 下列化合物中, 不存在氢键的物质是:
- A.  $\text{H}_3\text{COCH}_3$                       B.  $\text{NaHCO}_3$   
C.  $\text{H}_3\text{CCOOH}$                       D.  $\text{H}_2\text{O}_2$
- ( ) 5. 具有类似  $\text{NO}_3^-$  离子结构的一组是:
- A.  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$       B.  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^-$   
C.  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{BCl}_3$           D.  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$
- ( ) 6. 用标准的  $\text{KMnO}_4$  溶液测定一定体积溶液中  $\text{H}_2\text{O}_2$  的含量时, 反应需要在强酸性介质中进行, 应该选用的酸是:
- A. 稀盐酸                              B. 浓盐酸  
C. 稀硝酸                              D. 稀硫酸

- ( )7. 精炼铜的方法一般用电解,电解时电极的选择通常是:  
 A. 粗铜作阴极 B. 粗铜作阳极  
 C. 纯铜作阴极 D. 纯铜作阳极
- ( )8. 下列物质中,能有效地作为螯合试剂的是:  
 A.  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  B.  $\text{SCN}^-$   
 C.  $\text{H}_2\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)_2$  D.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
- ( )9. 为消除汽车尾气中排出的CO对空气的污染,通常条件下可利用的反应有:  
 A. CO点燃  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$   
 B. 生成 $\text{Ni}(\text{CO})_4$   $\text{Ni} + 4\text{CO} = \text{Ni}(\text{CO})_4$   
 C. 生成 $\text{CH}_4$   $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 D. 还原 $\text{PdCl}_2$   $\text{CO} + \text{PdCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{Pd} + 2\text{HCl}$
- ( )10. 在血红蛋白中, $\text{O}_2$ 分子与原血红素基团中的 $\text{Fe}^{2+}$ 结合,其结合方式为:  
 A.   
 B.   
 C. 
- ( )11. 在 $(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Fe}$ 分子中存在:  
 A. 1个 $\sigma$ 键+1个 $\pi$ 键 B. 2个 $\sigma$ 键  
 C. 2个离域 $\pi$ 键 D. 5个 $\sigma$ 键
- ( )12.  $\text{Os}_5(\text{CO})_{16}$ 原子簇的结构属于:  
 A. 正八面体 B. 三角双锥  
 C. 四方锥体 D. 平面五角形
- ( )13.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$ 存在的异构体数为:  
 A. 4 B. 2  
 C. 6 D. 3

## 二. 填充题(共29分)

- 作焊药的熟镪水是\_\_\_\_\_的浓溶液.
- 铬酸洗液通常是由\_\_\_\_\_的饱和溶液和\_\_\_\_\_配制而成.
- $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{2-}$ 的结构中,B原子有\_\_\_\_\_种杂化轨道形式,分别是\_\_\_\_\_

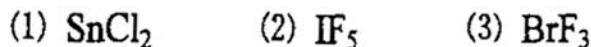
4.  $C_{60}$ 是由60个碳原子构成类似足球的32面体,即由12个五边形和20个六边形组成的多面体,每个碳原子以\_\_\_\_\_轨道杂化与相邻的\_\_\_\_\_个碳原子相连,碳原子上剩余的p轨道形成\_\_\_\_\_键.
5.  $C_5H_5^-$ 中大 $\pi$ 键的符号是\_\_\_\_\_;  $BF_3$ 中大 $\pi$ 键的符号是\_\_\_\_\_;  $O_3$ 中大 $\pi$ 键的符号是\_\_\_\_\_.
6. 在Brønsted-Lowry酸碱质子理论中, $H_3O^+$ 的共轭碱是\_\_\_\_\_;  $OH^-$ 的共轭酸是\_\_\_\_\_.
7. 在金属晶体中,金属原子可采取\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_3种主要堆积方式,其中以\_\_\_\_\_堆积方式的空间利用率为最低,配位数为\_\_\_\_\_.
8. 下列化合物的颜色分别为 $CuCl(s)$ \_\_\_\_\_, $VO_2Cl(aq)$ \_\_\_\_\_, $Ag_2CrO_4(s)$ \_\_\_\_\_, $TiCl_3(aq)$ \_\_\_\_\_, $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$ \_\_\_\_\_.
9. 根据VSEPR理论判断, $SF_4$ 分子的中心原子为\_\_\_\_\_,价层电子对数为\_\_\_\_\_,键对数为\_\_\_\_\_,价层电子对构型为\_\_\_\_\_,分子构型为\_\_\_\_\_.

### 三. 判断题(正确的画“√”, 错误的画“X”, 共10分)

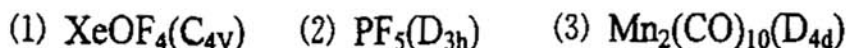
- ( ) 1. 由 $S=(K_{sp})^{1/2}$ 的关系式求出的 $Ba^{2+}$ 的浓度比 $BaCO_3$ 在纯水中饱和溶液中 $Ba^{2+}$ 的浓度要小.
- ( ) 2. 查表或计算求出某反应的 $\Delta_r G^0 > 0$ ,可以推断该反应不能自发进行.
- ( ) 3. 碳酸分子在水中会发生电离,说明碳酸的 $\Delta G^0 < 0$ .
- ( ) 4. 酸碱质子理论认为 $NH_3$ 是两性物质; 而酸碱电子理论认为 $NH_3$ 是Lewis碱,而 $BF_3$ 是Lewis酸.
- ( ) 5. 因为 $BaSO_4$ 的 $K_{sp}$ 比 $BaCO_3$ 的 $K_{sp}$ 小,所以不能通过与 $Na_2CO_3$ 溶液作用将 $BaSO_4$ 转化成 $BaCO_3$ .
- ( ) 6. 在 $N_2$ 的分子轨道能级顺序中 $E\sigma_{2p} > E\pi_{2p}$ ,因此 $N_2$ 参加反应时,首先打开 $\sigma$ 键.
- ( ) 7. 一级反应的反应物浓度随反应时间的增加呈直线下降.
- ( ) 8.  $NO$ 与 $Fe(CO)_5$ 反应的方程式为: $Fe(CO)_5 + 2NO \rightarrow Fe(CO)_3(NO)_2 + 2CO$
- ( ) 9. 乙硼烷 $B_2H_6$ 分子中含有B-H键、B-B键和B-B键3种键.
- ( ) 10.  $B_5H_{11}$ 的立体结构为巢穴型.

#### 四. 问答题(共20分)

1. 根据VSEPR理论预言下列各无机化合物的空间结构(画图并标出点群符号):



2. 试画出下列各化合物的空间结构:

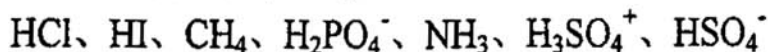


3. 草酸( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )可用来除去铁锈斑迹,写出草酸除去锈斑的化学反应方程式(并配平).

4. 正确命名下列配离子,画出它的所有可能的异构体的结构式



5. 排出下列各物质(物种)在水溶液中的酸性强度递增顺序:



#### 五. 综合题(共28分)

1. 在 $28^\circ\text{C}$ ,鲜牛奶大约4小时变酸,在 $5^\circ\text{C}$ 冰箱中可保持48小时,假定反应速率与变酸的时间成反比,求牛奶变酸反应的活化能.

2. 已知  $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CuO}(\text{s})$  在400K和300K的  $\Delta G_{400}^0 = -95.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 $\Delta G_{300}^0 = -107.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,求该反应的 $\Delta H^0$ 和  $\Delta S^0$ .

3. 苯甲酸的 $K_a = 6.4 \times 10^{-5}$ ,电离方程为:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

(1) 1.22克固体苯甲酸用 $0.40 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH中和,需NaOH多少ml?

(2) 苯甲酸的溶解度为 $2.06 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,求苯甲酸水溶液中的 $[\text{H}_3\text{O}^+]$

4. 指出下列配离子中,  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 、 $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ 、 $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 、 $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$

(1) 哪些是高自旋的,哪些是低自旋的?

(2) 哪些是顺磁性的,哪些是抗磁性的?

(3) 画出它们的晶体场能级图,以及d电子的排布方式.

(4) 分别计算出它们的晶体场稳定化能CFSE.

5. 含 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 的溶液吸收约520nm( $\epsilon=20$ )的可见光,含 $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 的溶液吸收约690nm( $\epsilon=600$ )的可见光.试解释为什么 $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 的吸收波长比 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 的长,而吸收强度比 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 大.