

# 长沙理工大学

## 2018 年硕士研究生入学考试试题

考试科目： 无机化学

考试科目代码： 833

注意：所有答案（含选择题、判断题、作图题等）一律答在答题纸上；写在试题纸上或其他地点一律不给分。作图题可以在原试题图上作答，然后将图撕下来贴在答题纸上相应位置。

### 一、填空题（每小题 2 分，共 12 分）

1.  $K_2[Co(NCS)_4]$  命名是\_\_\_\_\_。
2. 某含铜的配合物，测其磁距为零，则铜的氧化态为\_\_\_\_\_。
3. 已知某溶液中含有各为  $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $KBr$ ,  $KCl$  和  $K_2C_2O_4$ ，如向该溶液中逐滴加入  $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $AgNO_3$  时，最先产生沉淀是\_\_\_\_\_，最后产生沉淀是\_\_\_\_\_。  
(已知  $k_{sp}^\theta (AgCl) = 1.5 \times 10^{-10}$ ,  $k_{sp}^\theta (AgBr) = 7.7 \times 10^{-13}$ ,  $k_{sp}^\theta (K_2C_2O_4) = 3.4 \times 10^{-11}$ )
4. 在  $Zn(OH)_2$ 、 $Fe(OH)_3$ 、 $Cd(OH)_2$  和  $Pb(OH)_2$  中，能溶于氨水形成配合物的有\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
5. 在橙色的重铬酸钾的酸性溶液中加入过氧化氢溶液，最终得到浅绿色溶液，其化学方程式为\_\_\_\_\_。
6. 根据质子酸、碱理论， $Cl^-$ 、 $NH_4^+$ 、 $HCO_3^-$ 、 $H_2O$  等物质在水溶液中即可作酸又可作碱的为\_\_\_\_\_。

### 二、选择题（每小题 2 分，共 30 分）

1. 下列物质中，不适宜做配体的是..... ( )  
A.  $S_2O_3^{2-}$       B.  $H_2O$       C.  $Br^-$       D.  $NH_4^+$
2. 下列配合物能在强酸介质中稳定存在的是..... ( )  
A.  $[Ag(NH_3)_2]^+$       B.  $[FeCl_4]^-$       C.  $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$       D.  $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$
3. 反应  $MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$  在高温下正向反应自发进行，其逆反应在 298K 时自发，近似判断逆反应的  $\Delta_r H_m^\theta$  与  $\Delta_r S_m^\theta$  是..... ( )  
A.  $\Delta_r H_m^\theta > 0$ ,  $\Delta_r S_m^\theta > 0$       B.  $\Delta_r H_m^\theta < 0$ ,  $\Delta_r S_m^\theta > 0$

C.  $\Delta_r H_m^\ominus > 0, \Delta_r S_m^\ominus < 0$                       D.  $\Delta_r H_m^\ominus < 0, \Delta_r S_m^\ominus < 0$

4. 在 298K 时, 反应  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ , 未加催化剂前活化能  $E_a = 71 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 加入  $\text{Fe}^{3+}$  作催化剂后, 活化能降到  $42 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 加入催化剂后反应速率为原来的... ( )。  
A. 29 倍                      B.  $1 \times 10^3$  倍                      C.  $1.2 \times 10^5$  倍                      D.  $5 \times 10^2$  倍
5. 某反应的速率常数为  $2.15 \text{ L}^2\cdot\text{mol}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ , 该反应为.....( )。  
A. 零级反应                      B. 一级反应                      C. 二级反应                      D. 三级反应
6. 下列元素电离能、电子亲和能及电负性大小的比较中不正确的是..... ( )  
A. 第一电离能:  $\text{O} > \text{S} > \text{Se} > \text{Te}$                       B. 第一电子亲和能:  $\text{O} > \text{S} > \text{Se} > \text{Te}$   
C. 电负性:  $\text{Zn} > \text{Cd} > \text{Hg}$                       D. 电负性:  $\text{Si} > \text{Al} > \text{Mg} > \text{Na}$
7. 处理含汞离子的废水, 可加某种试剂使其沉淀, 过滤而净化水质, 所选用的试剂为..... ( )  
A.  $\text{NaCl}$                       B. 铁粉                      C.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$                       D. 通入氯气
8. 在酸性介质中可使  $\text{Cr}^{3+}$  转化为  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  的试剂是..... ( )  
A.  $\text{H}_2\text{O}_2$                       B.  $\text{MnO}_2$                       C.  $\text{KMnO}_4$                       D.  $\text{HNO}_3$
9. 氢气与下列物质反应中, 氢气不作为还原剂的是..... ( )  
A. 单质硫                      B. 金属锂                      C. 四氯化钛                      D. 乙烯
10.  $[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$  具有几何构体的数目是..... ( )  
A. 2                      B. 3                      C. 4                      D. 6
11. 向原电池(-)  $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}(1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}) || \text{Cu}^{2+}(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})^+ | \text{Cu}^{2+}(+)$  的正极中通入  $\text{H}_2\text{S}$  气体, 则电池的电动势将..... ( )  
A. 增大                      B. 减小                      C. 不变                      D. 无法判断
12.  $\text{ClO}_3\text{F}$  分子的几何构型属于.....( )  
A. 直线型                      B. 平面正方形                      C. 四面体形                      D. 平面三角形
13. 下列各组量子数中, 合理的一组是.....( )  
A.  $n=3, l=1, m=+1, m=+1/2$                       B.  $n=4, l=5, m=-1, m=+1/2$   
C.  $n=3, l=3, m=+1, m=-1/2$                       D.  $n=4, l=2, m=+3, m=1/2$
14. 在  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶液中加入  $\text{AgNO}_3$  溶液后主要产物是..... ( )  
A.  $\text{Ag}_2\text{O}$                       B.  $\text{AgH}_2\text{PO}_4$                       C.  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$                       D.  $\text{Ag}_2\text{HPO}_2$
15. 根据酸碱质子理论,  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{NO}_3^+ + \text{HSO}_4^-$  正反应中的酸

是.....( )  
A.  $\text{HSO}_4^-$       B.  $\text{HNO}_3$       C.  $\text{H}_2\text{SO}_4$       D.  $\text{H}_2\text{NO}_3^+$

### 三、简答题 (每小题 6 分, 共 48 分)

1. 据电极电势解释下列现象: 金属铁能置换铜离子, 而三氯化铁溶液又能溶解铜板。  
已知:  $E^\ominus(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.409\text{V}$ ,  $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.77\text{V}$ ,  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.334\text{V}$
2. 能否根据难溶强电解质溶度积的大小来判断其溶解度的大小, 为什么?
3. 分别写出  $\text{KMnO}_4$  在强酸性, 中性及碱性介质中和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  反应的方程式。
4. 试用平衡移动原理解释为什么在  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  或  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶液中加入  $\text{AgNO}_3$  均析出黄色的  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  沉淀? 析出的  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  沉淀后溶液的酸碱性有什么变化? 写出相应的反应方程式。
5. 写出在室温下金属锂在空气中发生的所有方程式。
6. 主族元素中哪些元素的原子在基态时有 2 个不成对电子? 说明原因。
7. 若将合成氨反应的化学计量方程式分别写成  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  和  $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$ , 二者的  $\Delta_r H_m^\ominus$  和  $\Delta_r G_m^\ominus$  是否相同? 两者间有何关系?
8. 元素 Ti 的电子构型是  $[\text{Ar}]3\text{d}^24\text{s}^2$ , 试问这 22 个电子 (1) 属于哪几个电子层? 哪几个亚层? (2) 填充了几个能级组的多少个能级? (3) 占据着多少个原子轨道? (4) 其中单电子轨道有几个? (5) 价电子数有几个?

### 四、综述题 (每小题 10 分, 共 60 分)

1. 定压下苯和氧反应:  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) + \frac{15}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 6\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。在  $25^\circ\text{C}$  和标准状态下  $0.25\text{ mol}$  液态苯与氧反应放热  $816.91\text{ kJ}$ , 求  $1\text{ mol}$  液态苯和氧反应时焓变和热力学能变。
2. 已知:  
(-)  $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}(0.10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}) \parallel \text{ClO}_3^-(2.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}), \text{H}^+(5.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}), \text{Cl}^-(1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})|\text{Pt}(+)$   
(1) 写出原电池反应。(2) 计算  $298\text{K}$  时, 电池电动势  $E$ , 判断反应方向。(3) 计算原电池反应的平衡常数  $K^\ominus$ 。(  $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.3417\text{V}$ ,  $\varphi^\ominus(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-) = 1.45\text{V}$  )
3. 将  $40.0\text{ ml } 3.00\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  溶液与  $20.00\text{ ml } 2.00\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NaI}$  溶液混合, 溶液中有  $\text{PbI}_2$  沉淀生成吗? 如果有的话, 有多少  $\text{PbI}_2$  沉淀生成? 溶液中的  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  及  $\text{Na}^+$  的离子物质的量的浓度各是多少? (  $k_{sp}^\ominus(\text{PbI}_2) = 7.1\times 10^{-9}$  )

4. 取 50.0 ml  $0.100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  某一元弱酸溶液，与 20.0 ml  $0.100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  KOH 溶液混合，将混合溶液稀释至 100 ml，测得此溶液的 pH 为 5.25。求此一元弱酸的解离常数。
5. 为了测量大气中  $\text{SO}_2$  的含量，设计选用  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$  及  $\text{NaOH}(\text{aq})$  作试剂的实验方法，并列式计算大气中  $\text{SO}_2$  含量(以质量分数表示)的计算公式，写出有关反应方程式。(设 NaOH 浓度为  $0.00250 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，O 和 S 原子量分别为 16.0 和 32.0)。
6. 1.0 L  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CuSO}_4$  溶液中加入  $6.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  1.0 L，求平衡时溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  的浓度。(  $k_f^\circ = 2.09 \times 10^{13}$  )