



2022 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

招生专业与代码：无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理

考试科目名称及代码：710 无机化学

考生注意：所有答案必须写在答题纸（卷）上，写在本试题上一律不给分。

允许使用非编程型计算器。

一、选择题（选择一个正确答案，每小题 2 分，15 题共 30 分）

1、配制浓度为  $c$  的某酸的水溶液，溶液中  $\text{H}_3\text{O}^+$  的浓度也为  $c$ ，则该酸最可能是（ ）。

- A、 $\text{H}_2\text{SO}_4$                       B、 $\text{HCl}$                       C、 $\text{HAc}$                       D、 $\text{HF}$

2、对于化学反应来说，下列说法正确的是（ ）。

- A、 $\Delta S$  越负，反应速率越快                      B、 $\Delta H$  越负，反应速率越快  
C、活化能越大，反应速度越快                      D、活化能越小，反应速度越快

3、 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{HF}_2$  ( $\text{p}K_a(\text{HF}) = 3.18$  和  $\text{p}K_b(\text{NH}_3) = 4.74$ ) 溶液的 pH 值是（ ）。

- A、1.59                      B、6.22                      C、3.18                      D、9.26

4、关于反应级数，正确的是（ ）。

- A、只有基元反应的级数是正整数  
B、反应级数不会小于零  
C、反应级数都可以通过实验确定  
D、催化剂不会改变反应级数

5、已知在标准状态下石墨的燃烧焓为  $-393.7 \text{ kJ/mol}$ ，石墨转变为金刚石反应的焓变为  $+1.9 \text{ kJ/mol}$ ，则金刚石的燃烧焓 ( $\text{kJ/mol}$ ) 应为（ ）。

- A、 $+395.6$                       B、 $+391.8$   
C、 $-395.6$                       D、 $-391.8$

6、在确定的温度范围内，Arrhenius 反应速率公式适用的条件是（ ）。

- A、仅适用于基元反应  
B、可适用于任何反应  
C、仅适用于具有简单级数的反应  
D、适用于有明确反应级数及速率常数，且在该温度区间内  $E_a$  近似不随温度变化的反应

7、临床上可以用于治疗癌症的铂类药物是（ ）。

- A、 $\text{cis-PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$                       B、 $\text{PtCl}_4$   
C、 $\text{H}_2\text{PtCl}_6$                       D、 $\text{trans-PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$

- 8、根据“酸碱质子理论”，下列物质中都属于“两性物质”的一组是（ ）。
- A、 $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$                       B、 $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$   
 C、 $\text{OH}^-$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$                       D、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$
- 9、多电子原子中，各电子具有下列量子数，其中能量最高的电子是（ ）。
- A、1, 1, -1, 1/2                                      B、2, 0, 0, 1/2  
 C、4, 1, -1, -1/2                                    D、3, 2, -1, -1/2
- 10、已知 $\text{H}_3\text{PO}_4$ 的三级解离常数依次为 $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{a3}$ ，水的离子积为 $K_w$ ，则 $\text{PO}_4^{3-}$ 的一级水解常数 $K_{b1}$ 是（ ）。
- A、 $K_w/K_{a1}$                       B、 $K_w/K_{a3}$                       C、 $K_w/(K_{a2}\cdot K_{a3})$                       D、 $K_w/K_{a2}$
- 11、既能溶于 $\text{Na}_2\text{S}$ 溶液，又能溶于 $\text{Na}_2\text{S}_2$ 溶液的硫化物是（ ）。
- A.  $\text{ZnS}$                       B.  $\text{CuS}$                       C.  $\text{HgS}$                       D.  $\text{As}_2\text{S}_3$
- 12、下列阴离子的水溶液，若浓度相同，碱性最强的是（ ）。
- A.  $\text{F}^-$  ( $\text{HF}$ ,  $\text{p}K_a=3.18$ )                      B.  $\text{CN}^-$  ( $\text{HCN}$ ,  $\text{p}K_a=9.21$ )  
 C.  $\text{Ac}^-$  ( $\text{HAc}$ ,  $\text{p}K_a=4.74$ )                      D.  $\text{S}^{2-}$  ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{p}K_{a1}=6.88$ ,  $\text{p}K_{a2}=12.92$ )
- 13、以下元素的原子半径递变规律正确的是（ ）。
- A.  $\text{B}<\text{C}<\text{Al}<\text{Si}$                                       B.  $\text{C}<\text{B}<\text{Si}<\text{Al}$   
 C.  $\text{B}<\text{Al}<\text{C}<\text{Si}$                                       D.  $\text{Al}<\text{B}<\text{Si}<\text{C}$
- 14、在 $\text{CrO}_5$ 中，Cr的氧化数为（ ）。
- A、+6                      B、+10                      C、+4                      D、+8
- 15、用下列哪种试剂氧化乙醇，使颜色由橙红色变为绿色来确认司机酒后驾车（ ）。
- A、酸性 $\text{KMnO}_4$                       B、酸性 $\text{KClO}_3$                       C、酸性 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$                       D、酸性 $\text{KBrO}_3$

二、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

- 1、亚磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_3$ )是\_\_\_\_\_元酸，次磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_2$ )是\_\_\_\_\_元酸，这两种酸及其盐的水溶液都具有较强的\_\_\_\_\_性。
- 2、ds 区元素的价电子组态为\_\_\_\_\_，IB 族元素的最高氧化态可达 \_\_\_\_\_，IIB 族元素的第一电离能比同周期的 IB 族元素\_\_\_\_\_。
- 3、根据酸碱质子理论， $\text{NH}_4^+$ 的共轭碱是\_\_\_\_\_； $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 的共轭碱是\_\_\_\_\_。

4、4d 亚层中轨道的主量子数为\_\_\_\_\_，角量子数为\_\_\_\_\_，该亚层的轨道最多可以有\_\_\_\_\_种空间取向，最多可容纳\_\_\_\_\_个电子。

5、氨气和水蒸气之间存在哪两种分子间力：\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

6、配合物  $K_3[Fe(CN)_6]$  是\_\_\_\_\_轨型配合物，具有\_\_\_\_\_磁性，名称为\_\_\_\_\_，配离子空间构型为\_\_\_\_\_，中心离子杂化类型为\_\_\_\_\_。

7、某含铜的配合物，测其磁矩为零，则铜的氧化态为\_\_\_\_\_。

### 三、计算题 (共 3 题，每小题 10 分，共 30 分)

1、 $NH_4Cl$  和  $NH_3 \cdot H_2O$  的混合溶液，其  $pH=9.5$ ，已知  $NH_3 \cdot H_2O$  的  $K_b^\ominus = 1.8 \times 10^{-5}$ 。若溶液中  $c(NH_4^+)$  为  $5.0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ，试求溶液中  $c(NH_3 \cdot H_2O)$ 。

2、已知： $MnO_4^- (aq) + 8H^+(aq) + 5e^- = Mn^{2+} (aq) + 4H_2O(l)$   $E^\ominus (MnO_4^-/Mn^{2+}) = 1.51 \text{ V}$ ，



若将此两电对组成原电池，(1) 计算该原电池的标准电动势；(2) 写出原电池图式；(3) 通过计算说明，当  $pH = 4$ ，而其它离子浓度均为  $1.0 \text{ mol} \cdot dm^{-3}$ ， $p(Cl_2) = 100 \text{ kPa}$  时，下列反应能否自发进行？

3、一混合离子溶液中含有  $0.020 \text{ mol} \cdot L^{-1} Pb^{2+}$  和  $0.010 \text{ mol} \cdot L^{-1} Fe^{3+}$ ，若向溶液中逐滴加入  $NaOH$  溶液 (忽略加入后溶液体积的变化)，则：

(1) 哪种离子先沉淀？

(2) 欲使两种离子完全分离，应将溶液的  $pH$  控制在什么范围？

已知  $K_{sp}\{Pb(OH)_2\} = 1.6 \times 10^{-17}$ ， $K_{sp}\{Fe(OH)_3\} = 2.64 \times 10^{-39}$ ，完全沉淀的条件为离子浓度小于  $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 。

### 四、指出 A、B、C、D、E、F 所代表的物质，并写出各步反应方程式并配平 (共 20 分)

有一白色固体 A，加入无色油状液体 B，可得紫黑色固体 C。C 微溶于水，加入 A 后 C 的溶解度增大，呈棕色溶液 D。将 D 分成两份，一份中加入无色液体 E，另一份不断通入气体 F，两份都褪色成无色溶液。E 溶液遇酸有淡黄色沉淀生产，将气体 F 通入溶液 E，再向所得溶液中加入  $BaCl_2$  溶液，有白色沉淀生成，该沉淀难溶于  $HNO_3$ 。

五、简答题 (共 4 题, 每小题 10 分, 共 40 分)

1、试用现代价键理论阐明氮气分子中  $N\equiv N$  叁键是如何形成的, 利用了哪些原子轨道, 以及形成的共价键的类型, 并给出必要的图示。

2、试用价层电子对互斥理论预测  $NF_3$  的分子构型, 并用杂化轨道理论解释其成键情况。

3、画出 5 个 d 原子轨道的形状及空间取向, 并在图中标明波函数的相位。

4、简述什么是基元反应和非基元反应。解释基元反应的质量作用定律。

六、论述题 (10 分)

化学是一门实验科学。请回忆并描述一个你在本科阶段做过的印象最深刻的无机化学实验。