

# 青岛科技大学 2005 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目 无机化学 (A 卷) (答案全部写在答题纸上)

## 一、选择题 (每题 2 分, 共 40 分)

1、当基态原子的第六电子层中只有 1 个电子时, 则该原子的第五电子层中的电子数是

- A. 8 电子;
- B. 18 电子;
- C. 8~18 电子;
- D. 8~32 电子;

2、某原子轨道中的一个电子用波函数表示时, 下列表示正确的是

- A.  $\Psi_n$ ;
- B.  $\Psi_{n,l}$ ;
- C.  $\Psi_{n,l,m}$ ;
- D.  $\Psi_{n,l,m,s}$ ;

3、在下列各种电子构型的正离子中, 极化力和变形性均较小的是

- A. 8 电子;
- B. 9~17 电子;
- C. 18 电子;
- D. 18~32 电子

4、下列分子和离子中, 呈逆磁性的是

- A.  $O_2^+$ ;
- B.  $N_2^{2-}$ ;
- C. NO;
- D. CO;

5、下列分子和离子中, 键角最小的是

- A.  $NH_3$ ;
- B.  $NCI_3$ ;
- C.  $BF_3$ ;
- D.  $NF_3$ ;

6、据 VSEPR 理论,  $IF_3$  的几何结构是

- A. 直线
- B. 三角锥
- C. 三角双锥体
- D. T 形

7、已知  $[CoF_6]^{3-}$  与  $Co^{3+}$  的磁矩相同, 则配离子的中心离子杂化轨道类型及空间构型为:

- A.  $d^2sp^3$  正八面体;  
 B.  $d^2sp^3$  正四面体;  
 C.  $sp^3d^2$  正八面体;  
 D.  $sp^3d^2$  正四面体;
- 8、下列配合物中,磁矩最小的是  
 A.  $[Cr(H_2O)_6]^{2+}$   
 B.  $[Mn(CN)_6]^{4-}$   
 C.  $[Co(H_2O)_6]^{2+}$   
 D.  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$
- 9、任意温度下都是“非自发过程”的是  
 A.  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ ;  
 B.  $\Delta H > 0, \Delta S < 0$ ;  
 C.  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$ ;  
 D.  $\Delta H < 0, \Delta S > 0$ ;
- 10、根据“酸碱质子理论”,都属于“两性物质”的是  
 A.  $HF, F^-, HSO_4^-$ ;  
 B.  $NaB_4O_7 \cdot 10H_2O, H_2O, HPO_4^{2-}$ ;  
 C.  $HCO_3^-, CO_3^{2-}, HS^-$ ;  
 D.  $OH^-, H_2PO_4^-, NH_4^+$ ;
- 11、酸性强弱关系正确的是  
 A.  $H_2SeO_4 > H_2SO_4$ ;  
 B.  $H_2SO_4 < H_2S_2O_7$ ;  
 C.  $H_4SiO_4 > H_3PO_4$ ;  
 D.  $HClO > HClO_3$ ;
- 12、氧化性强弱关系正确是  
 A.  $HClO_4 < HBrO_4 < H_5IO_6$ ;  
 B.  $H_2SO_4 < H_2SeO_4 > H_6TeO_6$ ;  
 C.  $HClO_4 < H_2SO_4 < H_3PO_4$ ;  
 D.  $HNO_3 < H_3PO_4 < H_3AsO_4$ ;
- 13、某化学反应的速率常数  $k = 4.62 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ , 则初始浓度为  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  反应物的半衰期为  
 A. 15min;  
 B. 30min;  
 C. 216min;  
 D. 无法计算;
- 14、下列物质中,熔点最低的是  
 A.  $ZnCl_2$ ;  
 B.  $FeCl_2$ ;  
 C.  $CaCl_2$ ;  
 D.  $HgCl_2$ ;
- 15、已知  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ , 欲配制  $1.0 \text{ L}$   $\text{pH} = 10.00, C_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的缓冲溶液, 需用  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  的物质的量为

- A.  $9.0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ;  
 B.  $1.8 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ ;  
 C.  $9.0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ ;  
 D.  $1.8 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ;

16、实验测得  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  MOH 溶液的  $\text{pH}=10.00$ ，则该碱的  $K_b^\theta$  为

- A.  $1.0 \times 10^{-2}$ ;  
 B.  $1.0 \times 10^{-6}$ ;  
 C.  $1.0 \times 10^{-18}$ ;  
 D.  $1.0 \times 10^{-12}$ ;

17、下列电对中  $\Phi^\theta$ ，最小的是

- A.  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ ;  
 B.  $\text{AgBr}/\text{Ag}$ ;  
 C.  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+/\text{Ag}$ ;  
 D.  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-/\text{Ag}$ ;

18、下列各组离子的混合溶液中，加入  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液时没有黑色沉淀生成的是

- A.  $\text{Cd}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ;  
 B.  $\text{Sb}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$ ;  
 C.  $\text{Ag}^+, \text{Cu}^{2+}$ ;  
 D.  $\text{Pb}^{2+}, \text{Hg}^{2+}$ ;

19、下列各组离子在酸性溶液中不能共存的是

- A.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{MnO}_4^-, \text{Fe}^{3+}$ ;  
 B.  $\text{Co}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Sb}^{3+}$ ;  
 C.  $\text{Fe}^{2+}, \text{I}^-, \text{Mn}^{2+}$ ;  
 D.  $\text{Cr}^{3+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ ;

20、下列离子在水溶液中不发生歧化反应的是

- A.  $\text{Mn}^{3+}$ ;  
 B.  $\text{Fe}^{2+}$ ;  
 C.  $\text{MnO}_4^{2-}$ ;  
 D.  $\text{Cu}^+$ ;

二、填空题（每空 1 分，共 35 分）

1、已知某元素在 Kr 以前，（指周期表中的位置）。当此元素失去两个电子后，它的角量子数为 2 的轨道内电子恰好为半充满，此元素为 \_\_\_\_\_。

2、有 A、B、C、D 四种元素，它们的原子序数依次为 14，6，53 和 74，它们的单质属于分子晶体的是 \_\_\_\_\_，属于原子晶体的是 \_\_\_\_\_，属于金属晶体的是 \_\_\_\_\_，既有原子晶体又有层状晶体的是 \_\_\_\_\_。

3、 $\text{N}_2^+$  的分子轨道电子排布式为 \_\_\_\_\_，键级为 \_\_\_\_\_。

4、离子晶体中影响晶格能的因素有 \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_。

5、用离子极化理论可推得  $\text{AuCl}$  的热稳定性比  $\text{AuCl}_3$  热稳定性 \_\_\_\_\_， $\text{PbCl}_2$  的溶解度比  $\text{PbI}_2$  溶

解度\_\_\_\_\_。

6、 $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{BiH}_3$  的沸点由高到低的顺序为\_\_\_\_\_，它们的分子间作用力有\_\_\_\_\_， $\text{NH}_3$  的沸点比  $\text{PH}_3$  沸点高的原因是\_\_\_\_\_。

7、对于可逆反应，当升高温度时，其反应速率常数  $K_{\text{正}}$  将\_\_\_\_\_， $K_{\text{逆}}$  将\_\_\_\_\_。当反应为放热时，降低温度会使平衡常数  $K^\theta$  \_\_\_\_\_，反应的  $\Delta_r G_m^\theta$  将\_\_\_\_\_。

8、已知反应： 1)  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta_r H_m^\theta = H_1$

2)  $3\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = 2\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta_r H_m^\theta = H_2$

3)  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = 3\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta_r H_m^\theta = H_3$

则反应  $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  的  $\Delta_r H_m^\theta$  计算公式是\_\_\_\_\_

9、缓冲溶液的缓冲容量与\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 有关。

10、含有浓度均为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HSO}_3^-$  和  $\text{SO}_3^{2-}$  溶液的  $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ ； $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_3$  的  $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$

( $K_{a1}^\theta = 1.40 \times 10^{-8}$   $K_{a2}^\theta = 6.31 \times 10^{-8}$ )

11、实验测定， $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = 2\text{HI}(\text{g})$  的反应机理是：

(1)  $\text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{I}(\text{g}) + \text{I}(\text{g})$  (快步骤)

(2)  $\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{I}(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$  (慢步骤)

则该反应的速率方程式是\_\_\_\_\_ 反应级数是\_\_\_\_\_

若将化学反应  $2\text{Ag}(\text{s}) + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^- = 2\text{AgI}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$  设计为原电池，其表达式是：\_\_\_\_\_

12、 $\text{O}_3(\text{g})$  分子含有的化学键包括\_\_\_\_\_；它是一种\_\_\_\_\_磁性物质。

13、三草酸根合铁(III)酸钾的化学式是\_\_\_\_\_；配合物  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$  的名称为\_\_\_\_\_。

14、配合物  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 、 $[\text{Os}(\text{CN})_6]^{4-}$ 、 $[\text{FeF}_6]^{4-}$  和  $[\text{Ru}(\text{CN})_6]^{4-}$  的晶体场稳定能由大到小的顺序是\_\_\_\_\_。

15、既可以用来鉴定  $\text{Fe}^{3+}$ ，也可以用来鉴定  $\text{Co}^{2+}$  的试剂是\_\_\_\_\_；既可以用来鉴定  $\text{Fe}^{3+}$ ，也可以用来鉴定  $\text{Cu}^{2+}$  的试剂是\_\_\_\_\_；用来定性鉴定  $\text{Pb}^{2+}$  时，可用\_\_\_\_\_试剂。

三、完成并配平下列各反应方程式（每小题 2 分，共 20 分）

1、 $\text{Mn}^{2+} + \text{PbO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow$

2、 $\text{SnCl}_2 + \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightarrow$

3、 $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HCl}(\text{稀}) \rightarrow$

4、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow$

5、 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow$

6、 $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

7、室温下碘放入足量  $\text{NaOH}$  溶液中

8、氢氟酸刻画玻璃的反应

9、硝酸亚汞溶液与过量 KI 溶液反应

10、实验室棕色环法检验  $\text{NO}_3^-$  的反应

四、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

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

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

2、 $[\text{Fe}(\text{F}_6)]^{3-}$  配离子的磁矩  $\mu = 5.90 \text{ B.M.}$ ， $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  的磁矩  $\mu = 1.73 \text{ B.M.}$ ，用价键理论解释两种配离子的杂化方式并判断  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{F}_6)]^{3-} + 6\text{CN}^-$  反应进行的方向。

3、解释化学用语：（1）d — d 跃迁 （2）惰性电子对效应

4、某氧化物 A，溶于浓盐酸得溶液 B 和气体 C。C 通入 KI 溶液后用  $\text{CCl}_4$  萃取生成物， $\text{CCl}_4$  层出现紫色。B 加入 KOH 溶液后析出桃红色沉淀。B 遇过量氨水，得土黄色溶液 D，放置后则变为红褐色。B 中加入 KSCN 及少量丙酮时生成宝石蓝溶液 E。问 A、B、C、D、E 各是什么物质。

五、计算题（共 35 分）

1、（6 分）计算 298.15K 时反应  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  的  $K^\theta$  及该反应逆向进行的最低温度。

（已知： $\Delta G_{f,298.15}^\theta(\text{NH}_3) = -16.50 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ） $\Delta H_{f,298.15}^\theta(\text{NH}_3) = -46.11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   $\Delta_r S_{m,298.15\text{K}}^\theta = 198.7 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

2、（4 分）用 Slater 经验规则计算 Sn 原子中 5s 亚层中的一个电子受到其它电子的屏蔽效应。

3、（10 分）已知  $\text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{CuCl}$ ，该电极反应的  $\psi^\theta = 0.5400\text{V}$ 。已知： $\psi^\theta(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.3418\text{V}$   
 $\psi^\theta(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = 0.5210\text{V}$ ，求  $K_{sp, \text{CuCl}}^\theta$

4、（15 分）已知  $K_{sp, \text{Cr}(\text{OH})_3}^\theta = 6.3 \times 10^{-31}$ ，反应： $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$  的平衡常数  $K^\theta = 0.40$ 。（1）计算  $\text{Cr}^{3+}$  沉淀完全时溶液的 pH 值；（2）若将 0.10 mol  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  刚好溶解在 1.0 L NaOH 溶液中，则 NaOH 溶液的初始浓度至少应为多少？（3）计算  $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$  的标准稳定常数  $K_{\text{稳}}^\theta$