

No: 833-1

# 北京科技大学

## 2008年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 833 试题名称: 无机化学 (共 3 页)

适用专业: 应用化学、无机化学、分析化学、有机化学、物理化学

说明: 需要带计算器, 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

**一、是非题 (判断下列叙述是否正确)**

(本大题分 8 小题, 每小题 1.5 分, 共 12 分)

1. NaHS 水溶液显酸性。
2. 当溶液的 pH 值为 4 时,  $\text{Fe}^{3+}$  能被沉淀完全。
3. 在含有少量  $\text{AgCl}$  沉淀的溶液中, 加入适量的氨水, 可以使  $\text{AgCl}$  溶解, 如果再加入适量的  $\text{HNO}_3$  溶液, 又可看到  $\text{AgCl}$  沉淀生成。
4.  $\text{NCl}_3$  和  $\text{PO}_4^{3-}$  的中心原子均采用等性  $sp^3$  杂化。
5.  $[\text{Ca}(\text{edta})]^{2-}$  是配位数为 4 的螯合物。
6. 当  $\text{H}_2\text{O}$  的温度升高时, 其  $\text{pH} < 7$ , 但仍为中性。
7. 在浓碱溶液中  $\text{MnO}_4^-$  可以被  $\text{OH}^-$  还原为  $\text{MnO}_4^{2-}$ 。
8. 稀有气体原子的最外层电子构型均为  $ns^2np^6$ 。

**二、选择题 (在下列各题中, 选择出符合题意的答案)**

(本大题分 20 小题, 每小题 2 分, 共 40 分)

1. 反应:  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$  的  $\Delta H_m > 0$ , 欲增加正反应速率, 可采取的措施为。  
 (A) 降温; (B) 增加  $\text{CH}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的分压;  
 (C) 减小  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  的分压; (D) 减小总压。
2. 影响  $\text{HAc}-\text{NaAc}$  缓冲系统 pH 值的主要因素是。  
 (A)  $\text{HAc}$  的浓度;  
 (B)  $\text{HAc}-\text{NaAc}$  的浓度比和  $\text{HAc}$  的标准解离常数;  
 (C) 溶液的温度;  
 (D)  $\text{HAc}$  的解离度。
3. 石墨中层与层之间的结合力是。  
 (A) 共价键; (B) 自由电子; (C) 范德华力; (D) 大  $\pi$  键。
4. 下列性质中, 不能说明  $\text{HNO}_3$  和  $\text{H}_3\text{PO}_4$  之间差别的是。  
 (A) 酸强度; (B) 沸点;  
 (C) 成酸元素的氧化值; (D) 氧化性。
5. 下列元素属于第二过渡系的是。  
 (A) Ti; (B) La; (C) Pd; (D) Au。
6. 下列元素中, 最不易形成含氧阴离子的是。  
 (A) Cr; (B) Mn; (C) Ni; (D) Fe。
7. 下列物质不为绿色的是。  
 (A)  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ; (B)  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ; (C)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ; (D)  $\text{CrO}_3$ 。
8. 已知 2273 K 时反应:  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ ,  $K^\ominus = 0.10$ ,  $c(\text{N}_2) = c(\text{O}_2) = 0.70 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{NO}) = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则此反应。  
 (A) 处于平衡; (B) 向右进行;  
 (C) 向左进行; (D) 达到新平衡时,  $p(\text{O}_2)$  增大。
9. 已知下列反应的标准平衡常数:  

$$\begin{array}{lcl} \text{H}_2(\text{g}) + \text{Se}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{Se}(\text{g}) & K_1^\ominus \\ \text{Se}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SeO}_2(\text{g}) & K_2^\ominus \end{array}$$
  
 则反应  $\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{Se}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{SeO}_2(\text{g})$  的标准平衡常数  $K^\ominus =$   
 (A)  $K_1^\ominus + K_2^\ominus$ ; (B)  $K_2^\ominus / K_1^\ominus$ ; (C)  $K_1^\ominus \cdot K_2^\ominus$ ; (D)  $K_1^\ominus / K_2^\ominus$ 。

No: 833-2

- 10、在  $H_3PO_4$  溶液中，加入  $HCl$  溶液，使混合溶液的  $pH=1.00$ ，下列物种中浓度最大的是。  
 (A)  $H_3PO_4$ ; (B)  $H_2PO_4^-$ ; (C)  $HPO_4^{2-}$ ; (D)  $PO_4^{3-}$ 。
- 11、 $1.0 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} HCl$  和  $1.0 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} HAc$  两溶液中  $c(H^+)$  相比，其结果是。  
 (A)  $HCl$  的远大于  $HAc$  的; (B) 两者相近;  
 (C)  $HCl$  的远小于  $HAc$  的; (D) 无法估计。
- 12、AB 型的离子晶体，正、负离子配位数均为 4，则正、负离子的半径之比  $r_+/r_-$  为。  
 (A)  $0.225 \sim 0.414$ ; (B)  $0.414 \sim 0.732$ ; (C)  $0.732 \sim 1.00$ ; (D) 大于 1.00。
- 13、卤素分子键能最大的是。  
 (A)  $Br_2$ ; (B)  $I_2$ ; (C)  $Cl_2$ ; (D)  $F_2$ 。
- 14、关于氯、溴、碘的含氧酸及其盐的下列性质递变规律中错误的是。  
 (A) 酸性:  $HClO_3 > HBrO_3 > HIO_3$ ;  
 (B) 热稳定性:  $MClO > MBrO > MO$ ;  
 (C) 氧化性:  $HClO_4 < HBrO_4 < H_5IO_6$ ;  
 (D)  $E_B^\ominus$  值:  $BrO_3^- / Br_2 > ClO_3^- / Cl_2 > IO_3^- / I_2$ 。
- 15、在最简单的硼氢化物  $B_2H_6$  中，连接两个 B 之间的化学键是。  
 (A) 氢键; (B) 氢桥; (C) 共价键; (D) 配位键。
- 16、已知  $K_{sp}(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$ ,  $K_{sp}(Ag_2CrO_4) = 3.4 \times 10^{-11}$ ,  
 $K_{sp}(Ag_2CrO_4) = 1.1 \times 10^{-12}$ ,  $K_{sp}(AgBr) = 5.0 \times 10^{-13}$ 。  
 在下列难溶银盐饱和溶液中， $c(Ag^+)$  最大的是。  
 (A)  $AgCl$ ; (B)  $AgBr$ ; (C)  $Ag_2CrO_4$ ; (D)  $Ag_2CrO_4$ 。
- 17、下列叙述中正确的是。  
 (A) 配合物中的配位键必定是由金属离子接受电子对形成的;  
 (B) 配合物都有内界和外界;  
 (C) 配位键的强度低于离子键或共价键;  
 (D) 配合物中，形成体与配位原子间以配位键结合。
- 18、一基态原子的第五电子层只有 2 个电子，则该原子的第四电子层电子数可能为。  
 (A) 8; (B) 18; (C) 8~18; (D) 18~32。
- 19、价键理论认为，决定配合物空间构型主要是。  
 (A) 配体对中心离子的影响与作用;  
 (B) 中心离子对配体的影响与作用;  
 (C) 中心离子(或原子)的原子轨道杂化;  
 (D) 配体中配位原子对中心原子的作用。
- 20、在  $20.0 \text{ mL } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水中，加入下列溶液后， $pH$  值最大的是。  
 (A) 加入  $20.0 \text{ mL } 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} HCl$ ;  
 (B) 加入  $20.0 \text{ mL } 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} HAc (K_a = 1.75 \times 10^{-5})$ ;  
 (C) 加入  $20.0 \text{ mL } 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} HF (K_a = 6.6 \times 10^{-4})$ ;  
 (D) 加入  $10.0 \text{ mL } 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} H_2SO_4$ 。
- 三、填充题** (根据题意，填上正确的文字、符号或数值)  
 (本大题分 9 小题，每小题 3 分，共 27 分)
- 1、已知  $K_a^\ominus(HAc) = 1.75 \times 10^{-5}$ ,  $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} HCl$  溶液的  $c(H^+) = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} HAc$  溶液的  $c(H^+) = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- 2、 $CuI$  与  $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} KI$  溶液反应，生成    色的   ，再加入适量的水则生成    色的   。
- 3、 $Mn$  的价层电子构型为   ,  $Fe$  的价层电子构型为   ,  $Co$  的价层电子构型为   ,  $Ni$  的价层电子构型为   。
- 4、 $ds$  区元素中导电导热性最好的是   , 延展性最好的是   , 熔点最低的是   , 化学性质最活泼的是   。
- 5、某气相反应:  $2A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$  为元反应，实验测得当 A、B 的起始浓度分别为  $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时，反应速率为  $5.0 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，则该反应的速率方程式为   ，反应速率系数  $k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

No: 833-3

6、已知  $K_{\text{a},1}^{\ominus}(\text{H}_2\text{S}) = 1.32 \times 10^{-7}$ ,  $K_{\text{a},2}^{\ominus}(\text{H}_2\text{S}) = 7.10 \times 10^{-15}$ 。则  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{S}$  溶液的  $c(\text{OH}^-) = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7、写出满足下述条件的化学式(各写一个化学式)。

(1) 氧原子采用  $sp^3$  杂化轨道形成两个  $\sigma$  键,           ;

(2) 碳原子采用  $sp$  杂化轨道形成两个  $\sigma$  键,           ;

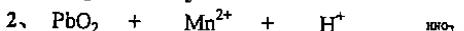
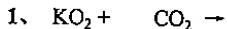
(3) 氮原子采用  $sp^3$  杂化轨道形成四个  $\sigma$  键,           ;

(4) 硼原子采用  $sp^3$  杂化轨道形成四个  $\sigma$  键,           。

8、已知  $\text{BeO}$  的熔点比  $\text{LiF}$  的熔点高, 这是因为离子电荷  $\text{Be}^{2+}$  比  $\text{Li}^+$  高, 离子半径  $r(\text{Be}^{2+})$  比  $r(\text{Li}^+)$        , 使  $\text{BeO}$  的晶格能必然比  $\text{LiF}$  的       , 所以  $\text{BeO}$  的熔点高于  $\text{LiF}$ 。

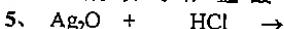
9、锂在空气中燃烧的主要产物是      和      , 它们与水作用的产物分别是      和      。

#### 四、配平题(完成并配平下列各反应方程式)(本大题分7小题, 每小题3分, 共21分)

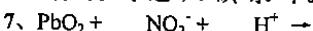


3、在高锰酸钾的酸性溶液中加入硫酸亚铁溶液。

4、铬酸钡与浓盐酸反应。



6、将氯气通入碘水中。



#### 五、根据题目要求, 解答下列各题(本大题共2小题, 总计12分)

1、(本小题6分)

书写热化学方程式应注意哪些问题? 并说明之。

2、(本小题6分)

试从以下几个方面简要比较  $\sigma$  键和  $\pi$  键:

(1) 原子轨道的重叠方式;

(2) 成键电子的电子云分布;

(3) 原子轨道的重叠程度;

(4) 常见成键原子轨道类型(各举一例)。

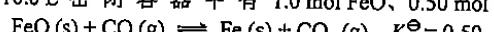
#### 六、计算题(本大题共4小题, 总计38分)

1、(本小题12分)

已知  $K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 6.3 \times 10^{-31}$ , 反应  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$  的标准平衡常数  $K^{\ominus} = 0.40$ 。(1) 计算  $\text{Cr}^{3+}$  沉淀完全时溶液的 pH 值; (2) 若将  $0.10 \text{ mol} \text{ Cr}(\text{OH})_3$  刚好溶解在  $1.0 \text{ L} \text{ NaOH}$  溶液中, 则  $\text{NaOH}$  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  $K_t^{\ominus}$ 。

2、(本小题6分)

在  $10.0 \text{ L}$  密闭容器中有  $1.0 \text{ mol} \text{ FeO}$ 、 $0.50 \text{ mol} \text{ CO}$  和  $0.10 \text{ mol} \text{ CO}_2$ 。于  $1273 \text{ K}$  时发生反应:



通过计算判断反应进行的方向以及平衡时  $\text{FeO}$  的转化率。

3、(本小题10分)

已知:  $E^{\ominus}(\text{Ag}^+ / \text{Ag}) = 0.799 \text{ V}$ ,  $K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{AgCl}) = 1.80 \times 10^{-10}$ 。若在半电池  $\text{Ag} | \text{Ag}^+ (1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$  中加入  $\text{KCl}$ , 生成  $\text{AgCl}$  沉淀后, 使得  $c(\text{Cl}^-) = 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则其电极电势将增加或降低多少? 如果生成  $\text{AgCl}$  沉淀后,  $c(\text{Cl}^-) = 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  则  $E(\text{Ag}^+ / \text{Ag})$ 、 $E(\text{AgCl} / \text{Ag})$  各为多少?

4、(本小题10分)

(1) 已知  $298 \text{ K}$  时,  $\Delta_f H_m^{\ominus}(\text{CaO}, \text{s}) = -635.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H_m^{\ominus}(\text{CO}_2, \text{g}) = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 反应  $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$  的  $\Delta_r H_m^{\ominus} = -178.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

(2) 已知  $298 \text{ K}$  时,  $\Delta_f H_m^{\ominus}(\text{CaC}_2, \text{s}) = -62.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,

反应  $\text{CaC}_2(\text{s}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  的  $\Delta_r H_m^{\ominus} = -1537.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

利用上述数据, 以两种方法计算  $\Delta_f H_m^{\ominus}(\text{CaCO}_3, \text{s})$ , 并加以比较。