

华南理工大学  
2014 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(试卷上做答无效, 请在答题纸上做答, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 无机化学

适用专业: 无机化学, 物理化学

共 5 页

一、选择题 (每小题只有一个正确答案, 多选无分。将正确答案的字母依次填写在答题纸上方有效。每题 1.5 分, 共 33 分。)

1. 金属 Ag 在下列哪一电对中可呈现出最强的还原性 ( )。

A)  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ ; B)  $\text{AgI}/\text{Ag}$ ; C)  $\text{AgCl}/\text{Ag}$ ; D)  $\text{AgBr}/\text{Ag}$

2. 下列叙述正确的是 ( )。

A)  $\text{HSO}_3\text{F}$  比  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的酸性强; B)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  比  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的酸性强;

C)  $\text{H}_5\text{IO}_6$  比  $\text{HIO}_3$  的酸性强; D)  $\text{H}_3\text{PO}_3$  比  $\text{H}_3\text{PO}_4$  的酸性强

3. 在一定的温度下, 向饱和  $\text{BaSO}_4$  溶液中加水, 下列叙述正确的是 ( )。

A)  $\text{BaSO}_4$  的溶解度,  $K_{\text{sp}}^\ominus$  均不变; B)  $\text{BaSO}_4$  的溶解度增大;

C)  $\text{BaSO}_4$  的溶解度,  $K_{\text{sp}}^\ominus$  均增大; D)  $\text{BaSO}_4$  的  $K_{\text{sp}}^\ominus$  均增大

4. 已知某氧化还原反应的  $\Delta_r G_m^\ominus$ 、 $K^\ominus$ 、 $E^\ominus$ , 下列对三者数据判断合理的是 ( )。

A)  $\Delta_r G_m^\ominus < 0$ ,  $K^\ominus > 0$ ,  $E^\ominus < 1$ ; B)  $\Delta_r G_m^\ominus > 0$ ,  $K^\ominus > 0$ ,  $E^\ominus > 1$ ;

C)  $\Delta_r G_m^\ominus < 0$ ,  $K^\ominus > 0$ ,  $E^\ominus > 1$ ; D)  $\Delta_r G_m^\ominus > 0$ ,  $K^\ominus < 0$ ,  $E^\ominus > 1$

5. 保险粉的化学式为 ( )。

A)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; B)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; C)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ; D)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

6. 水解产物为碱式盐的物质是 ( )。

A)  $\text{CCl}_4$ ; B)  $\text{NaH}$ ; C)  $\text{BCl}_3$ ; D)  $\text{SnCl}_2$

7. 不同的 d 电子构型的离子在八面体弱场中, 具有最大的晶体场稳定化能的是 ( )。

A)  $d^1$ ; B)  $d^2$ ; C)  $d^3$ ; D)  $d^4$

8. 在  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液中加入  $\text{AgNO}_3$  溶液后, 主要产物是 ( )。

A)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ; B)  $\text{AgOH}$ ; C)  $\text{Ag}_2\text{HPO}_4$ ; D)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

9. 有 50 mL 含  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  的溶液, 当向其中加入 50 mL 含  $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液时, 有红棕色沉淀生成, 此时溶液为 ( )。

A) 碱性; B) 酸性; C) 中性; D) 无法确定

10. 下列各组化合物中, 都有颜色的一组化合物是 ( )。

A)  $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SnCl}_4$ 、 $\text{PbO}$ ; B)  $\text{CCl}_4$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{HgI}_2$ ;

C)  $\text{SiC}$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{N}_2\text{O}_4$ ; D)  $\text{PbO}_2$ 、 $\text{PbI}_2$ 、 $\text{SnS}$

11. 下列各组自由离子的磁矩由小到大变化顺序正确的是 ( )。

A)  $\text{Cu}^{2+} < \text{Ni}^{2+} < \text{Co}^{2+}$ ; B)  $\text{Cr}^{2+} < \text{Fe}^{2+} < \text{Fe}^{3+}$ ; C)  $\text{Cr}^{2+} < \text{Mn}^{2+} < \text{V}^{2+}$ ; D)  $\text{Ti}^{2+} < \text{V}^{3+} < \text{Cr}^{2+}$

12. 将  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  醋酸与  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  等体积混合, 其 PH 值为 ( )。

A) 5.27; B) 8.73; C) 6.73; D) 10.49

13. 下列各组化合物中, 均难溶于水的是 ( )。

A)  $\text{BaCrO}_4$ 、 $\text{LiF}$ ; B)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; C)  $\text{MgSO}_4$ 、 $\text{BaSO}_4$ ; D)  $\text{SrCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$

14. 在酸性溶液中, 能共存的一组离子是 ( )。

A)  $\text{K}^+$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{MnO}_4^-$ ; B)  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ ;

C)  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{AsO}_4^{3-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ ; D)  $\text{K}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

15.  $\text{HgO}$  加热由黄色变成红色, 这是由于加热过程中 ( )。

A) 产生异构化作用; B) 分散度发生变化;

C) 加热增强了  $\text{Hg}^{2+}$  对  $\text{O}^{2-}$  的极化; D) 加热使晶体出现了缺陷

16. 下列提炼金属的方法, 不可行的是 ( )。

A)  $\text{Mg}$  还原  $\text{TiCl}_4$  制备  $\text{Ti}$ ; B) 热分解  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  制备  $\text{Cr}$ ;

C)  $\text{H}_2$  还原  $\text{WO}_3$  制备  $\text{W}$ ; D) 羰化法提纯  $\text{Ni}$

17. 第二周期元素同核双原子分子中有未成对电子的分子有 ( )。

A)  $\text{O}_2$  和  $\text{Be}_2$ ; B)  $\text{C}_2$  和  $\text{N}_2$ ; C)  $\text{B}_2$  和  $\text{O}_2$ ; D)  $\text{Be}_2$  和  $\text{C}_2$

18. 从  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Hg}_2^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  的混合溶液中分离出  $\text{Ag}^+$ , 可加入的试剂是 ( )。

A)  $\text{H}_2\text{S}$ ; B)  $\text{SnCl}_2$ ; C)  $\text{NaOH}$ ; D) 氨水

19. 金刚砂属于 ( )。

A) 离子型碳化物; B) 分子型碳化物; C) 原子性碳化物; D) 金属型碳化物

20. 过渡金属和许多非金属的共同点是 ( )。

A) 高的电负性; B) 许多化合物有颜色; C) 多种氧化态; D) 许多顺磁性化合物

21. 将下列电极反应中有关离子浓度减少一半, 而  $E^\ominus$  值增加的是 ( )。

A)  $\text{Ag}^+ + e \rightarrow \text{Ag}$ ; B)  $\text{Br}_2 + 2e \rightarrow 2\text{Br}^-$ ; C)  $2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2$ ; D)  $\text{Fe}^{3+} + e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$

22. 下列各对物质, 熔点高低对比, 正确的是 ( )。

A)  $\text{MgO} < \text{BaO}$ ; B)  $\text{KCl} < \text{NaCl}$ ; C)  $\text{FeCl}_2 < \text{FeCl}_3$ ; D)  $\text{BN} < \text{Mg}_3\text{N}_2$

## 二、填空题 (每个空格 1 分, 共 40 分)

1. 同离子效应能使难溶性电解质的\_\_\_\_\_，盐效应能使难溶性电解质的\_\_\_\_\_。往往后一种效应较前一种效应\_\_\_\_\_。

2. 对于反应  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , 当  $\text{NO}$  的浓度增加时, 反应速率\_\_\_\_\_; 当反应容器体积增大时, 反应速率\_\_\_\_\_; 当加入催化剂时, 反应速率\_\_\_\_\_。

3. 已知  $\text{M}^{3+}$  的 3d 轨道上有 3 个电子,  $\text{M}$  在元素周期表中位于\_\_\_\_\_周期\_\_\_\_\_族\_\_\_\_\_区, 它的最高氧化态为\_\_\_\_\_，对应的化合物有\_\_\_\_\_。

4. 按从大到小的顺序排列下列物质:

1) 按离子极化能力大小排列:  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ \_\_\_\_\_。

2) 按键的极性大小排列:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{Cl}_2$ \_\_\_\_\_。

5. 根据  $\text{BrO}_3^- \xrightarrow{0.505\text{V}} \text{BrO}^- \xrightarrow{0.335\text{V}} \text{Br} \xrightarrow{1.07\text{V}} \text{Br}^-$ , 能发生歧化反应的是 ( )。

6.  $\text{KMnO}_4$  做氧化剂时, 酸性条件下, 主要被还原为\_\_\_\_\_; 强碱性条件下, 主要被还原为\_\_\_\_\_; 中性条件下, 主要被还原为\_\_\_\_\_。

7. 已知:  $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$  的成对能为  $22000 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\Delta_o = 23500 \text{ cm}^{-1}$ , 它的有效磁矩是\_\_\_\_\_ B.M.

$\text{Co}^{3+}$ 采取\_\_\_\_\_杂化轨道成键。其  $t_{2g}$ ,  $e_g$  轨道的电子排布为\_\_\_\_\_。

8.  $\text{Cl}_2$  长时间通入含有  $\text{I}^-$  离子的碱性溶液中的反应式\_\_\_\_\_。

9. 既能溶解在硫化钠又能溶于多硫化物的难溶硫化物有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

10. As, Bi, Sb 的氧化物及其水合物中, 酸性最强的是\_\_\_\_\_; 碱性最强的是\_\_\_\_\_; 氧化性最强的是\_\_\_\_\_; 还原性最强的是\_\_\_\_\_。

11. 硼酸为\_\_\_\_\_元酸, 在水溶液中的电离方程式是\_\_\_\_\_。

12. 下列物质的保存方法: Na\_\_\_\_\_; Li\_\_\_\_\_。

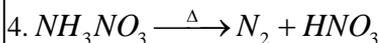
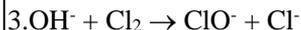
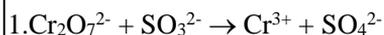
13.  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  为\_\_\_\_\_型分子, 其中心 Hg 离子以\_\_\_\_\_杂化轨道与  $\text{Cl}^-$  成键。

14.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  饱和溶液与浓硫酸混合, 即得到实验室常用的\_\_\_\_\_, 它的\_\_\_\_\_能力很强。

15. 在  $\text{FeCl}_3$  和  $\text{FeSO}_4$  溶液中加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 将分别产生\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_; 把后者放置在空气中, 最后会变成\_\_\_\_\_。

16.  $\text{CoCl}_2$  变色硅胶干燥时呈\_\_\_\_\_色, 吸水后变为\_\_\_\_\_色。

三、完成并配平下列反应式 (过程不写) (8 分)



四、问答题 (34 分)

1.  $\text{AlF}_3$  具有很高的熔点且难溶于有机溶剂中, 而  $\text{AlCl}_3$  的熔点较低, 且易溶于有机溶剂中。(4 分)

2. 大多数过渡金属的配合物有颜色, 而大多数  $\text{Zn}^{2+}$  离子的配合物是无色的? (7 分)

3. 为保护环境, 必须对含有  $\text{CN}^-$  离子的废水进行处理, 请设计两个不同原理的处理方案, 写出相关的化学或离子反应式。(4 分)

4. Mg 着火时, 既不能用水又不能用  $\text{CO}_2$  去扑灭? (4 分)

5.  $\text{CuCl}_2$  浓溶液中加入水时, 溶液的棕黄色经绿色变成蓝色。(4 分)

6. 用四个量子数来描述 Cr 原子价层电子构型上的电子。(5 分)

7. 已知配合物  $\text{MnF}_6^{4-}$  和  $\text{Mn}(\text{CN})_6^{4-}$  的磁矩为 6.1 和 1.82 B.M.。试推断: 1) 中心离子外层的电子排布和杂化类型; 2) 自旋状态; 3) 空间构型 (6 分)

### 五、计算题 (35 分)

1. 将 0.10 摩尔的  $\text{AgNO}_3$  溶于 1 升  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  中, 问 (1) 若再溶入 0.010 摩尔的  $\text{NaCl}$  时, 有无  $\text{AgCl}$  沉淀生成? (2) 如果用  $\text{NaBr}$  代替  $\text{NaCl}$ , 有无  $\text{AgBr}$  沉淀生成? (3) 如果用  $\text{KI}$  代替  $\text{NaCl}$ , 则最少需加入多少克  $\text{KI}$  时才有  $\text{AgI}$  沉淀析出?

(8 分) 已知:  $K_{\text{稳}}^{\ominus}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 1.6 \times 10^7$ ;  $K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{AgCl}) = 1.6 \times 10^{-10}$ ;  $K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{AgBr}) = 4.1 \times 10^{-13}$ ;  $K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{AgI}) = 1.5 \times 10^{-16}$ ;  $\text{KI}$  的分子量 166。

2.  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  以 1: 3 体积比密闭于容器中, 在某种催化剂的存在下, 于  $400^\circ\text{C}$ 、 $1.00 \times 10^6 \text{ Pa}$  时反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  达到平衡, 此时含  $\text{NH}_3$  的体积百分数为 4%, 试计算:

(1) 反应的平衡常数  $K^{\ominus}$ 。(7 分)

(2) 在此温度下要得到 5% 的  $\text{NH}_3$  时系统需要的总压力。(5 分)

3. 已知  $E^{\ominus}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34\text{V}$ ;  $E^{\ominus}(\text{O}_2/\text{OH}^-) = 0.401\text{V}$ ;  $K_{\text{不稳}}^{\ominus}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 4.8 \times 10^{-14}$ ;  $K_{\text{b}}^{\ominus}(\text{NH}_3) = 1.79 \times 10^{-5}$ 。试计算:

(1) 电对  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}/\text{Cu}$  的标准电极电势  $E^{\ominus}$ 。(7 分)

(2) 当  $p(\text{O}_2)$  为  $100\text{kPa}$  时, 电对  $\text{O}_2/\text{OH}^-$  在  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3$  水溶液中的电极电势  $E$ 。(6 分)

(3) 根据以上计算结果判断, 当  $p(\text{O}_2)$  为  $100\text{kPa}$  时, 金属铜在通氧的条件下, 能否溶于  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3$  水溶液中? 如能, 写出反应式。(2 分)