

华南理工大学
2010 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(请在答题纸上做答, 试卷上做答无效, 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 6 页

一、选择题(每小题只有一个正确答案, 多选无分。并且将正确答案的字母填入表格内方有效。每题 1 分, 共 34 分)

1. 下列化合物中氢键表现最强的是

- (A) NH_3 ; (B) H_2O ; (C) H_2S ; (D) HF

2. $[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ 具有几何异构体的数目是

- (A) 2; (B) 3; (C) 4; (D) 6

3. 下列属于极性分子的是

- (A) BCl_3 ; (B) PH_3 ; (C) NH_4^+ ; (D) BeCl_2

4. 已知: $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ $E^\ominus = 0.77 \text{ V}$

$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ $E^\ominus = 0.34 \text{ V}$

$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ $E^\ominus = -0.44 \text{ V}$

$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Al}$ $E^\ominus = -1.66 \text{ V}$

则最强的还原剂是

- (A) Al ; (B) Fe^{2+} (C) Fe ; (D) Cu

5. 核外某电子的角量子数 $l = 3$, 它的磁量子数 m 可能取值有

- (A) 1 个; (B) 3 个; (C) 5 个; (D) 7 个

6. 某金属离子生成的两种配合物的磁矩分别为 $\mu = 4.9 \text{ B. M.}$ 和 $\mu = 0 \text{ B. M.}$, 则该金属可能是

- (A) Fe^{2+} ; (B) Cr^{3+} ; (C) Mn^{2+} ; (D) Mn^{3+}

7. 已知: $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.77 \text{ V}$, $E^\ominus(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.06 \text{ V}$, $E^\ominus(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.15 \text{ V}$, $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$, $E^\ominus(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.78 \text{ V}$, 下列各组物质在标准状态下能够共存的是

- (A) Fe^{3+} , Cu ; (B) Fe^{3+} , Br_2 ; (C) Fe^{3+} , Sn^{2+} ; (D) Fe^{2+} , H_2O_2

8. $\text{pH} = 1.0$ 的硫酸溶液的摩尔浓度是

- (A) $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; (B) $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; (C) $0.09 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; (D) $0.05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

9. CO₂分子中，碳原子轨道采取的杂化方式是

- (A) sp; (B) sp²; (C) sp³ 等性杂化; (D) sp³ 不等性杂化

10. 关于原子轨道的描述，下列各点中正确的是

- (A) 原子轨道是电子的运动轨迹;
(B) 某一原子轨道是电子的一种空间运动状态，即波函数;
(C) 原子轨道表示电子在空间各点出现的几率;
(D) 原子轨道表示电子在空间各点出现的几率密度。

11. 玻尔的原子结构理论，一个很大的成就是

- (A) 证明了原子核外电子在圆形轨道上运动;
(B) 提出了计算原子光谱中谱线频率的公式;
(C) 解决了氢原子光谱和原子能级之间的关系;
(D) 应用了量子力学的概念和方法。

12. 已知: $K_{sp}^0(\text{AgSCN}) = 1.1 \times 10^{-12}$, $K_{sp}^0(\text{AgI}) = 1.5 \times 10^{-16}$, $K_{sp}^0(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.0 \times 10^{-11}$; 则上述难溶盐与其金属组成的电对的E⁰值大小顺序为

- (A) AgSCN > AgI > Ag₂CrO₄; (B) AgI > AgSCN > Ag₂CrO₄;
(C) Ag₂CrO₄ > AgSCN > AgI; (D) Ag₂CrO₄ > AgI > AgSCN

13. 有一原电池: Pt | Fe²⁺(1 mol·L⁻¹), Fe³⁺(1 mol·L⁻¹) || Ce⁴⁺(1 mol·L⁻¹), Ce³⁺(1 mol·L⁻¹) | Pt 则该电池的电池反应是

- (A) Ce³⁺ + Fe³⁺ = Ce⁴⁺ + Fe²⁺; (B) Ce⁴⁺ + Fe²⁺ = Ce³⁺ + Fe³⁺;
(C) Ce³⁺ + Fe²⁺ = Ce⁴⁺ + Fe; (D) Ce⁴⁺ + Fe³⁺ = Ce³⁺ + Fe²⁺

14. 下面的叙述中，正确的是

- (A) 溶度积大的化合物溶解度一定大;
(B) 向含有 AgCl 固体的溶液中加入适量的水使 AgCl 溶解又达平衡时，AgCl 溶度积不变，其溶解度也不变;
(C) 将难溶电解质放入纯水中，溶解达平衡时，电解质离子浓度的乘积就是该物质的溶度积;
(D) AgCl 水溶液的导电性很弱，所以 AgCl 为弱电解质。

15. 在多电子原子中，具有下列各组量子数的电子中能量最高的是

- (A) 3, 1, -1, $-\frac{1}{2}$; (B) 2, 1, +1, $-\frac{1}{2}$;
(C) 3, 1, 0, $-\frac{1}{2}$; (D) 3, 2, +1, $+\frac{1}{2}$ 。

16. 电对 $\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-$ 的 $E^\ominus = 1.45 \text{ V}$, 该值的确定是在
 (A) $\text{pH} = 1$; (B) $\text{pH} = 2$;
 (C) $\text{pH} = 0$; (D) $\text{pH} = 3$
17. 高锰酸钾在强碱性介质中其还原产物为
 (A) Mn^{2+} ; (B) MnO_2 ;
 (C) $\text{MnO}(\text{OH})_2$; (D) MnO_4^{2-}
18. 某放热反应在 $T = 800 \text{ K}$, 压力 p 下进行, 达平衡后产物的百分含量是 50%, 若反应在 $T = 200 \text{ K}$, 压力 p 下进行, 平衡时产物的百分含量将
 (A) 增大; (B) 减小;
 (C) 不变; (D) 不能确定
19. 下列物质中只需要克服色散力就能沸腾的是
 (A) H_2O ; (B) Br_2 (l);
 (C) NH_3 (l); (D) CHCl_3 (l)
20. 下面各系列哪一个是按电离能增加的顺序排列的
 (A) C、P、Se; (B) O、F、Ne;
 (C) B、Be、Li; (D) Li、Na、K
21. 判断 KCl 、 NaCl 、 CaO 、 BaO 四种离子晶体的熔点高低顺序
 (A) $\text{KCl} > \text{NaCl} > \text{BaO} > \text{CaO}$;
 (B) $\text{NaCl} > \text{KCl} > \text{CaO} > \text{BaO}$;
 (C) $\text{CaO} > \text{BaO} > \text{NaCl} > \text{KCl}$;
 (D) $\text{CaO} > \text{BaO} > \text{KCl} > \text{NaCl}$
22. 下列配合物具有顺磁性的是
 (A) $[\text{CoF}_6]^{3-}$; (B) $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$; (C) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$; (D) $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$
23. 下列试剂中能使 $\text{CaSO}_4(\text{s})$ 溶解度增大的是
 (A) CaCl_2 ; (B) Na_2SO_4 ; (C) KCl ; (D) H_2O
24. 下列各分子或离子中, 最稳定的是
 (A) N_2 ; (B) N_2^+ ; (C) N_2^- ; (D) N_2^{2-}
25. 下列的阳离子中, 能与 Cl^- 离子在溶液中生成白色沉淀, 加氨水时又将转成灰黑色的是
 (A) 铅(II); (B) 银(I); (C) 汞(I); (D) 锡(II)
26. 下列难溶于水的硫化物中, 不溶于硝酸仅能溶于王水的是
 (A) CuS ; (B) ZnS ; (C) MnS ; (D) HgS

27. 金刚石属于原子晶体，足球烯属于
(A) 离子晶体; (B) 分子晶体; (C) 原子晶体; (D) 金属晶体
28. Ag_2CrO_4 的 $K_{\text{sp}} = 9.0 \times 10^{-12}$ ，其饱和溶液中 Ag^+ 浓度为
(A) $4.2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; (B) $2.1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
(C) $2.6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; (D) $1.3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
29. 下列化合物中正离子的极化能力最大的是
(A) KCl; (B) ZnCl_2 ; (C) MgCl_2 ; (D) CaCl_2
30. 既有氧化性，又有还原性，但以氧化性为主的二元弱酸是
(A) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$; (B) H_2SO_3 ; (C) H_2S ; (D) H_2O_2
31. 下列分子中，具有顺磁性的是
(A) CuCl_2 ; (B) CuCl ; (C) Hg_2Cl_2 ; (D) HgCl_2
32. 已知 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 的 $K_{\text{稳}} = 2.1 \times 10^{13}$ ， $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 的 $K_{\text{稳}} = 1.1 \times 10^7$ 。在由 Cu^{2+}/Cu 和 Ag^+/Ag 组成的原电池的正负极中，加入一定量的氨水，达平衡后 $[\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}] = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则电池的电动势比未加氨水前将
(A) 变大; (B) 变小; (C) 不变; (D) 无法判断
33. 已知反应 $\text{NO}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) = \frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\theta = -373.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(放热反应)，若要提高有毒气体 NO 和 CO 的转化率，可采取的措施是
(A) 低温低压; (B) 高温低压; (C) 高温高压; (D) 低温高压。
34. 干燥 H_2S 气体，可选用的干燥剂是
(A) 浓 H_2SO_4 ; (B) KOH ; (C) P_2O_5 ; (D) CuSO_4

二、填空题 (每个空格 1 分，共 34 分)

- 若除去氢气中少量的 SO_2 、 H_2S 和水蒸汽，应将氢气先通过_____溶液，再通过_____。
- M^{3+} 离子 3d轨道上有 3 个电子，表示电子可能的运动状态的四个量子数是：
_____、_____、_____。
- 实验室里，常用的浓盐酸的浓度约为_____；浓硫酸的浓度约为_____。
- H_3PO_4 是_____元酸； H_3BO_3 是_____元酸。
- I_2 溶于 KI 溶液，由于_____。

6. 实验室里,常把白磷放在_____中保存;而金属钠应保存在_____;金属锂可以放在_____中。

7. 已知 823 K时反应 (1) $\text{CoO(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{Co(s)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ $K_{p1} = 67$

(2) $\text{CoO(s)} + \text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{Co(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ $K_{p2} = 490$

则反应 (3) $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ $K_{p3} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

8. 配合物中,中心离子以最外层的原子轨道(ns, sp, nd) 组成杂化轨道,和配位原子形成_____轨型配合物;中心离子以最外层的原子轨道((n-1)d, ns, sp) 组成杂化轨道,和配位原子形成_____轨型配合物。

9. 通过加入_____的化学方法来区别SnS 和SnS₂。

10. 在密闭和恒温条件下,增加反应 $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ 的总压,平衡将_____移动;增加反应 $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$ 的总压力,平衡将_____移动;增加反应 $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ 的总压力,平衡将_____移动。

11. 电极反应 $\text{Cl}_2\text{(g)} + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$ 的电极电势为 $E^\theta_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = 1.36\text{V}$, 电极反应

$\frac{1}{2}\text{Cl}_2\text{(g)} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^-$ 的电极电势 $E^\theta_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

12. 作干燥剂用的变色硅胶常浸有_____的水溶液,利用其因吸水而发生颜色变化,来显示硅胶的吸湿情况,脱水过程中,硅胶由_____色变为_____色。

13. Fe(OH)_2 、 Co(OH)_2 、 Ni(OH)_2 和 Cu(OH)_2 中,在空气中最不稳定的是_____。

14. 配合物 $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}$ 中,内界是_____;配体是_____;配位原子是_____;此配合物的名称为_____。

15. 已知电池: $\text{Ag, AgBr} | \text{Br}^-(1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}) || \text{Ag}^+(1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}) | \text{Ag}$
则(1) 电池正极反应为_____; (2) 电池负极反应为_____; (3) 电池反应为_____。

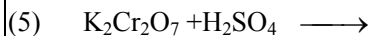
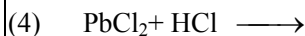
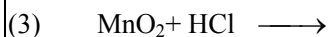
16. FeCl_3 的熔点,沸点低于 FeCl_2 原因是_____。

17. 在 Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} 中,易溶于过量氨水的是_____。

三、写出下列各反应的产物并配平方程式:(过程不写)。(10分)

(1) _____ + _____ \longrightarrow Mg_3N_2

(2) $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$



四、计算题 (共 4 题, 共 36 分)

1. 在 Ag^+/Ag 电对的溶液中加入 NaCl 溶液后, 使 Cl^- 的浓度为 $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 求 $E(\text{Ag}^+/\text{Ag})$ 的值。 ($K_{\text{sp}}^0(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$, $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.7996 \text{ V}$) (8 分)

2. 欲配制 500 mL , $\text{pH} = 5.00$ 、醋酸 (HAc) 浓度为 $0.20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的缓冲溶液, 问需要 $2.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HAc 溶液多少升? 应加 $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 固体多少克? ($K_{\text{HAc}}^0 = 1.76 \times 10^{-5}$) (6 分)

3. 在 $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ 溶液中加入固体 KI (忽略体积变化), 使 I^- 离子的浓度为 $2.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 问是否有 AgI 沉淀生成? 已知: $K_{\text{sp}}^0(\text{AgI}) = 8.3 \times 10^{-17}$, $K_{\text{不稳}}^0[\text{Ag}(\text{CN})_2^-] = 7.9 \times 10^{-22}$ 。(10 分)

4. 假定其它离子的浓度为 $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 气体的分压为 100 kPa , 欲利用下列反应制备氯气, 要求 HCl 的最低浓度是多少? 已知 $E^0(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.36 \text{ V}$, $E^0(\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}) = 1.23 \text{ V}$
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (12 分)

五、问答题 (共 25 分)

1. 写出下列化合物的几何构型及其对应用的杂化类型。(8 分)



2. AlCl_3 在空气中发烟。请简述原因, 并写出主要的化学方程式。(3 分)

3. O_2 分子是否具有磁性? 请用分子轨道理论解释。(4 分)

4. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 配离子的磁矩 $\mu = 1.78 \text{ B.M.}$, 请用杂化轨道理论说明其成键过程, 指出该配离子的空间构型、杂化类型、属于内轨型还是外轨型配离子, 并说明该配离子具有较强还原性的原因。(6 分)

5. 把含 I^- 和淀粉溶液加入到 Fe^{3+} 的溶液中, 出现蓝色。但在含 Fe^{3+} 的溶液中先加入 CN^- , 再加入 I^- 及淀粉的溶液, 则不出现蓝色。解释其现象, 并写出必要的反应方程式。(4 分)

六、推断题 (11 分)

某一化合物 A 溶于水得一浅蓝色溶液。在 A 溶液中加入 NaOH 可得蓝色沉淀 B 。 B 能溶于 HCl 溶液生成 A , 也能溶于氨水。 A 溶液中通入 H_2S , 有黑色沉淀 C 生成。 C 难溶于 HCl 溶液而易溶于热 HNO_3 中。 A 溶液中加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 无沉淀产生, 而加入 AgNO_3 溶液时, 有白色沉淀 D 生成。 D 溶于氨水。试判断 A 、 B 、 C 、 D 各是什么物质? 写出相关的反应方程式。