



2011 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

学科、专业名称：无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理

研究方向：

考试科目名称：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。

一、选择题（选择一个正确答案，每小题 3 分，20 题共 60 分）

1. 下列原子中第一电离能最大的是…………… ()
(A) Na (B) P (C) Si (D) S
2. O_2 分子中存在的共价键为…………… ()
(A) 只有 σ 键 (B) 只有 π 键
(C) 一个 σ 键和一个 π 键 (D) 二个 σ 键和一个 π 键
3. 下列各组离子中，既有较强的极化性又有较强的变形性的一组是…………… ()
(A) Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ (B) Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+}
(C) Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Hg^+ (D) Cl^- 、 Br^- 、 I^-
4. 下列哪一组数值是原子序数 19 的元素的价电子的四个量子数（依次为 n, l, m, m_s ）…… ()
(A) 1, 0, 0, $+1/2$ (B) 2, 1, 0, $+1/2$
(C) 3, 2, 1, $+1/2$ (D) 4, 0, 0, $+1/2$
5. 已知： $K_{sp}(AgSCN) = 1.1 \times 10^{-12}$ ， $K_{sp}(AgI) = 1.5 \times 10^{-16}$ ， $K_{sp}(Ag_2CrO_4) = 1.0 \times 10^{-11}$ ；
则上述难溶盐与其金属组成的电对的 φ^\ominus 值大小顺序为…………… ()
(A) $AgSCN > AgI > Ag_2CrO_4$ (B) $AgI > AgSCN > Ag_2CrO_4$
(C) $Ag_2CrO_4 > AgSCN > AgI$ (D) $Ag_2CrO_4 > AgI > AgSCN$
6. 对羟基苯甲醛比邻羟基苯甲醛的熔沸点高的原因是…………… ()
(A) 前者不能形成氢键，后者能形成氢键；
(B) 前者能形成氢键，后者不能形成氢键；
(C) 前者形成分子间氢键，后者形成分子内氢键；
(D) 前者形成分子内氢键，后者形成分子间氢键。
7. 抽真空可以使容器中的水在室温下沸腾，这是由于…………… ()
(A) 水的蒸气压增大 (B) 水的蒸发热减小
(C) 水的温度升高 (D) 压力降低使水的沸点降低
8. Cu_2O 和稀 H_2SO_4 反应，最后能生成…………… ()
(A) Cu_2SO_4 和 H_2O (B) $CuSO_4$ 和 H_2O
(C) $CuSO_4 + Cu + H_2O$ (D) $CuSO_4$

9. 为防止水在仪器中结冰, 可以加入甘油以降低凝固点, 如需冰点降至 271 K, 则在 100 g 水中应加甘油 ($M_{\text{甘油}}=92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $K_f=1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$) ()
- (A) 10 g (B) 120 g (C) 9.9 g (D) 2.0 g
10. 对于 NaClO 下列说法正确的是..... ()
- (A) 在碱液中不分解 (B) 在稀溶液中不能氧化非金属单质
(C) 可作为配合剂 (D) 能使淀粉-KI 溶液变蓝
11. 液态氟化氢不能用来电解制备氟是因为..... ()
- (A) 液态 HF 是电的不良导体 (B) 液态 HF 具有腐蚀性
(C) 液态 HF 酸是弱酸 (D) HF 分子间存在氢键
12. 某温度时, 反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) = 2\text{HBr}(\text{g})$ 的 $K^\ominus = 4 \times 10^{-2}$, 则反应
 $\text{HBr}(\text{g}) = \frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{Br}_2(\text{g})$ 的 K^\ominus 等于..... ()
- (A) $\frac{1}{4 \times 10^{-2}}$ (B) $\frac{1}{\sqrt{4 \times 10^{-2}}}$ (C) 4×10^{-2} (D) $\sqrt{4 \times 10^{-2}}$
13. 将 H_2O_2 加入 H_2SO_4 酸化的高锰酸钾溶液中, H_2O_2 起什么作用 ()
- (A) 氧化剂作用 (B) 还原剂作用
(C) 还原 H_2SO_4 (D) 分解成氢和氧
14. 下列物质酸性大小排列顺序正确的是 ()
- (A) $\text{HN}_3 > \text{HNO}_2 > \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 > \text{H}_3\text{PO}_4$ (B) $\text{HNO}_2 > \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 > \text{HN}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$
(C) $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HNO}_2 > \text{HN}_3$ (D) $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HN}_3 > \text{HNO}_2 > \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
15. 能共存于酸性溶液中的一组离子是 ()
- (A) K^+ , I^- , SO_4^{2-} , MnO_4^- (B) Na^+ , Zn^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^-
(C) Ag^+ , AsO_4^{3-} , S^{2-} , SO_3^{2-} (D) K^+ , S^{2-} , SO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
16. 向 $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$ 溶液中加入足量 AgNO_3 时, 被沉淀的 Cl^- 的个数是 ()
- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
17. 下列量子数组合 ψ , 不能作为薛定谔方程合理解的一组是 ()
- | | n | l | m |
|-----|-----|-----|-----|
| (A) | 5 | 3 | -3 |
| (B) | 3 | 2 | 0 |
| (C) | 4 | 4 | 2 |
| (D) | 2 | 1 | -1 |
18. 化学反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{COCl}_2(\text{g})$, 实验测得速率方程为 $v = k (\text{Cl}_2)^n (\text{CO})$, 当维持温度和 CO 的浓度不变时, Cl_2 浓度增大到 3 倍, 反应速率是原来的 5.2 倍, 则反应对 Cl_2 的级数 n 为 ()
- (A) 1 (B) 1.5 (C) 2 (D) 3
19. BaF_2 在 $0.40 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ NaF 溶液中的溶解度为..... ()
($K_{\text{sp}}(\text{BaF}_2) = 2.4 \times 10^{-5}$, 忽略 F^- 水解)
- (A) $1.5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ (B) $6.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
(C) $3.8 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ (D) $9.6 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
20. 按晶体场理论, 在八面体场中因场强不同有可能产生高自旋和低自旋的电子构型是 ()
- (A) d^1 (B) d^3 (C) d^5 (D) d^8

二、填空题 (共 13 题, 每空 1 分, 共 30 分)

- 在液态时, 每个 HF 分子可形成_____个氢键, 每个 H₂O 分子可形成_____个氢键。
- 反应 $2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ 在 298 K 时, $\Delta_r H_m^\ominus$ 为 $164.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应的 $\Delta_r U_m^\ominus =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- CO₂ 的几何构型为_____, NH₄⁺ 几何构型为_____。
- 将下列各组离子的水解性质进行对比:
 - 在 Fe³⁺、Cu²⁺、Ti⁴⁺、Ag⁺ 之中, 水解性最强的是_____, 最弱的是_____。
 - 在 S²⁻、HPO₄²⁻、NO₃⁻、SO₃²⁻ 之中, 水解性最强的是_____, 最弱的是_____。
- 将 $\text{Ni} + 2\text{Ag}^+ = 2\text{Ag} + \text{Ni}^{2+}$ 氧化还原反应设计为一个原电池。则电池的负极半反应为_____。
已知 $\varphi^\ominus(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0.25 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.80 \text{ V}$, 则原电池的电动势 E^\ominus 为_____, $\Delta_r G_m^\ominus$ 为_____, 该氧化还原反应的平衡常数为_____。
- 已知 823 K 时反应 (1) $\text{CoO}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Co}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $K_{p1} = 67$
(2) $\text{CoO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Co}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $K_{p2} = 490$
则反应 (3) $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $K_{p3} =$ _____。
- 25℃, KNO₃ 在水中的溶解度是 $6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 若将 1 mol 固体 KNO₃ 置于水中, 则 KNO₃ 变成盐溶液过程的 ΔG 的符号为_____, ΔS 的符号为_____。
- 实验室存放下列物质的方法分别是:

(A) 氟化铵_____	(B) 五氧化二磷_____
(C) 白磷_____	(D) 金属钠_____
- 有下列几种物种: I⁻、NH₃·H₂O、CN⁻ 和 S²⁻;
 - 当_____存在时, Ag⁺ 的氧化能力最强;
 - 当_____存在时, Ag 的还原能力最强。
 ($K_{sp}(\text{AgI}) = 8.51 \times 10^{-17}$, $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{S}) = 6.69 \times 10^{-50}$, $K_{\text{稳}}(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+) = 1.1 \times 10^7$,
 $K_{\text{稳}}(\text{Ag}(\text{CN})_2^-) = 1.3 \times 10^{21}$)
- 离子的结构特征一般包括 (1) 离子电荷; (2) _____; (3) _____三个方面。
- 四异硫氰根合钴(II)酸钾和二氯化亚硝酸根·三氨·二水合钴(III)两者的结构简式分别为_____和_____。
- 在立方体心的金属钾晶体中, 每个单位晶胞所含的平均粒子数为_____, 在立方面心的金属铜晶体中, 每个单位晶胞所含的平均粒子数为_____。
- 已知: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_x$ 呈抗磁性, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_y$ 呈顺磁性, 则 $x =$ _____, $y =$ _____。

三、计算题 (共 3 题, 每题 12 分, 共 36 分)

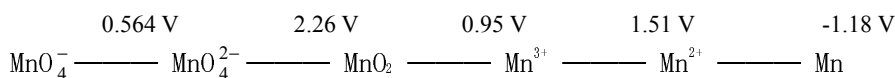
1. (12 分) 298K、标准压力时, 金刚石和石墨有下列的一些数据:

	石墨	金刚石
$S_m^\ominus / J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$	5.7	2.4
燃烧热 $\Delta_r H_m^\ominus / kJ \cdot mol^{-1}$	-393.4	-395.3

- (1) 在标准状况下, 石墨转变为金刚石的 $\Delta_r G_m^\ominus$;
- (2) 判断在常温常压下哪一种晶型稳定;
- (3) 能否用升高温度的方法使石墨转化为金刚石? 为什么?

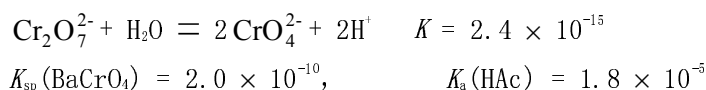
2. (12 分)

已知 $[H^+] = 1.0 \text{ mol} \cdot dm^{-3}$ 时, 锰的元素电位图 (ϕ^\ominus / V):



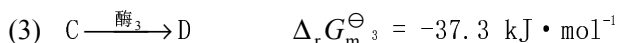
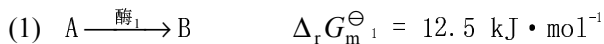
- (1) 指出哪些物质在酸性溶液中会发生歧化反应;
- (2) 求 $\phi^\ominus (MnO_4^- / Mn^{2+})$;
- (3) 写出用电对 Mn^{2+} / Mn 与标准氢电极组成原电池的电池符号及该电池的自发反应的方程式。

3. (12 分) 请根据以下数据讨论 $BaCrO_4$ 在 $HAc (2.0 \text{ mol} \cdot dm^{-3}) - NaAc (2.0 \text{ mol} \cdot dm^{-3})$ 溶液中的溶解情况。



四、问答题 (共 4 题, 每题 6 分, 共 24 分)

1. $Mg(OH)_2$ 溶于 NH_4Cl 溶液而不溶于 $NaOH$ 溶液, 请解释。
2. N_2 的键能比 N_2^+ 键能大, 而 O_2 的键能比 O_2^+ 键能小, 试用分子轨道法解释。
3. $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$ 为放热反应, 达平衡后,
 - (1) 能使 A 的转化率增大, B 的转化率减小的措施是什么?
 - (2) 能使 A 和 B 的转化率均增大的措施是哪些?
 - (3) 从逆反应角度看, C 转化率增大, 而 A 和 B 浓度降低的措施是什么?
4. 以下是 3 个需要酶催化的反应:



若原始混合物中含有 A、酶₁和酶₂, 在不太长的时间内, 体系中是否会有 D 存在?