

华东师范大学 2005 年攻读硕士学位研究生入学试题

共 4 页

考试科目：普通化学原理（总分 150 分，限 3 小时完成，可携带计算器）

招生专业：无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、高分子化学与物理、课程与教学论（化学）

考生注意：

无论以下试题中是否有答题位置，均应将答案做在考场另发的答题纸上（写明题号）。

一、单项选择题（每小题 2 分，共 24 分）

- 在 $A+B \rightarrow C+D$ 的反应中， $\Delta_r H_m^\theta < 0$ ，一般说升高温度（ ）
 A. 仅使逆反应速率增大 B. 仅使正反应速率增大
 C. 对正、逆反应速率均无影响 D. 使正、逆反应速率均增大
- 分别在四杯 100mL 水中加入 5g 乙二酸、甘油、季戊四醇、蔗糖，形成四种溶液，则这四种溶液的凝固点（ ）
 A. 甘油最低 B. 蔗糖最低
 C. 乙二酸最低 D. 季戊四醇最低
- 量子力学中的原子轨道是指（ ）
 A. 电子云 B. 电子出现的几率密度
 C. 原子中电子运动波函数 D. 原子中电子出现的几率
- 理论上，多电子原子中原子轨道的能量取决于（ ）
 A. 主量子数 n B. n 和角量子数 l
 C. n 、 l 和磁量子数 m D. n 、 l 、 m 及自旋量子数 m_s
- 恒温下，下列反应中熵变最大的是（ ）
 A. $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$
 B. $\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 C. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$
 D. $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$
- 恒温恒压下，化学反应自发进行的必要条件是（ ）
 A. $\Delta_r S_m^\theta > 0$ B. $\Delta_r H_m^\theta < 0$
 C. $\Delta_r H_m^\theta > T\Delta_r S_m^\theta$ D. $\Delta_r H_m^\theta < T\Delta_r S_m^\theta$
- 下列电极反应，其它条件不变时，将有关离子浓度减半，电极电势增大的是（ ）
 A. $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ B. $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$
 C. $\text{I}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{I}^-$ D. $\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- = \text{Sn}^{2+}$
- 已知 Cu 为 29 号元素，试推测 Cu(II) 在与氨形成配合物时其配位数，杂化类型和空间构型为（ ）
 A. 4, sp^3 杂化，正四面体 B. 4, dsp^2 杂化，平面正方形
 C. 6, sp^2d^3 杂化，八面体 D. 4, spd^2 杂化，平面正方形
- 下列哪一个反应的 K_c 和 K_p 的数值相等（ ）
 A. $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$
 B. $2\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HF}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
 C. $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 D. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = 2\text{HI}(\text{g})$

10. 反应为: $\text{PbSO}_4 + \text{Zn} = \text{Zn}^{2+}(0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}(0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$ 的原电池符号的正确表示为 ()
- A. $(-)\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}(0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) || \text{SO}_4^{2-}(0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) | \text{PbSO}_4(\text{s}), \text{Pb}(+)$
- B. $(-)\text{Pt} | \text{SO}_4^{2-}(0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) | \text{PbSO}_4 || \text{Zn}^{2+}(0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) | \text{Zn}(+)$
- C. $(-)\text{Zn}^{2+} | \text{Zn}^{2+} || \text{SO}_4^{2-} | \text{PbSO}_4 | \text{Pt}(+)$
- D. $(-)\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}(0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) | \text{SO}_4^{2-}(0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) | \text{PbSO}_4(\text{s}) | \text{Pt}(+)$
11. 308K 时, 水的 K_w 是 2.09×10^{-14} , 此时, $C(\text{H}_3\text{O}^+) = 1.0 \times 10^{-7}$ 的水溶液是 ()
- A. 酸性 B. 中性 C. 碱性 D. 无法确定
12. 在 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\text{Ag}(\text{CN})_2^-$) 溶液中, 加入固体 KCl , 使 Cl^- 的浓度为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 可发生下列何种现象 ()
- ($K_{sp}\text{AgCl} = 1.56 \times 10^{-10}$, $K_{\text{不稳}}[\text{Ag}(\text{CN})_2] = 1 \times 10^{-21}$)
- A. 有沉淀生成 B. 有气体生成
- C. 无沉淀生成 D. 先有沉淀然后消失

二、填空题 (1~8 每小题 3 分, 9~14 每小题 5 分, 共 54 分)

1. 2004 年 10 月 6 日, 瑞典皇家科学院宣布, 将本年度诺贝尔化学奖授予以色列、美国等 3 位科学家, 以表彰他们在 () 方面做出的开创性贡献。
2. 光化学烟雾的主要起始物包括 () 等, 其生成物有 ()。
3. CO_2 , SiO_2 , Na_2O , Ca 的晶体类型分别是 ()、()、()、(), 熔点最高的是 (), 熔点最低的是 ()。
4. Paul T. Anastas 首次提出绿色化学的 12 条原则, 其核心是 ()。
5. 有一弱酸 HR , 在 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液中有 2% 电离, 则该酸在 $0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 溶液中的电离度为 _____。
6. 已知: $\text{Au}^+ + \text{e} = \text{Au}$ $E^\circ = 1.68\text{V}$, 则推算下列电对: $\text{Au}(\text{CN})_2^+ + \text{e} = \text{Au} + 2\text{CN}^-$ 的 E° 为 ($K_{\text{不稳}}[\text{Au}(\text{CN})_2] = 2 \times 10^{-21}$) _____。
7. 铜锌原电池的标准电池电动势 $\varepsilon^\circ = 1.11\text{V}$, 现有一铜锌原电池的电动势 ε 为 1.17V , 则 Cu^{2+} 与 Zn^{2+} 浓度比为 _____。
8. 下列核素各属于哪个放射系?
- ^{207}Pb _____
- ^{213}Bi _____
- ^{234}Th _____
9. 根据分子轨道理论, 下列分子或离子中可能存在是 ()。
- Li_2 , Be_2 , Ne_2^+ , Ne_2 , H_2^+
10. 指出 $\text{OH}-\overset{1}{\text{CH}_2}-\overset{2}{\text{C}}(\text{O})-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{4}{\text{CN}}$ 分子中碳原子的轨道杂化类型
- ^1C : () ^2C : () ^3C : () ^4C : (); 分子中共有 () 个 σ 键 () 个 π 键。
11. 煤的气化新技术是由下列反应组合, 由碳和水反应成甲烷, 已知:
- (1) $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$ $\Delta_r H_{m,1}^\circ = 131.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- (2) $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta_r H_{m,2}^\circ = -41.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- (3) $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta_r H_{m,3}^\circ = -206.2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- 则反应 $2\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\circ$ 为 () $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。
12. 303K、 $7.97 \times 10^4 \text{ Pa}$ 时, 由氯酸钾分解, 排水集气法制取氧气。欲收集到 1.50L 氧气, 需 _____ 克氯酸钾分解。 ($M(\text{KClO}_3) = 122.6$)

13. 1911 年居里夫人制备了第一个国际标准镭源 ^{226}Ra 16.74mg, 到 2004 年底, 此镭源还含有 _____ 毫克 ^{226}Ra , 衰变常数 λ 为 _____。(^{226}Ra 的 $t_{1/2}=1602\text{a}$)

14. 某城市空气的体积百分组成为 N_2 : 76.2%, O_2 : 17.1%, H_2O : 3.2%, CO_2 : 3.5%, 则该气体的平均分子量为 _____, CO_2 的分压为 _____。

三、简答题 (每小题 4 分, 共 32 分)

1. (1) 用原子轨道符号表示量子数:

$$n=5, l=2, m=0$$

(2) 下列各套量子数那些不可能存在?

$$3, 2, 2, 1/2; 1, 0, 0, 0; 2, -1, 0, 1/2$$

(3) 如果存在, 以下各亚层包含几个轨道?

$$3f; 5d; 2s$$

(4) 1999 年确定的第 118 号元素属于第几周期、第几族?

2. 两种化合物具有相同的化学式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ (气态下电子衍射法测定), 化合物 A 中碳氧距离为 143pm (恰为碳和氧单键共价半径之和), 化合物 B 中为 124pm, 如何推断二化合物的结构?

3. (1) 运用价层电子对互斥理论推测下列分子的空间构型属于三角锥形的是()

$$\textcircled{1} \text{SO}_3 \quad \textcircled{2} \text{XeF}_4 \quad \textcircled{3} \text{PH}_3 \quad \textcircled{4} \text{CO}_3^{2-}$$

(2) 用杂化轨道理论推测下列分子构型为直线型的是()

$$\textcircled{1} \text{HgCl}_2 \quad \textcircled{2} \text{GeH}_4 \quad \textcircled{3} \text{CS}_2 \quad \textcircled{4} \text{H}_2\text{Te} \quad \textcircled{5} \text{SbH}_3$$

4. 徐光宪先生认为: “数理、化学、生物四门传统学科在 20 世纪都取得了辉煌成就, 它们分别处于领头、中心、朝阳科学的地位, 都是非常重要的。”您如何理解化学学科是中心学科的含义?

5. 为什么 MgNH_4PO_4 在 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 中的溶解度比在纯水中小, 而它在 NH_4Cl 溶液中的溶解度比在纯水中大?

6. 一配合物组成为 $\text{CoCl}_3(\text{en})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 摩尔质量为 $303.5 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 取 83.5mg 溶于水, 再倾入氢型阳离子交换柱中, 交换出的酸需 $0.05 \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 NaOH 11.0mL 才能中和, 试写出配合物的化学式。

7. 反应 $2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H^\circ = 114.4 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应达到平衡后, 进行下列左边的操作对中间所列的数值有何影响? 用“↑”(增大)或“↓”(减小)或“—”(不变)填入下表最右边一列。

操作	数值	变化情况
加 O_2	$n(\text{H}_2\text{O})$	
加 O_2	$n(\text{O}_2)$	
加 N_2	$n(\text{HCl})$	
缩小容器体积	P_{O_2}	
缩小容器体积	P_{Cl_2}	
升高温度	K°	
升高温度	P_{HCl}	
加催化剂	K°	

8. 某试剂厂制备化学试剂醋酸锰 $[\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ 时, 为了除去溶液中的 Fe^{3+} , 需控制 pH 在什么范围为好? ($K_{\text{sp}}\text{Fe}(\text{OH})_3 = 1.1 \times 10^{-36}$, $K_{\text{sp}}\text{Mn}(\text{OH})_2 = 4.0 \times 10^{-14}$) 为什么?

四、计算题 (每小题 10 分, 共 40 分)

1. 某温度时, 反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g})$ 的速率测定数据如下:

	A 物质浓度 $C(\text{A})/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	B 物质浓度 $C(\text{B})/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	生成 C 物质的速率 $v/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
1	0.20	0.20	3.0×10^{-4}
2	0.60	0.60	8.1×10^{-3}
3	0.60	0.20	9.0×10^{-4}

- (1) 确定该反应的速率方程式, 指出反应级数;
- (2) 确定该反应的速率常数 k 值;
- (3) 如果反应容器的体积减少一半, 对 k 有何影响?
- (4) 该反应是否基元反应?
- (5) 计算 $C(\text{A}) = C(\text{B}) = 0.50 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的反应速率。

2. 已知 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的摩尔蒸发焓为 $40.67 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 试计算:

- (1) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 在 363.15K 时的饱和蒸气压;
- (2) 在海拔为 4500m 的西藏高原上, 大气压力只有 57300Pa , 试计算那里水的沸点。

3. 已知: $0.010 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaNO}_2$ 溶液的氢离子浓度为 $2.1 \times 10^{-8} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 计算: (1) NaNO_2 的水解常数, (2) HNO_2 的电离常数。

4. 从手册上查到在 25°C 时, $[\text{NaClO}_4] = 4.5 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 条件下, $\text{Cd}(\text{II})\text{-Cl}^-$ 体系的逐级稳定常数 $K_1 = 20.9$, $K_2 = 7.94$, $K_3 = 1.23$, $K_4 = 0.355$ 。试计算 $[\text{HCl}] = 1.00 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $[\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2] = 0.010 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中, Cd^{2+} 、 CdCl^+ 、 CdCl_2 、 CdCl_3^- 、 CdCl_4^{2-} 的浓度各为多少?