

长沙理工大学

2019 年硕士研究生入学考试试题

考试科目： 无机化学

考试科目代码： 833

注意：所有答案（含选择题、判断题、作图题等）一律答在答题纸上；写在试题纸上或其他地点一律不给分。作图题可以在原试题图上作答，然后将图撕下来贴在答题纸上相应位置。

一：选择题（每小题 2 分，共 30 分）

1. 在 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 反应式中，配平后各物种的化学计量数从左至右依次为.....()
(A) 1, 3, 14, 2, 3/2, 7 (B) 2, 6, 28, 4, 3, 14
(C) 1, 6, 14, 2, 3, 7 (D) 2, 3, 28, 4, 3/2, 14
2. 已知 $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})=0.77\text{V}$, $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})=-0.44\text{V}$, 则 $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe})$ 的值为()
(A) -0.037V (B) $+0.55\text{V}$ (C) $+0.40\text{V}$ (D) $+1.65\text{V}$
3. 下列各组中正确表示了两对物质还原性强弱的是()
(A) $\text{Cu}^+ < \text{CuCl}$, $\text{Pb}^{2+} < \text{Sn}^{2+}$ (B) $\text{Cu}^+ > \text{CuCl}$, $\text{Pb}^{2+} < \text{Sn}^{2+}$
(C) $\text{Cu}^+ < \text{CuCl}$, $\text{Pb}^{2+} > \text{Sn}^{2+}$ (D) $\text{Cu}^+ > \text{CuCl}$, $\text{Pb}^{2+} > \text{Sn}^{2+}$
4. 下列各含氧酸中，三元酸是.....()
(A) H_3PO_4 (B) H_3PO_2 (C) H_3PO_3 (D) H_3BO_3
5. 下列电池中不属于电化学电源的是()
(A) 燃料电池 (B) 硅电池 (C) 铅蓄电池 (D) 干电池
6. 铜的氧化物和酸反应生成硫酸铜和铜，这氧化物和酸分别是.....()
(A) 铜的黑色氧化物和亚硫酸 (B) 铜的红色氧化物和过二硫酸
(C) 铜的红色氧化物和稀硫酸 (D) 铜的黑色氧化物和稀硫酸
7. 下列气体中能用氯化钯 (PdCl_2) 稀溶液检验的是.....()
(A) Ne (B) CO_2 (C) CO (D) Cl_2
8. 在强酸介质中，五价钒的主要存在形式为.....()
(A) V^{5+} (B) VO_3^+ (C) VO^{2+} (D) V_2O_5
9. 将过量 SiF_4 通入 NaOH 溶液中，主要产物是.....()
(A) H_4SiO_4 , NaF (B) Na_2SiO_3 , NaF
(C) Na_2SiO_3 , Na_2SiF_6 (D) SiO_2 , HF

10. 下列分子中, 中心原子采取不等性 sp^3 杂化的是..... ()
 (A) BF_3 (B) BCl_3 (C) OF_2 (D) $SiCl_4$
11. 用价层电子对互斥理论判断, 下列分子或离子中, 空间构型为平面正方形的是 ()
 (A) CCl_4 (B) SiF_4 (C) NH_4^+ (D) ICl_4^-
12. 下列分子中, 键和分子均具有极性的是..... ()
 (A) Cl_2 (B) BF_3 (C) CO_2 (D) NH_3
13. 下列各组量子数中, 合理的一组是 ()
 (A) $n=3, l=1, m=+1, m=+1/2$ (B) $n=4, l=5, m=-1, m=+1/2$
 (C) $n=3, l=3, m=+1, m=-1/2$ (D) $n=4, l=2, m=+3, m=1/2$
14. 已知在 $0^\circ C$ 时 $NaCl$ 在水中的溶解度为 $36 g/100 g$ 水。问下列哪种质量百分浓度的 $NaCl$ 是无法配制的
 ()
 (A) 10% (B) 20%
 (C) 30% (D) 上述三种溶液都能配制
15. 下列几种溶液的浓度表示法与溶液所处温度无关的是..... ()
 (A) 波美度 (B) 物质的量浓度
 (C) 体积百分浓度 (D) 摩尔分数

二: 填空题 (每小空 2 分, 共 20 分)

1. $25^\circ C$ 时, 在 $30.0 dm^3$ 容器中装有混合气体, 其总压力为 $600 kPa$, 若组分气体 A 为 $3.00 mol$, 则: A 的分压 $P_A =$ _____。 A 的分体积 $V_A =$ _____。
2. 一瓶 HNO_3 溶液的标签上写有: HNO_3 分子量: 63.0 , 密度: $1.42 g \cdot cm^{-3}$, 质量分数: 70.0% , 则此溶液的物质的量浓度为 _____。
3. 反应 $2O_3(g) = 3O_2(g)$ 的活化能为 $117 kJ \cdot mol^{-1}$, O_3 的 $\Delta_f H_m^\theta$ 为 $142 kJ \cdot mol^{-1}$, 则该反应的反应热为 _____, 逆反应的活化能为 _____。
4. 二氯化亚硝酸根·三氨·二水合钴(III)的化学式是 _____。
5. 室温下往含 Ag^+ , Hg_2^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} 的可溶性盐中各加入过量的 $NaOH$ 液, 主要产物分别为 _____, _____, _____, _____。

三: 简答题 (每小题 8 分, 共 40 分)

1. 写出下列离子中心原子所采用的杂化轨道: PF_4^+ 、 NO_2^+ 、 NO_3^- 、 AlF_6^{3-} 、 IF_6^+ 。

2. 什么是“镧系收缩”? “镧系收缩”对元素的性质产生哪些影响?

3. 已知某稀有气体的最外层电子排布为 $4s^2 4p^6$, 在同周期中有 A, B, C, D 四种元素的原子, 最外层电子数分别为 2, 2, 1, 5; A 次外层电子数为 8, D 的次外层电子数为 18, B 的次外层 $l=2$ 的轨道具有半充满结构, 而 C 的次外层 $l=2$ 的轨道全充满, 问 A, B, C, D 是哪些元素?

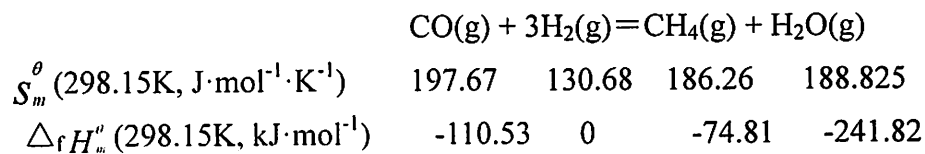
4. $BaCl_2$ 溶液中所含少量的 Fe^{3+} , 可借加 $BaCO_3$ 固体而除去。为什么?

5. $BaCrO_4$ 和 $BaSO_4$ 的溶度积相近, 为什么 $BaCrO_4$ 能溶于强酸, 而 $BaSO_4$ 却不能溶于强酸?

四: 综述题 (每小题 12 分, 共 60 分)

1. 已知 $E^\ominus(Au^+/Au) = 1.83 V$, $K_f^\ominus([Au(CN)_2]^-) = 1.99 \times 10^{38}$, 计算 $E^\ominus([Au(CN)_2]^-/Au)$

2. 计算利用水煤气制取合成天然气的下列反应在 523K 时 (近似) 的 K^\ominus (需要用到的有关数据附列如下):



3. 已知 $E^\ominus(Ag^+/Ag) = 0.80 V$, $E^\ominus(Ni^{2+}/Ni) = -0.23 V$. 电池为:



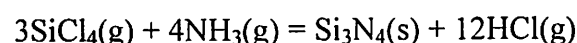
(1) 写出该电池的电池反应和电极反应。

(2) 求该电池的电动势, 并判断该反应能否自发进行。

(3) 计算反应的平衡常数。

4. 已知某溶液中含有 $[Cl^-] = 0.01 mol \cdot L^{-1}$, $[CrO_4^{2-}] = 0.0010 mol \cdot L^{-1}$, $K_{sp}^\ominus(AgCl) = 1.56 \times 10^{-11}$, $K_{sp}^\ominus(Ag_2CrO_4) = 9.0 \times 10^{-12}$, 往溶液中加入 $AgNO_3$ 溶液至 Ag_2CrO_4 开始沉淀为止, 此时溶液中的 Cl^- 浓度为多少? (假定溶液总体积为 1 升)

5. 新型耐磨的 Si_3N_4 高温陶瓷刀具材料, 可用超细 Si_3N_4 粉高温压制而成。用 CVD (化学气相沉积) 法制备 Si_3N_4 超细粉的反应及有关热力学数据如下:



	SiCl ₄ (g)	NH ₃ (g)	Si ₃ N ₄ (s)	HCl(g)
$\Delta_r G_m^\ominus (298.15 \text{ K})$ /kJ·mol ⁻¹	-569.9	-16.64	-642.7	-95.27
$S_m^\ominus (298.15 \text{ K})$ /J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹	331	192.5	101.3	186.7

- (1)通过计算说明此反应 在 298.15 K 及标准条件下, 能否自发进行?
- (2)计算此反应 在 298.15 K 下的标准平衡常数 K^\ominus 。
- (3)解释提高温度是否有利于提高 SiCl₄ 的利用率。