

华中科技大学

二〇〇二年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: _____ 无机化学 _____

适用专业: _____ 化学系各专业 _____

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

一、选择题 (在下列各题中, 选择出符合题意的答案, 将其代号填入括号内) (每小题2分, 30分)

1、已知反应 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$, 若有 4.00 mol HNO_3 被还原, 则产生的 NO_2 气体在 273°C 、 202 kPa 下所占的体积为..... ()。

(A) 22.4 L; (B) 44.9 L; (C) 89.9 L; (D) 180 L。

2、已知 298 K 时, $\text{MnO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{MnO}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus(1) = 134.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{Mn}(\text{s}) \rightarrow 2\text{MnO}(\text{s})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus(2) = -250.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\Delta_r H_m^\ominus(\text{MnO}_2, \text{s})$ 为..... ()。

(A) $-385.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (B) $385.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

(C) $-520.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (D) $520.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

3、已知在 1123 K 时, 反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ $K_1^\ominus = 1.3 \times 10^{14}$

$\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$ $K_2^\ominus = 6.0 \times 10^{-3}$

则反应 $2\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{Cl}_2(\text{g})$ 的 $K^\ominus =$ ()。

(A) 4.8×10^9 ; (B) 2.1×10^{-10} ; (C) 3.6×10^{-5} ; (D) 1.3×10^{-12} 。

4、在 21.8°C 时, 反应 $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 的标准平衡常数 $K^{\ominus} = 0.070$, 平衡混合气体总压是..... ()。

(A) 7.0 kPa; (B) 26 kPa; (C) 53 kPa; (D) 0.26 kPa。

5、已知 $K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) = 5.0 \times 10^{-13}$, $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$, 向含相同浓度的 Br^- 和 Cl^- 的混合溶液中逐滴加入 AgNO_3 溶液, 当 AgCl 开始沉淀时, 溶液中 $c(\text{Br}^-)/c(\text{Cl}^-)$ 比值为..... ()。

(A) 2.8×10^{-3} ; (B) 1.4×10^{-3} ; (C) 357; (D) 3.57×10^{-4} 。

6、原子序数为 33 的元素, 其原子在 $n=4, l=1, m=0$ 的轨道中电子数为..... ()。

(A) 1; (B) 2; (C) 3; (D) 4。

7、下列配离子中具有平面正方形空间构型的是..... ()。

(A) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $\mu = 3.2 \text{ B. M.}$; (B) $[\text{CuCl}_4]^{2-}$, $\mu = 2.0 \text{ B. M.}$;

(C) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $\mu = 0 \text{ B. M.}$; (D) $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $\mu = 0 \text{ B. M.}$ 。

8、已知 $K_a^{\ominus}(\text{HAc}) = 1.75 \times 10^{-5}$ 。将 $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc 溶液与等体积 NaAc 溶液混合, 若混合溶液的 $\text{pH} = 4.05$, 则 NaAc 溶液的浓度应为..... ()。

(A) 2.56; (B) 0.098; (C) 1.28; (D) 0.049。

9、下列物质中, 其分子具有 V 形几何构型的是..... ()。

(A) NO_2^+ ; (B) CO_2 ; (C) CH_4 ; (D) O_3 。

10、按照分子轨道理论, O_2^{2-} 中电子占有的能量最高的轨道是..... ()。

(A) σ_{2p} ; (B) σ_{2p}^* ; (C) π_{2p} ; (D) π_{2p}^* 。

11、比较配合物 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 和 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的分裂能 Δ_o 相对大小应是..... ()。

(A) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 的较大; (B) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的较大;

(C) 二者几乎相等; (D) 无法比较。

12、下列含氧酸酸性强弱排列次序错误的是..... ()。

(A) $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$;

(B) $\text{H}_2\text{SO}_4 < \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$;

(C) $\text{H}_2\text{CrO}_4 > \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;

(D) $\text{HMnO}_4 > \text{H}_2\text{MnO}_4$ 。

13、下列分子或离子中含有 π 键的是_____ ()。

(A) SO_2 ; (B) NO_3^- ; (C) NO_2 ; (D) NO_2^+ 。

14、在 927°C 时, $2\text{CuO}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$, 已知 $K^\ominus = 1.73$, 此时 O_2 的平衡分压为_____ ()。

(A) 175.0 kPa; (B) 299 kPa; (C) 131 kPa; (D) 13.1 kPa。

15、下列各组离子在酸性溶液中能稳定存在的是_____ ()。

(A) Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} ; (B) K^+ 、 Br^- 、 NO_2^- 、 S^{2-} ;

(C) Na^+ 、 I^- 、 ClO_3^- ; (D) Fe^{3+} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 Co^{2+} 。

二、填充题(根据题意,在下列各题的横线处,填上正确的文字,符号或数值)(本题共26分)

1、用铁屑和硫酸制备硫酸亚铁时,要保持铁屑过量,其目的是防止_____,还要保持溶液为酸性,其目的是防止_____。

2、已知 $K_{a1}^\ominus(\text{H}_2\text{S}) = 1.32 \times 10^{-7}$, $K_{a2}^\ominus(\text{HS}^-) = 7.10 \times 10^{-15}$ 。若使溶液中的 $c(\text{S}^{2-}) < 2.0 \times 10^{-17} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则饱和 H_2S 溶液的 $c(\text{H}^+) > \underline{\hspace{2cm}}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 溶液的 pH 值应控制在 $< \underline{\hspace{2cm}}$ 。

3、在 HgCl_2 溶液中加入氨水生成_____色的_____沉淀,再加入过量的氨水和 NH_4Cl , 则生成_____色的_____。

4、已知 $K_{sp}^\ominus(\text{MnS}) = 2.5 \times 10^{-10}$, $K_{sp}^\ominus(\text{PbS}) = 8.0 \times 10^{-28}$ 。在氯化锰生产中,用 MnS 除去杂质 Pb^{2+} 。相应的离子方程式为_____;该反应的标准平衡常数 $K^\ominus = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

5、配合物 $(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{NCS})_4]$ 在溶液中可能解离出来的阳离子有_____,阴离子有_____。

6、已知 $K_{a1}^\ominus(\text{H}_2\text{S}) = 1.32 \times 10^{-7}$, $K_{a2}^\ominus(\text{HS}^-) = 7.10 \times 10^{-15}$ 。在 $0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液中通入 H_2S 至饱和,溶液中 $c(\text{H}^+) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{S}^{2-}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。在 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中加入少量的 KI 溶液,生成_____色的_____,若 KI 溶液过量,则生成_____色的_____。

7、已知 $K_{sp}(\text{PbI}_2) = 7.1 \times 10^{-9}$, $K_{sp}(\text{PbCrO}_4) = 2.8 \times 10^{-13}$ 。在含有 PbI_2 固体的溶液中加入 K_2CrO_4 溶液, 使其转化为 PbCrO_4 沉淀, 该反应的离子方程式为 _____; 其标准平衡常数为 _____。

8、 HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 中, 极化率由大到小的顺序为 _____, NH_3 比 NF_3 的极化率 _____。

9、固体 KClO_3 是强 _____ 剂。 KClO_3 的水溶液 _____ 氧化性。在酸性条件下, KClO_3 溶液与过量的 KI 溶液反应的主要产物是 _____, 而过量的 KClO_3 溶液与 KI 溶液反应的主要产物是 _____。

10、为增大碘在水中的溶解度, 常在溶液中加入一些 _____, 此时溶液呈 _____ 色。

11、已知溶液中反应 $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} + 4\text{NH}_3$ 向右进行的倾向很大, 则 $K_f([\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+})$ 一定比 $K_f([\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-})$ _____。浓度相同时, $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 比 $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ 解离度 _____。

12、在 $E^\ominus(\text{Ag}^+/\text{Ag})$ 、 $E^\ominus([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+/\text{Ag})$ 、 $E^\ominus([\text{Ag}(\text{CN})_2]^-/\text{Ag})$ 中, 最小的是 _____, 最大的是 _____。

13、碱土金属的碳酸盐比同周期碱金属的碳酸盐热稳定性 _____, 这是因为碱土金属离子的极化力 _____ 碱金属离子的极化力。

三、配平题(完成并配平下列各反应方程式)

(本题4分)

1、将氯气通入溴水中。

2、金溶于王水中。

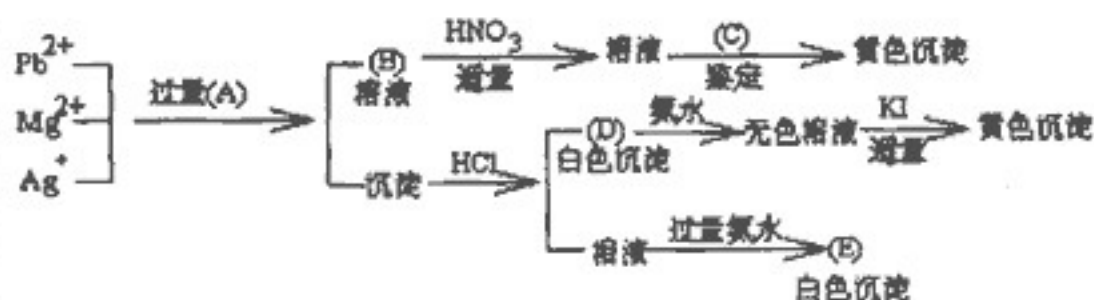
四、根据题目要求, 解答下列各题(本题18分)

1、(本小题6分)

试从酸的解离平衡和盐的水解平衡说明 Na_3PO_4 、 Na_2HPO_4 、 NaH_2PO_4 溶液的酸碱性。(H_3PO_4 : $K_{a1}^\ominus = 7.1 \times 10^{-3}$, $K_{a2}^\ominus = 6.3 \times 10^{-8}$, $K_{a3}^\ominus = 4.2 \times 10^{-13}$)

2. (本小题 6 分)

根据下列实验确定各字母所代表的物质:



3. (本小题 6 分)

已知: $E^\ominus(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.15 \text{ V}$ $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771 \text{ V}$

$E^\ominus(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}$ $E^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23 \text{ V}$.

解释下列现象, 并写出有关离子反应方程式:

- (1) SnCl_2 溶液长时间放置后, 可失去还原性;
- (2) 淡绿色 FeSO_4 溶液存放后会变色。

五、计算题

1. (本小题 6 分)

已知室温下, $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, $K^\ominus = 3.5 \times 10^{14}$. $K_{\text{sp}}(\text{BaCrO}_4) = 1.2 \times 10^{-10}$, $K_{\text{sp}}(\text{SrCrO}_4) = 2.2 \times 10^{-5}$. 通过计算说明: ① 在 $\text{pH} = 2.00$ 的 $10 \text{ mL } 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ K}_2\text{CrO}_4$ 溶液中, 加入 $1.0 \text{ mL } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ BaCl}_2$ 溶液时, 可以产生 BaCrO_4 沉淀. ② 同样条件下, 加入 $1.0 \text{ mL } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ SrCrO}_4$ 溶液时, 不可能产生 SrCrO_4 沉淀. ③ 怎样才能得到 SrCrO_4 沉淀.

2. (本小题 8 分)

已知铜的元素电势图为: $\text{Cu}^{2+} \xrightarrow{0.159 \text{ V}} \text{Cu}^+ \xrightarrow{0.515 \text{ V}} \text{Cu}$,

$K_f^\ominus([\text{CuCl}_2]^-) = 10^{5.5}$.

- (1) 计算 $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$;
- (2) 计算 $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/[\text{CuCl}_2]^-)$ 、 $E^\ominus([\text{CuCl}_2]^-/\text{Cu})$ 和反应 $\text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + 4 \text{Cl}^- \rightleftharpoons 2 [\text{CuCl}_2]^-$ 的标准平衡常数.
- (3) 说明 $[\text{CuCl}_2]^-$ 在水溶液中能否发生歧化反应.

3、(本小题8分)

已知 $K_{sp}(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 6.3 \times 10^{-31}$, 反应 $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ 的标准平衡常数 $K^\ominus = 0.40$ 。(1) 计算 Cr^{3+} 沉淀完全时溶液的 pH 值; (2) 若将 0.10 mol $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 刚好溶解在 1.0 L NaOH 溶液中, 则 NaOH 溶液的初始浓度至少应为多少? (3) 计算 $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ 的标准稳定常数 K_f^\ominus 。