

北京科技大学

2011 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 833 试题名称: 无机化学 (共 5 页)

适用专业: 化学、应用化学

说明: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

一、是非题 (判断下列叙述是否正确, 正确的在括号中画√, 错误的画×)

(本大题分 6 小题, 每小题 15 分, 共 9 分)

- 1、在 298K 和 101kPa 下, 0638g 某气体为 223mL, 则它的相对分子质量为 702 ()
- 2、次氯酸钠是强氧化剂, 它可以在碱性介质中将 $[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ 氧化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 。()
- 3、已知 MX 是难溶盐, 可推知 $E^\ominus(\text{M}^{2+}/\text{MX}) < E^\ominus(\text{M}^{2+}/\text{M}^+)$ 。()
- 4、 $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的酸性比 H_2CrO_4 的酸性强。()
- 5、AgCl 不溶于硝酸, 但在浓盐酸中有一定的溶解度。()
- 6、f 区元素原子主要在 $(n-2)f$ 亚层中电子数目不同, 外层及次外层则相差不多, 所以同一周期的 f 区元素之间表现出相似的化学性质。()

二、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)

(本大题分 21 小题, 每小题 2 分, 共 42 分)

- 1、某温度、压力下, 化学反应自发进行的判据是 ()。
(A) $\Delta_r G_m^\ominus < 0$; (B) $\Delta_r H_m^\ominus < 0$; (C) $\Delta_r G_m < 0$; (D) $\Delta_r G_m > 0$ 。
- 2、影响 HAc-NaAc 缓冲系统 pH 值的主要因素是 ()。
(A) HAc 的浓度; (B) HAc-NaAc 的浓度比和 HAc 的标准解离常数;
(C) 溶液的温度; (D) HAc 的解离度。
- 3、在配合物 $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}$ 中, 形成体的配位数和氧化值分别为 ()。
(A) 3, +1; (B) 3, +3; (C) 6, +1; (D) 6, +3。
- 4、将银和硝酸银溶液组成的半电池与锌和硝酸锌溶液组成的半电池通过盐桥构成原电池, 该电池符号是 ()。
(A) $(-)\text{Ag} | \text{AgNO}_3(\text{aq}) || \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) | \text{Zn}(+)$;
(B) $(-)\text{Zn} | \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) || \text{AgNO}_3(\text{aq}) | \text{Ag}(+)$;
(C) $(-)\text{Ag}, \text{AgNO}_3(\text{aq}) || \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) | \text{Zn}(+)$;
(D) $(-)\text{Ag} | \text{AgNO}_3(\text{aq}) | \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) | \text{Zn}(+)$ 。
- 5、下列离子中, 能在酸性较强的含 Fe^{2+} 溶液中大量存在的是 ()。
(A) Cl^- ; (B) NO_3^- ; (C) ClO_3^- ; (D) BrO_3^- 。
- 6、下列锰的各氧化值的化合物在酸性溶液中最稳定的是 ()。
(A) Mn(II); (B) Mn(IV); (C) Mn(VI); (D) Mn(VII)。
- 7、将 pH=5.00 的强酸与 pH=13.00 的强碱溶液等体积混合, 则混合溶液的 pH= ()。
(A) 9.00; (B) 8.00; (C) 12.70; (D) 5.00。

8、已知 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$, 则 $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液中, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的解离度为 ()。

(A) 0.30%; (B) 0.60%; (C) 0.030%; (D) 0.060%。

9、反应 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 6\text{F}^- \rightleftharpoons 3\text{CaF}_2(\text{s}) + 2\text{PO}_4^{3-}$ 的标准平衡常数 K^\ominus 为 ()。

(A) $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{CaF}_2)/K_{\text{sp}}^\ominus(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$; (B) $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)/K_{\text{sp}}^\ominus(\text{CaF}_2)$;
(C) $[K_{\text{sp}}^\ominus(\text{CaF}_2)]^3/K_{\text{sp}}^\ominus(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$; (D) $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)/[K_{\text{sp}}^\ominus(\text{CaF}_2)]^3$ 。

10、已知体积为 V_1 、浓度为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 弱酸溶液, 若使其解离度增加一倍, 则溶液的体积 V_2 应为 ()。

(A) $2V_1$; (B) $4V_1$; (C) $3V_1$; (D) $10V_1$ 。

11、将 MnS 溶解在 $\text{HAc}-\text{NaAc}$ 缓冲溶液中, 系统的 pH 值 ()。

(A) 不变; (B) 变小; (C) 变大; (D) 无法预测。

12、价电子构型为 $4f^7 5d^1 6s^2$ 的元素在周期表中属于 ()。

(A) 第四周期 VII B 族; (B) 第五周期 III B 族;
(C) 第六周期 VII B 族; (D) 镧系元素。

13、氯苯的偶极矩为 $1.73 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$, 预计对二氯苯的偶极矩为 ()。

(A) $3.46 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$; (B) $1.73 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$;
(C) $8.65 \times 10^{-31} \text{ C} \cdot \text{m}$; (D) $0.00 \text{ C} \cdot \text{m}$ 。

14、下列关于晶体场理论的叙述中, 错误的是 ()。

(A) 晶体场理论不能解释配位体的光谱化学序列;
(B) 分裂能小于成对能时, 易形成高自旋配合物;
(C) 八面体场中, 中心离子的分裂能 $\Delta_o = 10Dq$, 所以八面体配合物的分裂能都相等;
(D) 晶体场稳定化能(CFSE)为零的配离子也能稳定存在。

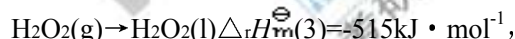
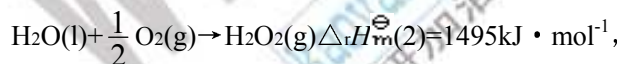
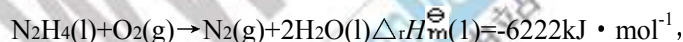
15、下列有关标准电极电势的叙述中正确的是 ()。

(A) 同一元素有多种氧化值时, 由不同氧化值物种所组成的电对, 其标准电极电势不同;
(B) 电对中有气态物质时, 标准电极电势一般是指气体处在 273 K 和 $100 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下的电极电势;
(C) 电对的氧化型和还原型浓度相等时的电势就是标准电极电势;
(D) 由标准电极电势不等的电对组成电池, 都可以通过改变氧化型或还原型的物质浓度而改变 E^\ominus 。

16、下列氢化物与水反应不产生氢气的是 ()。

(A) LiH ; (B) SiH_4 ; (C) B_2H_6 ; (D) PH_3 。

17、已知 298 K 时, 反应



则反应 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + 2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 为 ()。

(A) $-720.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (B) $818.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
(C) $-818.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (D) $720.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

18、某金属离子所形成的八面体配合物, 磁矩为 $\mu = 4.9 \text{ BM}$ 或 0 BM , 则该金属最可能是下列中的 ()。

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

19、配位化合物形成时中心离子(或原子)轨道杂化成键, 与简单二元化合物形成时中心原子轨道杂化成键的主要不同之处是: 配位化合物形成时中心原子的轨道杂化 ()。

(A) 一定要有 d 轨道参与杂化;

(B)一定要激发成对电子成单后杂化;

(C)一定要有空轨道参与杂化;

(D)一定要未成对电子偶合后让出空轨道杂化。

20、下列离子在水溶液中不发生歧化反应的是 ()。

(A) Cu^+ ; (B) MnO_4^{2-} ; (C) Fe^{2+} ; (D) Mn^{3+} 。

21、下列物质受热分解不产生单质的是 ()。

(A) CrO_5 ; (B) CrO_3 ; (C) $\text{Cr}(\text{OH})_3$; (D) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 。

三、填空题(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)

(本大题分 9 小题,每小题 3 分,共 27 分)

1、在氨水中加入 NH_4Cl , 使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的解离度变_____, pH 值_____ ; 如果在氨水中加入 NaOH , 则会使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的解离度变_____, pH 值变_____。

2、指出下列物质画线元素的氧化值:

H_2O_2 _____, O_3 _____, HCHO _____, K_2PtCl_6 _____。

3、 BBr_3 的中心原子的价层电子对数为_____, 杂化方式为_____, 孤对电子数为_____。 BBr_3 的几何构型为_____。

4、在某反应中,加入催化剂可以_____反应速率,主要是因为_____反应活化能,增加了_____, 速率系数 k _____。

5、含有浓度均为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCO}_3^-$ 和 CO_3^{2-} 溶液的 $\text{pH} =$ _____, $c(\text{OH}^-) =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
 $(K_{a,1}^\ominus(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.4 \times 10^{-7}, K_{a,2}^\ominus(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.7 \times 10^{-11})$

6、对于_____反应, 其反应级数一定等于化学反应方程式中反应物的计量数_____, 速率系数的单位由_____决定。若某反应速率系数 k 的单位是 $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, 则该反应的反应级数是_____。

7、已知 $K_{sp}^\ominus(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{sp}^\ominus(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.1 \times 10^{-12}$, $K_{sp}^\ominus(\text{AgBr}) = 5.0 \times 10^{-13}$ 。则 AgCl 的溶解度比 Ag_2CrO_4 的溶解度_____, Ag_2CrO_4 的溶解度比 AgBr 的溶解度_____。

8、 CrCl_3 溶液与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应生成_____色的_____沉淀, 该沉淀与 NaOH 溶液作用生成_____色的_____。

9、如果原电池 $(-)\text{Fe} | \text{Fe}^{2+}(c_1) || \text{Fe}^{2+}(c_2) | \text{Fe}(+)$ 能自发放电, 则 Fe^{2+} 的浓度 c_1 比 c_2 _____, $E_{\text{MF}}^\ominus =$ _____ V, 放电停止, $E_{\text{MF}} =$ _____ V, 相应的氧化还原反应的 $K^\ominus =$ _____。

四、配平题(完成并配平下列各反应方程式)

(本大题分 6 小题,每小题 3 分,共 18 分)

1、 $\text{Na} + \text{H}_2 \xrightarrow{300^\circ\text{C}}$

2、 $\text{PbS} + \text{HNO}_3(\text{稀}) \rightarrow$

3、 $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

4、在硫酸锰的硝酸溶液中加入铋酸钠。

5、氯化亚锡与重铬酸钾反应(酸性介质)。

6、二氧化铈与浓盐酸反应。

五、根据题目要求,解答下列各题

(本大题共 2 小题,总计 24 分)

1、(本小题 8 分)

A、B 两元素的原子仅差一个电子，然而 A 的单质是原子序数最小的活泼金属，B 的单质却是极不活泼的气体。试说明：

(1) A 原子最外层电子的四个量子数，它们所处原子轨道的形状，A 的元素符号。

(2) B 的元素符号。

(3) A、B 性质差别很大的根本原因。

2、(本小题 16 分)

已知某矿石的主要成分为 SiO_2 、 MnO_2 和 Fe_3O_4 ，请设计方案综合利用该矿石，要求写出相应的操作步骤、反应条件和反应方程式等。

六、计算题

(本大题共 4 小题，总计 30 分)

1、(本小题 75 分)

某反应 $3\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ ，按 $V(\text{A}):V(\text{B})=3:1$ 配制原料气。在某种催化剂作用下，于温度为 T 、压力为 200kPa 时达到平衡。这时 $\text{C}(\text{g})$ 的体积分数为 600%。试计算在此温度下该反应的标准平衡常数 K^\ominus 。

2、(本小题 75 分)

将 $0.100\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液与 $6.00\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水等体积混合，求混合溶液中各组份的浓度。
($K^\ominus([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) = 8.9 \times 10^{-8}$)

3、(本小题 75 分)

试由下列数据计算 NaF 的晶格能

$\text{NaCl}(\text{s}) \quad \text{KF}(\text{s}) \quad \text{NaF}(\text{s}) \quad \text{KCl}(\text{s})$

$\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ -4111 -5673 -5737 -4367

$U / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ 7881 8025 7703 5

(晶格能指定为反应： $\text{AB}(\text{s}) \rightarrow \text{A}^+(\text{g}) + \text{B}^-(\text{g})$ 的 $\Delta_f H_m^\ominus$)

4、(本小题 75 分)

已知 $E^\ominus(\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{H}_3\text{AsO}_3) = 0.581\text{V}$ ， $E^\ominus(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.5345\text{V}$ 。

试计算反应： $\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 的标准平衡常数。该反应达到平衡时，若 H_3AsO_4 、 H_3AsO_3 和 I^- 浓度均为 $10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，溶液的 pH 值为多少？