

南京理工大学

2004 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 200403007

考试科目: 无机化学

考生注意: 所有答案(包括填空题)按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不给分

一. 选择题(30 分)

1. 下列分子或离子中含 π_3^4 键的是_____

(A) NO_2^- (B) H_3BO_3 (C) H_3PO_3 (D) ClO_3^-

2. 下列说法正确的是_____。

(A) 活化能是活化分子所具有的最低能量。

(B) PCl_3 分子空间构型为三角锥形, 而 BCl_3 为平面三角形。

(C) 分子间氢键可使物质的熔沸点下降, 分子内氢键可使物质的熔沸点升高。

(D) 氟是最活泼的非金属, 所以其标准电极电势最大, 电子亲合能也最大。

3. 下列硫化物可溶于稀盐酸的是_____

(A) PbS (B) HgS (C) ZnS (D) As_2S_3

4. 下列关于 Hg 的化合物性质叙述正确的是_____。

(A) HgS 可溶于浓硝酸中 (B) HgCl_2 溶解度小于 Hg_2Cl_2

(B) HgI_2 、 Hg_2Cl_2 见光分解 (D) HgI_2 不可溶于过量的 KI 。

5. 关于硼及其化合物下列说法正确的是_____。

(A) 乙硼烷分子中有三中心二电子键。

(B) 乙硼烷分子中 B 采取 sp^2 杂化。

(C) 硼酸是二元弱酸, 氟硼酸是一元强酸

(D) BX_3 是缺电子化合物, 它们形成二聚体。

6. 下列叙述中错误的是_____

(A) 分子的偶极矩是键矩的矢量和。

(B) 所有单质分子的偶极矩都等于零。

(C) 键离解能可作为衡量化学键牢固程度的物理量。

(D) 键长约等于两个原子的共价半径之和。

7. 下列离子的极化力最小的是_____

(A) Si^{4+} (B) Cs^+ (C) K^+ (D) Ca^{2+}

8. 下列 Co 的化合物叙述正确的是_____。

(A) $\text{Co}(\text{OH})_2$ 可溶于强碱溶液, 形成 $[\text{Co}(\text{OH})_4]^{2-}$ 。

(B) $[\text{Co}(\text{NCS})_4]^{2-}$ 在水溶液中稳定存在, 呈蓝色。

(C) Co^{3+} 在水溶液中, 能稳定存在, 不歧化。

(D) CoCl_2 水溶液呈粉红色, 加入大量的 Cl^- 后, 形成 $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 呈蓝色。

9. 以下四个反应, ΔS 最大的是_____

- (A) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$; (B) $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$;
(C) $N_2(g) + 2/3 O_2(g) \rightarrow N_2O_3(g)$; (D) $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$.

10. 下列各组量子数正确的是_____

- (A) $n=4, l=3, m=3, S=+1/2$ (B) $n=4, l=2, m=-1, S=-1/2$
(C) $n=3, l=3, m=+2, S=+1/2$ (D) $n=2, l=2, m=-1, S=-1/2$

11. 下列分子或离子中, 键角最大的是_____。

- (A) PH_3 (B) H_2O (C) BI_3 (D) CCl_4

12. 下列分子靠近时, 分子间存在色散、诱导、取向作用的是 _____

- (A) CO_2 和 BCl_3 (B) BF_3 和 SiF_4 (C) CH_4 和 $CHCl_3$ (D) HCl 和 H_2S

13. 下列物质能被空气氧化的是_____

- (A) $Fe(OH)_2$ (B) $Ni(OH)_2$ (C) $Mn(OH)_2$ (D) $Cr(OH)_3$

14. 下列物质中不能稳定存在的是_____

- (A) Hg_2^{2+} (B) Cu^+ (C) CuI (D) HgI_2

15. 下列各组化合物性质变化规律正确的是_____

- (A) 热稳定性: $BeCO_3 > MgCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3$

- (B) 酸性: $HClO > HBrO > HIO$

- (C) 氧化性: $HClO_2 > HClO > HClO_3 > HClO_4$

- (D) 还原性: $HI < HBr < HCl < HF$

二. 填空题

1. 据酸碱质子理论, $[Fe(OH)_2(H_2O)_4]^+$ 的共轭酸是_____; 共轭碱是_____。

2. 在配合物 $[CoCl(NH_3)_4(H_2O)]Cl_2$ 中, 形成体是_____, 配位原子是_____, 配位数是_____, 命名为_____。

3. 在 p 区元素中, 第一排元素具有反常性, 这是由于_____, 中间排元素表现出异样性, 这是因为_____。

4. 已知 $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ 的磁矩为 3.87 B.M, 则中心离子的价层电子分布为_____, 空间构型为_____。

5. Nessler 试剂是_____溶液, 可用来鉴定_____离子, 产物是_____。

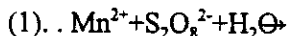
6. 按照晶体场理论, Co^{3+} 作为中心离子形成配合物时: 在八面体弱场中, 未成对电子数为_____个, d 电子分布为_____; 在八面体强场中, 理论磁矩是_____, d 电子分布为_____, CFSE _____ Dq 。

7. 原子序数为 82 的元素, 其价层电子构型是_____, 在周期表中位于第_____周期, 第_____族, _____区, 元素符号_____。

8. 按照分子轨道理论, N_2 的电子构型为_____, 键级是_____, _____顺磁性; O_2 的电子构型为_____, 键级是_____, _____顺磁性, 在这两个分子中_____较稳定。(顺磁性前面的空中填入“有”或“无”)

三. 简答题 (A 类)

1. 完成并配平下列反应方程式:



(2) Sb_2S_5 溶于 NaOH 溶液

2. 排出下列物质熔点由高到低的顺序:

(1) KCl CaO KBr SrO

(2) $NaCl$ $AlCl_3$ $MgCl_2$ $SiCl_4$

3. 简述工业上制双氧水的方法, 双氧水有哪些主要性质。

4. 比较下列各组物质的某种性质, 从高到低的顺序排列

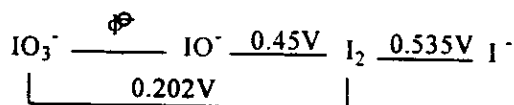
(1) 溶解度: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, CaHPO_4

(2) 硬度: CO_2 , BaO , SiO_2

5. 画出下列分子或离子的空间构型。

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, H_3IO_6 , NO_3^-

6. 已知碱性溶液中碘元素的电势图:



计算 $\phi^\circ(\text{IO}_3^-/\text{IO}^-)$; 问 I_2 在碱性溶液中能否稳定存在(说明依据)? 若不能, 最终产物是什么?

7. 某氯化物(A)的晶体放入水中, 产生白色沉淀(B); A的晶体与稀盐酸作用得到澄清溶液, 此溶液与过量的 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液作用生成白色沉淀(C); C与 NaClO 及 NaOH 作用生成棕黄色沉淀(D); D可与 MnSO_4 及 HNO_3 反应生成紫色溶液(E); C还能同亚锡酸钠反应生成黑色沉淀(F)。写出各字母所代表的物质的分子式。

四. 计算题(50分)

1. 反应: $\text{PCl}_5(\text{g}) = \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

(1) 在 523K 时, 将 2.80 mol 的 PCl_5 注入容积为 8.0 L 的密闭容器中, 平衡时有 2.0 mol PCl_5 被分解了, 试计算在该温度下的标准平衡常数和 PCl_5 的分解百分数。

(2) 若在上述容器已达到平衡后, 再加入 0.40 mol 的 Cl_2 , 则 PCl_5 的分解百分数与未加 Cl_2 时相比有什么不同?

(3) 在开始注入 2.80 mol 的 PCl_5 的同时, 注入 0.40 mol 的 Cl_2 , 则平衡时 PCl_5 的分解百分数又是多少? 比较(2)、(3)所得结果可以得出什么结论?

2. 若将 40.0 mL 的 $1.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AgNO_3 和 60.0 mL 的 $1.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc 混合, 通过计算说明, 混合后有无 AgAc 沉淀的生成?

($K^\circ(\text{HAc}) = 1.75 \times 10^{-5}$, $K_{\text{sp}}^\circ(\text{AgAc}) = 4.4 \times 10^{-3}$).

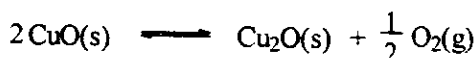
3. 今有 1.00 L $0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{NH}_3(\text{aq})$ 和 1.00 L $0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液. 若配制 $\text{pH} = 9.00$ 的缓冲溶液, 不允许加水, 最多能配多少升缓冲溶液? 其中 $c(\text{NH}_3)$, $c(\text{NH}_4^+)$ 各为多少? ($K^\circ(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.75 \times 10^{-5}$)

4. 有两电极: $\text{Pb} | \text{Pb}^{2+} (0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$; $\text{Sn} | \text{Sn}^{2+} (1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$.

(已知 $\phi^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.1263 \text{ V}$; $\phi^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.1364 \text{ V}$)

写出: 1) 电池反应. 2) 电池图解. 3) 计算 E . 4) 计算 $K^\circ = ?$

5. 已知反应,



300K 时, $\Delta^\circ G = 112.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 400K 时, $\Delta^\circ G = 101.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

a) 计算 $\Delta^\circ H$ 和 $\Delta^\circ S$ (假定 $\Delta^\circ H$ 和 $\Delta^\circ S$ 不随温度变化).

b) 当 $p(\text{O}_2) = 101.325 \text{ kPa}$ 时, 该反应能自发进行的最低温度.