

青岛科技大学

二〇一七年硕士研究生入学考试试题

考试科目：无机化学

注意事项：1. 本试卷共 4 道大题（共计 43 个小题），满分 150 分；

2. 本卷属试题卷，答题另有答题卷，答案一律写在答题卷上，写在该试题卷上或草稿纸上均无效。要注意试卷清洁，不要在试卷上涂划；

3. 必须用蓝、黑钢笔或签字笔答题，其它均无效。

一、选择题（20 小题，每小题 2 分，共 40 分）

- 1、极化能力最强的离子应具有的特性是……………（ ）
(A) 离子电荷高、离子半径大 (B) 离子电荷高、离子半径小
(C) 离子电荷低、离子半径小 (D) 离子电荷低、离子半径大
- 2、在 FeCl_3 与 KSCN 的混合液中加入过量 NaF ，其现象是……………（ ）
(A) 产生沉淀 (B) 变为无色 (C) 颜色加深 (D) 无变化
- 3、下列分子或离子中，键角最大的是……………（ ）
(A) XeF_2 (B) NCl_3 (C) CO_3^{2-} (D) PCl_4^+
- 4、 Cu^+ 的磁矩是……………（ ）
(A) 3.8 (B) 5.0 (C) 2.83 (D) 0
- 5、可以将钡离子和锶离子分离的一组试剂是……………（ ）
(A) H_2S 和 HCl (B) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
(C) K_2CrO_4 和 HAc (D) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 和 HAc
- 6、 $20 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ HCl}$ 和 $20 \text{ cm}^3 0.20 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 混合，其 pH 为($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$: $K_b = 1.76 \times 10^{-5}$)……………（ ）
(A) 11.25 (B) 4.75 (C) 9.25 (D) 4.25
- 7、第二电离能最大的原子，应该具有的电子构型是……………（ ）
(A) $1s^2 2s^2 2p^5$ (B) $1s^2 2s^2 2p^6$
(C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- 8、下列各分子中，偶极矩不为零的分子为……………（ ）
(A) BeCl_2 (B) BF_3 (C) NF_3 (D) CH_4
- 9、反应 $2\text{NO}_2\text{Cl}(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 的反应机理包括两步基元反应
- (1) $\text{NO}_2\text{Cl}(\text{g}) = \text{NO}_2(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g})$
- (2) $\text{NO}_2\text{Cl}(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) = \text{NO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

- 已知总反应的速率常数 k 的单位是 s^{-1} , 则..... ()
- (A) 总反应是二级反应
 (B) 第一步反应比第二步反应快得多
 (C) 总反应是三级反应
 (D) 第二步比第一步反应快得多
- 10、如果用浓盐酸与漂白粉作用制备氯气, 在所制得的氯气中可能会出现的杂质是..... ()
 (A) 二氧化碳 (B) 水蒸气 (C) 氯化氢 (D) 以上三种
- 11、应用式 $\frac{[H^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]} = K_{a1}K_{a2}$ 的条件是..... ()
 (A) 只适用于饱和 H_2S 溶液
 (B) 只适用于不饱和 H_2S 溶液
 (C) 只适用于有其它酸共存时的 H_2S 溶液
 (D) 上述 3 种情况都适用
- 12、下列各晶体中, 熔化时只需克服色散力的是..... ()
 (A) K (B) H_2O (C) SC (D) SiF_4
- 13、下列电对中 φ^\ominus 值最大的是..... ()
 (A) $\varphi^\ominus (Ag^+/Ag)$ (B) $\varphi^\ominus (Ag(NH_3)_2^+/Ag)$
 (C) $\varphi^\ominus (Ag(CN)_2^-/Ag)$ (D) $\varphi^\ominus (AgI/Ag)$
- 14、已知 HAc 的 $K_a = 1.76 \times 10^{-5}$, NH_3 的 $K_b = 1.77 \times 10^{-5}$, H_3PO_4 的 $K_{a1} = 7.6 \times 10^{-3}$, $K_{a2} = 6.3 \times 10^{-8}$, $K_{a3} = 4.4 \times 10^{-13}$, 为了配制 $pH = 7.5$ 的缓冲溶液, 最好选用下列试剂中的..... ()
 (A) KH_2PO_4 与 K_2HPO_4 (B) HAc 与 NaAc
 (C) NH_4Cl 与 NH_3 (D) NaAc 与 HCl
- 15、下列双原子分子或离子中, 键级为 $2\frac{1}{2}$ 的是..... ()
 (A) N_2 (B) H_2^+ (C) O_2^{2-} (D) NO
- 16、下列各体系中, 溶质和溶剂分子之间, 三种范德华力和氢键都存在的是..... ()
 (A) I_2 的 CCl_4 溶液 (B) I_2 的酒精溶液
 (C) 酒精的水溶液 (D) CH_3Cl 的 CCl_4 溶液
- 17、已知: $K_{sp}(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{sp}(Ag_2CrO_4) = 2.0 \times 10^{-12}$ 。在含 Cl^- 和 CrO_4^{2-} 浓度均为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的溶液中, 加 $AgNO_3$ 应是..... ()
 (A) Ag_2CrO_4 先沉淀, Cl^- 和 CrO_4^{2-} 能完全分离开
 (B) $AgCl$ 先沉淀, Cl^- 和 CrO_4^{2-} 不能完全分离开
 (C) $AgCl$ 先沉淀, Cl^- 和 CrO_4^{2-} 能完全分离开

(D) Ag_2CrO_4 先沉淀, Cl^- 和 CrO_4^{2-} 不能完全分离开

- 18、下列的阳离子中, 能与 Cl^- 离子在溶液中生成白色沉淀, 加氨水时又将转成黑色的是..... ()
(A) 铅(II) (B) 银(I) (C) 汞(I) (D) 锡(II)
- 19、下列说法中, 正确的是 ()
(A) 相同原子间的双键键能是单键键能的两倍
(B) 原子形成共价键的数目, 等于基态原子的未成对电子数
(C) 分子轨道是由同一原子中能量近似、对称性匹配的原子轨道线性组合而成
(D) p_y 和 d_{xy} 的线性组合形成 π 成键轨道和 π^* 反键轨道
- 20、下列各对物质, 熔点高低对比, 正确的是..... ()
(A) $\text{MgO} < \text{BaO}$ (B) $\text{KCl} < \text{NaCl}$
(C) $\text{ZnI}_2 < \text{CdI}_2$ (D) $\text{BN} < \text{Mg}_3\text{N}_2$

二、填空题 (12 小题, 每空 1 分, 共 30 分)

21、298 K, $\text{Br}_2(\text{g})$ 的标准摩尔生成焓和标准摩尔吉布斯生成自由能分别为 $\Delta_f H_m^\ominus = 30.71 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_f G_m^\ominus = 3.142 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 因此 $\text{Br}_2(\text{l})$ 的摩尔蒸发焓为_____ ; 正常沸点为 _____ $^\circ\text{C}$, 以及它在 298K 时的饱和蒸气压为_____ kPa。

22、写出下列物质的化学式:

海波_____, 冰晶石_____,
砒霜_____, 重晶石_____。

23、 CO_2 是非极性分子, SO_2 是_____ 分子, BF_3 是_____ 分子, NF_3 是_____ 分子, PF_5 是_____ 分子。

24、按照酸度增加的顺序排列下面的离子为_____。
 $[\text{Na}(\text{OH}_2)_6]^+$, $[\text{Sc}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$, $[\text{Mn}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$

25、在 $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中, 分别加入过量 Na_2S 溶液, 其反应方程式分别是:

_____ 和 _____。

26、漂白粉的有效成分是_____, 漂白粉在空气中放置时, 会逐渐失效的方程式是 _____ 和 _____。

27、硼酸晶体是一种层状结构的分子晶体, 在晶体的一层之内, 硼酸分子通过_____ 连成巨大的平面网状结构, 而层与层之间则是通过_____ 结合的。

28、用 ">" 和 "<" 填空:

在乙醇中的溶解度 FeCl_2 _____ FeCl_3 ; 化学键的离子性 CrCl_3 _____ CrCl_2 ;

配合物的稳定性 HgI_4^{2-} _____ HgCl_4^{2-} 。

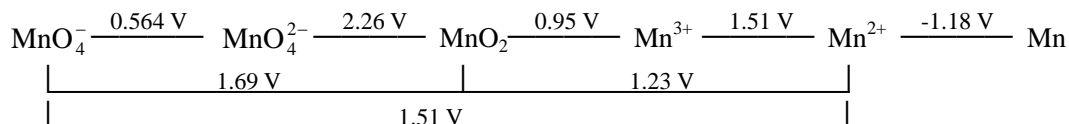
29、按照酸度增强的顺序排列下述各酸为_____。

HSO_4^- , H_3O^+ , H_4SiO_4 , CH_3GeH_3 , NH_3 , HSO_3F

30、碱土金属硫酸盐按反应 $\text{MSO}_4(\text{s}) \longrightarrow \text{MO}(\text{s}) + \text{SO}_3(\text{g})$ 分解时温度升高的次序为_____。

31、 NO_2^+ 、 NO_2 、 NO_2^- 的几何构型分别是_____、_____、_____，其中键角最小的是_____。

32、锰的元素标准电势图如下：



其中_____和_____不稳定，易发生歧化。

三、计算题（4 小题，33-34 题，每题 10 分，35-36 题每题 5 分，共 30 分）

33、将过量 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 加入 1.0 dm^3 KCN 溶液中，平衡时溶液的 $\text{pH} = 10.50$ ， $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ 的浓度是 $0.080 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，试计算溶液中 Zn^{2+} ， CN^- 和 HCN 浓度以及原来 KCN 浓度。

$$(K_{\text{sp}}(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 1.2 \times 10^{-17}, \quad K_{\text{稳}}(\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}) = 5.0 \times 10^{16}, \quad K_{\text{a}}(\text{HCN}) = 4.0 \times 10^{-10})$$

34、已知： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ $\varphi^\ominus = 0.337 \text{ V}$



$$K_{\text{sp}}(\text{CuCl}) = 1.2 \times 10^{-6}$$

(1) 计算反应 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Cu}^+$ 的平衡常数；

(2) 计算反应 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{CuCl}(\text{s})$ 的平衡常数。

35、有一种溶液， 1.0 dm^3 含 HAc 和 HCN 各 0.10 mol ，此溶液中 $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{Ac}^-]$ 和 $[\text{CN}^-]$ 各为多少？（已知： $K(\text{HAc}) = 1.76 \times 10^{-5}$ ， $K(\text{HCN}) = 4.9 \times 10^{-10}$ ）

36、在含有浓度各为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 CrO_4^{2-} 和 SO_4^{2-} 离子的溶液中，逐滴加入 Pb^{2+} 离子溶液，问哪种离子先沉淀？两种离子达到何种比例时才能同时沉淀？此时先沉淀的那种离子浓度降为多少？

$$(\text{已知：} K_{\text{sp}}(\text{PbCrO}_4) = 1.8 \times 10^{-14}, \quad K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1.8 \times 10^{-8})$$

四、问答题（7 小题，37-39 题，每小题 10 分，40-43 题，每小题 5 分，共 50 分）

37、取可能含有 11 种阴离子 (PO_4^{3-} ， NO_3^- ， NO_2^- ， SO_3^{2-} ， S^{2-} ， $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ， CO_3^{2-} ， Br^- ， I^- ， SO_4^{2-} ， Cl^-) 的混合液分别进行以下试验：

(1) 测得混合液 pH 为 12；

(2) 加 BaCl_2 溶液产生白色沉淀，离心分离，沉淀不能完全溶解于 $6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{HCl}$ 中；

(3) 只加几滴氯水，再加 CCl_4 ，振荡后， CCl_4 层未变色；

(4) $6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{HCl}$ 和饱和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液作试剂，按气室法步骤试验时，发现 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液

变浑浊；

(5) 加几滴蓝色的 I_2 -淀粉液，则蓝色褪去；

(6) 加过量 $AgNO_3$ ，溶液只产生不变化的非黑色沉淀。

根据上述实验，请回答，混合液中哪些离子肯定存在？哪些离子肯定不存在？并简述理由。

38、有两个组成相同的配合物，化学式均为 $CoBr(SO_4)(NH_3)_5$ ，但颜色不同，红色者加入 $AgNO_3$ 后生成 $AgBr$ 沉淀，但加入 $BaCl_2$ 后并不生成沉淀；另一个为紫色者，加入 $BaCl_2$ 后生成沉淀，但加入 $AgNO_3$ 后并不生成沉淀。试写出它们的结构式和命名，并简述理由。

39、如果 $FeCl_3$ 溶液中加入 NaF 浓溶液，回答以下问题，并扼要说明理由。

(1) $FeCl_3$ 溶液的颜色是否改变？

(2) Fe^{3+} 离子的氧化能力是否发生变化？

(3) 用 NH_4SCN 能否检验出 Fe^{3+} 离子？

(4) 磁性是否会有显著变化？

40、如何解释在 PCl_3 、 PBr_3 和 PI_3 中， $\angle ClPCl < \angle BrPBr < \angle IPI$ ？

41、离子 H^- 、 H_2^+ 、 H_2^- 、 H_2^{2-} 中有哪些可以存在？哪些不能存在？试从结构的观点加以解释。

42、试设计以钛白粉为原料制备纯金属钛的方法步骤，并写出主要反应方程式。

43、完成并配平下列反应方程式：

