

河南师范大学

二〇一一年硕士研究生入学考试业务课试卷

科目代码: 804 名称: 无机化学 适用专业或方向: 化学、材料学

(必须在答题纸上答题, 在试卷上答题无效, 答题纸可向监考老师索要)

一、选择题 (共 40 分, 每题 2 分)

- 如果某反应的 $\Delta_r G_m^\ominus < 0$, 则反应在标态下将..... ()
 (A) 自发进行 (B) 处于平衡状态
 (C) 不进行 (D) 是发热的
- 下列离子的电子构型可以用 $[\text{Ar}]3d^6$ 表示的是..... ()
 (A) Mn^{2+} (B) Fe^{3+} (C) Co^{3+} (D) Ni^{2+}
- 下列各组判断中正确的是..... ()
 (A) CH_4 、 CO_2 非极性分子 (B) CHCl_3 、 BCl_3 、 H_2S 、 HCl 极性分子
 (C) CH_4 、 H_2S 、 CO_2 非极性分子 (D) CHCl_3 、 BCl_3 、 HCl 极性分子
- 下列说法中正确的是..... ()
 (A) 共价键仅存在于共价型化合物中
 (B) 由极性键形成的分子一定是极性分子
 (C) 由非极性键形成的分子一定是非极性分子
 (D) 离子键没有极性
- 已知 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$; $\text{N}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$ 和 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2/3\text{NH}_3(\text{g})$ 的平衡常数分别为 K_1 、 K_2 和 K_3 , 则它们的关系是 ()
 (A) $K_1 = K_2 = K_3$ (B) $K_1 = (K_2)^2 = (K_3)^3$
 (C) $K_1 = \frac{1}{2}K_2 = \frac{1}{3}K_3$ (D) $K_1 = (K_2)^{1/2} = (K_3)^{1/3}$
- 可使任何反应达到平衡时增加产率的措施是..... ()
 (A) 升温 (B) 加压
 (C) 增加反应物浓度 (D) 加催化剂
- 按酸碱质子理论考虑, 在水溶液中既可作酸亦可作碱的物质是..... ()
 (A) Cl^- (B) NH_4^+ (C) HCO_3^- (D) H_3O^+

8. 下列溶液中不能组成缓冲溶液的是..... ()
- (A) NH_3 和 NH_4Cl (B) H_2PO_4^- 和 HPO_4^{2-}
 (C) HCl 和过量的氨水 (D) 氨水和过量的 HCl
9. CaC_2O_4 的 $K_{\text{sp}} = 2.6 \times 10^{-9}$, 在含 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ Ca}^{2+}$ 的溶液中形成沉淀时, 所需 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 离子浓度至少应为..... ()
- (A) $1.1 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ (B) $1.3 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
 (C) $2.2 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ (D) $2.2 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
10. 在测定溶液中过二硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$ 和碘化钾进行反应的反应速率时加入硫代硫酸钠的目的是..... ()
- (A) 与碘反应 (B) 与过二硫酸盐反应
 (C) 催化作用 (D) 起氧化剂作用
11. 在 $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ 中, Co 的氧化数和配位数分别是..... ()
- (A) +2 和 4 (B) +4 和 6 (C) +3 和 6 (D) +3 和 4
12. 已知: $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} \quad \varphi^\ominus = 0.77 \text{ V}$
 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu} \quad \varphi^\ominus = 0.34 \text{ V}$
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe} \quad \varphi^\ominus = -0.44 \text{ V}$
 $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al} \quad \varphi^\ominus = -1.66 \text{ V}$
- 则最强的还原剂是..... ()
- (A) Al^{3+} (B) Fe^{2+} (C) Fe (D) Al
13. 已知 $\varphi^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0.77 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}$, 则 $\varphi^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe})$ 的值为... ()
- (A) -0.037 V (B) $+0.55 \text{ V}$
 (C) $+0.40 \text{ V}$ (D) $+1.65 \text{ V}$
14. 在 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中, 加入 Na_2S 溶液, 其主要产物是..... ()
- (A) $\text{Cr} + \text{S}$ (B) $\text{Cr}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 (C) $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{S}$ (D) $\text{CrO}_2^- + \text{S}^{2-}$
15. 欲将 K_2MnO_4 转变为 KMnO_4 , 下列方法中可得到产率高、质量好的是..... ()
- (A) CO_2 通入碱性 K_2MnO_4 溶液 (B) 用 Cl_2 氧化 K_2MnO_4 溶液
 (C) 电解氧化 K_2MnO_4 溶液 (D) 用 HAc 酸化 K_2MnO_4
16. 金属和浓 HNO_3 反应时, 不可能生成的一种物质是..... ()

- (A) 硝酸盐 (B) 金属氧化物
(C) 致密的氧化膜 (D) 氮化物
17. Cu_2O 和稀 H_2SO_4 反应, 最后能生成..... ()
(A) $\text{Cu}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (B) $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
(C) $\text{CuSO}_4 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ (D) CuS
18. 某白色固体易溶于水, 加入 BaCl_2 有白色沉淀产生, 用 HCl 酸化, 沉淀完全溶解, 再加入过量 NaOH 至强碱性, 并加热, 有刺激性气体逸出。此白色固体是..... ()
(A) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (B) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
(C) NH_4Cl (D) K_2CO_3
19. 有关 Cl_2 的用途, 不正确的论述是..... ()
(A) 用来制备 Br_2 (B) 用来作为杀虫剂
(C) 用在饮用水的消毒 (D) 合成聚氯乙烯
20. 已知下列五组物质性质差异为:
 $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Cd}(\text{OH})_2$, $\text{H}_2\text{SiF}_6 > \text{HF}$, $\text{H}_2\text{PbCl}_6 > \text{PbCl}_4$, $\text{AgF} > \text{CaF}_2$, $\text{Au}^1 > \text{Hg}_2^{2+}$, 它们依次表示的性质是..... ()
(A) 碱性, 酸性, 稳定性, 溶解度, 歧化容易;
(B) 碱性, 酸性, 水解度, 溶解度, 氧化性;
(C) 碱性, 酸性, 稳定性, 溶解度, 水解度;
(D) 碱性, 酸性, 稳定性, 溶解度, 配位能力(与 NH_3)。

二、填空题 (共 40 分, 每空 2 分)

21. 比较下列各物质的性质:

(1) NH_3 和 PH_3 的碱性, 前者_____后者;

(2) NaOCl 和 NaClO_3 的氧化性, 前者_____后者;

(3) BaCrO_4 和 CaCrO_4 在水中的溶解度, 前者_____后者;

22. 以 X 代表卤素, 则

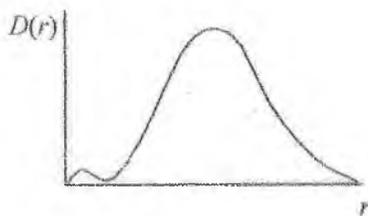
$\text{KX}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow \text{KHSO}_4 + \text{HX}\uparrow$; X⁻主要是指_____和_____。

$\text{AgX}(\text{难溶}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{X}^-$; X⁻主要是指_____和_____。

23. 在 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ti^{4+} 、 Ag^+ 之中, 水解性最强的是_____, 最弱的是_____。

24. OF_2 分子的中心原子是采用_____杂化轨道成键的。该分子的空间构型为_____。

25. 冰融化要克服 H_2O 分子间的_____作用力。
S 粉溶于 CS_2 中要靠它们之间的_____作用力。
26. ICl_3 中, I 原子的价层电子对的排布方向为_____, 分子构型为_____。
27. 用元素符号填空: 第四周期中, 原子的 $4p$ 轨道半充满的元素为_____; $3d$ 轨道半充满的元素为_____。
28. 周期表中 d 区元素的价电子构型特征是_____。
29. 造成第三过渡元素原子半径和第二过渡元素原子半径相接近的原因是_____。
30. 某原子轨道的径向分布如下图所示, 若已知表示该轨道的主量子数 n 为 3, 则其角量子数 l 为_____。



三、计算题 (共 30 分, 每题 10 分)

31. 计算下列溶液的 pH 值:

- (1) $50 \text{ cm}^3 0.20 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ NaOH}$ 和 $50 \text{ cm}^3 0.20 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ HAc}$ 的混合液;
- (2) $50 \text{ cm}^3 0.40 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 $50 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ HCl}$ 混合液;
- (3) $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 二氯乙酸(CHCl_2COOH)溶液。

已知 HAc 的 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$, NH_3 的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$, CHCl_2COOH 的 $K_a = 5.0 \times 10^{-2}$

32. 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?

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

33. 已知: $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0.170 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.535 \text{ V}$

$K_{sp}(\text{CuI}) = 5.06 \times 10^{-12}$, 设 Cu^{2+} 和 I^- 都为单位浓度, 判断在 298K ,

反应 $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \longrightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2$ 在标准条件下能否进行?

四、问答题 (共 30 分, 每题 6 分)

34. 在酸性溶液中, NaNO_2 与 KI 反应可得到 NO , 现有两种操作步骤:

- (1) 先将 NaNO_2 酸化后再滴加 KI ;
- (2) 先将 KI 酸化后再滴加 NaNO_2 。

问哪种方法制得的 NO 纯? 为什么?

35. 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?

36. 元素 A 的简单离子能够形成氨配位化合物, 该配合物的配离子的电荷正好等于 A 所处的族数, 而 A 的氢氧化物具有两性, 试问:

- (1) A 属哪区元素? 是第几周期第几族?
- (2) 写出 A 的核外电子分布式;
- (3) 写出 A 的原子序数及元素符号。

37. 有两个组成相同的配合物, 化学式均为 $\text{CoBr}(\text{SO}_4)(\text{NH}_3)_5$, 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。

38. 判断下列分子中键角大小的变化规律, 并说明原因。



五、完成反应方程式 (共 10 分, 每题 2 分)。

39. 二氧化硅、碳粉与氯气共热。

40. 将白磷加入到硫酸铜溶液中并加热。

41. 将水滴加到三溴化磷固体上。

42. 将三氧化铬溶于过量的氢氧化钠后, 再向其中加过氧化氢水溶液。

43. 向棕褐色的氢氧化钴固体上滴加盐酸。