

浙江师范大学 2012 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 871 科目名称: 无机化学

适用专业: 070301 无机化学

提示:

- 1、请将所有答案写于答题纸上, 写在试题纸上的不给分。
- 2、请填写准考证号后 6 位: _____。
- 3、可允许使用计算器。

一、选择题 (共 25 小题, 每小题 2 分, 共 50 分)

1. 如果体系经过一系列变化, 最后又变回初始状态, 则体系的
A. $Q=0, W=0, \Delta U=0, \Delta H=0$ B. $Q \neq 0, W \neq 0, \Delta U=0, \Delta H=Q$
C. $Q=-W, \Delta U=Q+W, \Delta H=0$ D. $Q \neq W, \Delta U=Q+W, \Delta H=0$
2. 下列物质中, 不属于其共轭酸碱的是
A. $\text{NH}_4^+, \text{NH}_3$ B. $\text{H}_2\text{O}, \text{OH}^-$ C. $\text{NH}_3, \text{NH}_2^-$ D. $\text{HF}, \text{H}_2\text{F}^+$
3. 下列分子和离子中, 键能最大的是
A. N_2 B. O_2^+ C. NO D. O_2^-
4. 下列各配离子中, 具有顺磁性的是
A. $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ B. $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ C. $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ D. $[\text{PtCl}_6]^{2-}$
5. 晶体场稳定化能最大的是
A. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ B. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ C. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ D. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
6. 下列物质中, 还原性最强的是
A. HF B. PH_3 C. NH_3 D. H_2S
7. 下列硫化物中, 可溶于 Na_2S 溶液的是
A. HgS B. CuS C. SnS D. Ag_2S
8. 相同条件下, ClO_4^- 、 BrO_4^- 、 IO_4^- 氧化性能力大小的顺序是
A. $\text{ClO}_4^- > \text{BrO}_4^- > \text{IO}_4^-$ B. $\text{ClO}_4^- > \text{IO}_4^- > \text{BrO}_4^-$
C. $\text{ClO}_4^- < \text{BrO}_4^- > \text{IO}_4^-$ D. $\text{ClO}_4^- < \text{BrO}_4^- < \text{IO}_4^-$
9. 下列各组量子数中, 那一组的电子所处的能级最低?

- A. $n=3, l=2, m=0, m_s=1/2$. B. $n=4, l=2, m=-2, m_s=1/2$
 C. $n=4, l=0, m=0, m_s=-1/2$ D. $n=3, l=1, m=-1, m_s=-1/2$
10. 某元素位于周期表中 36 号元素之前, 失去 3 个电子后, 角量子数为 2 的轨道上还有 3 个电子, 该元素是
 A. Cr B. Zn C. As D. Fe
11. 升高温度反应速度加快的主要原因是
 A. 活化分子的百分数增加 B. 活化能增加
 C. 体系能量增加 D. 分子运动速度加快
12. 在 25°C 和 101.3 kPa 压力下发生下列反应
 (1) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; (2) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$.
 其熵变分别为 ΔS_1 和 ΔS_2 , 则下列情况何者正确?
 A. $\Delta S_1 > 0, \Delta S_2 > 0$ B. $\Delta S_1 < 0, \Delta S_2 < 0$
 C. $\Delta S_1 < 0, \Delta S_2 > 0$ D. $\Delta S_1 > 0, \Delta S_2 < 0$
13. 在反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ 在 298K, 101.3 kPa 压力下的
 $\Delta_r H_m^0 = 171.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 下列那种方法能使平衡向右移动
 A. 降低压力, 降低温度 B. 降低压力, 升高温度
 C. 升高压力, 升高温度 D. 升高压力, 降低温度
14. 向盛有 Br^- 、 I^- 混合液及 $\text{CCl}_4(\text{l})$ 的试管中逐滴加入氯水, 在 CCl_4 层中可观察到的现象为
 A. 先出现紫色, 随后变黄色
 B. 先出现黄色, 随后出现紫色
 C. 先出现紫色, 随后出现黄色, 再变成无色
 D. 先出现紫色, 随后变无色, 最后出现黄色
15. 某化合物 A 的水合晶体 $\text{A} \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 的脱水过程为
 ① $\text{A} \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{A} \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad K_1^0$
 ② $\text{A} \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{A} \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad K_2^0$
 ③ $\text{A} \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{A}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad K_3^0$
 为了使 $\text{A} \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 保持稳定, (既不发生风化, 也不发生潮解), 则容器中 H_2O 的蒸汽压与平衡常数的关系应满足

- A. $K_2^0 \rangle p(H_2O) / p^0 \rangle K_3^0$ B. $p(H_2O) / p^0 \rangle K_2^0$
 C. $p(H_2O) / p^0 \rangle K_1^0$ D. $K_1^0 \rangle p(H_2O) / p^0 \rangle K_2^0$
16. 下列氢氧化物既能溶于氢氧化钠又能溶于浓氨水的是
 A. $Co(OH)_2$ B. $Fe(OH)_3$ C. $Cr(OH)_3$ D. $Al(OH)_3$
17. 下列哪组溶液中的离子不能共存
 A. NH_4^+ 、 Cl^- 、 Na^+ 、 NO_3^- B. Fe^{2+} 、 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
 C. Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 H^+ 、 MnO_4^- D. Al^{3+} 、 Cl^- 、 K^+ 、 NH_4^+
18. 镧系收缩的后果之一是使下列哪组元素的性质更相似
 A. Mn 和 Tc B. Ru、Rh、Pd C. Sc 和 La D. Zr 和 Hf
19. 下列化合物属于缺电子化合物的是
 A. BCl_3 B. $H[BF_4]$ C. $Na_2B_4O_7 \cdot 8H_2O$ D. $Na[Al(OH)_4]$
20. $[Pt(Cl)_4]^{2-}$ 与 C_2H_4 反应生成 $[Pt(C_2H_4)(Cl)_3]^-$, 请问 Pt 与 C_2H_4 之间的化学键属于
 A. σ 配键 B. π 配键
 C. $\pi - \sigma^*$ 配键 D. $\sigma - \pi^*$ 配键
21. $KMnO_4$ 呈紫色, 产生的原因是
 A. d-d 光谱 B. 荷移光谱 C. f-f 光谱 D. 拉曼光谱
22. 下列哪种羰基化合物符合 18e 规则
 A. $Co(CO)_4$ B. $V(CO)_6$ C. $Mn(CO)_5$ D. $Mn_2(CO)_{10}$
23. $Pb(II)$ 化合物很稳定, 而 $Pb(IV)$ 化合物的稳定性极差, 易被还原为 $Pb(II)$ 化合物, 这种性质与 Pb 的下列哪种因素特别有关
 A. Pb 是重原子 B. Pb 的电子层多
 C. Pb 的 $6S^2$ 惰性电子对效应 D. $Pb(IV)$ 的半径小
24. 欲使锰矿 (MnO_2) 转变为 $KMnO_4$, 应选择的试剂是
 A. $KClO_3(s) + KCl(s)$ B. 浓 HNO_3 C. Cl_2 D. O_2
25. 用 Cr_2O_3 为原料制备铬酸盐应选用的试剂是
 A. 浓硝酸 B. $KOH(s) + KClO_3(s)$
 C. Cl_2 D. H_2O_2

二、填空题 (共 30 个空, 每空 1 分, 共 30 分)

26. 硫酸亚硝酸根五氨合钴(III)的化学式是_____。
27. 自然界中硬度最大的单质_____；熔点最高的金属元素是_____。
28. 已知反应 (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$; (2) $3\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = 2\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$; (3) $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = 3\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$. 则反应 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的恒压反应热计算公式是_____。
29. XeF_4 分子几何构型为_____。
30. 相同物质的量浓度和相同体积的 CaCl_2 , KCl , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (葡萄糖) 和 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ($K_{a1} \approx 10^{-4}$) 溶液, 其凝固点由低到高的顺序是_____。
31. 离子极化的结果使化合物的键型相应地由离子键向 _____ 键过渡, 通常会使得化合物的熔、沸点_____。
32. 若反应① $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g})$; ② $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$; 在下列两种情况下, 它们各自是什么过程(指恒压、恒容)?
- A. 在密闭的容器中进行: 反应②_____;
- B. 在开口的容器中进行: 反应①_____;
33. 在相同条件下, $\text{HBr}(\text{g})$ 和 $\text{PH}_3(\text{g})$ 相比, _____ 的扩散速度快;
34. 一封闭体系在某过程中向环境吸收了 30kJ 的热量, 对环境做了 50kJ 的功, 则体系在该过程中的热力学能变化为_____;
35. 二元弱酸的酸根浓度近似等于_____;
36. 对合成氨反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 达到平衡时, 在恒温恒压下通入氩气, 将使平衡_____移动(正向、逆向、不);
37. 假定 $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3$ 是基元反应, 则该反应的级数为_____;
38. 已知 $\varphi^\theta(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.77 \text{ V}$, $\varphi^\theta(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.1 \text{ V}$, $\varphi^\theta(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.36 \text{ V}$, 则此三电对组合时, 自发进行趋势最大的反应方程式是_____;
39. 非金属元素的含氧酸中, 非羟基氧原子越多, 其酸性_____;
40. H_3PO_2 是_____元酸;
41. 比较大小和高低(用 $>$ 或 $<$ 表示)
- 碱性: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ _____ $\text{Zn}(\text{OH})_2$;
- 离子性: KCl _____ CuCl ;

熔点: FeCl_3 _____ FeCl_2 ;

水溶性: AgF _____ AgI ;

水解性: Sn^{2+} _____ Sn^{4+} ;

42. 我国研制的“长征二号”火箭的主要原料是偏二甲肼, 已知它是一种分子结构不对称的极性化合物, 分子相对质量为 60, 其中, C 40%, H 13.33%, 其余是 N。火箭起飞时, 可以看到一级火箭冒出红棕色气体, 这是为了保证贮箱的安全, 由保险门自动开启排出部分高压的氧化剂变化而来的。偏二甲肼的结构简式为 _____, 燃烧反应的化学方程式是 _____;

43. 实验室存放下列物质的方法分别是: 白磷 _____; 金属钠 _____;

44. 在面心立方金属铜晶体中, 每个晶胞所含铜原子数为 _____;

45. O_2^+ , N_2 , NO , CN^- 中互为等电子体的是 _____;

46. 配置 FeCl_2 溶液要用盐酸而不是蒸馏水的原因 _____。

三、完成化学方程式 (或离子方程式) (共 5 小题, 每小题 2 分, 共 10 分)

47. 以标准硫代硫酸钠溶液测定溶液中的 I_2 含量;

48. 铋酸钠与 MnSO_4 在稀硫酸介质中反应;

49. 氧化钴 (III) 被浓盐酸溶解;

50. 碘放入足量 NaOH 溶液中;

51. 硫化铜与稀硝酸共热。

四、简答题 (共 4 小题, 共 20 分)

52 (4 分). 已知室温下 H_3PO_4 的 $K_{a1} = 7.5 \times 10^{-3}$, $K_{a2} = 6.2 \times 10^{-8}$, $K_{a3} = 2.2 \times 10^{-13}$, H_2O 的 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 。试解释 NaH_2PO_4 溶液呈酸性, 而 Na_2HPO_4 溶液呈碱性。

53. (4 分) 什么是缓冲溶液? 列举 2 例说明你所知道的缓冲溶液体系。

54. (8 分) 写出下列物质的名称和结构式

P_4O_{10} ; $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$; CrO_5 ; B_2H_6

55. (4 分) Au 不溶于浓硝酸, 但可溶于王水, 请给出 Au 溶于王水的反应式, 并解释王水能氧化 Au 的主要原因。

五、计算题 (共 3 小题, 共 30 分)

56. (12 分) 298 K、标准压力时, 金刚石和石墨的热力学数据如下:

	石墨	金刚石
$S_m^0 / J \cdot K \cdot mol^{-1}$	5.7	2.4
$\Delta_c H_m^0 / kJ \cdot mol^{-1}$ (燃烧热)	-393.4	-395.3

(1) 在标准状况下, 石墨转化为金刚石的 $\Delta_r G_m^0$; (6分)

(2) 判断在常温常压下哪一种晶型稳定; (2分)

(3) 能否用升高温度的方法使石墨转化为金刚石? 为什么? (4分)

57. (10分) 在 298 K 时, 将浓度均为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ CdSO_4 、 NiSO_4 和 MnSO_4 等体积混合使总体积为 1 dm^3 , 将 101 kPa 、 24.53 dm^3 H_2S 气体通入到混合溶液中形成饱和溶液 (假定溶液体积不变)。

① 欲使 Cd^{2+} 沉淀完毕而 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 不沉淀, 溶液的 H^+ 浓度应控制在何范围?

② 欲使 Cd^{2+} 、 Ni^{2+} 沉淀完毕而 Mn^{2+} 不沉淀, 溶液的 H^+ 浓度应控制在何范围?

已知: $K_{sp}(\text{CdS}) \approx 10^{-29}$; $K_{sp}(\text{NiS}) \approx 10^{-21}$; $K_{sp}(\text{MnS}) \approx 10^{-15}$; H_2S : $K_{a1} \approx 10^{-7}$; $K_{a2} \approx 10^{-15}$

58. (8分) 已知 $\phi^\theta(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.77\text{V}$, $\phi^\theta(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.799\text{V}$; $K_{稳}([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}) \approx 10^{42}$, $K_{稳}([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}) \approx 10^{35}$; $K_{sp, \text{AgCl}} = 1 \times 10^{-10}$, $\phi^\theta(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.799\text{V}$ 。试通过计算说明 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{Ag} + \text{Cl}^- \longrightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{AgCl}$ 反应的自发性。

(假定除 $[\text{Fe}^{3+}]$ 、 $[\text{Fe}^{2+}]$ 和 $[\text{Ag}^+]$ 外, 其它离子的浓度均为 $1 \text{ mol}/\text{dm}^{-3}$)

六、推断题 (10分)

59. 化合物 A 是一种黑色固体, 不溶于水、稀 HAc 及稀 NaOH 溶液中, 而易溶于热 HCl 溶液中, 生成一种绿色的溶液 B; 如果溶液 B 与铜丝一起煮沸, 即逐渐生成土黄色溶液 C; 若用较大量水稀释溶液 C, 生成白色沉淀 D。D 可溶于氨水中生成无色溶液 E; 无色溶液 E 在空气中迅速变成兰色溶液 F; 往 F 中加入 KCN 时, 生成无色溶液 G; 往 G 中加入锌粉则生成红色沉淀 H; H 不溶于稀酸或稀碱中, 但可溶于热 HNO_3 中生成兰色溶液 I; 往 I 中慢慢加入 NaOH 溶液则生成沉淀 J; 将 J 过滤、取出后, 强热又得到原化合物 A。写出 A~J 的化学式。