

河北师范大学

2020 年硕士研究生招生入学考试试题

学科专业名称	无机化学		
科目代码	827	科目名称	无机化学

*考生必须将答案写在答题纸上, 试题纸上答题无效。

一、单项选择题 (本题共 40 分, 每小题 2 分)

- 在 298.15 K, 将 0.20 g H_2 与 5.6 g N_2 混合于某真空容器中, 混合气体的总压力为 300 kPa, 则混合气体中 H_2 和 N_2 的分压分别是 ()。(已知 H_2 和 N_2 的摩尔质量分别为 $2.0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 和 $28.0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)
 A. 100 kPa、200 kPa B. 200 kPa、100 kPa
 C. 150 kPa、150 kPa D. 120 kPa、180 kPa
- 下列热力学函数值不为零的是()。
 A. $\Delta_f H_m^\ominus(O_2, \text{g}, 298.15 \text{ K})$ B. $\Delta_c H_m^\ominus(O_2, \text{g}, 298.15 \text{ K})$
 C. $\Delta_f G_m^\ominus(O_2, \text{g}, 298.15 \text{ K})$ D. $S_m^\ominus(O_2, \text{g}, 298.15 \text{ K})$
- Apollo 登月火箭用联氨(N_2H_4 , l)作燃料, $N_2O_4(\text{g})$ 作氧化剂, 燃烧产物为 $N_2(\text{g})$ 和 $H_2O(\text{l})$ 。反应 $2N_2H_4(\text{l}) + N_2O_4(\text{g}) = 3N_2(\text{g}) + 4H_2O(\text{l})$, $\Delta_r H_m^\ominus = -1253.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。依据化学平衡的原理, 若要提高原料的利用率, 可采取的措施是()。
 A. 低温、低压 B. 低温、高压 C. 高温、高压 D. 高温、低压
- 放射元素的核蜕变反应, 一般用半衰期表征核蜕变的速率。下面三种放射性物质 $^{238}_{92}\text{U}$ ($t_{1/2} = 4.5 \times 10^9 \text{ a}$), $^{14}_6\text{C}$ ($t_{1/2} = 5.720 \text{ a}$) 和 $^{60}_{27}\text{Co}$ ($t_{1/2} = 5.26 \text{ a}$), 蜕变反应速率最慢的是 ()。
 A. $^{238}_{92}\text{U}$ B. $^{14}_6\text{C}$ C. $^{60}_{27}\text{Co}$ D. 无法比较
- AgCl 在盐酸中溶解度显著低于在水中溶解度, 这是由于 ()所致。
 A. 同离子效应 B. 盐效应
 C. 屏蔽效应 D. 钻穿效应
- 如果发现了第 120 号元素 M, 则其所在周期和族数分别为()。
 A. 7, IA B. 7, IIA C. 8, IA D. 8, IIA
- Zr 和 Hf, Nb 和 Ta, Mo 和 W 三对元素的原子半径接近, 性质相似, 难以用化学方法分离的原因是()。
 A. 镧系收缩 B. 对称性匹配原则
 C. 离子极化作用 D. 能量近似原则

河北师范大学

2020 年硕士研究生招生入学考试试题

8. 用活性炭吸附化工厂排放的含有苯、甲苯等有害物质的尾气, 防毒面具吸附氯气等有毒气体, 利用的都是()。
- A. 氢键 B. 离子键 C. 分子间作用力 D. 共价键
9. 某金属离子与弱场配体形成的八面体配合物的磁矩为 4.98 B.M., 而与强场配体形成抗磁性的八面体配合物, 则该金属离子为 ()。
- A. Cr^{3+} B. Ti^{3+} C. Co^{3+} D. Au^{3+}
10. 下列同浓度含氧酸中, 氧化性最强的是 ()。
- A. HBrO_4 B. HClO_4 C. HBrO_3 D. H_5IO_6
11. 下列物质中, 只有还原性的是 ()。
- A. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ B. Na_2S C. Na_2SO_3 D. Na_2S_2
12. 元素 Tl 和 Pb 的最高价化合物不稳定, 是由于()引起的。
- A. 强氧化性 B. 惰性电子对效应
C. 强烈水解作用 D. 镧系收缩
13. 稀硝酸与锌反应, 产物中除稀 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 外还可能有 ()。
- A. NO B. N_2O C. NH_4^+ D. 以上产物都可能存在
14. 下列物质中热稳定性最高的是()。
- A. $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ B. MgCO_3 C. H_2CO_3 D. CaCO_3
15. 晶态硼的最基本结构单元都是 B_{12} 单元, 该 B_{12} 单元的几何结构是 ()。
- A. 十二面体 B. 二十面体 C. 双八面体 D. 二十四面体
16. 下列氢化物中, 热稳定性最强的是()。
- A. RbH B. KH C. NaH D. LiH
17. 能大量共存于溶液中的一对离子是()。
- A. Fe^{3+} 和 I^- B. Pb^{2+} 和 Sn^{2+} C. Ag^+ 和 PO_4^{3-} D. Fe^{3+} 和 SCN^-
18. Co_2O_3 和盐酸作用的产物为 ()。
- A. $\text{CoCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{CoCl}_3 + \text{CoCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ D. $\text{CoCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
19. 已知 $\text{V}^{3+}/\text{V}^{2+}$ 的 $\varphi^\ominus = -0.26 \text{ V}$, $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ 的 $\varphi^\ominus = 1.23 \text{ V}$, V^{2+} 离子于下述哪种溶液中能使溶液顺利产生氢气? ()。
- A. $\text{pH} = 0$ 的水溶液 B. 无氧的 $\text{pH} = 7$ 的水溶液
C. $\text{pH} = 10$ 的水溶液 D. 无氧的 $\text{pH} = 0$ 的水溶液
20. 下列氧化物中氧化能力最强的是 ()。
- A. CuO B. Ag_2O C. Co_2O_3 D. MnO_2

河北师范大学

2020 年硕士研究生招生入学考试试题

二、填空(本题共 20 分, 每小题 2 分)

21. 在 OH^- 、 NH_3 、 PO_4^{3-} 、 CO_3^{2-} 、 Ac^- 中, 最强的碱是_____, 最弱的碱是_____。
22. 写出下列各分子中碳原子的杂化形式: CH_3Cl _____, COCl_2 _____。
23. 在 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入 Na_2S 得到_____; 溶液中加入过量 NaOH 生成_____。
24. 在水溶液中 Fe^{3+} 易和过量 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 生成 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$, 此化合物应命名为_____, 配离子的空间构型为_____。
25. AgNO_3 溶液与过量的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液反应生成_____色的_____。
26. H_3BO_3 是_____元弱酸, 在定量分析中不能直接用强碱滴定, 其酸性可以通过加入_____而增强。
27. 写出下列物质的分子式(或化学式): 大苏打_____, 重晶石_____。
28. CdS 和 ZnS 相比, 在水中溶解度小的是_____; CuS 和 As_2S_3 相比, 酸性强的的是_____。
29. 在 $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 中, _____和_____是两性氢氧化物。
30. 在实验室常用_____坩埚熔融碱; 碱性溶液中 Cr^{3+} 的还原性很强, 写出一种在 NaOH 强碱性介质中能将 Cr(III) 氧化成 Cr(VI) 化合物但又不引进其它杂质的氧化剂。_____。

三、简答和推断题(本题共 30 分, 每小题 5 分)

31. Na_2SO_4 和 K_2SO_4 的热稳定性非常高, 高温难分解, 而 CuSO_4 和 Ag_2SO_4 热稳定性差, 加热可以分解, 试解释之, 并写出 CuSO_4 和 Ag_2SO_4 的热分解方程式。
32. BCl_3 和 AlCl_3 都具有缺电子性, 其中 AlCl_3 在气态或非极性溶剂中容易形成共价双聚分子 Al_2Cl_6 , 但 BCl_3 不具有类似的性质。就 AlCl_3 和 BCl_3 的这些特点各自阐述其原因。
33. 试画出并说明 B_2H_6 的结构, 指出 B 的杂化方式和分子中存在的化学键。
34. 用价键理论解释 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 是高自旋的, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 是低自旋的。说明两个配离子的空间几何构型, 计算它们的理论有效磁矩。
35. 气态时五氯化磷以 PCl_5 分子形式存在, 固态五氯化磷是以 $[\text{PCl}_4]^+$ 和 $[\text{PCl}_6]^-$ 离子结合成的离子晶体。试根据价层电子对互斥理论指出 PCl_5 、 $[\text{PCl}_4]^+$ 、 $[\text{PCl}_6]^-$ 的几何构型, 并指出各分子或离子中 P 的杂化方式。
36. A 物质容易升华, 其溶于水形成无色溶液。与 A 的有关反应及现象如下:
(1) 向 A 的溶液加入氨水时生成白色沉淀 B;

河北师范大学

2020 年硕士研究生招生入学考试试题

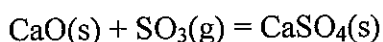
- (2) 向 A 的溶液加入 NaOH 溶液有黄色沉淀 C 生成;
(3) 向 A 的溶液加入 KI 溶液先有红色沉淀 D 生成, KI 溶液过量后 D 溶解生成无色溶液 E, E 与 KOH 的混合溶液可用于鉴定铵盐。
试确定 A、B、C、D、E 为何物?

四、写出下列反应的化学或离子方程式(本题共 30 分, 每小题 3 分)

37. BCl_3 、 BF_3 、 SiF_4 分别与水的反应。
38. 焦硫酸钾与 Fe_2O_3 共熔反应; 亚磷酸与硫酸铜溶液反应; 含 Fe^{3+} 的溶液中加入黄血盐生成蓝色沉淀。
39. Mn(II) 盐溶液中加入强碱生成沉淀; 该沉淀被空气中的氧气氧化; 二氧化锰和浓盐酸加热反应。
40. 重铬酸钾的酸性溶液中通入 SO_2 ; 重铬酸钾溶液中加入 BaCl_2 溶液; 重铬酸钾的酸性溶液中加入乙醚, 然后加入过氧化氢。
41. 酸性介质中铋酸钠与 Mn^{2+} 反应; 硫代硫酸钠与足量氯水反应; 硝酸铅加热分解。
42. 红色 Pb_3O_4 与 HNO_3 反应; PbO_2 与浓盐酸反应; 铅在氧气存在的条件下与醋酸反应。
43. SnS_2 溶于 Na_2S 溶液; SnS 溶于 Na_2S_2 溶液; HgS 溶于 Na_2S 溶液。
44. 三氯化铋水解; 砷化氢加热分解; 含 Cu^{2+} 的溶液中加入碳酸钠溶液。
45. 亚硝酸铵加热分解; Li_3N 和水反应; 次磷酸钾和氯化镍溶液反应。
46. 硫粉、白磷、单质碘分别在加热的条件下与 NaOH 溶液反应。

五、计算题(本题共 30 分, 每小题 10 分)

47. 用 CaO(s) 吸收高炉废气中的 SO_3 气体, 其反应方程式为:



根据下列热力学数据计算该反应 373 K 时的 $\Delta_r G_m^\ominus$, 并用来说明该反应在 373 K 进行的可能性及用此反应防止 SO_3 污染环境的合理性。

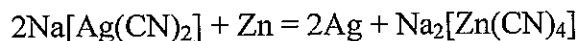
	$\text{CaSO}_4(\text{s})$	CaO(s)	$\text{SO}_3(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-1434.5	-634.9	-395.7
$S_m^\ominus / (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	106.5	38.1	256.8

48. 已知反应: $\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + \text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$ $K = 80$, 试通过有关计算说明, 向 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸亚汞溶液中逐渐加入 $\text{H}_2\text{S}(\text{aq})$, 生成的硫化物沉淀是 HgS 还是 Hg_2S 。(已知, HgS 和 Hg_2S 的 K_{sp} 分别等于 1.60×10^{-52} 和 1.00×10^{-47})

河北师范大学

2020 年硕士研究生招生入学考试试题

49. 用传统氰化法提取贵金属时涉及到反应:



已知: $\phi_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^\ominus = -0.7618 \text{ V}$ $\phi_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\ominus = 0.7996 \text{ V}$

$$K_{\text{稳}}[\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}] = 5.01 \times 10^{16} \quad K_{\text{稳}}[\text{Ag}(\text{CN})_2^-] = 1.26 \times 10^{21}$$

- (1) 求反应 $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{CN}^-$ 的标准电极电势值 ;
- (2) 求反应 $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} + 2\text{CN}^-$ 的标准电极电势值;
- (3) 讨论下列反应进行的可能性, 并计算该反应的标准平衡常数

