

聊城大学

2009 年硕士研究生入学考试初试试题

学科专业名称: 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理

考试科目名称: 无机化学 (A)卷

- 注意事项: 1、本试题共 6 道大题 (共 58 个小题), 满分 150 分。
2、本卷为试题, 答题另有答题纸。答案一律写在答题纸上, 写在该试题纸上或草稿纸上无效。要注意试卷清洁, 不要在试卷上涂划。
3、答题必须用蓝、黑钢笔或圆珠笔书写, 其它均无效。
4、特殊要求携带的用具请注明, 没有特殊要求填“无”。

试卷

一、选择题 (共 30 分, 每题 1 分, 单选)

1. 氢原子基态能量 $E = -13.6 \text{ eV}$, 在第五玻尔轨道上的电子能量是:

- (A) $5E$ (B) $E/5$ (C) $E/25$ (D) $25E$

2. 下列各组描述核外电子运动状态的四个量子数正确的是:

	n	l	m	m_s
(A)	2	-1	1	-1/2
(B)	1	0	1	+1/2
(C)	0	2	-1	+1/2
(D)	3	1	0	-1/2

3. 下列分子或离子中最稳定的是:

- (A) $\dot{\text{N}}_2$ (B) N_2^+ (C) N_2^- (D) N_2^{2-}

4. 下列哪一组为等电子体?

- (A) CO O_2 NO (B) NO^+ O_2^+ N_2^+
(C) O_2 NO CN^- (D) N_2 CO NO^+

5. 下列分子中属于共价键的是:

- (A) AgF (B) AgCl (C) AgBr (D) AgI

6. 下列哪种物质的氧化性最强?

- (A) HClO (B) HClO_3 (C) NaClO_4 (D) HClO_4

7. 下列氢化物中还原性最强的是:

- (A) NH_3 (B) AsH_3 (C) H_2O (D) PH_3

8. 下列单质分子中哪种具有张力, 因而显得化学性质特别活泼?

- (A) O₃ (B) S₈ (C) N₂ (D) P₄

9. 人体中下列何元素缺乏时易引起甲状腺疾病?

- (A) F (B) Cl (C) Br (D) I

10. 下列哪个分子的偶极矩不等于零?

- (A) BeCl₂ (B) BF₃ (C) NF₃ (D) CH₄

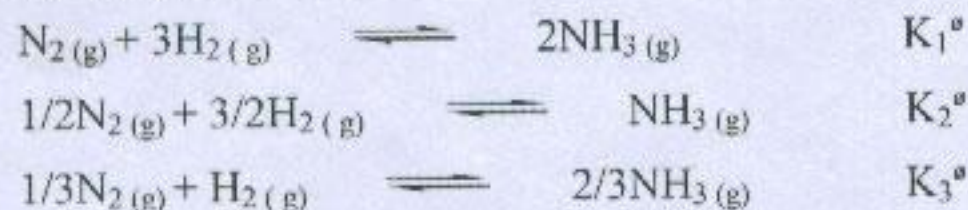
11. NH₄⁺ 的共轭碱是:

- (A) NH₂⁻ (B) NH₃ (C) N₂H₄ (D) NH₂OH

12. 常温下, 下列水溶液蒸气压最高的是:

- (A) 0.5 mol/L 尿素[CO(NH₂)₂] (B) 0.5 mol/L HAc
(C) 0.5 mol/L NaAc (D) 0.5 mol/L Ca(Ac)₂

13. 在下列平衡表达式中:



则 K_1^\ominus , K_2^\ominus , K_3^\ominus 的关系式正确的表达为:

- (A) $K_1^\ominus = (K_2^\ominus)^2 = (K_3^\ominus)^3$ (B) $K_1^\ominus = K_2^\ominus = K_3^\ominus$
(C) $K_1^\ominus = 2K_2^\ominus = 3K_3^\ominus$ (D) $K_1^\ominus = 1/2K_2^\ominus = 1/3K_3^\ominus$

14. 某温度时 CaF₂ 饱和溶液的溶解度为 $2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则在该温度下 CaF₂ 的 K_{sp} 为:

- (A) 2.6×10^{-9} (B) 3.2×10^{-11} (C) 4×10^{-8} (D) 8×10^{-12}

15. XeF₄ 的分子构型为:

- (A) 三角双锥 (B) 正四面体 (C) 四方锥 (D) 平面正方形

16. 下列碳酸盐中热稳定性最小的是:

- (A) BaCO₃ (B) MgCO₃ (C) CaCO₃ (D) Na₂CO₃

17. 在 BaCl₂ 溶液中加入 K₂Cr₂O₇, 主要产物是:

- (A) BaHCrO₄ (B) BaCr₂O₇ (C) Ba(CrO₂)₂ (D) BaCrO₄

18. 已知某一化学反应为三级反应, 则该反应速度常数的单位为:

- (A) $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$ (B) $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$
(C) $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ (D) $\text{mol}^{1/2} \cdot \text{L}^{-1/2} \cdot \text{S}^{-1}$

19. 血红蛋白中的血红素是一种大环配合物, 其中心离子为:

- (A) Fe²⁺ (B) Fe³⁺ (C) Mg²⁺ (D) Cu²⁺

20. 按晶体场理论, 在八面体场中因场强不同有可能产生高自旋和低自旋的电子构型是:

- (A) d¹ (B) d³ (C) d⁵ (D) d⁸

21. 在配合物 [Co(en)₃]₂(SO₄)₃ (en 为乙二胺) 中, 中心离子的配位数和氧化数分别是:

- (A) 3, +3 (B) 6, +3 (C) 3, +2 (D) 6, +2

22. 今有三种白色固体 AgCl 、 HgCl_2 和 Hg_2Cl_2 , 用下列哪种试剂可以鉴别?
 (A) HCl (B) KI 水溶液 (C) NH_3 水 (D) Na_2S 水溶液
23. 在强碱性介质中, 钒(V) 的存在形式是:
 (A) VO_2^+ (B) VO^{3+} (C) $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (D) VO_4^{3-}
24. 用来检验 Fe^{2+} 的试剂是:
 (A) NH_4CNS (B) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (C) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (D) H_2S
25. 实验室中常用的铬酸洗液往往出现红色结晶, 它是:
 (A) CrO_3 (B) Cr_2O_3 (C) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (D) K_2CrO_4
26. 制备无水 MgCl_2 可以采用将 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$:
 (A) 高温下加热脱水 (B) 在真空密闭容器中加热脱水
 (C) 在干燥氯化氢气流中加热脱水 (D) 以上方法都不行
27. 关于碱金属元素在空气中燃烧产物的叙述, 正确的是:
 (A) 生成氧化物 M_2O (B) Li 、 Na 、 K 的主要产物是 M_2O_2
 (C) Na 、 K 的主要产物是 MO_2 (D) K 、 Rb 、 Cs 的主要产物是 MO_2
28. 下列离子中, 氧化性最强的是:
 (A) CoF_6^{3-} (B) $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ (C) $\text{Co}(\text{CN})_6^{3-}$ (D) Co^{3+}
29. 维尔纳在化学上的主要贡献是:
 (A) 配位化学的奠基人 (B) 新元素的发现者
 (C) 氨碱法的提出者 (D) 首先提出电离学说
30. 下列离子中半径最小的是:
 (A) K^+ (B) Sc^{3+} (C) Ti^{3+} (D) Ti^{4+}

二、填空题 (共 20 分, 每空 0.5 分)

1. 写出下列物质的分子式
 泻盐_____ 萤石_____ 升汞_____ 保险粉_____
2. 在 HgCl_2 溶液中加入 KI 溶液, 生成_____色沉淀, 继续加入 KI 溶液至沉淀溶解则成为_____色溶液, 然后加入 KOH 溶液, 所得此碱性溶液称为_____试剂, 它用于鉴定_____, 其反应方程式为_____。
3. H_3PO_4 是_____元酸, 结构式为_____, H_3PO_3 是_____元酸, 结构式为_____, H_3PO_2 是_____元酸, 结构式为_____。
4. 氢原子核外 $2s$ 和 $2p$ 轨道的能量_____, 锂原子核外 $2s$ 和 $2p$ 轨道的能量_____。
5. CH_3OH 与 H_2O 之间的作用力有_____, _____, _____。
6. 第 29 号元素在第_____周期, 第_____族, 元素符号为_____, 价电子层排布为_____, 排布特殊的理论依据是_____。

7. 金属中导电性最强的是_____，密度最大的是_____，硬度最大的是_____，熔点最高的是_____。

8. 填表：

配合物	命名	杂化轨道类型	几何构型	内外轨型	是否有几何异构
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$					
	二氯二氨合铂(II)				

三、写出配平的下列反应方程式（共 30 分，每题 3 分）

1. 碘与硫代硫酸钠溶液反应
2. 软锰矿在空气中与 KOH 共熔
3. 氢氧化钴(III)与浓盐酸反应
4. 加热重铬酸铵固体
5. 向 HgCl_2 溶液中逐滴加入 SnCl_2 溶液
6. 五氧化二钒与盐酸反应
7. 氧化亚铜与稀硫酸反应
8. 硼酸与乙醇在浓硫酸存在下反应
9. 三氯化铋水解
10. Au 与王水反应

四、简答题(共 30 分，每题 5 分)

1. 写出 N_2 和 N_2^+ 的分子轨道表示式，指出其键级并比较其稳定性。
2. 实验室如何保存过氧化氢溶液？为什么？
3. N 和 Bi 不易形成五卤化物，而 P 易形成五卤化物，为什么？
4. $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 为顺磁性而 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ 为反磁性，试加以解释。
5. 电子亲和能与原子半径之间有何规律性关系？同周期和同族的元素间有何规律？为什么有些非金属元素（如 F, O 等）却显得反常？
6. 列举无机化学的三个研究方向及其主要研究内容。

五、推断题(共 20 分)

1. (15 分) 金属 M 溶于稀盐酸时生成 MCl_2 ，其磁矩为 4.9 B.M.。在无氧操作条件下， MCl_2 溶液遇 NaOH 溶液，生成一白色沉淀 A，A 接触空气就逐渐变绿，最后变成棕色沉淀 B。灼烧时，B 生成了棕红色粉末 C，C 经不彻底还原而生成了铁磁性的黑色物质 D。B 溶于稀盐酸生成溶液 E，它使 KI 溶液氧化成 I_2 ，但在加入 KI 前先加入 NaF，则 KI 将不被 E 所氧化。若向 B 的浓 NaOH 悬浮液中通入 Cl_2 时可得到一紫红色溶液 F，加入 BaCl_2 时就会沉淀出红棕色固体 G，G 是一种强氧化剂。试确认 M 和 A—G 各字母符号所代表的化合物，并写出相关反应方程式。

2. (5分) A metal **M** reacts with Cl_2 on heating to give a liquid compound **A** which can be converted to a solid **B** when treated with an excess of the metal. A solution of **B** in aqueous HCl reduces Hg(II) salts to Hg(I) and then to Hg , Fe^{3+} to Fe^{2+} . If H_2S is passed through a solution of **A** in HCl a yellow precipitate **C** is obtained which dissolves in ammonium sulphide $[(\text{NH}_4)_2\text{S}]$ as a compound **D**. Identify the metal **M** and the compounds **A** to **D**.

六、计算题 (20分)

1. (10分) 已知: $\text{Co}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} \quad \varphi^\ominus = 1.808\text{V}$

$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} \quad \varphi^\ominus = 1.229\text{V}$

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 的 $K_{\text{稳}} = 1.4 \times 10^{35}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的 $K_{\text{稳}} = 1.3 \times 10^5$

NH_3 的 $K_{\text{b}} = 1.8 \times 10^{-5}$

- (1) 试确定 Co^{3+} 在水溶液中能否稳定存在 (各物质均为标准状态下)? 若不能稳定存在, 写出相关方程式。
- (2) 当体系中加入 NH_3 水后, 试确定 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 配离子在 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水中能否稳定存在? (设 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 、 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的浓度均为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, O_2 的分压为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)。

2. (10分) 已知 298K 时:

(1): $\text{Zn}_{(\text{s})} + 1/2 \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{ZnO}_{(\text{s})} \quad \Delta_r H^\ominus_1 = -348 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2): $\text{S}_{(\text{斜方})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{SO}_{2(\text{g})} \quad \Delta_r H^\ominus_2 = -296.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3): $\text{ZnO}_{(\text{s})} + \text{SO}_{3(\text{g})} \rightleftharpoons \text{ZnSO}_{4(\text{s})} \quad \Delta_r H^\ominus_3 = -238.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(4): $\text{Zn}_{(\text{s})} + \text{S}_{(\text{斜方})} + 2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{ZnSO}_{4(\text{s})} \quad \Delta_r H^\ominus_4 = -982.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

试求: (1) 反应 $\text{SO}_{2(\text{g})} + 1/2 \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{SO}_{3(\text{g})}$ 的 $\Delta_r H^\ominus$ 。

(2) 该反应在 298K 时的标准平衡常数 K^\ominus

(已知: $S^\ominus(\text{SO}_3, \text{g}) = 256.6 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, $S^\ominus(\text{O}_2, \text{g}) = 205.0 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$S^\ominus(\text{SO}_2, \text{g}) = 248.0 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(3) 该反应在 298K 时 K_p (以 Pa 表示)。