

江西师范大学硕士研究生入学考试初试科目
考 试 大 纲

科目代码、名称: 851 无机化学

适用专业: 070301 无机化学

一、考试形式与试卷结构

(一) 试卷满分 及 考试时间

本试卷满分为 150 分, 考试时间为 180 分钟。

(二) 答题方式

答题方式为闭卷、笔试。

试卷由试题和答题纸组成; 答案必须写在答题纸相应的位置上。

(三) 试卷主要题型

选择题、填空题、完成并配平反应方程式、简答题、计算题

二、考查目标 (复习要求)

全日制攻读无机化学硕士学位研究生入学考试《无机化学》科目考试, 要求考生系统掌握无机化学中重要的基本概念和基础知识, 掌握元素周期律、原子和分子结构、化学反应速率、化学平衡、化学热力学、电解质溶液、氧化还原反应和配位化学等基本理论, 并用这些理论来解释无机化学中的实际问题, 具有理论分析、科学思维和化学计算的能力。掌握重要元素的单质及其化合物结构、性质、制备及用途, 并用无机化学的相关理论进行解释。

三、考查范围或考试内容概要

第一部分 物质结构基础

一、原子结构

1. 了解原子能级、波粒二象性、原子轨道(波函数)和电子云等概念。
2. 了解四个量子数的取值及意义, 熟悉 s、p、d 原子轨道与电子云的角度分布图, 了解径向分布图。
3. 掌握多电子原子轨道能级顺序、核外电子排布规律。
4. 了解原子核外电子排布与元素周期表的关系, 了解原子半径、电离能、电子亲和能和电负性的周期性变化。

二、化学键与分子结构

1. 理解离子键的基本含义(概念, 离子的电荷、构型、离子半径), 理解晶格能的含义。了解几种常见离子晶体(CsCl, NaCl, 闪锌矿等)的结构类型。
2. 理解价键理论, 掌握 σ 键、 π 键以及杂化轨道的概念。熟悉杂化轨道类型(sp , sp^2 , sp^3 , dsp^2 , d^2sp^3 , sp^3d^2)与分子构型的关系。了解影响共价分子键参数的主要因素。

3. 会用杂化轨道理论和价层电子对互斥理论说明 AB_n 型共价分子和原子团的空间构型。

4. 了解分子轨道理论，能够写出第二周期同核双原子分子的分子轨道并判断分子的稳定性及磁性。

5. 理解关于金属键的改性共价键理论和能带理论。

6. 掌握分子间作用力和氢键的特点，并用以解释有些物质的某些物理性质。

7. 了解原子晶体、离子晶体、分子晶体、金属晶体类型及特点。

8. 掌握离子极化对物质结构和性质的影响。

三、配位化合物

1. 了解配合物的基本概念、几何异构和对映异构的概念。

2. 掌握配合物的价键理论及晶体场理论。

第二部分 化学热力学与化学动力学初步

一、化学热力学初步

1. 掌握焓 H 和焓变 ΔH 的概念、吉布斯自由能 G 和熵 S 以及它们的变化 ΔG 、 ΔS 的初步概念、状态函数的概念。

2. 掌握盖斯定律，并学会利用热力学函数表计算标准状态下化学反应的焓变 ΔH 、吉布斯自由能变 ΔG 和熵变 ΔS 。

3. 初步掌握用吉布斯自由能变 ΔG 判断化学反应的方向和限度。

4. 理解范特霍夫等温式并学会计算非标准态下的吉布斯自由能变 ΔG 。

5. 初步掌握利用吉布斯-赫姆霍兹公式的计算，理解 ΔG 、 ΔH 、 ΔS 之间的关系。

学会估算热力学分解温度和反应温度等。

二、化学平衡

1. 掌握标准平衡常数的概念、 K^\ominus 与 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的关系、多重平衡规则。

2. 掌握浓度、压力、温度对化学平衡的影响。掌握有关化学平衡的计算。

三、化学反应的速率

1. 了解化学反应速率的基本概念、质量作用定律和反应级数的概念。

2. 掌握浓度、温度及催化剂对化学反应速率的影响。理解过渡态理论。

第三部分 水溶液化学原理

一、酸碱平衡

1. 了解酸碱理论的发展，掌握酸碱质子理论。

2. 掌握一元弱酸（碱）、多元弱酸（碱） H^+ （ OH^- ）离子浓度的计算，掌握同离子效应及缓冲溶液相关计算。

二、沉淀平衡

1. 理解沉淀溶解平衡中溶度积和溶解度的关系。

2. 利用溶度积规则判断沉淀的生成与溶解并进行有关计算。

三、电化学基础

1. 掌握氧化还原反应的基本概念、氧化还原反应方程式的配平。
2. 了解原电池及其符号书写。
3. 掌握标准电极电势的意义及应用，能应用标准电极电势判断氧化剂和还原剂的强弱、氧化还原反应的方向和计算平衡常数；
4. 能用能斯特方程式及元素电势图进行相关计算，讨论离子浓度变化时电极电势的改变和对氧化还原反应的影响。
5. 了解电解、化学电池。

四、配位平衡

1. 了解配合物稳定常数、不稳定常数等概念、中心原子和配体对配合物稳定性的影响。
2. 会计算配体过量时配位平衡的组成。
3. 理解配合平衡与酸碱平衡、多相离子平衡和氧化还原平衡的关系，掌握有关计算。

第四部分 元素化学

一、卤素

了解卤素的通性，卤素单质及其化合物，含氧酸的氧化还原性。

二、氧族元素

了解氧族元素的通性，氧，臭氧，水，过氧化氢，硫及其化合物，无机酸强度的变化规律。

三、氮族元素

了解氮族元素的通性，氮及其化合物，磷及其化合物，砷、锑、铋及其化合物，盐类的热分解。

四、碳族元素

了解碳族元素的通性，碳族元素的单质及其化合物，无机化合物的水解性。

五、硼族元素

了解硼族元素的通性，硼族元素的单质及其化合物，惰性电子对效应和周期表中的斜线关系。

六、碱金属和碱土金属

了解碱金属和碱土金属的通性，碱金属和碱土金属的单质及其化合物，离子晶体盐类的水解性。

七、铜、锌副族

了解铜族元素的通性、单质及其化合物，掌握铜(I)和铜(II)的相互转化；

了解锌族元素的通性、单质及其化合物，掌握汞(II)和汞(I)的相互转化。

八、过渡金属 (I)

掌握钛、钒、铬、锰各分族元素及其化合物的性质，物质显色规律以及呈色原因及影响因素。

九、过渡金属 (II)

掌握铁、钴、镍重要化合物的性质。了解铂系元素及其重要化合物，过渡元素的通性。

十、镧系及锕系元素

一般了解镧系收缩的实质及其对镧系化合物性质的影响。一般了解各系元素的电子层结构和通性以及重要化合物。

参考教材或主要参考书:

1. 《无机化学》第三版, 武汉大学、吉林大学等合编, 高等教育出版社
2. 《无机化学》第五版, 大连理工大学无机化学教研室编, 高等教育出版社

四、样卷

一、选择题 (每题 3 分, 共 30 分)

- (3 分) 1. 下列基态原子中, 含有 3 个未成对电子的是 ()
A. Al B. Si C. Fe D. V
- (3 分) 2. 零族元素中原子序数增加电离能随之减小, 这符合下列哪一条一般规律? ()
A. 原子量增加致使电离能减小 B. 核电荷增加致使电离能减小
C. 原子半径增加致使电离能减小 D. 元素的金属性增加致使电离能减小
- (3 分) 3. 在相同条件下, 由相同的反应物变为相同的产物, 反应分两步完成与分一步完成比较, 两步完成时 ()
A. 放热多 B. 熵变增大 C. 内能增大 D. 焓、熵、内能的变化相同
- (3 分) 4. AgF 易溶而 AgBr 难溶于水, 主要原因是 F^- 比 Br^- 的 ()
A. 极化力强 B. 极化力弱 C. 变形性大 D. 变形性小
- (3 分) 5. 对一个化学反应来说, 下列说法正确的是 ()
A. ΔH 越负, 反应速度越快 B. ΔG 越负, 反应速度越快
C. 若为吸热反应, 温度越高反应速度越快 D. 活化能越小, 反应速度越快
- (3 分) 6. 已知相同浓度的盐 NaA , NaB , NaC , NaD 的水溶液的 pH 依次增大, 则相同浓度的下列稀酸中, 离解度最大的是 ()
A. HA B. HB C. HC D. HD
- (3 分) 7. H_3O^+ 的共轭碱是 ()
A. H^+ B. H_2O C. H_2O_2 D. OH^-
- (3 分) 8. 下列具有最长 C-O 的是 ()
A. $\text{Cr}(\text{CO})_6$ B. $[\text{V}(\text{CO})_6]^-$ C. $[\text{Mn}(\text{CO})_6]^+$ D. $[\text{Ti}(\text{CO})_6]^{2-}$
- (3 分) 9. 下列物质中, 能被空气中的 O_2 氧化的是 ()
A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ B. $\text{Ni}(\text{OH})_2$ C. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ D. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$
- (3 分) 10. 下列哪种物质不能作为配体的是 ()
A. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ B. PH_3 C. N_2H_4 D. NH_4^+

二、填空题 (每空 1 分, 共 30 分)

(4 分) 1. ICl_2^- 离子是____结构, 中心原子的杂化方式是____; XeF_4 是____结构, 中心原子的杂化方式是____。

(4 分) 2. 硼砂的水溶液呈____性; 由于含有等物质的量的____和____, 故可作为____溶液使用。

(2 分) 3. $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ 呈黄色, 原因是____; $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}(\text{aq})$ 呈绿色, 是因为____。

(4 分) 4. 在 $[\text{CuI}_2]^-$ 配离子中, Cu^+ 采用____杂化轨道成键; Cu^+ 的电子构型为____。该配离子的几何构型为____形, 磁矩 $\mu = ______ \text{B.M.}$ 。

(5 分) 5. 对于反应 $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) = \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$, 其反应速度方程为 $\mu = k[\text{A}][\text{B}]$, 由此可知该反应为(基元反应或非基元反应)____, 反应级数为____。若该反应的 $\Delta H < 0$, 则升高温度, $k_{\text{正}}$ ____; $k_{\text{逆}}$ ____; $k_{\text{逆}}$ ____。

(3 分) 6. 既可用于鉴定 Fe^{3+} , 又可用于鉴定 Co^{2+} 试剂是____; 当 Fe^{3+} 存在时干扰 Co^{2+} 的鉴定, 加入____生成____而将 Fe^{3+} 掩蔽起来, 从而消除 Fe^{3+} 对 Co^{2+} 鉴定的干扰。

(2 分) 7. 第八周期将包括____种元素; 核外出现第一个 5g 电子的元素, 其原子序数是____。

(6 分) 8. 镧系收缩造成____和____、____和____、____和三对元素性质相似最为显著。

三、完成并配平下列化学反应方程式或离子方程式 (每题 5 分, 共 30 分)

(5 分) 1. $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow$

(5 分) 2. 氯化亚锡与重铬酸钾反应(酸性介质)

(5 分) 3. $\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$

(5 分) 4. $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow$

(5 分) 5. 二氧化铈与浓盐酸反应

(5 分) 6. 氧化亚铜和稀盐酸反应

四、简答题 (每题 6 分, 共 30 分)

(6 分) 1. 请对比讨论 O_2F_2 及 H_2O_2 的结构, 并解释 O-O 键长不同的原因。

(6 分) 2. 为什么 CS_2 的熔点比 CO_2 高, 但比 SiO_2 的低很多?

(6 分) 3. Cu^+ 和 Na^+ 半径相近, 但 CuCl 水中溶解度比 NaCl 小得多, 是何原因?

(6 分) 4. 在草酸溶液中加入 CaCl_2 溶液生成 CaC_2O_4 沉淀, 当过滤出沉淀后, 加入氨水于滤液中, 又产生 CaC_2O_4 沉淀, 请解释上述实验现象。

(6 分) 5. 为什么 PF_3 可以与过渡金属形成许多配合物, 而 NF_3 几乎不具有这样的性质?

五、计算题 (每题 10 分, 共 30 分)

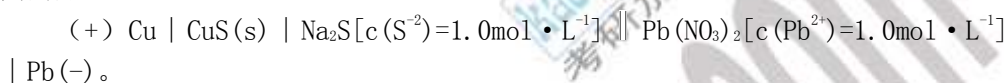
(10 分) 1. 已知 $K_b^\ominus(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$ 。向 0.10 L $0.0100 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水溶

液通入 HCl 气体（假设通入 HCl(g) 后，溶液体积不发生变化）。试计算下列各种溶液的 pH：（1）通入 HCl 气体前；（2）溶解了 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol HCl}$ 后；（3）溶解了 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}$ 后。

（10 分）2. 用计算说明酸性条件下 ($[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)，Ag 能把 FeCl_3 水溶液的 Fe^{3+} 还原成 Fe^{2+} 的原因。写出相应方程式，计算相应平衡常数。

$$(E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.80\text{V}, E^\circ (\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771\text{V}, K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.77 \times 10^{-10})$$

（10 分）3. 已知： $K_{\text{sp}}^\circ (\text{CuS}) = 6.3 \times 10^{-36}$ ， $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.337\text{V}$ ， $E^\circ (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.126\text{V}$ 。在标准态下反应 $\text{Cu} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Pb} + \text{Cu}^{2+}$ 不能发生，但若将铜片放在 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2S 溶液中，铅片插入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中，并组成下面的原电池：



在这种条件下，原电池的放电能正常进行。试通过计算简要说明之。并计算放电终止时，原电池中 $c(\text{Cu}^{2+})/c(\text{Pb}^{2+})$ 为多少？