

黑龙江大学硕士研究生入学考试大纲

考试科目名称：综合化学 考试科目代码：[823]

一、考试要求

1. 要求考生系统地掌握无机化学的基本概念、基本原理、典型实验方法和技术，并且能灵活运用所学知识解释实际应用中的具体问题。

2. 分析化学是化学类各专业重要的基础课之一，主要内容包括：定量分析概论、数据处理、滴定分析法、重量分析法、吸光光度法。要求考生牢固掌握其基本的原理和测定方法，建立起严格的“量”的概念。能够运用化学平衡的理论和知识，处理和解决各种滴定分析法的基本问题，包括滴定曲线、滴定误差、滴定突跃和滴定可行性判据，掌握重量分析及吸光光度法的基本原理和应用及分析化学中的数据处理。正确掌握有关的科学实验技能，具备必要的分析问题和解决问题的能力。

3. 考生须对有机化学基本概念有较深入的了解，能够系统的掌握各类化合物的命名、结构特点及主要性质、反应和合成制备方法等内容；能完成反应、结构鉴定、合成等各类问题；熟习典型的反应历程及概念；了解化学键理论概念、过渡态理论，初步掌握碳正离子、碳负离子、碳游离基等中间体的相对活性及其在有机反应进程中的作用；能应用电子效应来解释一些有机化合物的结构与性能的关系；初步了解红外光谱、紫外、核磁共振谱的基本原理及其在测定有机化合物结构中的应用。具有综合运用所学知识分析问题及解决问题的能力。

二、考试内容

第一部分 无机化学

第一章 电离平衡

第一节 弱酸弱碱的电离平衡

1-1 一元弱酸弱碱的电离平衡及其计算

1-2 水的离子积和溶液的 pH 值

1-3 同离子效应和缓冲溶液。

第二节 盐的水解

盐的水解，一元弱酸弱碱盐的水解的计算，影响水解因素

第二章 难溶性强电解质的沉淀-溶解平衡

第一节 溶度积和溶度积原理，溶度积与溶解度的关系；

第二节 沉淀-溶解平衡移动，即沉淀的生成，沉淀的溶解，

第二节 分步沉淀，沉淀的转化

第三章 氧化还原反应

第一节 基本概念

氧化数，氧化还原反应，氧化剂和还原剂，氧化还原电对

第二节 氧化还原方程式配平

离子-电子法配平

第三节 电极电势

3-1 原电池和电极电势

原电池，电极电势，标准氢电极和标准电极电势

3-2 电动势和化学反应吉布斯自由能的关系

标准电极电势、电动势和化学反应吉布斯自由能讲的计算

第四节 电极电势的应用

4-1 判断氧化剂和还原剂的强弱

4-2 判断氧化还原反应进行的方向和程度

第四章 原子结构与元素周期律

第一节 核外电子的运动状态**

微观粒子的波粒二象性

1-1 波函数和原子轨道

1-2 几率密度和电子云

1-3 波函数的空间图象

1-4 四个量子数

第二节 核外电子的排布和元素周期系

2-1 多电子原子的能级

Pauling 原子轨道近似能级图；屏蔽效应；钻穿效应；

2-2 核外电子排布原则

2-3 原子的电子结构和元素周期律

镧系收缩

第三节 元素基本性质的周期性

3-1 原子半径

3-2 电离能

3-3 电子亲和能

3-4 电负性

第五章 化学键与分子结构

第一节 离子键

离子键理论；离子的三大特征：半径、电荷与构型；离子晶体的晶格能的计算

第二节 共价键理论**

价键理论；轨道杂化理论；价层电子对互斥理论；三个理论的应用

第三节 键参数与分子的性质

键参数：键长、键角、键能

第四节 分子极性和分子间作用力

分子的偶极矩与极化力、极化率；三种范德华力；氢键；

第六章 碱金属和碱土金属

第一节 碱金属和碱土金属的通性

基本性质及其变化规律

第二节 碱金属和碱土金属的单质

化学性质 金属锂的特殊性

第三节 化合物

氧化物、氢氧化物、盐类

第七章 卤素

第二节 卤素单质及其化合物

1-1 卤化氢和氢卤酸

1-2 卤化物

1-3 卤素的氧化物

第三节 卤素含氧酸的氧化还原性

1-1 含氧酸的酸性和氧化还原性及其变化规律

1-2 影响含氧酸的氧化能力强弱的因素

第八章 氧族元素

第一节 过氧化氢

1-1 过氧化氢的分子结构

1-2 过氧化氢的性质和用途

第二节 硫及其化合物

2-1 单质硫

2-2 硫的成键特征

2-3 硫化氢和硫化物

2-4 硫的含氧无机酸强度的变化规律

第九章 氮族元素

第一节 氮族元素的通性

基本性质及其变化规律

第二节 氮及其化合物

2-1 氮的成键特征和价键结构

2-2 氮的含氧化合物

第三节 磷及其化合物

3-1 磷的成键特征和价键结构

3-2 磷的含氧化合物

3-3 磷的卤化物

第四节 砷、锑、铋

砷、锑、铋的化合物

第十章 碳族元素

第一节 碳族元素的通性

基本性质及其变化规律

第二节 碳族元素的单质及其化合物

2-1 碳族元素的单质

2-2 氧化物

2-3 含氧酸及其盐

2-4 卤化物和硫化物

第十一章 硼族元素

第一节 硼族元素的通性

基本性质及其变化规律

第二节 硼族元素的单质及其化合物

2-1 硼族元素的单质

2-2 硼的氢化物

2-3 含氧化物

第三节 惰性电子对效应和周期表中的斜线关系

惰性电子对效应 周期表中的斜线关系

第十二章 铜、锌副族

第一节 铜族元素

1-1 单质的物理性质和化学性质

1-2 铜+1、+2 价化合物

第二节 锌族元素

2-1 单质的物理性质和化学性质

2-2 锌族元素的重要化合物

第十三章 配位化合物

第一节 配位化合物的基本概念

定义、组成、命名、类型、空间结构和异构现象

第二节 配合物的化学键理论

价键理论及其应用

第三节 配合物的稳定性

3-1 配合物的稳定常数

3-2 配合平衡的移动

3-3 配位平衡的计算

第十四章 过渡金属

第一节 铬元素

铬的三价和六价态重要化合物

第二节 锰元素

氧化数是+6、+3、+2 的锰的化合物

第三节 铁元素

3-1 铁的+2, +3 价的化合物

3-2 钴、镍+2, +3 价的化合物

3-3 铁、钴、镍的低氧化态配合物

第二部分 分析化学

1. 绪论:

了解分析化学的任务和作用, 分析方法的分类。

2. 定量分析化学概论

掌握误差的种类、来源及减小方法。掌握准确度及精密度的基本概念、关系及各种误差及偏差的计算, 掌握有效数字的概念, 规则, 修约及计算。明确基准物质、标准溶液等概念, 掌握滴定分析的方式, 方法, 对化学反应的要求。掌握标准溶液配制方法、浓度的表示形式及滴定分析的相关计算。

3. 酸碱平衡和酸碱滴定法

了解活度的概念和计算, 掌握酸碱质子理论。掌握酸碱的离解平衡, 质子平衡方程。掌握分布分数的概念及计算以及 PH 值对溶液中各存在形式的影响。掌握缓冲溶液的性质、组成、选取原则。掌握一元、二元、两性、缓冲等体系的 PH 值计算。掌握酸碱滴定原理、指示剂的变色原理、变色范围及指示剂的选择原则。理解各种酸碱滴定曲线方程的推导。熟悉酸碱滴定法的应用, 并能设计常见酸、碱的滴定分析方案。

4. 络合滴定法

理解络合物的概念; 理解络合物溶液中的离解平衡的原理。熟练掌握络合平衡中的副反应系数和条件稳定常数的计算。掌握络合滴定法的基本原理和化学计量点时金属离子浓度的计算; 了解金属离子指示剂的作用原理、选择原则、封闭与僵化。理解络合滴定中酸度控制的重要性。掌握提高络合滴定的选择性的方法; 学会络合滴定误差的计算。掌握络合滴定的方式及其应用。

5. 氧化还原滴定法

理解氧化还原平衡常数的概念; 了解影响氧化还原反应速率的各种因素。理解标准电极电势及条件电极电势的意义和它们的区别, 熟练掌握能斯特方程计算电极电势。掌握氧化还原滴定曲线; 了解氧化还原滴定中指示剂的作用原理。掌握氧化还原滴定结果的计算

方法。了解氧化还原滴定前的预处理；熟练掌握 KMnO_4 法、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 法及碘量法的原理和操作方法及应用实例。

6. 重量分析法和沉淀滴定法

了解重量分析的基本概念；熟练掌握重量分析对沉淀形式和称量形式的要求。掌握沉淀的溶解度的计算及影响沉淀溶解度的因素。了解沉淀的形成过程及影响沉淀纯度的主要因素；掌握沉淀条件的选择。熟练掌握重量分析结果计算；掌握沉淀滴定法。

7. 吸光光度法

了解吸光光度法的特点；熟练掌握光吸收的基本定律；了解比色和分光光度法及其仪器；掌握光度分析法的设计、误差。了解吸光光度法测定弱酸和弱碱的离解常数、络合物络合比的测定等的应用。

8. 分析化学中的数据处理

掌握总体和样本的统计学计算。掌握随机误差的正态分布的特点及区间概率的概念。熟练掌握少数数据的 t 分布，并会用 t 分布计算平均值的置信区间；掌握 t 检验和 F 检验；掌握异常值的取舍方法。了解一元线性回归分析法及线性相关性的评价。熟练掌握提高分析结果准确度的方法。

第三部分 有机化学

第1章 绪论

有机化合物与有机化学，有机化合物的特性。化学键与杂化轨道理论，化学键与分子性质的关系。

第2章 烷烃

2.1 烷烃的结构与命名

2.2 烷烃的异构与构象

烷烃异构，烷烃构象表示方法，乙烷的构象；丁烷的构象；构象分析

2.3 烷烃的物理性质

2.4 烷烃的化学性质

卤化反应及其自由基取代反应历程、自由基稳定性和自由基的结构（超共轭效应）

第3章 烯烃

3.1 烯烃的结构和命名

烯烃的结构，命名，构造异构，顺反异构及表示方法。

3. 2 烯烃物理性质

3. 3 烯烃的化学性质

催化氢化及烯烃的稳定性；亲电加成：加卤素（亲电试剂、亲电加成、亲电加成反应历程），加卤化氢（马氏反应规则，诱导效应，碳正离子结构、稳定性和碳正离子的重排），加次卤酸，加硫酸，加水，硼氢化反应；自由基加成：HBr 过氧化物效应；氧化反应； α -氢原子的反应：卤代（烯丙基自由基及，共轭效应）；烯烃的鉴别。

第 4 章 炔烃、二烯烃

4. 1 炔烃的结构和命名

4. 2 炔烃的物理性质

4. 3 炔烃的化学性质

叁键碳上氢原子的活泼性（弱酸性）：与钠或氨基钠反应、与硝酸银的氨溶液或卤化亚铜的氨溶液反应；加成反应：催化加氢、亲电加成（A、与卤素的加成 B、与氢卤酸的加成 C、与水的加成）、亲核加成——与醇加成；氧化反应；炔烃的制备与鉴别。

4. 4 二烯烃的性质

共轭二烯烃的性质：①加成反应（1, 4 加成和 1, 2 加成） ②双烯合成（Diels-Alder 反应）

第 5 章 脂环烃

5. 1 脂环烃的分类、命名

5. 2 环烷烃的结构与稳定性

5. 4 环己烷及其衍生物的构象

椅式，船式，a 键，e 键，一元及多元取代环己烷的构象分析。

5. 5 环烷烃的化学性质

取代反应，加成反应，氧化反应，环烯烃和环二烯烃的反应。脂环烃的鉴别。

第 6 章 芳香烃

6. 1 芳香烃的分类与命名

6. 2 芳香烃的结构

芳香性与许克尔规则

6. 3 芳香烃的物理性质

6. 4 芳香烃的化学性质

1. 亲电取代反应及机理：卤代、硝化、磺化、付氏烷基化和酰基化、氯甲基化；2. 加成反应：加氢、加氯；3. 氧化反应：侧链氧化、苯环氧化；4. 侧链取代；5. 定位规则及活化作用，理论解释，双取代基定位规则及理论解释，定位规则的应用。

第7章 立体化学

异构体的分类与立体化学，手性，手征性，手性分子与旋光性，分子的对称因素，手性原子。构型的确定、标记和表示方法（Fisher 投影式，R/S 表示方法）。对映体，非对映体，外消旋体，差向异构体，内消旋体。

第8章 紫外光谱、红外光谱、核磁共振

1. 核磁共振：基本原理。屏蔽效应和化学位移及影响因素，自旋偶合-裂分。n+1 规律， ^1H NMR 图谱分析。

2. 红外光谱：基本原理。主要官能团的特征吸收。谱图分析。

3. 紫外光谱：基本原理，一般概念。分子结构和紫外吸收的关系。共轭体系、芳香化合物的紫外光谱。

第9章 卤代烃

9.1 卤代烃的分类、结构与命名

9.2 卤代烃的物理性质

9.3 卤代烃的化学性质

1. 亲核取代反应（水解、氰解、氨解、醇解、和硝酸银作用），亲核取代反应历程($\text{S}_{\text{N}}1$ 和 $\text{S}_{\text{N}}2$)；2. 消除反应： β -消除反应历程($\text{E}1$ 和 $\text{E}2$)，消除方向，取代与消除的关系；3. 卤代烃与金属作用（与镁、格氏试剂）。卤代烯的分类及双键位置对卤素原子活泼性的影响。卤代烃的鉴别。

第10章 醇和醚

10.1 醇的结构、分类、异构和命名

10.2 醇的物理性质

10.3 醇的化学性质

①与活泼金属的反应；②羟基的反应：卤烃的生成、与无机酸的反应、脱水反应（分子内脱水和分子间脱水）；③氧化与脱氢。二元醇的性质。醇的制备与鉴别。

10.4 醚

结构和命名。物理性质。化学性质：伴盐的生成和醚键的断裂，过氧化物的生成，环

醚的开环反应与反应机理 (与水、醇、氨、格氏试剂等作用)。醚的制备与鉴别。

第 11 章 酚和醌

11.1 酚的结构、分类和命名

11.2 酚的物理性质

11.3 酚的化学性质

酚羟基的反应：酸性、酚醚生成、酯的生成；芳环上的亲电取代反应：卤化、硝化、磺化、烷基醚基化、与羰基化合物缩合；与三氯化铁的显色反应

11.4 苯醌

苯醌的结构、命名、制备；苯醌的化学性质：碳碳双键加成、1,4-加成、羰基加成、还原反应

第 12 章 醛和酮

12.1 醛、酮的结构和命名

12.2 醛、酮的物理性质

12.3 醛、酮的化学性质

①亲核加成反应及历程：加氢氰酸、加亚硫酸氢钠、加醇、加格氏试剂、与氨衍生物缩合；② α -氢原子的反应：卤代反应、羟醛缩合反应；③氧化反应：弱氧化剂 (Fehling 试剂、Tollens 试剂)、强氧化剂；④还原反应：催化加氢、用氢化铝锂还原、用硼氢化钠还原、异丙醇铝还原、 $C=O$ 还原成 CH_2 、金属还原；⑤歧化反应，坎尼扎罗 (Cannizzaro) 反应。 α 、 β -不饱和醛酮的性质，醛酮的制备与鉴别。

第 13 章 羧酸及其衍生物

13.1 羧酸的结构、分类和命名

13.2 羧酸的物理性质

13.3 羧酸的化学性质

①酸性；②羧酸衍生物的生成，亲核加成-消除反应机理；③还原反应；④脱羧反应；⑤ α -氢原子的取代反应。二元羧酸及 α -羟基酸。羧酸的制备与鉴别。

13.4 羧酸衍生物的结构和命名

13.5 羧酸衍生物的化学性质

①.羧酸衍生物的相互转化；②与有机金属的反应；③还原；④酰胺的 Hofmann 降级反应；⑤酯缩合反应；乙酰乙酸乙酯、丙二酸二乙酯及类似化合物的 α -氢反应在合成中的

应用:与卤代烃的亲核取代、与羧酸衍生物的亲核加成-消除、与羰基的亲核加成。羧酸衍生物的制备与鉴别。

第 14 章 含氮化合物

14.1 硝基化合物的分类、结构、命名

14.2 硝基化合物的化学性质

与碱作用成盐；还原反应；苯环上的取代反应；硝基对邻、对位上取代基的影响；对卤原子活泼性的影响、对酚类酸性的影响

14.3 胺的分类、命名和结构

14.4 胺的物理性质

14.5 胺的化学性质

①碱性；②烃基化；③霍夫曼消除；④酰基化；⑤与亚硝酸反应；⑥与醛酮反应；⑦芳胺的特殊反应(与亚硝酸作用、氧化、芳环上的取代反应)；重氮和偶氮化合物：重氮化反应，重氮盐的化学性质及其在合成中的应用。胺的制备与鉴别。

三、试卷结构

1. 考试时间：180 分钟
2. 试卷分值：150 分（无机化学、分析化学和有机化学各 50 分）
3. 题型结构：
 - (1) 填空题（10 分）
 - (2) 选择题（12 分+10 分+20 分）
 - (3) 简答题（20 分+15 分）
 - (4) 计算题（8 分+20 分）
 - (5) 设计题（5 分）
 - (6) 完成反应（10 分）
 - (7) 合成类型（10 分）
 - (8) 推测结构（10 分）

四、参考书目

- 第一部分 无机化学 吉林大学 武汉大学 南开大学 宋天佑 徐家宁 程功臻编 高等教育出版社 2004 年《无机化学》上、下册
- 第二部分 分析化学 《分析化学》，第四版，武汉大学主编，高等教育出版社。
- 第三部分 有机化学 邢其毅 裴伟伟 徐瑞秋 裴坚《基础有机化学》第三版 高等教育出版社

