

# 湖南省高等教育自学考试

## 课程考试大纲

### 中级无机化学

(课程代码: 02054)

湖南省教育考试院组编  
2016 年 12 月

# 高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：中级无机化学

课程代码：02054

## 第一部分 课程性质与目标

### 一、课程性质与特点

中级无机化学是高等教育自学考试化学工程（本科）专业的选考课程，是在考生学习了无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等课程的基础上，为适应现代无机化学发展要求而开设的课程。中级无机化学使无机化学知识更全面和系统，重视与相关学科的融合和渗透，重视新理论、新成果的应用。

### 二、课程目标与基本要求

通过本课程的学习，使考生能综合运用无机化学、有机化学、分析化学、物理化学的理论和知识解答无机化学的问题，了解和掌握无机化学领域的新理论、新成果及应用，使无机化学的理论水平和知识面有一个大的拓宽和提高，并初步掌握无机物研究的方法。

### 三、与本专业其他课程的关系

无机化学、有机化学、分析化学、物理化学是本课程学习的基础，本课程是基础化学课程的升华和综合应用，也为后续课程结构化学的学习打下良好基础。

## 第二部分 考核内容与考核目标

### 第一章 原子、分子及元素周期性

#### 一、学习目的和要求

了解原子结构理论、共价键理论、分子轨道理论，了解化学键参数与分子立体构型的关系，认识分子的对称性对判断物质性质的重要作用，掌握元素和化合物性质的周期性递变规律，了解原子结构的非规则性和元素性质的周期反常现象。

#### 二、考核知识点与考核目标

（一）原子结构、元素电负性新进展、分子的对称性和分子结构、原子结构的非规则性和元素性质的周期反常现象（重点）

识记：原子轨道、杂化轨道、能级、交换能、钻穿效应、屏蔽效应、镧系收缩、元素电负性、对称操作、对称元素、旋转、反映、反演、旋转-反映、恒等操作 E、群、常见无机分子（离子）所属的点群

理解：d 轨道的特性、能级交错的原因、不符合构造原理的原子的电子构型的解释；元素电负性对元素性质的影响、分子的对称性与物质性质的关系、过渡元素后 P 区元素的非规则性、元素性质的周期反常

应用：Cr 原子的核外电子构型及原因解释；镧系收缩后原子半径的变化；异核双原子分子元素电负性与化学键的离子性的关系；运用对称性知识判断  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{HOCl}$ 、交叉式- $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CoF}_6^{3-}$ 等

分子所属的点群、分子的偶极矩、旋光性；原子轨道的对称性和杂化轨道的建构

(二) 原子核外电子排布、价键理论、元素和化合物的重要性质的周期性递变规律、分子的立体构型（次重点）

识记：核外电子排布、量子数、能量最低原理、保里不相容原理、洪特规则、有效核电荷、价键理论、键参数、价层电子对互斥模型。

理解：核外电子排布规律、能级图、价层电子对互斥与分子构型、元素和化合物重要性质的周期性递变规律。

应用：正确书写 1-36 号原子核外某个电子对应的 4 个量子数、用价层电子对互斥模型判断分子的立体构型，判断单质和化合物的重要性质如热稳定性、酸碱性、氧化性、晶体熔点等的递变。

(三) 了解分子轨道理论（一般）

识记：分子轨道理论、HOMO 与 LUMO。

理解：分子轨道理论要点、原子轨道组合成分子轨道的条件。

## 第二章 酸碱和溶剂化学

### 一、学习目的和要求

掌握酸碱质子理论、路易斯理论和溶剂体系理论，结合实例了解相应物质之间的酸碱反应；掌握二元氢化物、无机含氧酸碱物质的酸碱强度变化规律，了解酸碱强度与分子结构之间的关系；掌握 HSAB 原理及其应用；了解超酸的概念及超酸的主要用途，一些常见物质在硫酸和液氨中的反应。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 酸碱质子理论、路易斯理论和溶剂体系理论、HSAB 原理及其应用（重点）

识记：酸碱质子理论、共轭酸碱对、路易斯理论、路易斯酸碱、溶剂体系理论、软硬酸碱原理、拉平效应、区分效应、超酸

理解：共轭酸碱对书写、物质在溶剂中的酸碱行为、硬软酸碱原理、超酸及其用途、物质在非水溶剂中的酸碱行为和酸碱反应

应用：硬软酸碱原理的应用

(二) 非水溶液化学（次重点）

识记：酸碱强度、诱导效应、鲍林通式和  $pK_a$  计算公式

理解：影响酸碱强度的因素

应用：判断超酸、酸碱强度比较、分析亚磷酸结构、粗略计算多元酸的各级  $pK_a$

(三) 非质子传递溶剂（一般）

识记：非质子传递溶剂

理解：物质在非质子传递溶剂中如液态  $SO_2$  液态  $BF_3$  的酸碱反应

### 第三章 无机化合物的制备和表征

#### 一、学习目的和要求

了解和掌握无机化合物制备、分析分离和表征方法。

#### 二、考核知识点与考核目标

##### (一) 无机化合物的表征 (重点)

识记: 红外光谱、紫外-可见分光光度法、核磁共振、X 射线衍射法

理解: 红外光谱、紫外-可见分光光度法、核磁共振、X 射线的分析方法

应用: 光谱分析应用

##### (二) 无机制备技术 (次重点)

识记: 高温、低温合成、无水无氧合成、水热合成、电化学合成、等离子体合成

理解: 无机合成条件的选择

应用: 重要无机化合物的合成

##### (三) 无机分离技术 (一般)

识记: 溶剂萃取、离子交换、膜法分离

理解: 离子交换法的应用

### 第四章 无机材料化学

#### 一、学习目的和要求

认识晶体的特点, 掌握缺陷及非整比化合物、无机功能新材料——超导, 超导的特性及应用。

#### 二、考核知识点与考核目标

##### (一) 晶体缺陷及非整比化合物、超导 (重点)

识记: 晶体、晶胞、缺陷、点缺陷、非整比化合物、超导体

理解: 晶体缺陷的产生、晶体缺陷对物质性能的影响、超导特性

应用: 超导材料和应用

##### (二) 复合金属氧化物 (次重点)

识记: YBCO 化学式

理解: YBCO 的结构

应用: YBCO、缺陷晶体制备

##### (三) 纳米材料 (一般)

识记: 纳米材料

理解: 纳米材料特征

应用: 纳米技术

### 第五章 氢 S 区元素

#### 一、学习目的和要求

认识氢键、冠醚化合物、有机金属化合物; 了解碱金属、碱土金属的有机金属化合物。

## 二、考核知识点与考核目标

### (一) 氢键、有机金属化合物 (重点)

识记: 氢键、有机金属化合物、 $\pi$  键化合物

理解: 氢键对物质性质的影响、有机金属化合物分类

应用: 碱金属、碱土金属的有机金属化合物制备、格氏试剂

### (二) 冠醚化合物 (次重点)

识记: 冠醚

理解: 冠醚的结构特点

应用: 冠醚的配位性能

### (三) 氨合电子、超分子化学 (一般)

识记: 氨合电子、超分子化学、分子识别、自组装

## 第六章 P 区元素

### 一、学习目的和要求

了解 $\text{NaBH}_4$ 及几种常见硼烷的制备方法, 硼烷命名, 了解构成硼烷的几种结构单元和化学成键类型, Wade规则及其在预测硼烷结构类型中的应用, 认识 $\text{C}_{60}$ 的结构。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 硼烷的几种结构单元和化学成键类型, Wade 规则及其在预测硼烷结构类型中的应用 (重点)

识记: 硼烷命名、三中心二电子键、Wade判别法则、硼烷和碳硼烷及其衍生物结构通式、骨架成键电子对数、 $\text{C}_{60}$

理解: 硼烷结构与 Wade 法则

应用: 硼烷结构类型的预测和命名

#### (二) $\text{C}_{60}$ 结构和性质 (次重点)

识记:  $\text{C}_{60}$ 的结构

理解:  $\text{C}_{60}$ 的性质和用途

应用:  $\text{C}_{60}$ 的成键和结构分析、 $\text{N}_{60}$ 的结构和性质预测

#### (三) 稀有气体化学 (一般)

识记: 稀有气体化合物制备

理解: 稀有气体化合物的结构及成键

## 第七章 D 区元素 (I) -配位化合物

### 一、学习目的和要求

了解配合物的概念, 配合物的异构现象, 学习典型配合物 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的制备, 掌握配合物的化学成键理论, 掌握晶体场理论, 晶体场稳定化能的计算及应用。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 晶体场理论, 晶体场稳定化能 CFSE 计算及应用 (重点)  
识记: 晶体场理论、分裂能、高低自旋构型判断、磁矩、光谱化学序列、配位场理论、晶体场稳定化能 CFSE  
理解: 晶体场理论要点、晶体场稳定化能计算  
应用: 配合物高低自旋构型预测、晶体场稳定化能计算和应用
- (二)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  的制备 (次重点)  
识记: 取代反应、配合物活性  
理解:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  的制备条件  
应用:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  中的中心离子的 d 电子在八面体场中排布, CFSE 计算。
- (三) 反应动力学、电荷迁移光谱 (一般)  
识记: Jahn-Teller 效应  
理解: Jahn-Teller 效应及畸变

## 第八章 d 区元素 (II) 一元素化学

### 一、学习目的和要求

了解过渡元素 d 轨道的特性, 一些过渡元素化合物的反应、认识铂系元素化合物。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 过渡元素 d 轨道的特性、轻过渡元素与重过渡元素化合物的性质 (重点)  
识记: 过渡元素 d 轨道的特性、轻过渡元素、重过渡元素  
理解: 过渡元素 d 轨道的特性与成键  
应用: 轻过渡元素与重过渡元素化合物的性质
- (二) “顺铂”的结构及在医学上应用 (次重点)  
识记: “顺铂”  
理解: “顺铂”结构及应用
- (三) 钴和镍 (一般)  
识记:  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  随温度升高发生的颜色变化  
理解: 铁、钴、镍氢氧化物酸碱性比较

## 第九章 X 区元素 (III) 一有机化合物 簇合物

### 一、学习目的和要求

了解金属羰基化合物、制备和主要性质, 掌握 EAN 规则及其应用, 了解金属原子簇化合物, 了解过渡金属的烯烃、炔烃配合物, 了解夹心化合物二茂铁的制备、结构和性质。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 金属羰基化合物、EAN 规则及其应用, 金属原子簇化合物 (重点)  
识记: 金属羰基化合物、EAN 规则或 18 电子规则、反馈  $\pi$  键、 $\pi$  酸配合物、

### 原子簇化合物

理解：金属羰基化合物的成键特点

应用：EAN规则应用、 $\text{Re}_2\text{Cl}_8^{2-}$ 的结构和成键

#### (二) 过渡金属的烯烃、炔烃配合物、夹心化合物（次重点）

识记：蔡斯盐、夹心化合物

理解：蔡斯盐结构及稳定性，夹心化合物结构和性质

应用：二茂铁制备、结构和性质，二苯铬结构、性质

#### (三) 过渡金属簇合物的合成（一般）

识记：判断 M-M 键是否形成的依据

理解：影响 M-M 键形成的因素

## 第十章 f 区元素

### 一、学习目的和要求

了解稀土元素的物理、化学性质和镧系收缩，了解稀土元素、镧系、锕系的应用。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 稀土元素性质（重点）

识记：稀土元素

理解：稀土元素在自然界的存在和分布，稀土元素的性质

应用：稀土元素的重要作用

#### (二) 镧系元素（次重点）

识记：镧系收缩

理解：镧系收缩导致镧系元素的性质随原子序数规律性变化

应用：镧系原子结构特点

#### (三) 镧系、锕系元素（一般）

识记：镧系化合物的光谱、磁性、锕系元素

理解：镧系元素用途

## 第十一章 无机元素的生物学效应

### 一、学习目的和要求

了解生物无机化学及研究范畴，了解生命必需元素，掌握超氧化物歧化酶 SOD 的重要作用，掌握重要物质“顺铂”的抗癌活性。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 认识生物无机化学、掌握超氧化物歧化酶 SOD、“顺铂”重要作用（重点）

识记：生物无机化学、研究范畴、生命必需元素、酶、金属酶和金属蛋白质、超氧化物歧化酶 SOD、“顺铂”、“反铂”

理解：超氧化物歧化酶 SOD 的重要作用

- 应用：“顺铂”结构及抗癌作用
- (二) 生命必需元素、酶、金属酶和金属蛋白质（次重点）
- 识记：生命必需元素、酶
- 理解：生命必需元素对人体的重要性、酶的特性
- 应用：宏量金属离子 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 及微量元素Zn、Fe、Cu、Co、Mo的生物功能。
- (三) 氨基酸、蛋白质、核酸（一般）
- 识记：氨基酸、蛋白质、核酸
- 理解： $\text{CN}^-$ 、CO的毒性作用、重金属的中毒

## 第十二章 放射性和核反应

### 一、学习目的和要求

了解核反应、放射性的伤害、检测和防护。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 放射性的伤害、检测和防护（重点）

识记：放射性射线

理解：放射性对人体的伤害

应用：放射性检测和防护

#### (二) 核反应（次重点）

识记：核反应

理解：放射性核素在医疗上的应用

## 第三部分 有关说明与实施要求

### 一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：能知道有关的名词、概念、知识的含义，并能正确认识和表述，是低层次的要求。

理解：在识记的基础上，能全面把握基本概念、基本原理、基本方法，能掌握有关概念、原理、方法的区别与联系，是较高层次的要求。

应用：在理解的基础上，能运用基本概念、基本原理、基本方法联系学过的多个知识点分析和解决有关的理论问题和实际问题。是最高层次的要求。

### 二、教材

1. 指定教材：中级无机化学，唐宗薰，高等教育出版社，2009年版
2. 参考教材：中级无机化学，朱文祥，高等教育出版社，2004年版

### 三、自学方法指导



1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点及对知识点的能力层次要求和考核目标，以便在阅读教材时做到心中有数，有的放矢。
2. 阅读教材时，要逐段细读，逐句推敲，集中精力，吃透每一个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底弄清，对基本方法必须牢固掌握。
3. 在自学过程中，既要思考问题，也要做好阅读笔记，把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理，这可从中加深对问题的认知、理解和记忆，以利于突出重点，并涵盖整个内容，可以不断提高自学能力。
4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识，培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节，在做练习之前，应认真阅读教材，按考核目标所要求的不同层次，掌握教材内容，在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥，注重理论联系实际和问题具体分析，解题时应注意培养逻辑性，针对问题围绕相关知识点进行层次（步骤）分明的论述或推导，明确各层次（步骤）间的逻辑关系。

#### 四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时、应以考试大纲为依据，指定教材为基础，不要随意增删内容，以免与大纲脱节。
4. 辅导时，应对学习方法进行指导，宜提倡“认真阅读教材，刻苦钻研教材，主动争取帮助，依靠自己学通”的方法。
5. 辅导时，要注意突出重点，对考生提出的问题，不要有问即答，要积极启发引导。
6. 注意对应考者能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，做出判断，解决问题。
7. 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中会存在着不同难度的试题。
8. 助学学时：本课程共 8 学分，建议总课时 144 学时，其中助学课时分配如下：

| 章 次   | 内 容               | 学 时 |
|-------|-------------------|-----|
| 第 1 章 | 原子、分子及元素周期性       | 16  |
| 第 2 章 | 酸碱和溶剂化学           | 16  |
| 第 3 章 | 无机化合物的制备和表征       | 10  |
| 第 4 章 | 无机材料化学            | 10  |
| 第 5 章 | 氢、s 区元素           | 10  |
| 第 6 章 | p 区元素             | 10  |
| 第 7 章 | d 区元素 (I) — 配位化合物 | 18  |

|        |                          |     |
|--------|--------------------------|-----|
| 第 8 章  | d 区元素 (II) —元素化学         | 10  |
| 第 9 章  | d 区元素 (III) —有机金属化合物、簇合物 | 18  |
| 第 10 章 | f 区元素                    | 8   |
| 第 11 章 | 无机元素的生物学效应               | 10  |
| 第 12 章 | 放射性和核反应                  | 8   |
| 合 计    |                          | 144 |

## 五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章,适当突出重点。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是:“识记”为 30%、“理解”为 55%、“应用”为 15%。
3. 试题难易程度应合理:易、较易、较难、难比例为 2: 3: 3: 2。
4. 每份试卷中,各类考核点所占比例约为:重点占 60%,次重点占 30%,一般占 10%。
5. 试题类型一般分为:单项选择题、填空题、名词解释题、简答题、计算题。
6. 考试采用闭卷笔试,考试时间 150 分钟,采用百分制评分,60 分合格。

## 六、题型示例 (样题)

### 一、单项选择题 (本大题共■小题, 每小题■分, 共■分)

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 在主量子数  $n=2$  的电子层中, 原子轨道有

A. 2 条                      B. 3 条                      C. 4 条                      D. 5 条

### 二、填空题 (本大题共■小题, 每小题■分, 共■分)

1. 硫氰化一氯·一硝基·二(乙二胺)合钴(III)的化学式为\_\_\_\_\_, 中心离子为\_\_\_\_\_, 配位体为\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 配位数为\_\_\_\_\_。

### 三、名词解释题 (本大题共■小题, 每小题■分, 共■分)

1. 拉平效应

### 四、简答题 (本大题共■小题, 每小题■分, 共■分)

1. 用 18 电子规则分析  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 、 $\text{V}(\text{CO})_6$  的稳定性。

### 五、计算题 (本大题共■小题, 每小题■分, 共■分)

1. 试以  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  为原料, 以活化了的活性炭作为催化剂, 在  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  水溶液体系中制备  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  配合物, 请简要回答下列问题:

- (1) 为什么选择  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  为起始原料?
- (2) 设计制备  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  的合成路线, 写出总方程式
- (3) 写出  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  中配离子的空间构型, 并写出中心离子  $\text{Co(III)}$  的 d 电子在  $\text{O}_h$  场中的排布, 计算其晶体场稳定化能。已知  $\Delta=23000\text{cm}^{-1}$ ,  $P=17800\text{cm}^{-1}$ 。