

2021 年吉林大学珠海学院普通专升本《应用化学》专业考试大纲

考试科目名称：基础化学

一、考试的内容、要求和目的

1、考试内容：

无机化学部分

第 4 章化学平衡（考核比重：4%）

4.1 可逆反应和化学平衡

4.2 平衡常数

4.2.1 实验平衡常数

*4.2.2 标准平衡常数

4.3 化学平衡的移动

4.3.1 平衡移动的概念

4.3.2 浓度对化学平衡的影响

4.3.3 压强对化学平衡的影响

4.3.4 温度对化学平衡的影响

*4.4 水溶液中的化学平衡

4.4.1 酸碱平衡

4.4.2 沉淀-溶解平衡

4.4.3 配合平衡

氧化还原平衡（详见第 8 章）

*第 5 章原子结构与元素周期律（考核比重：4%）

5.2 多电子原子结构

5.2.1 多电子原子的能级

5.2.2 原子核外电子的排布

5.3 元素周期表

5.3.1 元素的周期

5.3.2 元素的族

5.3.3 元素的分区

5.4 元素基本性质的周期性

5.4.1 原子半径

5.4.2 电离能

5.4.3 电子亲和能

*5.4.4 电负性

*第 6 章分子结构（考核比重：6%）

6.1 离子键理论

6.1.1 离子键的形成与特征

6.1.2 离子的特征

6.2 共价键理论

6.2.1 路易斯理论

*6.2.2 价键理论

*6.2.3 价层电子对互斥理论

*6.2.4 杂化轨道理论

6.4 分子间作用力和氢键

6.4.1 分子的极性

6.4.2 分子间作用力

6.4.3 氢键

第 8 章氧化还原反应（考核比重：4%）

*8.1 基本概念

8.1.1 元素的氧化数

8.1.2 氧化剂、还原剂与氧化、还原半反应

8.1.3 氧化还原反应方程式的配平

*8.2 原电池与电极电势

8.2.1 原电池

8.2.2 电动势与电极电势

8.3 氧化还原反应的方向和限度

8.3.1 电池电动势和电池反应的自由能变的关系

8.3.2 标准电动势和电池反应的标准平衡常数的关系

*8.4 电极电势的应用

8.4.1 判断氧化剂和还原剂的相对强弱

8.4.2 判断氧化还原反应进行的方向

8.4.3 判断反应进行的限度

8.4.4 确定非氧化还原反应的标准平衡常数

*第 9 章非金属元素选述（考核比重：4%）

*9.1 卤素

9.1.1 卤素的性质

*9.1.2 卤素单质

*9.1.3 卤化氢和氢卤酸

9.1.4 卤化物

*9.1.6 卤素的含氧酸及其盐

*9.2 氧和硫

9.2.1 氧族元素的性质

9.2.2 氧及其化合物

*9.2.3 硫及其化合物

9.3 氮

9.3.1 氮族元素的性质

*9.3.2 氮及其化合物

*第 10 章主族金属元素选述（考核比重：2%）

*10.4 锡、铅的重要化合物

10.4.2 锡、铅的氧化物

10.4.3 锡、铅的氢氧化物

10.4.4 锡、铅的盐类

10.4.5 锡、铅的硫化物

*第 11 章过渡元素选述（考核比重：4%）

11.4 铬

11.4.1 铬的性质与用途

*11.4.2 铬的重要化合物

11.4.3 铬污染

11.5 锰

11.5.1 锰的性质和用途

*11.5.2 锰的重要化合物

11.6 铁系和铂系元素

11.6.1 铁系元素

*第 12 章 ds 区元素（考核比重：2%）

12.1 铜族元素

12.1.1 铜族元素通性

12.1.2 单质的性质

*12.1.3 铜的化合物

*12.1.4 银的化合物

*12.1.5 配位化合物

12.2 锌副族元素

12.2.1 锌族元素通性

12.2.2 单质的性质

*12.2.3 锌的重要化合物

*12.2.4 汞的化合物

*12.2.5 配位化合物

分析化学部分（注：考核重点是除沉淀滴定法以外的容量分析）

第 1 章概论（考核比重：2%）

1.1 分析化学的定义、任务和作用

1.2 分析方法的分类与选择

1.3 分析化学发展简史与发展趋势

*1.4 分析化学过程及分析结果的表示

*1.5 滴定分析法概述

*1.6 基准物质和标准溶液

*1.7 滴定分析中的计算

第 3 章分析化学中的误差与数据处理（考核比重：2%）

*3.1 分析化学中的误差

*3.2 有效数字及运算规则

*3.7 提高分析结果准确度的方法

*第 5 章酸碱滴定法（考核比重：8%）

5.1 溶液中的酸碱反应与平衡

5.2 酸碱组分的平衡浓度与分布分数

*5.3 溶液中 H^+ 浓度的计算

5.5 酸碱缓冲溶液

5.6 酸碱指示剂

*5.7 酸碱滴定原理

*5.9 酸碱滴定法的应用

*1.混合碱的分析

第 6 章配位滴定法（考核比重：3%）

6.1 配位滴定中的滴定剂

6.2 配位平衡常数

*6.3 副反应系数和条件稳定常数

*6.4 配位滴定法的基本原理

*6.5 准确滴定与分别滴定判别式

6.6 配位滴定中酸度的控制

6.7 提高配位滴定选择性的途径

*6.8 络合滴定方式及其应用

第 7 章氧化还原滴定法（考核比重：5%）

7.1 氧化还原平衡

7.2 氧化还原滴定原理

7.3 氧化还原滴定中的预处理

*7.4 常用的氧化还原滴定法

7.4.1 高锰酸钾法

7.4.2 重铬酸钾法

7.4.3 碘量法

*7.5 氧化还原滴定结果的计算

有机化学部分

第一章绪论（考核比重：0%）

了解有机化合物和有机化学的涵义、有机化学的重要性、一般的研究方法及分类；掌握有机化合物的基本理论及其运用。

1.1 了解有机化合物的涵义、有机化学及其发展简史

1.2 熟悉有机化合物的特性

1.3 掌握有机化合物的结构表达

1.4 理解并掌握共价键的本质；共价键的参数：元素的电负性和键的极性；共价键的断裂与反应的类型

1.5 理解分子间的相互作用力

1.6 理解有机化合物的酸碱理论

1.7 了解有机化合物的分类

第二章烷烃和环烷烃（考核比重：4%）

2.1 了解烷烃和环烷烃的分类，掌握烷烃的同分异构现象。

2.2 掌握烷烃和环烷烃的命名，掌握螺环和桥环化合物的命名。

2.3 理解烷烃和环烷烃的结构特征；理解甲烷的结构；碳原子的杂化形式。

2.4 掌握烷烃和环烷烃的构象，乙烷、丁烷的构象；环己烷和取代环己烷的稳定构象、

2.5 了解烷烃的重要物理性质：熔点、沸点、密度、溶解度、折光率。

2.6 了解氧化反应、异构化反应和裂化反应，掌握卤代反应，理解烷烃的卤代反应历程，掌握小环烷烃的加成反应。

2.7 了解烷烃的来源及制备

2.4 了解环烷烃的同系列、构造异构及其制备；，小环的张力及其稳定性。

第三章烯烃和炔烃（考核比重：5%）

掌握单烯烃的重要化学性质及反应规律

掌握单烯烃的分类、命名、结构及同分异构现象

3.1 理解烯烃和炔烃的杂化方式、 π 键

3.2 了解烯烃和炔烃的同分异构体

3.3 掌握命名、顺反异构、Z/E 标记

3.4 了解物理性质

3.5 掌握烯烃和炔烃的反应，掌握催化加氢和还原反应；掌握加成反应：与 X_2 、 HX [马氏（Markovnikov 规则）过氧化物效应]、 H_2SO_4 、 HOX 、 H_2O 、乙硼烷；掌握催化氧化反应（环氧化、高锰酸钾氧化和臭氧化）；了解聚合反应；掌握 α -H 原子的卤代反应；掌握炔烃的活泼氢反应：炔氢的酸性和炔化物的生成、炔的鉴定。

3.6 了解烯烃的来源和制备

第四章二烯烃共轭体系（考核比重：2%）

4.1 了解二烯烃的分类和命名

4.2 了解二烯烃的结构，理解共轭二烯烃的分子结构，特别是 1,3-丁二烯的结构

4.3 理解电子离域与共轭体系，学会运用共轭体系解释化合物、中间体的稳定性，以及解释反应的选择性等。

4.4 理解共振论，学会运用共振论去解释反应的选择性。

4.5 掌握共轭二烯烃的化学性质：加成反应、了解周环反应和聚合反应。

4.6 了解重要的二烯烃的来源和制法

第五章芳烃芳香性（考核比重：5%）

掌握芳香烃化合物的命名和结构，特别是苯的特性及芳香性及结构特征

掌握芳烃类化合物的重要性质：苯及其衍生物的亲电取代反应，取代反应的定位规律、定位规律的理论解释，并能应用到有机合成中。

了解苯、甲苯、萘的性质及重要用途，理解多环芳香化合物和非苯芳香体系

5.1 掌握芳香烃的构造异构和命名、多官能团化合物的命名

5.2 熟悉苯的分子结构和理论解释

5.3 了解单环芳烃的物理性质

5.4 掌握苯及其同系物的化学性质：亲电取代反应[卤代、硝化、磺化、傅-克(Friedel-Crafts)反应]、亲电取代的历程芳烃侧链的反应。

5.5 理解和掌握苯环上取代基的定位规律（理论解释和合成上的应用）、动力学和热力学控制。

5.6 稠环芳烃，了解萘的结构性质、取代反应、还原反应、氧化反应，了解蒽和菲和其它稠环芳烃。

5.7 掌握非苯芳烃芳香性的判断和休克尔(Huckel)规则

第六章立体化学（考核比重：2%）

6.1 了解异构体的分类和对映异构现象

6.2 理解基本概念，手性和对称性。掌握含有手性碳原子化合物的对映异构手性、对称因素、

6.3 了解物质的光学活性，理解旋光性与分子结构的关系，平面偏振光和旋光性、旋光仪和比旋光度

6.4 具有一个手性中心的对映异构、对映体、外消旋体、费歇尔（Fischer）投影式、相对构型和绝对构型、掌握构型的 R/S 法、了解 D/L 法。

6.5 具有两个手性中心的对映异构、非对映体、内消旋体。

6.6 理解脂环化合物的顺反异构和对映异构。

6.7 掌握不含手性中心化合物的对映异构。理解其手性产生的结构特征。

6.8 了解手性中心的产生、手性合成和外消旋体的拆分；掌握对映异构在研究反应机理中的应用。

第七章卤代烃（考核比重：5%）

了解卤代烃的分类和物理性质

掌握卤代烃的命名及重要化学性质

掌握几种重要卤代烃的制备方法，了解其性质及应用

7.1 了解卤代烃的分类

7.2 了解命名、结构、同分异构

7.3 掌握一般卤代烃的制法：由烃制备、由醇制备、卤代烃的互换、重氮盐制备

7.4 了解卤代烃的物理性质

7.5 卤代烃的化学性质

掌握卤代烃的化学性质反应：取代、消除、与金属反应

7.5.1 取代反应：水解、醇解、氨解、氰解、与硝酸银反应、卤离子交换

7.5.2 消除反应：扎依切夫（Saytzeff）规则

7.5.3 与金属反应：格式（Grignard）试剂、有机锂试剂及其在合成上的应用

7.6 掌握亲核取代反应的机理：SN1、SN2。

7.7 掌握消除反应的机理 E1、E2。

7.8 掌握影响亲核取代反应和消除反应的因素：烷基结构、卤原子、亲核试剂（进攻试剂）、溶剂；两种反应存在的竞争关系。

7.9 了解卤代烯烃和卤代芳烃的化学性质；掌握烯丙型和苄基型化合物的化学性质，掌握结构与反应活性的关系。

7.10 了解重要的卤代烃

第八章有机化合物的波谱分析（考核比重：2%）

熟悉紫外、红外光谱、核磁共振谱的基本原理及在有机化合物结构测定中的应用；了解质谱的基本原理及应用

掌握能够利用各种谱图的综合信息并结合简单化学反应区判断较为复杂的化合物的结构

8.1 理解分子吸收光谱与分子结构的关系。

8.2 红外光谱

8.2.1 基本原理：分子振动类型、红外光谱图的表示方法

8.2.2 了解影响红外吸收信号位移的因素

8.2.3 掌握重要官能团的红外光谱特征及典型简单的有机化合物的红外光谱图的解释

8.3 核磁共振谱

8.3.1 了解核磁共振的基本原理、等性质子和不等性质子、偶合常数

8.3.2 掌握简单典型化合物的核磁共振谱剖析、屏蔽效应和化学位移、峰面积的强度与质子数、自旋偶合和自旋裂分。

第九章醇和酚（考核比重：5%）

熟悉醇、酚的分类和命名和构造异构和光谱特征

掌握醇、酚的重要性质和反应规律：氢键—醇与酚酸性的对比、醇的反应、鉴别和合成

方法

了解醇、酚中重要的化合物的性质及应用

9.1 了解醇和酚的分类，掌握它们的命名

9.2 理解醇和酚的结构

9.3 了解醇和酚的制法，掌握醇的制法：卤代烃水解；醛、酮的还原；格氏（Grignard）试剂的合成；烯烃合成；了解酚的制法：异丙苯法；芳卤衍生物的水解；重氮盐水解。

9.4 了解醇和酚的物理性质，熟悉醇类物质的典型的波谱性质

9.5 醇的化学性质

掌握醇的化学性质：与活泼金属反应；与卤化磷、亚硫酸氯反应；与无机酸、有机酸成酯反应；脱水反应（亲核取代与消除的竞争；理论解释）；氧化和脱氢反应；相邻二醇特有的反应 HIO₄、片呐醇重排；羟基被置换反应（邻基效应）

9.6 酚的化学性质，掌握酚羟基的性质：弱酸性、酚醚的形成、显色反应（FeCl₃）；苯环上的亲电取代反应、了解氧化反应。

醚和环氧化合物（考核比重：0%）

10.1 熟悉醚和环氧化合物的命名

10.2 理解醚和环氧化物的结构

10.3 了解醚和环氧化合物的制备方法

10.4 醚和环氧化合物的物理性质和波谱性质

10.5 掌握醚和环氧化物的化学性质，掌握盐的生成、醚键的断裂、环氧乙烷与格氏（Grignard）试剂的反应、克莱森（Claisen）重排；了解过氧化物的生成。

第十一章 醛、酮和醌（考核比重：6%）

掌握醛、酮化合物的分类、命名、结构及异构、物性及光谱特性

掌握醛、酮化合物的重要性质和反应规律

熟悉重要醛、酮化合物的性质、合成方法和应用

11.1 掌握醛酮的命名

11.2 理解醛酮的结构

11.3 掌握醛酮的制法

11.4 了解醛酮的物理性质，掌握醛酮典型的波谱性质。

11.5 掌握醛、酮化合物的化学性质

11.5.1 熟悉并掌握与含氧、含硫、含碳、含氮亲核试剂的加成反应及反应历程，影响羰基活性的因素：加 HCN、NaHSO₃、RSH、RMgX、ROH、H₂O，与氨及其衍生物的加成-消除反应、魏悌锡（Wittig）反应、叶立德（ylide）的结构和制备。

11.5.2 掌握 α - 氢原子的反应：卤代（卤仿反应）；掌握缩合反应：羟醛缩合，了解克莱森-斯密特（Claisen-Schmidt）缩合反应；蒲尔金（Perkin）反应、曼尼斯（mannich）反应。

11.5.3 掌握其氧化还原反应

a) 氧化：托伦（Tollens）试剂、费林（Fehling）试剂、强氧化剂

b) 还原：H₂, LiAlH₄, NaBH₄, B₂H₆, Zn/Hg/H⁺, NH₂NH₂/KOH 等还原成醇（双分子还原）、还原成烃、克里门逊（Clemmensen）反应、武尔夫-开歇纳（Wolff-Kishner）- 黄鸣龙反应

c) 歧化：康尼查罗（Cannizzaro）反应。

11.6 了解乙烯酮，醌等不饱和羰基化合物，熟悉 α, β - 不饱和醛酮的特性：1,4-加成、插烯规律。

第十二章 羧酸（考核比重：3%）

掌握羧酸的分类和命名及重要性质

12.1 了解羧酸的分类，掌握羧酸的命名

12.2 理解羧酸的结构特征

12.3 掌握羧酸的制备：由烃、伯醇或醛的氧化、由酯制备、由腈水解及金属有机试剂合成如格式试剂制备

12.4 了解物性，掌握醛酮典型的波谱性质

12.5 掌握羧酸的化学性质，熟悉羧酸的结构与酸性（诱导效应，共轭效应及场效应的影响）酸性羧基中氢原子的反应（取代基对酸性的影响、诱导效应）、形成酸卤、酯、酰胺、

脱羧、 α -H 的卤代反应、还原（被氢化铝锂还原）、酯化反应的机理羧基中的羧基的反应（酯化反应的历程：阐明机理的同位素法）、二元羧酸的的受热反应。

12.6 了解羟基酸的化学性质

第十三章羧酸衍生物（考核比重：4%）

掌握羧酸衍生物的分类和命名及重要性质

13.1 熟悉羧酸衍生物的命名

13.2 了解羧酸衍生物的物理性质，掌握羧酸衍生物典型的波谱性质。

13.3 掌握羧酸衍生物的化学性质，掌握酰基上的亲核取代反应，理解反应的机理和相对活性，与金属有机试剂反应，酰氨的特性。

13.4 了解常用的碳酸衍生物

第十四章 β -二羰基化合物（考核比重：3%）

14.1 了解酮-烯醇的互变异构； β -二羰基化合物的特性；掌握酮的烷基化、酰基化反应、经强碱、烯胺烷基化或酰基化

14.2 熟悉并掌握乙酰乙酸乙酯的制备、互变异构及其在合成上的应用

14.3 熟悉并掌握丙二酸二乙酯的制备及其在合成上的应用。

14.4 掌握 Knoevenagel 缩合反应。

14.5 掌握 Michael 加成反应。

14.6 其他含活泼甲叉基的化合物反应。

第十五章胺（考核比重：3%）

掌握硝基化合物的结构、分类、命名和重要的化学性质

掌握胺类化合物的结构、分类、命名和物理化学性质、反应规律和重要化合物的应用

15.1 了解胺的分类与命名

15.2 理解胺的结构

15.3 掌握胺的制法，熟悉掌握胺的制备：氨或胺的烃基化、芳卤的氨解（苯炔）；盖布

瑞尔 (Gabrieli) 合成法, 用醇制备, 含氮化合物的还原: 硝基化合物的还原, 腈、酰胺、脞的还原, 醛、酮的还原胺化; 从羧酸及其衍生物制备 (霍夫曼重排)。

15.4 了解胺的物理性质和波谱性质

15.5 熟悉并掌握胺的化学性质, 胺的结构和碱性 (结构特点、手性、碱性及影响碱性大小的因素), Hofmann 消除 (规律、反应机理) 酰基化: 乙酰化、酰卤、酸酐、苯磺酰氯 (兴斯堡 Hinsberg 反应); 胺的氧化和 Cope 消除 (顺型消除); 胺与亚硝酸的反应 (重氮化反应, 蒂芬欧-捷姆扬诺夫的环扩大重排反应); 胺的特殊反应: 易氧化、苯环上易取代; Mannich 反应及其应用。

15.6 了解季铵盐和季铵碱, 成盐、四级铵盐的形成、特点及应用 (彻底甲基化反应、四级铵碱的形成, 相转移催化剂)。

15.7 了解二元胺

15.8 掌握重氮和偶氮化合物, 重点掌握重氮盐的制法和重氮盐的性质: 去氮反应 (被 H、OH、—X、—CN 取代)、留氮反应 (偶合和还原); 掌握重氮盐的反应在合成中的应用。

第十六章有机含硫、含磷和含硅化合物 (考核比重: 0%)

熟悉含硫化合物的化学性质, 了解其物理性质

熟悉有机磷化合物的分类、命名以及有机磷农药的性质、性能和应用

了解含硅化合物的物理性质及化学性质

16.1 了解有机硫化物的分类

16.2 了解含硫化合物, 硫醇和硫酚

16.3 了解含硫化合物, 硫醚

16.4 了解含硫化合物, 磺酸

16.5 了解含硫化合物, 芳黄酰胺

16.6 了解含硫化合物, 烷基苯磺酸钠和磺酸型阳离子交换树脂

16.7 了解含磷化合物

16.8 了解常见卤代硅烷及硅醇、硅氧烷的合成及其应用

第十七章杂环化合物 (考核比重: 1%)

了解常见杂环化合物的结构和命名方法

掌握杂环化合物的芳香性和含氮杂环化合物的酸碱性

掌握呋喃、噻吩、吡咯等的合成及化学性质（亲电取代反应规律）

了解吡啶、喹啉等的化学性质及亲电取代反应规律

17.1 了解环化合物的分类，命名和结构（音译法）

17.2 熟悉五元杂环化合物：呋喃、吡咯、噻吩、糠醛的结构和物理性质和制备。掌握其化学性质和简单反应。

17.3 了解六元杂环化合物

17.3.1 吡啶的结构及吡啶衍生物

17.3.2 嘧啶及其衍生物

第十八章类脂类（考核比重：0%）

18.1 了解幼稚的结构、组成和性质；了解蜡和磷脂

18.2 了解萜类的定义、分类、异戊二烯规则：单萜、倍半萜及其它萜类

了解常见萜化合物的结构的一般书写方法：VA、胡萝卜素、柠檬醛、橙化醇、香叶醇、薄荷醇、蒎烯、龙脑、樟脑

18.3 了解甾族化合物的基本骨架和命名

第十九章碳水化合物（考核比重：0%）

了解碳水化合物（糖）的涵义、分类、存在

了解 D—系列单糖的重要物理性质及化学性质

熟悉单糖的环状结构和链状结构以及差向异构化和变旋原理

了解几种碳水化合物（葡萄糖、果糖、蔗糖以及淀粉、纤维素）的重要性质和用途

19.1 熟悉单糖结构与物理化学性质

19.1.1 单糖的碳架结构：单糖的构造式的确定、立体构型、环状结构[哈武斯（Haworth）

透视式、构象式]

19.1.2 单糖的性质：糖酸的差向异构化、氧化与还原（吐伦和菲林试剂，溴水）、成脎反应、成苷反应、醚和酯的生成

19.1.3 重要的单糖：葡萄糖、果糖、半乳糖、核糖、脱氧核糖

19.2 了解双糖：还原性双糖：麦芽糖、纤维二糖、乳糖；非还原性双糖：蔗糖（结构测定）

19.3 了解多糖：淀粉（分类、结构和性质）、纤维素（结构和利用：造纸、人造纤维、羧甲基纤维素）、半纤维素、右旋糖酐

第二十章氨基酸、蛋白质和核酸（考核比重：0%）

熟悉氨基酸的结构、命名和常规的化学性质

了解多肽的结构特征、结构的测定方法、性质

了解蛋白质的主要化学性质，了解蛋白质的一级结构、二级、三级、四级结构

了解核酸组成、结构和生物功能

20.1 氨基酸：结构、分类和命名、制法；了解氨基酸的合成：Strecker 合成、 σ -卤代酸氨解、Gabriel 合成、丙二酸酯法；掌握性质（羧基和氨基的反应、两性和等电点、与水合茚三酮反应、受热反应）。

20.2 了解多肽：多肽的分类和命名；结构测定；多肽合成：（传统合成：固相合成和组合合成）；环肽。

20.3 了解蛋白质：蛋白质的组成；性质（溶液性质、盐析、两性和等电点、变性（可逆和不可逆）、显色反应、茚三酮反应、缩二脲反应、蛋白质黄色反应）、蛋白质的结构，蛋白质的性质。

20.4 了解核酸：核酸的组成、结构和生物功能、人类基因组计划。

二、考试的形式和结构

1.考核形式：闭卷

2.考试时间：150 分钟

3.各部分所占比例：无机化学 30%，分析化学 20%，有机化学 50%。

无机化学（含分析化学）部分题型及赋分（100分）：(1)单项选择题约 30%；(2)判断题 10%；(3)完成反应方程式约 10%；(4)填空题 10%；(5)简答题 20%；(6)计算题 20%。

有机化学部分题型及赋分（100分）：(1)单项选择题约 30%；(2)写反应方程式约 20%；(3)鉴别题约 9%；(4)机理题约 12%；(5)合成题约 24%；(6)推测结构题约 5%。

4. 试题难易比例：容易题约 30%，中等难度题约 50%，难题约 20%。

5. 对考试辅助工具的要求：携带钢笔、圆珠笔或中性笔。

三、教材及教学参考书

《无机化学》史苏华主编科学出版社 2013 年 6 月。

《分析化学》（第 6 版）上册武汉大学主编高等教育出版社 2016 年 12 月。

《有机化学(第六版)》，赵温涛，高等教育出版社，2019 年 8 月。

《有机化学学习指南（第二版）》，郑艳，高等教育出版社，2014 年 12 月。