

全国高等医药院校药学类规划教材

配套教材

有机化学 学习指导

(第二版)

(药学类专业通用)

主编 申东升

中国医药科技出版社

全国高等医药院校药学类规划教材配套

有机化学学习指导

(药学类专业通用)

(第二版)

主 编 申东升

副主编 刘晓平 赵正保

编 委 (以姓氏笔画为序)

石秀梅 (牡丹江医学院)

申东升 (广东药学院)

刘晓平 (沈阳药科大学)

沙 玫 (福建中医药大学)

张付利 (河南大学)

张振涛 (内蒙古医学院)

尚先梅 (华中科技大学)

房 方 (南京中医药大学)

赵 红 (广东药学院)

赵正保 (山西医科大学)

顾生玖 (桂林医学院)

徐莉英 (沈阳药科大学)

唐伟方 (中国药科大学)

中国医药科技出版社

024000410

内 容 提 要

本书是与胡春教授主编、中国医药科技出版社出版的全国高等医药院校药理学类规划教材《有机化学》(第二版)配套的教学参考书。

本书按《有机化学》(第二版)的顺序编排,全书共分二十一章,每章由内容提要、难点释疑、例题解析、补充习题与参考答案、教材练习题参考答案和教材习题参考答案等六部分组成。为方便教师命题,帮助学生了解题型和复习自测,本书还选编了十套综合测试题,并附有参考答案。

本书可作为药理学、生物学、化学、化工和材料类专业本科学生学习有机化学的教学参考书,也可供从事有机化学教学的教师和从事与有机化学相关专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学学习指导/申东升主编. —2版. —北京:中国医药科技出版社, 2013.9

全国高等医药院校药理学类规划教材配套教材
ISBN 978-7-5067-6276-2

I. ①有… II. ①申… III. ①有机化学-医学院校-教学参考资料
IV. ①O62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第186710号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 发行:010-62227427 邮购:010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787×1092mm¹/₁₆

印张 22

字数 440千字

初版 2006年10月第1版

版次 2013年9月第2版

印次 2013年9月第2版第1次印刷

印刷 廊坊市广阳区九洲印刷厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-6276-2

定价 39.00元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国高等医药院校药学类规划教材常务编委会

名誉主任委员	邵明立 林蕙青
主任委员	吴晓明 (中国药科大学)
副主任委员	(按姓氏笔画排序) 刘俊义 (北京大学药学院) 匡海学 (黑龙江中医药大学) 朱依谆 (复旦大学药学院) 朱家勇 (广东药学院) 毕开顺 (沈阳药科大学) 吴少祯 (中国医药科技出版社) 吴春福 (沈阳药科大学) 张志荣 (四川大学华西药学院) 姚文兵 (中国药科大学) 高思华 (北京中医药大学) 彭 成 (成都中医药大学)
委 员	(按姓氏笔画排序) 王应泉 (中国医药科技出版社) 田景振 (山东中医药大学) 李 高 (华中科技大学同济药学院) 李元建 (中南大学药学院) 李青山 (山西医科大学) 杨 波 (浙江大学药学院) 杨世民 (西安交通大学药学院) 陈思东 (广东药学院) 侯爱君 (复旦大学药学院) 姜红祥 (山东大学) 宫 平 (沈阳药科大学) 祝晨蓀 (广州中医药大学) 柴逸峰 (第二军医大学药学院) 黄 园 (四川大学华西药学院) 韩立民 (江西中医学院)
秘 书	夏焕章 (沈阳药科大学) 徐晓媛 (中国药科大学) 王益玲 (广东药学院) 浩云涛 (中国医药科技出版社) 高鹏来 (中国医药科技出版社)

出版说明

全国高等医药院校药学类专业规划教材是目前国内体系最完整、专业覆盖最全面、作者队伍最权威的药学类教材。随着我国药学教育事业的快速发展,药学及相关专业办学规模和水平的不断扩大和提高,课程设置的不断更新,对药学类教材的质量提出了更高的要求。

全国高等医药院校药学类规划教材编写委员会在调查和总结上轮药学类规划教材质量和使用情况的基础上,经过审议和规划,组织中国药科大学、沈阳药科大学、广东药学院、北京大学药学院、复旦大学药学院、四川大学华西药学院、北京中医药大学、西安交通大学医学院、华中科技大学同济药学院、山东大学药学院、山西医科大学药学院、第二军医大学药学院、山东中医药大学、上海中医药大学和江西中医学院等数十所院校的教师共同进行药学类第三轮规划教材的编写修订工作。

药学类第三轮规划教材的编写修订,坚持紧扣药学类专业本科教育培养目标,参考执业药师资格准入标准,强调药学特色鲜明,体现现代医药科技水平,进一步提高教材水平和质量。同时,针对学生自学、复习、考试等需要,紧扣主干教材内容,新编了相应的学习指导与习题集等配套教材。

本套教材由中国医药科技出版社出版,供全国高等医药院校药学类及相关专业使用。其中包括理论课教材 82 种,实验课教材 38 种,配套教材 10 种,其中有 45 种入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

全国高等医药院校药学类规划教材
编写委员会

2009 年 8 月 1 日

前 言

本书是与全国高等医药院校药学类规划教材《有机化学》(第二版)(胡春教授主编、申东升教授和唐伟方教授副主编,中国医药科技出版社出版)配套的教学参考书。

全书按《有机化学》(第二版)的顺序编排,共分二十一章,每章由内容提要、难点释疑、例题解析、补充习题与参考答案、教材练习题参考答案和教材习题参考答案等六部分组成。为使学生能将基础知识融汇贯通,本书增编了“有机化合物结构推导”一章。为了方便教师拟题,帮助学生了解题型和检测学习效果,本书还选编了十套综合测试题,并给出了参考答案。

内容提要将每章重要内容作简要小结,使学生进一步弄清概念,掌握基本知识和基本理论。难点释疑是对学生颇感困难的问题进行释疑解惑,指出关键点所在,加深对概念的理解,帮助学生进一步弄清重点和难点。例题解析以典型例题作解题示范,能活跃解题思维,建立解题基本思路,对学生有良好的启发性,使难懂和容易混淆的知识点变得清晰。习题是学生全面掌握和灵活运用基础知识的有效方法,通过练习把书本知识变成自己的系统知识,对于所有习题,本书都给出了参考答案,供学生复习自学参考。有机化学习题答案常常不是唯一,有机合成题更是殊途同归。基础有机化学知识繁多,内容庞杂,但不外乎命名、结构、性质、机理、合成和分析,有机化学各种试题都包含这六个内容,选编的十套“综合测试题”,将帮助读者全面检查基础有机化学知识掌握程度。

《有机化学学习指导》(第二版)由广东药学院申东升教授主编,沈阳药科大学刘晓平副教授、山西医科大学赵正保教授任副主编。参加本书编写的学校有:广东药学院、山西医科大学、中国药科大学、内蒙古医学院、华中科技大学、沈阳药科大学、牡丹江医学院、河南大学、南京中医药大学、桂林医学院和福建中医药大学。

本书第一版由伍焜贤教授主编。与第一版相比,本版进行了全面修订,增



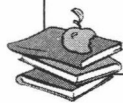
编了“综合测验题”，调整了编排格式，更便于读者复习自测和阅读查找。

本书编写过程中得到了伍焜贤教授、胡春教授、各参编单位和专家们的大力支持和帮助，在此一并诚挚地致以谢意。

由于编者水平所限，尽管经过反复修改，本书仍难免有错误和不妥之处，敬请使用本书的师生和其他读者给予批评指正。

编者

2013年3月



第一章 绪论	(1)
一、内容提要	(1)
二、难点释疑	(3)
三、例题解析	(4)
四、补充习题与参考答案	(5)
五、教材练习题参考答案	(7)
六、教材习题参考答案	(7)
第二章 烷烃	(9)
一、内容提要	(9)
二、难点释疑	(11)
三、例题解析	(12)
四、补充习题与参考答案	(14)
五、教材练习题参考答案	(15)
六、教材习题参考答案	(17)
第三章 立体化学基础	(19)
一、内容提要	(19)
二、难点释疑	(22)
三、例题解析	(23)
四、补充习题与参考答案	(25)
五、教材练习题参考答案	(28)
六、教材习题参考答案	(29)
第四章 烯烃	(30)
一、内容提要	(30)



二、难点释疑	(35)
三、例题解析	(36)
四、补充习题与参考答案	(38)
五、教材练习题参考答案	(43)
六、教材习题参考答案	(44)

第五章 炔烃和二烯烃

一、内容提要	(46)
二、难点释疑	(49)
三、例题解析	(50)
四、补充习题及参考答案	(52)
五、教材练习题参考答案	(55)
六、教材习题参考答案	(56)

第六章 脂环烃

一、内容提要	(58)
二、难点释疑	(61)
三、例题解析	(61)
四、补充习题与参考答案	(62)
五、教材练习题参考答案	(64)
六、教材习题参考答案	(65)

第七章 芳香烃

一、内容提要	(66)
二、难点释疑	(69)
三、例题解析	(70)
四、补充习题及参考答案	(73)
五、教材练习题参考答案	(77)
六、教材习题参考答案	(78)

第八章 波谱知识基础

一、教材练习题参考答案	(82)
二、教材习题参考答案	(82)

第九章 卤代烃

一、内容提要	(84)
--------------	------



二、难点释疑	(87)
三、例题解析	(88)
四、补充习题及参考答案	(91)
五、教材练习题参考答案	(96)
六、教材习题参考答案	(98)
第十章 醇、酚和醚	(102)
一、内容提要	(102)
二、难点释疑	(104)
三、例题解析	(106)
四、补充习题与参考答案	(109)
五、教材练习题参考答案	(116)
六、教材习题参考答案	(119)
第十一章 醛、酮和醌	(123)
一、内容提要	(123)
二、难点释疑	(128)
三、例题解析	(129)
四、补充习题与参考答案	(131)
五、教材练习题参考答案	(141)
六、教材习题参考答案	(141)
第十二章 羧酸和取代羧酸	(147)
一、内容提要	(147)
二、难点释疑	(151)
三、例题解析	(151)
四、补充习题与参考答案	(153)
五、教材练习题参考答案	(158)
六、教材习题参考答案	(158)
第十三章 羧酸衍生物和碳酸衍生物	(161)
一、内容提要	(161)
二、难点释疑 (碳负离子小结)	(164)
三、例题解析	(168)
四、补充习题与参考答案	(169)



五、教材练习题参考答案	(172)
六、教材习题参考答案	(173)
第十四章 有机含氮化合物	(176)
一、内容提要	(176)
二、难点释疑	(180)
三、例题解析	(181)
四、补充习题与参考答案	(182)
五、教材练习题参考答案	(187)
六、教材习题参考答案	(190)
第十五章 杂环化合物	(194)
一、内容提要	(194)
二、难点释疑	(197)
三、例题解析	(199)
四、补充习题与参考答案	(200)
五、教材练习题答案	(204)
六、教材习题答案	(205)
第十六章 糖类化合物	(208)
一、内容提要	(208)
二、难点释疑	(211)
三、例题解析	(212)
四、补充习题与参考答案	(213)
五、教材练习题参考答案	(215)
六、教材习题参考答案	(216)
第十七章 氨基酸、多肽、蛋白质和核酸	(219)
一、内容提要	(219)
二、难点释疑	(223)
三、例题解析	(224)
四、补充习题及参考答案	(224)
五、教材练习题参考答案	(225)
六、教材习题参考答案	(225)



第十八章 砷类和甾体化合物	(227)
一、内容提要	(227)
二、难点释疑	(228)
三、例题解析	(229)
四、补充习题与参考答案	(231)
五、教材练习题参考答案	(232)
六、教材习题参考答案	(233)
第十九章 周环反应	(235)
一、内容提要	(235)
二、难点释疑	(237)
三、例题解析	(239)
四、补充习题与参考答案	(240)
五、教材习题参考答案	(243)
第二十章 有机合成基础	(246)
一、内容提要	(246)
二、难点释疑	(247)
三、例题解析	(249)
四、补充习题与参考答案	(254)
五、教材习题参考答案	(260)
第二十一章 有机物结构推导	(265)
一、内容提要	(265)
二、难点释疑	(266)
三、例题解析	(267)
四、补充习题与参考答案	(271)
综合测试题	(276)
综合测试题 (一)	(276)
综合测试题 (一) 参考答案	(280)
综合测试题 (二)	(283)
综合测试题 (二) 参考答案	(287)
综合测试题 (三)	(289)



综合测试题 (三) 参考答案	(293)
综合测试题 (四)	(295)
综合测试题 (四) 参考答案	(300)
综合测试题 (五)	(303)
综合测试题 (五) 参考答案	(307)
综合测试题 (六)	(309)
综合测试题 (六) 参考答案	(312)
综合测试题 (七)	(314)
综合测试题 (七) 参考答案	(319)
综合测试题 (八)	(322)
综合测试题 (八) 参考答案	(325)
综合测试题 (九)	(327)
综合测试题 (九) 参考答案	(330)
综合测试题 (十)	(332)
综合测试题 (十) 参考答案	(335)



绪 论

一、内容提要

(一) 有机化合物结构的表示方法

1. 凯库勒结构式

碳原子可以单键、双键或叁键相互连接或与其他原子连接成碳链、碳环或杂环。表示方式有蛛网式、缩写式和键线式。如：

化合物	蛛网式	缩写式	键线式
丙醇	$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	
1,3-丁二烯	$ \begin{array}{c} & & \text{H} & & \\ & & & & \\ \text{H} & & \text{C}=\text{C} & & \text{H} \\ & & & & \\ & & \text{H} & & \\ & & & & \\ & & \text{H} & & \\ & & & & \\ & & \text{C}=\text{C} & & \\ & & & & \\ & & \text{H} & & \end{array} $	$\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$	
环丙烷		$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array} $	

实际书写时，脂肪族化合物常用缩写式，芳香族化合物常用键线式。

2. 路易斯结构式

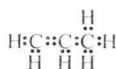
用电子对表示共价键的结构式称为路易斯结构式。书写路易斯结构式时，要将所有的价电子都表示出来。例如：



甲醇



甲醛



丙烯

(二) 现代共价键理论

1. 价键理论

该理论的基本观点是：当两个原子互相接近到一定距离时，每一个原子所带的自旋方



向相反的未配对电子可以相互配对,使电子云密集分布于两核之间,增加了两核对电子云密集区域的吸引,把两原子紧紧地结合在一起,形成稳定的共价键。共价键有以下特性:①形成共价键的一对电子自旋方向相反;②共价键具有饱和性;③共价键具有方向性;④能量相近的原子轨道可以“杂化”形成新的原子轨道。价键理论以定域观点为基础。

2. 分子轨道理论

该理论的基本观点是:从整个分子出发研究分子中每一个电子的运动状态,形成化学键的每个电子是在整个分子中运动的,不为单个原子所有,描述分子中单个电子运动状态的波函数称为分子轨道。分子轨道是由原子轨道线性组合而成的,分子轨道数目与参与线性组合的原子轨道数目相同。分子轨道同原子轨道一样,容纳电子时也遵循能量最低原理、保里不相容原理和洪特规则。原子轨道线性组合成分子轨道要符合以下三条原则:①对称匹配原则;②最大重叠原则;③能量相近原则。分子轨道理论以离域观点为基础。

(三) 共价键的几个重要参数

键长:以共价键相结合的两个原子核间的平均距离,其大小能反映化学键的牢固程度。

键角:两个共价键之间的夹角,可反映有机化合物分子的空间结构。

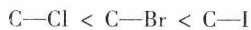
键能:共价键均裂成原子或自由基时所吸收的能量,其大小能反映化学键的牢固程度。

键的极性与偶极矩:共价键的极性大小可用偶极矩来衡量。偶极矩通常用正负电荷中心的电荷(q)与正负电荷中心的距离(d)乘积来表示:

$$\vec{\mu} = q \cdot d$$

偶极矩是一个向量,具有方向性,通常用符号“ $\text{+} \longrightarrow$ ”来表示,箭头指向带负电荷的一端。双原子分子中,键的极性就是分子的极性,而多原子分子的偶极矩是分子中各极性共价键的偶极矩的向量和。

极化性:在外界电场的影响下,共价键的电子云分布会发生改变,使其价键的极性发生变化,外界电场消失后,共价键的电子云分布又恢复原来的状态。各种共价键的极化性是不同的。共价键的极化性与其键内电子云的变形性有关。键电子云的变形性越大,键的极化性也越大。例如 C—X 键的极化性大小顺序为:



(四) 有机酸碱理论

1. Brönsted 酸碱理论

该理论也叫做质子酸碱理论,酸是质子的给予体,碱是质子的接受体。酸给出质子后生成的物质称作该酸的共轭碱,而碱接受质子后生成的物质称作该碱的共轭酸。例如:



按照 Brönsted 酸碱概念，一个物质是酸还是碱，不再是绝对的。当一个化合物和较强的碱反应时，它可以给出质子，因而是酸；而和较强的酸反应时，它可以接受质子，因而又是碱。例如：



酸



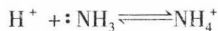
碱

酸碱反应中，平衡总是有利于生成较弱的酸和较弱的碱。

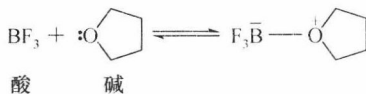


2. Lewis 酸碱理论

该理论也叫做电子酸碱理论，酸是电子对的接受体，碱是电子对的给予体。例如：



酸 碱



酸

碱

根据路易斯酸碱概念，缺电子的分子（如 AlCl_3 、 SnCl_4 、 ZnCl_2 、 FeCl_3 等）、金属离子（如 Ag^+ 、 Li^+ 、 Cu^{2+} 、 Na^+ 等）以及其他正离子（如 NO_2^+ 、 NO^+ 、 Br^+ 、 H^+ 等）都属于路易斯酸。路易斯碱通常是具有未共用电子对的化合物（如 H_2O 、 ROH 、 ROR 、 RNH_2 、 RSH 、 RSR 等）、负离子（如 HO^- 、 RO^- 、 Cl^- 等）、具有 π 电子的不饱和烃和芳烃。

（五）有机化合物的分类

1. 按碳架分类

按碳的骨架进行分类，可分为链状化合物、碳环化合物（脂环化合物、芳香化合物、杂环化合物）。

2. 按官能团分类

官能团也叫功能基，含有相同官能团的化合物通常具有相似的化学性质。按官能团进行分类，便于对有机化合物的共性进行研究。

二、难点释疑

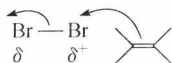
1. 共价键的极化性

共价键对外界电场的敏感性就是极化性。共价键极化性表现在一些有机反应中，如烯烃的卤化反应。

Br_2 分子受 π 电子的影响，极化成 $\overset{\delta+}{\text{Br}}-\overset{\delta-}{\text{Br}}$ ，它的正端具亲电性，可进攻 $\text{C}=\text{C}$ 双键的

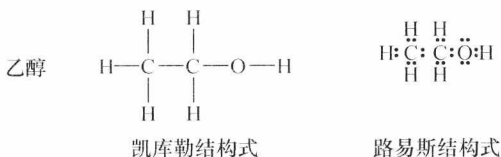


π 电子云, 并接受一对 π 电子。



2. 正确书写路易斯电子式

书写路易斯结构式时要把所有的价电子都表示出来, 未共用的电子对也应标出。如:



三、例题解析

[例 1] 将下列化合物改写为路易斯结构式。

- | | |
|--|---|
| (1) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ | (2) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ |
| (3) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3$ | (4) CH_3COBr |

解: 写化合物的路易斯结构式时, 不仅要成键电子对标出, 而且也要将原子的未共用电子对标出。

- | | |
|--|--|
| (1) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \text{H}:\text{C}::\text{C}::\text{C}::\text{C}::\ddot{\text{O}}: \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ | (2) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H}:\text{C}::\text{C}::\text{C}::\text{C}::\text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ |
| (3) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \text{H}:\text{C}::\text{C}::\ddot{\text{O}}::\text{C}::\text{H} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ | (4) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H}:\text{C}::\text{C}::\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{Br}}: \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ |

[例 2] 将下列化合物的缩写式改写成键线式。

- | | |
|--|---|
| (1) $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} \quad \text{H}_2 \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{CH} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH} \\ \quad \\ \text{H}_2 \quad \text{CH}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$ | (2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{OH}$ |
| (3) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ | (4) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ |
| (5) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{OCH}_2\text{CH}_3$ | (6) $\begin{array}{c} \text{ClCH}_2\text{CH}_2 \quad \text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ |

解:

