



普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材



有机化学

学 习 指 导

杨爱萍 王 辉 徐鲁斌 主编

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

有机化学习指导

杨爱萍 王辉 徐鲁斌 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学学习指导 / 杨爱萍, 王辉, 徐鲁斌主编. —
北京: 中国农业出版社, 2012. 12

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等
农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-17359-0

I. ①有… II. ①杨… ②王… ③徐… III. ①有机化
学-高等学校-教学参考资料 IV. ①062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 269900 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

策划编辑 曾丹霞

文字编辑 曾丹霞

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2013 年 1 月第 1 版 2014 年 12 月北京第 3 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17

字数: 382 千字

定价: 28.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



内容简介

本书是中国农业出版社出版的普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材《有机化学》（杨爱萍、王辉、徐鲁斌主编）的配套教学参考书。

全书分上篇和下篇两部分。

上篇与《有机化学》教材一致，共分17章。每章由学习要求、主要内容、例题解析、思考题及参考答案、习题及参考答案五部分内容组成；并附有三套阶段测试题及参考答案。

下篇以专题形式对有机化合物的命名、有机化合物的鉴别、有机合成解题思路和方法做了系统的概括总结；另外编写了两套综合测试题（附参考答案）；最后附2008—2012年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考化学试题（有机化学部分）及参考答案。

本参考书能帮助教师更好地掌握有机化学课程教学基本要求，帮助学生提高自学和灵活运用知识的能力，提高有机化学学习效果。

本书可供高等农林院校植物生产类、动物生产类、动物医学类、草业科学类、水产类、生态类、生命科学类、食品科学类、资源与环境类专业本科有机化学教学参考使用。

主 编 杨爱萍 王 辉 徐鲁斌

副 主 编 闫世凤 杨曼丽 周远明 孙 健

参 编 史美丽 于曙光 潘风美 李红春

王 强 刘清芝 牛永盛 魏红涛



前言

本书是中国农业出版社出版的普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材《有机化学》(杨爱萍、王辉、徐鲁斌主编)的配套教学参考书。

有机化学是高等农林院校本科生的一门重要的基础课程。多年的教学经验告诉我们,学生对有机化学课程内容的理解可能并不很困难,但对于所学知识的实际运用常会遇到问题。多解习题,掌握解题技巧和解题思路,对掌握和巩固有机化学基本知识,提高分析问题和解决问题的能力,是行之有效的方法。对于初学者,这一点尤其明显。本书正是针对这种情况而编写的。

全书分上篇和下篇两部分。

上篇与《有机化学》教材一致,共分 17 章。每章包括学习要求、主要内容、例题解析、思考题及参考答案、习题及参考答案。另外编写了三套阶段测试题(附参考答案)穿插在相应的章节后面,供学习时单元自测用。在例题解析中,我们选编了一些典型的、重点的题目,分析了解题思路,其中包括部分全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题(在题目中做了注明)。

下篇以专题形式对有机化合物的命名、有机化合物的鉴别、有机合成解题思路和方法做了系统的概括总结。另外,编写了两套综合测试题(附参考答案),供课程结束后复习自测用。

本书的最后附有近 5 年(2008—2012 年)的全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题及参考答案。

本书力求对同学们学习有机化学有所帮助,在教材的基础上,进一步明确概念、疏通条理、概括要点、启发思路、解决疑难,提高自学和灵活运用知识能力。



本书可作为高等农林院校各相关专业学生的参考书，也可供报考农学门类硕士研究生的考生以及从事有机化学教学的教师参考使用。

参加本书编写工作的有：杨爱萍、王辉、徐鲁斌、闫世凤、杨曼丽、孙健、周远明、史美丽、于曙光、潘凤美、李红春、王强、刘清芝、牛永盛、魏红涛。杨爱萍、王辉、徐鲁斌任主编，闫世凤、杨曼丽、周远明、孙健任副主编。教材的初稿经主编、副主编审阅、修改，最后经杨爱萍统一整理补充、修改定稿。

本书在编写过程中得到了中国农业出版社、青岛农业大学相关领导的帮助和支持，编写中参考了国内外相关教材和学习辅导材料，在此一并表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促以及编者的水平所限，书中不妥之处，敬请专家和读者批评指正。

编 者

2012年10月



目 录

前言

上 篇

第1章 绪论	3
一、学习要求	3
二、主要内容	3
三、学习有机化学的方法	5
四、例题解析	6
五、习题及参考答案	6
第2章 饱和烃	8
一、学习要求	8
二、主要内容	8
三、例题解析	12
四、思考题及参考答案	13
五、习题及参考答案	16
第3章 不饱和烃	20
一、学习要求	20
二、主要内容	20
三、例题解析	25
四、思考题及参考答案	27
五、习题及参考答案	30
第4章 芳香烃	35
一、学习要求	35
二、主要内容	35
三、例题解析	38
四、思考题及参考答案	40
五、习题及参考答案	42



第5章 旋光异构	48
一、学习要求	48
二、主要内容	48
三、例题解析	50
四、思考题及参考答案	52
五、习题及参考答案	54
阶段测试题一	57
阶段测试题一参考答案	61
第6章 卤代烃	63
一、学习要求	63
二、主要内容	63
三、例题解析	65
四、思考题及参考答案	68
五、习题及参考答案	69
第7章 醇 酚 醚	73
一、学习要求	73
二、主要内容	73
三、例题解析	76
四、思考题及参考答案	78
五、习题及参考答案	79
第8章 醛 酮 醌	83
一、学习要求	83
二、主要内容	83
三、例题解析	85
四、思考题及参考答案	87
五、习题及参考答案	90
第9章 羧酸及其衍生物	95
一、学习要求	95
二、主要内容	95
三、例题解析	98
四、思考题及参考答案	99
五、习题及参考答案	100
第10章 取代酸	105
一、学习要求	105
二、主要内容	105
三、例题解析	108
四、思考题及参考答案	109



五、习题及参考答案	111
阶段测试题二	115
阶段测试题二参考答案	119
第 11 章 含氮有机化合物	122
一、学习要求	122
二、主要内容	122
三、例题解析	124
四、思考题及参考答案	125
五、习题及参考答案	127
第 12 章 含硫和含磷有机化合物	132
一、学习要求	132
二、主要内容	132
三、思考题及参考答案	133
四、习题及参考答案	134
第 13 章 杂环化合物	136
一、学习要求	136
二、主要内容	136
三、例题解析	138
四、思考题及参考答案	139
五、习题及参考答案	140
第 14 章 糖类化合物	144
一、学习要求	144
二、主要内容	144
三、例题解析	150
四、思考题及参考答案	151
五、习题及参考答案	152
第 15 章 氨基酸、蛋白质和核酸	155
一、学习要求	155
二、主要内容	155
三、例题解析	158
四、思考题及参考答案	159
五、习题及参考答案	160
第 16 章 油脂和类脂化合物	164
一、学习要求	164
二、主要内容	164
三、例题解析	167
四、思考题及参考答案	168

五、习题及参考答案	170
第 17 章 有机化合物波谱知识	174
一、学习要求	174
二、主要内容	174
三、例题解析	177
四、思考题及参考答案	179
五、习题及参考答案	179
阶段测试题三	183
阶段测试题三参考答案	186

下 篇

有机化合物的命名	191
有机化合物的鉴别	203
有机合成解题思路和方法	207
综合测试题	213
综合测试题 I	213
综合测试题 I 参考答案	218
综合测试题 II	222
综合测试题 II 参考答案	226
全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考化学试题	229
2008 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题	229
2008 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题参考答案	233
2009 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题	235
2009 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题参考答案	239
2010 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题	241
2010 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题参考答案	245
2011 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题	247
2011 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题参考答案	251
2012 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题	253
2012 年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考有机化学试题参考答案	257
主要参考文献	259



上篇

有机化学学习指导

12

13

14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

第 1 章

绪 论

一、学习要求

1. 掌握有机化合物的概念、结构和性质特点。
2. 掌握有机化合物中共价键的性质及断裂方式。
3. 了解有机化学反应特征及基本类型。
4. 理解有机化学中的 Brönsted 酸碱质子理论和 Lewis 酸碱电子理论。
5. 了解有机化合物的分类方法，能识别有机化合物的主要官能团。

二、主要内容

1. 有机化合物的特点

(1) 结构上的特点 碳位于元素周期表第二周期第Ⅳ主族，它最外层有四个电子，既不容易得到也不容易失去电子。碳原子的这种特殊性质，使得碳原子之间以及碳原子与其他原子之间可以形成稳定的共价键，以单键、双键、三键连接成链状或环状化合物，并且参与的碳原子数可多可少；即使组成相同也可以连接成结构不同的化合物，因此，有机化合物的同分异构现象很普遍。

(2) 性质上的特点

① 多数有机化合物容易燃烧，完全燃烧后生成 CO_2 和 H_2O 。

② 有机化合物的熔点、沸点较低。有机化合物分子中原子间多以共价键相结合，分子之间作用力主要为 van der Waals (范德华) 力，因而有机化合物的熔点和沸点较低。

③ 多数有机化合物难溶于水而易溶于有机溶剂。化合物的溶解性能通常遵循“相似相溶”规则，一般有机化合物的极性较弱或无极性，而水的极性较强，所以多数有机化合物难溶于水，而易溶于极性较弱或非极性的有机溶剂。

④ 化学反应速率较慢，副反应较多，产物较复杂。有机化学反应涉及分子中共价键的断裂和形成，专一性的断键较难控制，因此，反应过程中，通常伴随副反应发生，产物较复杂。

2. 共价键的参数

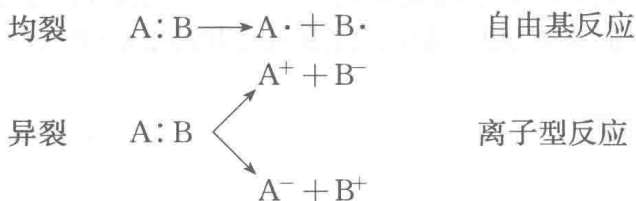
在有机化学中，经常用到的共价键参数有键长、键能、键角和键的极性（偶极矩），这些物理量可以用来表征共价键的性质（表 1-1）。



表 1-1 共价键的参数

	键 能	键 长	键 角	偶极矩
定义	形成共价键过程中体系放出的能量或共价键断裂过程中吸收的能量	共价键所连两原子的核间距离	分子内某一个原子与其他原子形成共价键时, 两个共价键之间的夹角	正、负电荷中心间的距离 d 和电荷中心所带电量 q 的乘积, $\mu=qd$
单位	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (千焦每摩尔)	nm (纳米)	$^{\circ}$ (度)	$\text{C} \cdot \text{m}$ (库仑·米)
用途	决定共价键的稳定性	决定共价键的稳定性和分子大小	决定分子空间构型	决定共价键或分子极性大小
性质	键能越大, 键越稳定	键长越短, 键越稳定		偶极矩越大, 极性越强, $\mu=0$, 非极性分子

3. 共价键的断裂及反应类型

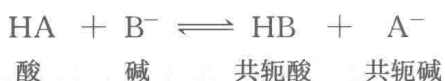


此外还有协同反应, 在协同反应中, 既无自由基生成, 也无离子生成, 共价键的断裂和形成是同时进行的。

4. 有机化学中的酸碱理论

(1) Brönsted (布朗斯特) 酸碱质子理论

酸: 给出质子 (H^+) 的物质; 碱: 接受质子 (H^+) 的物质。



酸越强, 共轭碱碱性越弱; 碱越强, 共轭酸酸性越弱。可逆反应, 平衡偏向生成较弱酸和较弱碱的一方。

(2) Lewis (路易斯) 酸碱电子理论

酸: 电子对接受体 (正离子或具有空轨道的分子); 碱: 电子对给予体 (负离子或具有未共用电子对的分子)。

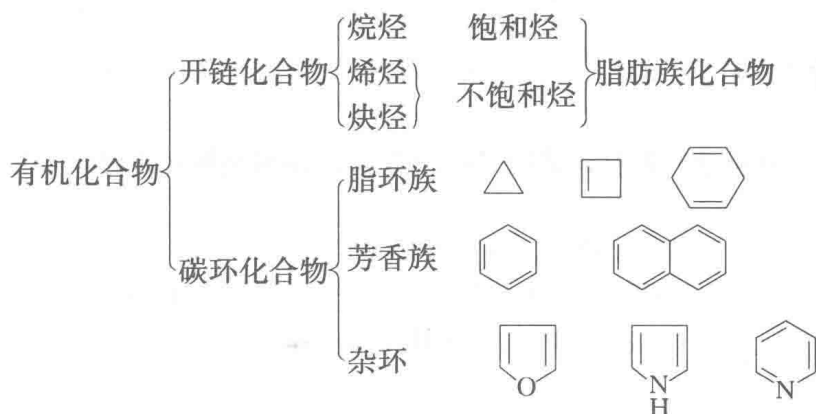
例如, 常见的 Lewis 酸: BF_3 、 AlCl_3 、 FeCl_3 、 Ag^+ 、 Cu^{2+} ; Lewis 碱: H_2O 、 NH_3 、 CH_3NH_2 、 HO^- 、 RO^- 。



Lewis 酸可作亲电试剂, Lewis 碱可作亲核试剂。一般而言, 碱性越强, 亲核性越强。

5. 有机化合物的分类

(1) 按碳架分类



(2) 按官能团分类 见教材 P10 表 1-6 一些常见官能团及名称。

三、学习有机化学的方法

1. 要学会记忆

对有机化合物的构造式和命名等, 开始学习时要像学习外文单词那样反复强化记忆, 除了多看之外还要多写多练。当脑海中材料积累多了, 就会掌握内在规律并容易上升为理解记忆。机械记忆和理解记忆是相辅相成的, 记的材料越多越有利于理解, 而理解了的东西记得也就更牢。

2. 抓住主线, 理清脉络

有机化学的主线就是贯穿始终的有机化合物的化学性质, 而化学性质是由结构决定的。学会了分析各类有机化合物的结构, 主要是其官能团的结构, 就可以轻而易举地掌握其化学性质, 对学好有机化学可起到事半功倍的作用。有机化学表面上看知识点比较多, 内容比较琐碎, 如果理清脉络、抓住主线后就可以发现, 有机化学知识其实很系统, 每一个章节的内容安排基本类似, 主要包括命名、结构、物理性质、化学性质及应用等。

3. 归纳总结

要总结有机化合物结构与性质的关系以了解共性与个性; 另外, 还要总结各类化合物之间内在联系和相互转化关系。某一类化合物的性质往往是另一类化合物的制法, 熟练地掌握了这些关系, 才能设计各种特定化合物的合成路线。最后, 要把每章新出现的名词、概念搞清楚, 做到准确的理解, 并能举例说明。

4. 认真做练习题

这是学好有机化学的重要环节, 不仅对理解和巩固所学的知识是最有效的, 同时也是检验自己是否完成学习任务的必要方法。做习题要在系统复习的基础上进行, 切不可照抄答案, 否则有百害而无一利。

5. 遇到疑难问题及时解决

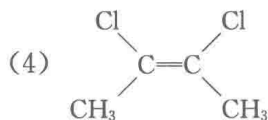
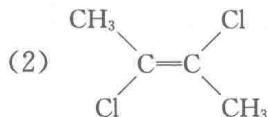
遇到问题或查书或求师, 切忌“夹生饭”、不求甚解。疑难问题积累多了得不到解决则有学不下去的危险。因为有机化学内容是前后连贯的, 系统性很强, 只有掌握了前面的知识才能理解后面的内容。

学习方法因人而异, 但共同点是理解、记忆和应用。这三者不是孤立割裂的, 而是互相促进螺旋上升的, 对完成学习任务缺一不可。这些能力的获得, 关键还在于培养自学能力。总之, 要最大限度地开动自己的脑筋, 惟有这样才能真正把知识学到手并加以运用。

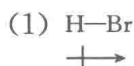


四、例题解析

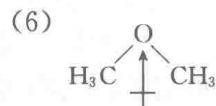
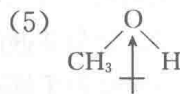
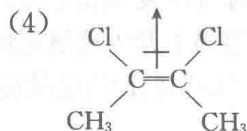
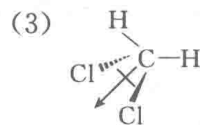
例题 1. 下列化合物是否有极性？若有，试用“ $\rightarrow$ ”标记标明偶极矩方向。（醇、醚中的氧为 sp^3 杂化）



解：



(2) 无



偶极矩有方向性，箭头表示从正电中心到负电中心的方向。

例题 2. 把下列各组物质按碱性强弱排列成序。



解：



根据 Brönsted 酸碱理论，酸的酸性越强，共轭碱碱性越弱；碱的碱性越强，共轭酸酸性越弱。

如果无法直接比较碱性强弱，可以通过比较其共轭酸的酸性反推。

例题 3. 下列化合物哪些是极性化合物，哪些是非极性化合物？



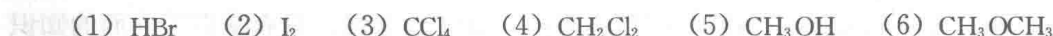
解：

极性化合物： CH_3Cl 、 CH_3OH 、 CH_3COCH_3 ；非极性化合物： CH_4 、 CCl_4



五、习题及参考答案

1. 判断下列化合物是否为极性分子。



解：

极性分子：(1) (4) (5) (6)；非极性分子：(2) (3)

2. 下列化合物的化学键如果都为共价键，而且外层价电子都达到稳定的电子层结构，同时原子之间可以共用一对以上的电子，试写出化合物可能的 Lewis 结构式。