

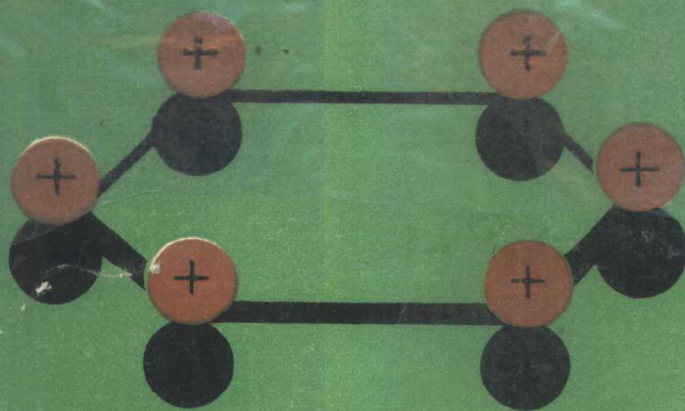
有机化学

张振权 唐吉庚

高连奎 贾国祥

编

YOU JI HUA XUE



东北师范大学出版社

有机化学

张振权 唐吉庚 编
高连奎 贾国祥

东北师范大学出版社

有 机 化 学

YOUJI HUAXUE

张振权 唐吉庚 高连奎 贾国祥 编

责任编辑: 贾国祥 封面设计: 李冰彬 责任校对: 王 慧

东北师范大学出版社出版
(长春市斯大林大街110号)

吉林省新华书店发行
延边新华印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/16

1989年9月第1版

印张: 30.125

1989年9月第1次印刷

字数: 733千

印数: 1—2000册

ISBN7-5602-0340-X/O·39

(压膜)定价: 6.40元

前 言

有机化学是生物系的一门基础课，与后续课程的关系极为密切。此教材是为了适应生物专业(生物专业本科生、函授生、电大生和进修生物专业自学有机化学者)的需要，根据我们多年的教学体会而编写的。在内容编排上仍以官能团为体系，重点阐述有机化合物的结构和性质以及它们之间的关系，并对某些理论和反应历程也作了适当的介绍。在材料选择上，既注意了经典的基础知识，也注意到有机化学的新发展和生物专业某些实际的需要。由于现代物理分析方法的不断发展，生物专业学生也有必要了解这方面知识，因此在最后一章介绍了紫外光谱、红外光谱和核磁共振谱。在写法上尽量做到简明扼要、突出重点和便于自学。由于反应历程中某些问题抽象和难以掌握，我们对有些较复杂的历程采用了图解的形式。为了便于学生掌握每章的重点和难点以及学习方法，在每章前有内容提要和学习指导。为了帮助学生在在学习中及时得到练习，深入思考，系统掌握，前后贯穿，在每章中插有问题，章后有小结和复习思考题。这些做法并不是要束缚学生的手脚，恰恰相反，其目的是要给学生学习有机化学一把钥匙，实践证明是行之有效的，学生是欢迎的。

本书由唐吉庚、高连奎、贾国祥、张振权分别执笔，并由张振权统稿主编。

尽管我们的愿望是好的，但由于我们水平所限，错误和处理不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1989年1月于长春

目 录

第一章 绪 论	1
内容提要和学习指导	1
第一节 有机物与有机化学	1
一 有机物	2
二 有机化学	2
三 有机物的特点	2
四 有机化学的任务和作用及与生物 化学的关系	3
五 有机化合物的分类	3
第二节 有机化合物的结构	4
一 经典结构理论	4
二 共价键理论	5
1. 原子轨道	6
2. 共价键的本质	8
3. 价键法(VB法)	8
4. 分子轨道法(MO法)	9
三 共价键的键参数	12
1. 键长	12
2. 键角	13
3. 键能	13
4. 键矩	14
第三节 分子间作用力和电子 效应	14
一 分子间作用力	14
1. 偶极—偶极作用	14
2. 色散力	15
3. 氢键	15
二 电子效应	15
1. 诱导效应	15
2. 共轭效应	16
3. 超共轭效应	16
小结	17
第二章 烷 烃	18
内容提要和学习指导	18
第一节 烷烃的同系列、同分异构 和命名	18
一 烃的分类与烷烃	18

1. 开链烃	18
2. 环状烃	18
二 同系列和同分异构现象	19
1. 同系列	19
2. 同分异构现象	19
三 烷烃的命名	21
1. 普通命名法	21
2. 系统命名法	22
第二节 烷烃的结构	23
一 烷烃的构造	23
二 烷烃的构型	24
三 烷烃的构象	26
1. 乙烷的构象	26
2. 丁烷的构象	27
第三节 烷烃的性质	29
一 物理性质	29
二 化学性质	30
1. 取代反应	30
2. 氧化反应	33
3. 热裂反应	33
第四节 烷烃的存在	34
小结	35
复习思考题	35
习题	35

第三章 烯 烃	38
内容提要和学习指导	38
第一节 烯烃的结构	38
一 确定烯烃结构的实验根据	38
二 碳原子的 sp^2 杂化与乙烯的平面 构型	38
第二节 烯烃的同分异构现象 和命名	40
一 烯烃的同分异构现象	40
二 烯烃的命名	41
第三节 烯烃的性质	43
一 物理性质	43
二 化学性质	43

1. 加成反应	43
2. 聚合反应	45
3. 氧化反应	46
4. α -氢的取代反应	47
第四节 烯烃加成反应的历程	47
一 与溴的加成历程	48
二 加卤化氢历程	49
三 对马氏规则的解释	49
1. 电子效应的解释	49
2. 中间体稳定性的解释	50
小结	51
复习思考题	52
习题	52

第四章 二烯烃和炔烃 54

内容提要与学习指导 54

第一节 二烯烃 54

一 二烯烃的分类和命名 54

1. 分类 54

2. 命名 54

二 1,3-丁二烯的结构 55

三 共轭二烯烃的性质 56

1. 1,4-加成 56

2. 双烯合成 57

四 1,3-丁二烯和异戊二烯 57

第二节 炔烃 58

一 同分异构和命名 58

1. 同分异构 58

2. 命名 58

二 炔烃的结构 59

1. 碳原子的 sp 杂化 59

2. 乙炔分子的形成 60

3. 乙炔的结构特点 60

三 炔烃的物理性质 60

四 炔烃的化学性质 61

1. 加成反应 61

2. 氧化反应 63

3. 聚合反应 63

4. 炔化物的生成 63

五 乙炔 64

小结 65

复习思考题 66

习题 66

第五章 脂环烃 68

内容提要与学习指导 68

第一节 脂环烃的分类、同分

异构和命名 68

一 分类 68

二 命名 69

三 同分异构 69

第二节 环烷烃的结构 70

一 环的稳定性 70

二 环烷烃的结构 70

第三节 环烷烃的性质 71

一 物理性质 71

二 化学性质 71

1. 加成反应 71

2. 取代反应 72

第四节 环己烷的构象 73

小结 78

复习思考题 78

习题 79

第六章 芳香烃 81

内容提要与学习指导 81

第一节 苯系芳烃的分类及单环芳

烃的分类和命名 81

一 芳香烃 81

二 苯系芳烃的分类 81

三 单环芳烃的同分异构和命名 82

1. 同分异构 82

2. 命名 82

第二节 苯的结构 83

一 关于苯的结构提出 83

二 价键理论与苯的结构 84

三 分子轨道理论与苯的结构 84

四 苯结构的表示方法 85

第三节 苯系单环芳烃的性质 85

一 物理性质 85

二 化学性质 86

1. 取代反应 86

2. 加成反应 90

3. 氧化反应 90

第四节 取代反应的历程 91

第五节 取代反应的定位规律 92

一 定位规律	92
二 对定位规律的解释	93
1. 邻、对位定位基	93
2. 间位定位基	94
三 取代定位规律的应用	95
1. 预测反应的主要产物	95
2. 指导合成路线的选择	95
第六节 稠环芳烃	96
一 萘	96
1. 萘的结构	96
2. 物理性质	96
3. 化学性质	96
二 其他稠环芳烃	98
第七节 芳烃的来源	99
第八节 非苯芳烃	100
小结	102
复习思考题	103
习题	103
第七章 卤代烃	106
内容提要与学习指导	106
第一节 卤代烃的分类、命名和同分异构	106
一 分类	106
二 命名	107
三 同分异构	108
第二节 卤代烃的性质	108
一 物理性质	108
二 化学性质	109
1. 取代反应	109
2. 消除反应	110
3. 与金属的反应	111
第三节 亲核取代反应历程	112
一 单分子亲核取代反应(S_N1)	113
二 双分子亲核取代反应(S_N2)	113
三 结构对两种历程的影响	114
1. 烃基结构对两种历程的影响	114
2. 卤素对两种历程的影响	115
第四节 一卤代烯烃和一卤代芳烃	115
第五节 代表物	116
一 三氯甲烷($CHCl_3$)	117
二 四氯化碳(CCl_4)	117
三 氯乙烯($CH_2=CHCl$)	117

四 六六六和DDT	117
五 含氟化合物	118
小结	119
复习思考题	120
习题	120

第八章 醇、酚、醚	123
内容提要与学习指导	123
第一节 醇	123
一 醇的分类和命名	123
1. 分类	123
2. 命名	124
二 物理性质	125
三 化学性质	126
1. 与活泼金属的反应	126
2. 与氢卤酸的反应	127
3. 脱水反应	128
4. 酯的生成	128
5. 氧化与脱氢	129
三 代表物	130
1. 甲醇	130
2. 乙醇	130
3. 乙二醇	131
4. 丙三醇	131
5. 环己六醇	132
第二节 酚	132
一 酚的结构和命名	132
二 物理性质	133
三 化学性质	133
1. 酸性	133
2. 与三氯化铁的反应	134
3. 酚醚的生成	134
4. 氧化反应	135
5. 芳环上的反应	135
四 代表物	136
1. 苯酚	136
2. 甲苯酚	136
3. 苯二酚	136
4. 萘酚	137
第三节 醚	137
一 命名	137
二 物理性质	138
三 化学性质	138
1. 铊盐的形成	138
2. 醚键的断裂	139
3. 过氧化物的生成	139

四 环氧乙烷	140	5. 羟基的卤代反应	194
小结	141	6. 氧化反应	194
复习思考题	142	第三节 酸碱理论	195
习题	142	一 离子论	195
第九章 醛 酮 醌	145	二 质子论	195
内容提要与学习指导	145	三 电子论	196
第一节 醛和酮	145	第四节 代表物	197
一 异构、分类和命名	145	一 甲酸	197
1. 异构	145	二 乙酸	197
2. 分类	146	三 乙二酸	198
3. 命名	146	四 丁二酸	198
二 物理性质	148	五 丁烯二酸	198
三 化学性质	149	六 硬脂酸	199
1. 亲核加成反应	150	七 前列腺素	199
2. 氧化还原反应	158	小结	200
3. α -氢反应	163	复习思考题	201
四 代表物	169	习题	201
1. 甲醛	169	第十一章 羧酸衍生物	203
2. 乙醛	169	内容提要与学习指导	203
3. 苯甲醛	170	第一节 酯	203
4. 香草醛	170	一 命名	203
5. 丙酮	170	二 物理性质	204
第二节 醌	171	三 化学性质	205
一 化学性质	171	1. 水解	205
1. 碳碳双键的加成作用	171	2. 醇解	207
2. 羰基的加成作用	172	3. 氨(胺)解	208
3. 共轭加成作用	172	4. 与格林亚试剂的加成反应	210
二 自然界的醌	173	5. 还原	211
小结	174	6. 酯缩合反应	211
复习思考题	176	第二节 酰胺	213
习题	176	一 命名	213
第十章 羧酸	179	二 物理性质	214
内容提要与学习指导	179	三 化学性质	215
第一节 分类和命名	179	1. 酰胺的酸碱性	215
一 分类	179	2. 水解	216
二 命名	180	3. 氨(胺)解与醇解	217
第二节 羧酸的性质	182	4. 还原	217
一 物理性质	182	5. 与次卤酸盐的反应	218
二 化学性质	185	第三节 酰卤和酸酐	218
1. 酸性	186	一 命名	218
2. 羧基上羟基的取代反应	188	二 物理性质	219
3. 羧基的还原反应	192	三 化学性质	220
4. 脱羧反应	192	1. 水解	220
		2. 醇解	226

3. 氨(胺)解	221
4. 还原	223
第四节 碳酸的衍生物	223
一 二氧化碳的水合作用	224
二 碳酰氯	224
三 碳酰胺	225
小结	228
复习思考题	229
习题	229
第十二章 取代羧酸	232
内容提要和学习指导	232
第一节 醇酸	233
一 物理性质	233
二 化学性质	233
1. 酸性	233
2. 氧化反应	234
3. 脱水反应	234
4. 分解反应	235
三 代表物	236
1. 乳酸	236
2. 苹果酸	236
3. 酒石酸	236
4. 柠檬酸	237
第二节 酚酸	237
一 酚酸的性质	237
二 代表物	237
1. 水杨酸	237
2. 没食子酸	239
3. 植物鞣质(单宁、鞣酸或单宁酸)	239
第三节 羧基酸	241
一 命名	241
二 代表物	241
1. 乙醛酸	241
2. 丙酮酸	241
3. 乙酰乙酸	242
4. 乙酰乙酸乙酯	243
三 多官能团化合物的命名	247
小结	248
复习思考题	248
习题	248
第十三章 油脂和类脂	252

内容提要和学习指导	252
第一节 油脂	252
一 什么是油脂	252
二 油脂的存在	252
三 油脂的组成	252
四 油脂的性质	253
1. 物理性质	253
2. 化学性质	254
第二节 类脂化合物	256
一 磷脂	256
1. 卵磷脂	257
2. 脑磷脂	257
3. 神经磷脂	258
二 蜡	259
小结	260
复习思考题	260
习题	260

第十四章 含氮有机化合物	261
内容提要和学习指导	261
第一节 胺	261
一 分类和命名	261
1. 分类	263
2. 命名	262
二 物理性质	264
三 胺的构型	266
四 化学性质	267
1. 成盐反应	267
2. 烷基化反应	270
3. 酰基化反应	272
4. 与亚硝酸反应	273
5. 胺的特殊反应	275
五 代表物	276
1. 苯胺	276
2. 胆碱	277
3. 多巴胺	277
4. 新洁尔灭	277
5. 盐酸普鲁卡因	277
6. 苯异丙胺类药物	277
第二节 偶氮化合物与有机化 合物的颜色	278
一 偶氮化合物	278
二 有机化合物的颜色	279

1. 光与颜色	279
2. 颜色与有机化合物的结构	281
三 常见的指示剂和生物染色剂	286
1. 甲基橙	286
2. 刚果红	286
3. 结晶紫	287
4. 孔雀绿	287
5. 荧光黄	287
6. 曙红	287
7. 红汞	287
8. 亚甲基蓝	288
小结	289
复习思考题	289
习题	290

第十五章 含硫和含磷的有机化合物

内容提要和学习指导	292
第一节 硫、磷的成键特性	292
一 硫和磷的价电子层构型	292
二 成键特性	293
第二节 含硫有机化合物	294
一 分类和命名	294
1. 分类	294
2. 命名	295
二 硫醇	296
1. 物理性质	296
2. 化学性质	296
三 磺酸	298
1. 物理性质	298
2. 化学性质	298
3. 常见的磺酸衍生物	300
第三节 含磷有机化合物	303
一 分类和命名	303
1. 分类	304
2. 命名	304
二 化学性质	306
1. 碱性	306
2. 氧化反应	307
三 有机磷农药	307
1. 化学性质	307
2. 中毒机理与解毒	308
3. 几种有机磷农药	308
小结	311

复习思考题	312
习题	312

第十六章 杂环化合物

内容提要和学习指导	315
第一节 杂环化合物	315
一 杂环化合物的分类和命名	315
二 重要五元杂环化合物的结构和性质	316
1. 呋喃、噻吩、吡咯的结构	316
2. 呋喃、噻吩、吡咯的性质	317
3. 噻唑、咪唑的结构和性质	320
4. 五元杂环化合物的重要衍生物	320
三 重要的六元杂环化合物结构和性质	323
1. 吡啶的结构	323
2. 吡啶的性质	323
3. 嘧啶的结构和性质	324
4. 六元杂环化合物及其衍生物	324
四 重要稠杂环化合物及其衍生物	325
1. 吲哚及其衍生物	325
2. 喹啉及其衍生物	326
3. 苯并吡喃和花色素	327
4. 嘌呤及其衍生物	328
第二节 生物碱	329
一 生物碱及其存在	329
二 生物碱的提取方法	330
1. 有机溶剂提取法	330
2. 稀酸提取法	330
三 生物碱的一般性质	330
四 几种重要的生物碱	330
小结	333
复习思考题	334
习题	334

第十七章 对映异构

内容提要和学习指导	335
第一节 物质的旋光性	335
一 手(征)性分子和对映异构体	335
1. 手(征)性分子	335
2. 对映异构体	337
二 偏振光和旋光性物质	337
1. 偏振光	337
2. 旋光性物质	338
三 旋光仪和比旋光度	339

1. 旋光仪的构造	340	二 单糖的构型和链状结构	373
2. 比旋光度	340	三 单糖的环状结构	375
第二节 旋光和分子结构的关系	341	1. 变旋现象	375
一 对称因素	341	2. 单糖的环状结构	376
1. 对称面	341	3. α -型和 β -型的规定	376
2. 对称中心	341	4. 半缩醛环的大小	376
二 手性碳原子	342	5. 单糖环状结构的表示方法	377
三 不含手性碳原子的旋光物质	343	6. 单糖的构象式	379
第三节 构型及构型的标记	345	四 单糖的物理性质	379
一 构型	345	五 单糖的化学性质	379
二 构型式	345	1. 颜色反应	379
1. 透视式	346	2. 氧化反应	380
2. 费歇尔(E·Fischer)投影式	346	3. 与稀碱作用	382
三 构型的标记	348	4. 脎的生成	383
1. D, L标记法	348	六 重要单糖及其衍生物	384
2. R, S标记法	350	1. 戊糖	384
第四节 旋光异构体的数目	354	2. 己糖	385
一 含一个手性碳原子的化合物	354	第三节 糖苷	386
二 含两个手性碳原子的化合物	357	第四节 双糖	387
1. 含两个不相同手性碳原子的化合物	357	一 非还原性双糖	387
2. 含两个相同手性碳原子的化合物	357	二 还原性双糖	388
第五节 旋光异构体的性质	360	1. 麦芽糖	388
一 物理性质	360	2. 纤维二糖	388
二 化学和生理特性	361	3. 乳糖	389
第六节 外消旋化和瓦尔登(Walden)转化	361	第五节 多糖	389
一 外消旋化	361	一 淀粉	390
二 瓦尔登(Walden)转化	363	1. 淀粉分子的结构	390
第七节 外消旋体的拆分	363	2. 淀粉的性质	391
一 化学拆分法	364	二 糖元	391
二 物理拆分法	364	三 纤维素	392
1. 晶种结晶法	364	四 半纤维素	393
2. 选择吸附法	364	小结	394
3. 生物拆分法	364	复习思考题	395
小结	366	习题	395
复习思考题	367		
习题	367		
第十八章 碳水化合物	371	第十九章 氨基酸、蛋白质和核酸	397
内容提要和学习指导	371	内容提要和学习指导	397
第一节 碳水化合物的概念	371	第一节 氨基酸	397
第二节 单糖	372	一 氨基酸的结构、命名和分类	397
一 单糖的分类	372	二 氨基酸的性质	399
		1. 物理性质	399
		2. 氨基酸的两性离子结构和等电点	399
		3. 氨基酸的反应	399

三 氨基酸的合成	400
1. 由醛或酮合成	400
2. α -卤代酸的氨解	401
3. 由丙二酸酯合成	401
第二节 多肽和蛋白质	401
一 蛋白质的分类	402
二 蛋白质的特性	402
1. 蛋白质的变性	402
2. 蛋白质的等电点	403
3. 蛋白质的呈色反应	403
三 蛋白质结构的测定	404
四 蛋白质的三维结构(空间结构)	405
五 多肽的合成	406
六 酶	409
第三节 核酸	409
一 核酸的组成	409
二 核酸的结构	412
三 核酸的功能	414
小结	415
复习思考题	415
习题	416
第二十章 萜类和甾族化合物	417
内容提要与学习指导	417
第一节 萜类	417
一 萜类一般概念	417
二 萜类化合物的结构特点	418
三 单萜	418
1. 单萜的分类及生源合成	418
2. 几种重要的单萜	420
四 倍半萜	422
1. 倍半萜及生物合成	422
2. 几种重要的倍半萜	423
五 双萜	424
1. 双萜及生物合成	425
2. 几种重要的双萜	425
六 三萜	427
1. 三萜及生物合成	427
2. 重要的三萜	428
七 四萜	428
1. 四萜及生物合成	428
2. 几种重要的四萜	429
第二节 甾族化合物	431
一 甾族化合物一般概念	431

二 甾族化合物的立体异构	431
三 甾族化合物的种类和重要甾族化 合物	433
1. 甾醇类	433
2. 胆甾酸	434
3. 甾体激素	435
4. 昆虫蜕皮激素	436
5. 强心甘	437
小结	438
复习思考题	438
习题	438

第二十一章 紫外光谱、红外光谱及核

磁共振谱的基本知识.....439

内容提要与学习指导

第一节 分子光谱的一般概念.....439

一 分子光谱

1. 转动光谱

2. 振动光谱

3. 电子光谱

二 光与光谱

第二节 紫外光谱

一 紫外光谱的表示方法

二 紫外吸收与分子结构

三 紫外光谱的应用

第三节 红外光谱.....446

一 分子的振动形式

二 红外光谱的表示方法

三 红外吸收与分子结构

四 红外光谱的应用

第四节 核磁共振谱

一 光谱形成的基本原理

二 氢的核磁共振谱

1. 信号位置—化学位移—质子的电 子环境

2. 信号组数—质子的种类

3. 信号面积—等性质子的数目

4. 信号裂分—自旋偶合—邻近质子 的情况

三 核磁共振谱的解析

小结.....

复习思考题

习题.....

第一章 绪 论

内容提要与学习指导

本章介绍有机物和有机化学概念、有机结构理论、分子间作用力和电子效应等。结构理论、分子间作用力和电子效应是本章学习的重点。

本章内所涉及到的基本概念和理论，是重要的和基本的基础知识，它对以后各章的学习将起着指导作用。初学者由于对有机化合物的具体知识还很缺乏，对这些概念和理论还不可能达到深入理解和熟练掌握的程度。因此，只要求对结构理论的产生、发展过程和所包含的内容有初步的了解。要形成分子间作用力和电子效应的概念，以便在以后的各章学习中初步加以理解和深化。

第一节 有机物与有机化学

一 有机物

有机物广泛地存在于自然界，如粮食、油脂、丝、毛、棉、麻、糖类及药材等。

自从有了人类，就开始同有机物打交道，从广阔的自然界中索取人类生存所必须的物质，来满足衣、食、住等方面的需要。

随着人类对有机物的认识不断深入，要求不断提高，逐渐地开始了从动植物体中分离和提取有机物。如我国古代的酿酒、制醋等。18世纪后半叶，世界各国对有机物的分离提纯工作发展较快，大量的较纯的有机物相继被分离出来，从1769年到1785年间，先后提取了酒石酸、柠檬酸、苹果酸、乳酸等有机酸。1773年从尿中提取了较纯的尿素，1829年从马尿中得到了马尿酸，1805年由鸦片中分离得到了第一个生物碱——吗啡等。较纯的有机物被分离和提取出来，为进一步研究有机物奠定了物质基础。

氧气发现以后，提出了新的燃烧理论，应用它来研究有机物的燃烧现象时，发现了这些有机物均能燃烧，而且生成二氧化碳和水。从而使人们认识到，这些物质与矿物中所得到的物质在组成和性质上有所不同。由于这些物质当时只能从动、植物体中分离而得到，瑞典化学家柏则里乌斯(Berzelius)提出：这些物质是在生物细胞中，受一种特殊力量的作用而产生的，这种力量就是“生命力”，并于1806年在教科书上第一次使用“有生机之物”既“有机物”，以便与从矿物质中所得到的物质——“无机物”相区别。

1828年德国化学家魏勒(Wöhler)在加热氰酸铵时得到了尿素，这是人类合成的第一个有机物。此后，尤其是到了19世纪中叶，更多的有机物被合成出来，如1845年德国化学家柯尔贝(Kolbe)利用木炭、硫磺、氯气和水为原料合成了醋酸。1854年德国化学家柏赛罗(Bertheloe)合成了油脂。1861年俄国化学家布特列洛夫(Бутлеров)合成了糖类物质……从此，统治有机化学长达50年之久的“生命力”学说宣告破产。

那么究竟什么叫有机物呢？1848年葛美林(Gmelin)根据有机物的组成中都含有“碳”的

特点，提出：有机物即是含碳的化合物。一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐和金属氰化物等，虽然也含有碳，但它们的性质却与无机物相似，故仍属于无机物。

二 有机化学

研究有机化合物的化学叫有机化学。它主要是研究有机物的存在、组成、结构、性质合成方法、有机物之间的相互转化关系及根据事实所总结出来的规律和理论。有机化学是一门以实验为基础的、同人类的生活和生产紧密相关的基础学科。

三 有机物的特点

1. 容易燃烧 典型的有机物由于它们的分子组成中都含有碳和氢，因此容易燃烧。人们常常通过某物质是否能燃烧以及燃烧后的产物是什么，来分析和鉴别某物质是否是有机物，或者初步判别是什么有机物。

2. 熔、沸点低，对热稳定性差 有机物在室温下是气体、液体或低熔点的固体，无机物则多为固体，且熔点较高。有机物的这个特点与它们的分子间作用力有关系。有机物分子间多为微弱的范德华力相互作用，作用力很弱。典型的无机物晶体则是由离子间有序排列而成，正负离子静电吸引结合，若破坏其有序排列，需要较高的能量，所以熔点比有机物高。例如，固体有机物的熔点，大多在 400°C 以下；氯化钠晶体的熔点高达 808°C ，甚至有的高达 1478°C 。

多数纯净的有机物均有一定的熔、沸点，故可以通过测定熔、沸点的办法来鉴别有机物。

3. 难溶于水，易溶于有机溶剂 大多数有机物的分子，属于极性很弱或非极性分子，水则是强极性且介电常数很大的物质。根据“相似相溶”的原理，有机物较难溶于水中，却可以溶解在相似的乙醇、苯等有机溶剂中。

4. 反应速度慢、反应复杂、副反应多 有机物间的反应，多为分子间反应，不仅要求反应物分子要具有一定的能量，而且要破坏化学键。所以反应的发生常常需要一定的时间和提供必须的条件。有的反应往往需要几个小时乃至几天或更长的时间才能完成。例如，乙醇和乙酸反应生成乙酸乙酯，在室温、无催化剂情况下，16年才能达到平衡；无机中的离子反应速度却很快，如卤离子与银离子，只要相遇，立刻就可生成卤化银。为了加速有机反应的速度，往往要加热、光照或者加入催化剂。

典型的有机物是共价键结合的，各种共价键的键能相差并不很大，因此，在反应时，在相同的条件下，可能反应的部位很多，虽然可以想办法使反应按预定方向进行，然而副反应仍是不可避免的，致使有机反应的产率较低，除特殊反应外，一般达到60~70%就算不错了。

5. 与生命过程有关 构成生物体的物质中，绝大多数是有机物，例如，构成植物结构的蛋白质和纤维素，植物的果实及动物体中贮存养分的淀粉、肝糖和油脂，构成花、叶的各种鲜艳颜色的色素，使花和水果具有芳香气味的各种香素等。尤其重要的是有机物在生物体中，有着多种不同的生物功能，它们在体内进行着许多复杂的分解与合成反应，从而构成了生命现象。可以说有机物是生命的物质基础。

有机物结构复杂、种类繁多、数目庞大，也是有机物不同于无机物的一个特点。

上述有机物的特点，一般是指典型的有机物与典型的无机物的相对区别，就其个别的有机物而言，其特点可能并不那样典型(如有机金属化合物和有机络合物等)，因此，我们说有有机物与无机物之间，并没有不可逾越的鸿沟。

四 有机化学的任务和作用及与生物化学的关系

有机化学的首要任务,就在于发现新的有机物、新的性质和反应,总结新的规律,揭示有机物的结构与性能间的关系和有机反应理论等。一句话,就是认识尚未被发现的现象和规律。

有机化学是有机化学工业的理论基础。有机化学的成就对有机工业的发展,推动国民经济各部门和科学技术的发展,对于满足人类不断增长的物质生活水平的提高,都起着重要的作用。特别是有机合成的发展,许许多多新物质被合成出来,数目之多,产品之新颖,性能之奇特真是光怪陆离。本世纪40年代,新兴的高分子工业蓬勃发展,人们开始用简单易得的廉价原料如煤、石油、空气、水、盐等,合成了布匹、羊毛等物质。三大合成材料(塑料、纤维和橡胶)的出现,为人类征服宇宙,发展航天事业,提供了性能良好的新型材料……可以说国民经济的各个部门,诸如农药、医药、燃料、炸药、国防……的发展,都与有机化学的发展密切相关。

食物的合成,是有机化学的一个重要任务,淀粉、蛋白质都是结构十分复杂的高分子有机物。对于这样结构复杂的有机物的合成,一时还很难实现,但是从20世纪60年代以后,人们已经合成了如叶绿素、维生素B₁₂、前列腺素等重要的生理活性物质,特别是1965年我国科学工作者,首次人工合成了具有生理活性的蛋白质——牛胰岛素。这些新的成就标志着人类合成生命的开始,可望不久的将来,新的、结构更为复杂的蛋白质以及其他生理活性物质和人造食物,必将被人类所征服。

有机化学与生物化学关系十分密切。仅以人体为例,人体内约有500万种蛋白质,这些蛋白质连同其他高分子化合物,诸如酶、核糖核酸、激素等控制着人的生命现象。研究这些化合物,对于了解人的生命现象、生育、遗传、疾病等的实质,从而加以控制和治疗,无疑是具有十分重大的意义和广阔的前途的。此外,在生物生长过程中,包含着许多有机物的合成与分解过程。这些化学变化,在生物学上被称之为“新陈代谢”。对于阐明生物体的呼吸作用和机理,糖、脂肪、蛋白质的代谢过程,以及激素、维生素在体内的作用等,都必不可少地要借助于有机化学的研究。因此,有机化学是生物化学的基础。

五 有机化合物的分类

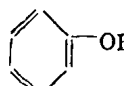
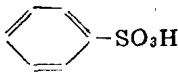
为了学习和研究的方便,常把有机物进行分类,分类方法较多,以下介绍二种常用的分类方法。

按碳干分类 依据有机化合物分子中的碳原子的连接方式不同进行分类。若碳原子间连接成链状则为开链化合物;若碳原子连接成环状的则为环状化合物。在环状化合物中,若环上的原子均是碳的称为碳环化合物;若除碳外还有氧、硫、氮等其他杂原子的称为杂环化合物。如表:

碳干分类	开链化合物(脂肪化合物)		
	环状化合物	碳环化合物	脂肪族化合物
			芳香族化合物
		杂环化合物	

按官能团分类 官能团是决定某一类化合物化学特性的原子或原子团。常见的官能团及其分类如表:

表 1-1 重要官能团的名称和式子

类 别	官能团及名称	代 表 物
烷 烃		CH_4 (甲烷)
烯 烃	>C=C< 碳碳双键	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (乙烯)
炔 烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$ 碳碳叁键	$\text{CH}\equiv\text{CH}$ (乙炔)
芳 烃		 (苯)
卤代烃	$-\text{X}$ 卤素	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ (氯乙烷)
醇和酚	$-\text{OH}$ 羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (乙醇)
		 (苯酚)
醚	$-\text{O}-$ 醚键	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ (乙醚)
醛	$-\text{C}(=\text{O})\text{H}$ 醛基	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{H}$ (乙醛)
酮	$-\text{C}(=\text{O})-$ 酮基	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ (丙酮)
羧 酸	$-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ 羧基	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ (乙酸)
胺	$-\text{NH}_2$ 氨基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ (乙胺)
硝基物	$-\text{NO}_2$ 硝基	CH_3NO_2 (硝基甲烷)
磺 酸	$-\text{SO}_3\text{H}$ 磺基	 (苯磺酸)

第二节 有机化合物的结构

有机化合物的分离和提纯技术的发展,尤其是大量的新的有机物被合成出来,大大地推动了有机结构理论的研究和发展。

有机化合物的同分异构现象被发现以后,证明了原子的个数和种类相同,可以通过不同的结合,组成多种不同化合物的分子。人们把这种不同的结合称为“结构”。结构概念的提出,使人们想到,原子为什么可以通过不同的结合组成多种不同的化合物呢?是如何结合的?原子在分子中是怎样排列的?这些问题在19世纪初还是个谜。后来经过不断地探索和思考,其间经过了曲折而漫长的道路,逐渐形成一个系统的理论——有机结构理论。

一 经典结构理论

1. 凯库勒(Kekule)和古柏尔(Couper)的结构概念

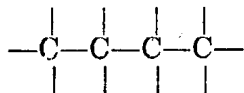
1857年凯库勒和古柏尔分别独立地提出了有机分子结构的初步概念。

碳四价 碳原子无论是在简单的还是在复杂的有机化合物中,总是以一定的比例,与其

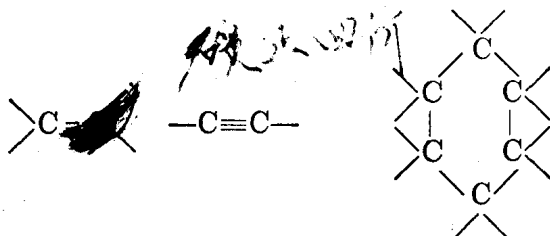
他原子相结合，而且碳原子总是表现为相等的四价。如下式：



碳原子间可自相结合成为链或环 碳与碳可以通过一价自相结合成链状化合物。如下式。



碳与碳也可通过二价或三价自相结合成链状化合物和环状化合物。如下式：



上述两点是经典结构理论的核心，它不但提出了原子在分子中是怎样结合的，而且也初步阐明了当时不解的异构现象，为数目众多的有机化合物建立起一个较为合理的体系，为进一步完善结构理论奠定了基础。

但是，应当看到，他们所提出的结构，是把分子看成是一个建筑物，原子则是木架和砖石，因而分子是由互不相干的原子的简单组合或堆砌，这种结构被称为是“建筑”观点的分子结构。

2. 布特列洛夫(Бутлеров)的化学结构

1861年俄国化学家布特列洛夫，提出了关于分子结构的化学结构观点。

组成分子的各个原子，以一定的化学力按一定的方式和次序相结合。这种结合的方式和次序叫做结构。

物质的性质，不仅由组成该物质分子的原子个数、种类和次序所决定，而且由组成分子各原子间的相互关联而决定。

物质的性质决定于分子结构，性质又可反映结构。

布特列洛夫提出的结构概念，从分子的整体出发，考虑到了分子中原子间的相互影响，因而称为化学结构。

3. 立体结构的概念

1874年范特霍夫(Fan't Hoff)和勒贝尔(Le, Berl)分别独立地提出了碳原子的正四面体模型。他们把碳原子的四个价键，用四面体表示，碳原子在正四面体的中心，它的四个价键分别指向正四面体的四个顶点。

碳正四面体概念的提出，不仅解释了当时无法解释的二氯甲烷只有一种的事实，更为重要的是把有机化学的研究，引向了立体化学阶段，为立体化学奠定了基础。

经典结构理论的确立，丰富了有机化学的内容，推动了有机化学的研究向前发展，至今仍是我們学习和研究有机化学的指导理论之一。

二 共价键理论

经典结构理论的提出，解决了组成分子中的原子的结合方式、次序及数量关系。但是，

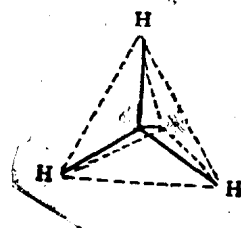


图 1-1 碳的正四面体