

P=3.05

高等学校试用教材

基础有机化学

上册

邢其毅 徐瑞秋 周政 编



人民教育出版社

高等学校试用教材

基础有机化学

下册

邢其毅 徐瑞秋 周政编

DF23/05



高等教育出版社

高等学校试用教材

基础有机化学

上册

邢其毅 徐瑞秋 周政 编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

外文印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 40 字数 900,000

1980年6月第1版 1980年12月第1次印刷

印数 00,001—27,500

书号 13012·0473 定价 2.90 元

高等学校试用教材
基础有机化学
下册
邢其毅 徐瑞秋 周政 编

*
高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
中国科学院印刷厂印刷

*
开本 787×1092 1/16 印张 47.75 插页 1 字数 1,096,000
1983年9月第1版 1983年6月第2次印刷
印数 34,001—53,000
书号 13010·0932 定价 8.10 元

前 言

1977年教育部在武昌召开了一次高等学校理科化学教材会议。会议上,大家一致认为应该鼓励各有关的学校根据教师个人不同的教学经验和对这门学科的不同认识,编写不同风格不同特点的教材。根据这个精神,北京大学化学系把编写本书的任务交给了我们。因为时间很仓促,我们的水平又有限,因此本书无论在选材或编排方面,都可能存在着不少问题,甚至有错误的地方。但是作者认为,如果一本书要到它完美无缺时,才出版问世,那本书就永远也写不成了。我们只是根据自己的一点教学经验,先写这一本,算是一种尝试,听听同行和学生们的意见。假若这本小书能起到抛砖引玉的作用,那就算达到编写本书的目的了。

任何一本基础学科的教材,在作者看来,主要是从大量的材料中,不断地筛选,根据自己的教学经验编写而成。以有机化学而论,材料特别丰富,取舍是一件很不容易的工作。现有的教科书体系,都是经过百年的教学经验,不断地筛选,删去旧的,加进新的,逐渐形成的。目前编写的许多教科书,表面上看来很不相同,但这些不同主要表现在编写和介绍的方法上,就其内容而言,基本上是大同小异的。有机化学的基本资料是由结构、反应和合成三部分组成的,不少书就是按照这样三部分编写的。实际上,反应和合成是一个问题的两个方面,因此本书通过分析典型例题阐明了较复杂化合物的合成途径,而一些简单化合物的合成则是通过反应来阐述的。也有些作者认为按有机化合物反应机制分类是比较严格的,所以首先对各类化合物的结构和性能作一简短的介绍,然后着重讨论各类机制不同的反应。作者根据以往的经验,觉得过于集中讨论某一反应,学生会觉得非常枯燥,而把结构、反应、合成三者结合起来同时学习,可以使学生得到比较系统的知识,同时也可避免在阅读或听课时,引起一些不必要的疑问。例如在讨论某一类型的化合物时,可以结合它的结构推引出反应发生的内在原因,然后再介绍这一反应在合成上的应用。这样学习,学生会感到比较生动,也比较多样化一点。因此本书是按化合物分类的方式编写的。我们认为,不应该为了强调理论上的阐述,把许多重要的工业制备都删略,因为有机工业制备也是基础有机知识的一部分,所以我们在有关的章节内加入了有关这方面的一些资料,但做得还很不够。这样做,不仅是为了多样化,同时也表达了作者对待这门科学的一种看法。作者认为应该比较全面地对待一门基础科学,任何过分的偏废都是不合适的,教学效果也是不好的。

对于初学的人,不应过于集中地介绍某一概念,而应当根据需要步骤地循序渐进。因此本书中有些内容,作了必要的重复。例如光谱、立体概念、构象等就是根据这个精神,分别在几处作了讨论。作者认为这种重复对于学习是有帮助的。

现在许多教科书在每一章后都作了简短的总结,这对学习是非常必要的。但是作者认为这一步工作应当根据学生自己的理解,用自己的语言,作出自己的总结。因此作者把这一重要任务交给了读者。每章后的习题,实质上也是一种总结,这些题目,有的是作者查阅文献编写的,有的是从其它教科书中取得的,这里就不一一声明了。

在本书编写过程中,裴伟伟同志担任了大部分缮写工作,并提了一些有益的建议,刘瑞雯同志担任了许多插图的描绘工作。作者特在此向他们致谢。

作 者

1980年4月于北大

目 录

第一章 研究有机化合物的方法1	
1.1 有机化学的发展.....1	
1.2 碳化合物的特性.....3	
1.3 研究有机化合物的过程.....4	
1.4 结构的概念与结构理论.....15	
1.5 结构的测定.....19	
1.6 有机分子的几何形象.....22	
1.7 有机化学与生活之关系及其任务.....24	
习题.....26	
第二章 碳架和官能团28	
2.1 碳架的概念.....28	
2.2 官能团.....31	
2.3 鉴定官能团的方法.....37	
2.4 碳架的模型及旋转异构体.....43	
2.5 结构式的写法.....45	
习题.....47	
第三章 化学键与分子的物理性质、 化学性质49	
3.1 原子轨道.....49	
3.2 原子的电子构型.....50	
3.3 离子键及共价键.....51	
3.4 共价键的本质.....52	
3.5 价键法.....54	
3.6 分子轨道法.....58	
3.7 键长、键角、键能.....62	
3.8 共价键的极性、电负性和偶极矩.....66	
3.9 分子间的作用力及其对熔点、沸点、 溶解度的影响.....68	
3.10 电子效应——诱导效应、共轭效应和 超共轭效应.....72	
3.11 共价键的断裂与有机反应的类型.....73	
3.12 酸碱的概念.....74	
3.13 化学平衡与热力学的关系.....75	
习题.....77	
第四章 烷烃和环烷烃79	
(一) 烷烃.....79	
4.1 烷烃的来源及其重要性.....79	
4.2 烷烃的结构.....79	
4.3 烷烃的命名.....84	
4.4 烷烃的物理性质.....87	
烷烃的反应.....88	
4.5 烷烃与卤素的反应.....89	
4.6 烷烃的硝化.....93	
4.7 烷烃的氯磺化.....93	
4.8 烷烃的燃烧——氧化.....94	
烷烃的制备.....95	
4.9 柯尔伯法.....95	
4.10 武慈合成法.....96	
4.11 格氏试剂法.....96	
(二) 环烷烃.....98	
4.12 环烷烃与烯烃的关系.....98	
4.13 环烷烃的来源.....99	
4.14 环状化合物的构象.....100	
4.15 环烷烃的物理性质、化学性质.....106	
4.16 构象分析.....108	
习题.....110	
第五章 烯烃112	
5.1 烯烃分子的结构特点.....112	
5.2 烯烃的命名.....113	
5.3 烯烃的物理性质.....114	
烯烃的加成反应.....116	
5.4 与卤素的加成.....117	
5.5 与酸的加成.....119	
5.6 与次卤酸的加成.....122	
5.7 烯烃的游离基加成反应.....123	
5.8 烯烃与氧、臭氧的加成, 烯烃的氧化.....124	
5.9 与氢的加成, 催化氢化.....127	
5.10 与乙硼烷的加成.....129	
5.11 烯烃的聚合——自身加成作用.....130	
烯烃的实验室制法.....131	
5.12 醇失水.....131	
5.13 卤代烷失卤化氢.....133	
5.14 邻二卤代烷失卤素.....142	
习题.....144	

第六章 炔烃和共轭双烯147	8.2 芳香烃的物理性质.....202
(一) 炔烃.....147	8.3 芳香烃的红外光谱.....203
6.1 炔烃的结构.....147	8.4 苯的性质及结构的问题.....205
6.2 炔的命名.....148	8.5 非苯芳香体系及贺克尔规则.....213
6.3 乙炔的生产.....148	8.6 多环及稠环芳香化合物.....221
6.4 炔烃的制备.....149	8.7 芳香化合物的氧化.....228
6.5 炔烃的物理性质.....150	8.8 芳烃及其同系物和多环芳烃 的制备.....230
6.6 键长和杂化.....150	8.9 致癌芳烃.....236
炔烃的反应151	8.10 苯的价键异构体.....238
6.7 乙炔及其一元取代物的酸性 及其鉴定.....151	习题.....239
6.8 炔烃的加成反应.....153	第九章 立体化学241
6.9 炔烃的氧化.....157	9.1 对称因素、不对称因素与手性.....242
6.10 乙炔及末端炔烃和醛、酮的加成.....157	9.2 偏光.....244
6.11 末端炔烃的卤化.....158	9.3 比旋光度.....246
(二) 共轭烯烃.....158	9.4 含有一个不对称碳原子的分子 及其构型.....247
6.12 共轭双烯的定义和特性.....158	9.5 构型的命名方法.....248
6.13 共轭双烯的命名.....158	9.6 光活结构式的表示方法.....249
6.14 1,3-丁二烯的生产.....159	9.7 相对构型与绝对构型的测定.....251
6.15 共轭双烯的物理性质.....160	9.8 含有两个不同的不对称 碳原子的分子.....253
6.16 共轭双烯的反应.....161	9.9 含有两个相同的不对称 碳原子的分子.....255
6.17 共轭双烯的结构及共轭效应.....162	9.10 含有其它不对称原子的分子.....258
习题.....168	9.11 手性分子.....259
第七章 核磁共振和红外光谱171	9.12 外消旋体及光消旋化.....261
(一) 核磁共振.....171	9.13 外消旋化合物的拆分.....263
7.1 基本原理.....171	9.14 环状化合物的光活性异构体.....264
7.2 化学位移.....173	9.15 几何异构体(双键异构体).....266
7.3 自旋偶合, 分裂.....177	9.16 不对称合成.....269
7.4 复杂 NMR 图谱的分析.....184	习题.....271
7.5 碳谱 CMR.....186	第十章 卤代烃273
(二) 红外光谱.....187	10.1 命名.....273
7.6 基本原理.....187	10.2 卤代烃的物理性质.....273
7.7 影响基团吸收位置的因素.....189	10.3 卤代烃的红外光谱和核磁共振.....275
(三) 烷烃、烯烃、炔烃的红外光谱 及核磁共振.....190	卤代烃的制备276
7.8 烷烃的红外光谱和核磁共振.....191	10.4 一元卤代烃的制备.....276
7.9 烯烃的红外光谱和核磁共振.....192	10.5 多卤代烷的制备.....278
7.10 炔烃的红外光谱和核磁共振.....194	10.6 卤代烷的工业生产.....279
习题.....195	10.7 氟代烷的制备.....280
第八章 芳香烃和苯201	
8.1 芳香族化合物的来源.....201	

卤代烃的反应.....	280	12.7 羧酸的还原.....	346
10.8 亲核取代反应.....	280	12.8 不饱和烃的臭氧化和加成.....	347
10.9 消除反应.....	293	12.9 醛酮的工业生产.....	348
10.10 与金属反应.....	295	醛酮的反应.....	351
10.11 还原.....	298	12.10 醛酮反应的类型.....	351
习题.....	299	12.11 和含碳亲核试剂的加成.....	353
第十一章 醇和醚.....	303	12.12 和含氧亲核试剂的加成.....	356
(一) 醇.....	303	12.13 和含氮亲核试剂的加成.....	358
11.1 醇的结构特点.....	303	12.14 和含硫亲核试剂的加成.....	363
11.2 醇的命名.....	303	12.15 醛酮的还原, 羰基的加氢.....	364
11.3 醇的物理性质.....	304	12.16 醛的羰基的自身加成, 醛的聚合.....	368
醇的反应.....	306	12.17 共轭不饱和醛酮的亲核加成.....	370
11.4 羟基中氢的反应.....	306	12.18 醛酮 α 碳上氢的活性.....	371
11.5 碳氧键断裂与羟基被取代(卤代).....	306	12.19 负碳离子及烯醇负离子的反应.....	378
11.6 氢氧键断裂与酯的形成.....	310	12.20 醇醛或醇酮缩合反应.....	380
11.7 醇的氧化和脱氢.....	311	12.21 醛酮的卤化.....	386
11.8 醇的鉴别.....	314	12.22 醛酮的氧化.....	387
醇的工业生产和实验室制备.....	314	习题.....	389
11.9 工业生产.....	314	第十三章 紫外光谱和质谱.....	393
11.10 实验室制醇法.....	317	(一) 紫外光谱.....	393
(二) 醚.....	322	13.1 各类化合物的电子跃迁.....	393
11.11 命名.....	322	13.2 几种效应.....	398
11.12 醚的物理性质.....	323	13.3 λ_{\max} 与化学结构的关系.....	399
醚的制备.....	324	(二) 质谱.....	401
11.13 威廉森合成法.....	324	13.4 质谱在有机化学中的应用.....	401
11.14 在酸催化下醇分子间失水.....	326	13.5 质谱仪.....	402
11.15 烷氧汞化——去汞法.....	329	13.6 质谱图.....	403
醚的反应.....	329	13.7 离子的主要类型及其形成.....	404
11.16 铊盐.....	329	13.8 影响离子形成的因素.....	407
11.17 碳氧键断裂.....	330	13.9 化合物的鉴定和结构测定实例.....	408
11.18 环氧化合物的反应及其工业用途.....	331	习题.....	412
习题.....	337	第十四章 羧酸.....	415
第十二章 醛和酮.....	340	14.1 命名.....	415
12.1 羰基及羰基化合物的类别.....	340	14.2 羧酸的物理性质.....	416
12.2 醛和酮的重要性.....	340	14.3 羧酸的红外光谱及核磁共振.....	417
12.3 醛和酮的命名.....	341	14.4 羧酸的结构及其酸性.....	418
12.4 羰基的结构.....	342	14.5 诱导效应、共轭效应和场效应 对酸性的影响.....	420
12.5 醛酮的红外光谱和核磁共振.....	343	14.6 哈密特公式.....	425
醛酮的制备.....	345	羧酸的制备.....	428
12.6 醇的氧化.....	345	14.7 由醇、醛氧化.....	428

14.8	由有机金属化合物制备	429
14.9	腈化物的水解	429
14.10	羧酸的工业生产	430
羧酸的反应		432
14.11	羧基中氢的反应	432
14.12	羧酸碳链上的反应	433
14.13	羧基碳上的反应	434
14.14	脱羧反应	438
14.15	二元酸受热后的变化	440
习题		442
第十五章 羧酸衍生物		445
15.1	命名	445
15.2	羧酸衍生物的物理性质	445
15.3	羧酸衍生物的红外光谱及核磁共振	446
15.4	羧酸衍生物结构的比较	449
15.5	羧酸衍生物中主要反应基团性能的比较	450
酯		453
15.6	酯的制备	453
15.7	酯的反应	453
15.8	油脂	460
15.9	蜡	465
酰卤		465
15.10	酰卤的制备	465
15.11	酰卤的反应	465
酸酐		469
15.12	酸酐的制备	469
15.13	酸酐的反应	470
15.14	烯酮	472
酰胺		474
15.15	酰胺的制备	474
15.16	酰胺的反应	474
碳酸及原碳酸的衍生物		477
15.17	碳酸的酰氯	478
15.18	碳酸的酰胺	478
15.19	碳酸原酸的衍生物	481
习题		482

第十六章 胺		484
16.1	胺的分类和命名	484
16.2	胺的结构	485
16.3	胺的物理性质	486
16.4	胺的红外光谱及核磁共振	486
16.5	胺的碱性	488
胺的制备		491
16.6	氨或胺的烷基化	491
16.7	盖布瑞尔合成法	492
16.8	硝基化合物还原	493
16.9	C—N化合物的还原	494
16.10	还原氨化	495
16.11	从羧酸及其衍生物制胺	496
胺的反应		498
16.12	成盐	498
16.13	四级铵化合物及其反应	498
16.14	胺的酰化	502
16.15	胺的氧化	503
16.16	与亚硝酸反应	505
16.17	重氮甲烷	508
习题		511
第十七章 缩合反应		515
醇醛与醇酮型缩合反应		515
17.1	胺甲基化反应(C. Mannich 反应)	515
17.2	迈克尔反应和缩合反应	518
17.3	肉桂酸合成(W. Perkin 反应)	520
17.4	α -环氧酯合成(G. Darzen 反应)	523
17.5	魏悌锡(G. Wittig)反应	524
羰基化合物的酰基化反应		529
17.6	催化剂与溶剂对酰基化反应的影响	529
17.7	用酯进行酰基化	531
17.8	用酸酐或酰氯进行酰基化	541
17.9	通过烯胺的酰化	542
羰基化合物的烃基化反应		544
17.10	β -二羰基化合物的烃基化	544
17.11	酮直接烃基化	547
17.12	通过烯胺进行烃基化	548
习题		550
习题解答		555

目 录

第十八章 单糖及低聚糖	633
18.1 糖的来源和分类.....	633
18.2 葡萄糖的醛式结构.....	635
18.3 由低级糖合成高级糖.....	637
18.4 糖的氧化和还原.....	638
18.5 糖的递降反应.....	640
18.6 葡萄糖和其它己糖的联系.....	641
18.7 糖的环状半缩醛结构.....	645
18.8 糖的半缩醛式的表示方法及环的大小的测定.....	646
18.9 其它重要的单糖及其类似物质.....	651
18.10 苷(配糖体).....	654
18.11 低聚糖.....	655
18.12 酶解.....	659
习题.....	660
第十九章 芳核的亲电取代	662
苯的一元亲电取代.....	662
19.1 反应机制.....	662
19.2 卤化.....	665
19.3 硝化.....	667
19.4 磺化.....	669
19.5 氯甲基化反应与加特曼(L. Gattermann)-科克(J. C. Koch)反应.....	670
19.6 取代苯的偶极矩及苯环上取代基的诱导效应和共轭效应.....	671
苯的二元亲电取代.....	674
19.7 定位效应.....	674
19.8 苯的二元取代产物及影响产物异构体比例的因素.....	679
19.9 分速因数.....	681
19.10 苯的多元亲电取代的经验规律.....	682
19.11 多元取代苯的合成.....	682
19.12 萘的二元及多元取代.....	685
习题.....	687
第二十章 含氮芳香化合物	691
20.1 硝基苯.....	691
20.2 一元氯代硝基苯及其衍生物.....	691
20.3 多硝基苯衍生物.....	693
20.4 含活化基芳香化合物的亲核取代.....	694
20.5 含活化基的芳香化合物的亲核取代的反应机制.....	695
20.6 活化的芳香亲核取代反应的实际应用.....	698
20.7 芳香硝基化合物的还原.....	699

20.8	苯胺	699
20.9	亚硝基苯	703
20.10	氢化偶氮苯	704
20.11	联苯胺重排	705
20.12	苯二胺	707
	重氮盐在合成上的应用	708
20.13	重氮盐的水解	708
20.14	席曼(G. Schiemann)反应	709
20.15	桑德迈耳(T. Sandmeyer)反应和加特曼反应	710
20.16	芳香化合物的芳基化	711
20.17	重氮基被氢原子取代	715
20.18	偶联反应	717
20.19	重氮盐的还原	720
20.20	苯炔与芳香亲核取代反应机制	721
	习题	726
第二十一章 酚、醌		732
	(一) 酚	732
21.1	酚的结构特点和酚的酸性	732
21.2	酚的制备	734
21.3	一元酚的性质	736
	酚及其衍生物的反应	738
21.4	酚羟基的烃基化	738
21.5	克莱森重排	739
21.6	伯奇(A. J. Birch)还原	741
21.7	酚羟基的酰基化	743
21.8	弗里斯(K. Fries)重排	743
21.9	酚的卤化	745
21.10	酚的磺化	747
21.11	酚的硝化	748
21.12	酚的亚硝基化	750
21.13	酚的酰基化(傅氏反应)	750
21.14	瑞穆尔-蒂曼(K. Reimer-F. Tiemann)反应	752
21.15	柯尔伯-施密特(R. Schmitt)反应	753
21.16	苯酚与甲醛的缩合	756
	萘酚的取代反应	758
21.17	布赫尔(H. Th. Bucherer)反应	758
21.18	萘酚的磺化	758
	多元酚	759
21.19	二元酚	759
21.20	三元酚	763
	(二) 醌	765

21.21 醌的制备	767
对苯醌的反应	769
21.22 对苯醌及其衍生物的羰基反应	769
21.23 对苯醌的 1,4 加成反应	770
21.24 对苯醌碳碳双键的加成反应	772
21.25 对苯醌的还原	773
习题	776
第二十二章 光化学	782
22.1 光的吸收	782
22.2 分子结构和光的吸收	785
22.3 光解作用	786
22.4 同络激发体和异络激发体	789
光化学反应	792
22.5 反、顺异构化反应	792
22.6 羰基的光化反应	794
22.7 芳香族化合物的光化反应	797
染料	801
22.8 分子结构与颜色的关系	801
22.9 染色的理论和分类	804
22.10 直接染料	805
22.11 媒染料	806
22.12 瓮染料	807
22.13 活性染料	809
22.14 后生染料	810
22.15 花青染料	810
22.16 彩色显影剂	811
习题	813
第二十三章 碳环化合物	816
23.1 碳环的多样化	816
23.2 成环理论	818
23.3 成环反应	819
23.4 周环反应	828
23.5 从分子轨道考虑化学反应	831
23.6 周环反应举例	845
23.7 萜类化合物	852
23.8 萜类化合物的生物合成	854
23.9 重要的萜类化合物	857
23.10 甾族化合物	861
23.11 胆固醇的结构	863
23.12 甾族性激素	865
23.13 麦角固醇及维生素 D	866

23.14 其它具有生理作用的甾族化合物	867
23.15 胆固醇的生物合成	868
习题	869
第二十四章 有机合成	874
24.1 有机合成的作用及威力	874
24.2 合成的步骤和方法	877
24.3 合成中选择性的问题	885
有机合成举例	889
24.4 氯霉素	889
24.5 灰黄霉素	894
24.6 β -紫罗兰香酮	895
24.7 16-去氢孕酮	897
24.8 立方烷	899
习题	902
第二十五章 有机合成新方法——相转移催化及偶极非质子溶剂的使用	906
(一) 相转移催化(作用)	906
25.1 相转移催化(作用)及其原理	907
25.2 相转移催化剂	908
25.3 PTC 反应的反应条件选择	910
25.4 正离子或中性分子随同 PTC 催化剂进入有机相中发生反应	911
PTC 的反应	913
25.5 中性条件下的 PTC 反应	913
25.6 碱性条件下的 PTC 反应	917
25.7 重氮盐的反应	926
25.8 酸性条件下的 PTC 反应	928
(二) 偶极非质子溶剂的使用	928
25.9 溶剂的分类	929
25.10 离子化及离解作用	930
25.11 偶极非质子溶剂与离子或分子的作用	930
25.12 溶剂对反应速度的影响	931
25.13 负离子在偶极非质子溶剂中的亲核反应活性和碱性强度	932
25.14 溶剂对两位负离子反应活性的影响	933
25.15 溶剂对反应机制和反应立体化学的影响	933
25.16 几种偶极非质子溶剂的比较	936
习题	937
第二十六章 有机硫和有机磷化合物	939
(一) 有机硫化合物	940
26.1 常见的不同类型的有机硫化合物及其名称	940
26.2 有机硫化合物中硫原子的成键特点	941
26.3 常见有机硫化合物的制备	943
26.4 硫醇、硫酚的性质和化学反应	948

26.5	硫醚的性质和化学反应	953
26.6	二甲亚砷的性质和化学反应	955
26.7	铊盐的性质和化学反应	960
	(二) 有机磷化合物	966
26.8	有机磷化合物的结构特点和命名	966
26.9	磷的制备	969
26.10	有机磷化合物的反应	970
26.11	磷的生化作用	977
	习题	979
第二十七章	过渡金属有机化合物在有机合成上的作用	985
27.1	过渡元素结构的特征	985
27.2	几种常用的过渡金属配位化合物的表示方法及电子构型	986
	在有机合成中的应用	989
27.3	偶合及烷基化反应	990
27.4	羰基插入反应	998
27.5	羰基的消除和还原	1000
27.6	成环反应	1006
	习题	1011
第二十八章	杂环化合物	1013
28.1	含有一个杂原子的五员杂环单环体系——呋喃、噻吩、吡咯环系	1013
28.2	含有两个杂原子的五员杂环单环体系——异噁唑、异噻唑、吡唑、噁唑、噻唑、咪唑环系	1026
28.3	含有一个杂原子的六员杂环单环体系——吡啶、吡喃环系	1036
28.4	含有两个和三个氮原子的六员杂环单环体系——二嗪(哒嗪、嘧啶、吡嗪)和三嗪环系	1055
28.5	含有一个杂原子的五员杂环苯并体系——苯并呋喃、苯并噻吩、吲哚环系	1063
28.6	含有一个杂原子的六员杂环苯并体系——喹啉、异喹啉、苯并吡喃环系	1067
28.7	嘧啶和咪唑或吡嗪的并环体系——嘌呤、喋啶环系	1080
28.8	三员、四员、七员杂环体系	1085
	习题	1093
第二十九章	生物高分子	1098
	(一) 多糖	1098
29.1	纤维素	1098
29.2	淀粉	1100
29.3	肝糖	1102
29.4	葡聚糖	1102
29.5	半纤维素	1103
	(二) 氨基酸、多肽及蛋白质	1103
29.6	氨基酸	1104
29.7	氨基酸的性质	1105
29.8	氨基酸的合成及生产	1107
29.9	多肽及蛋白质	1109
29.10	多肽合成	1117

29.11 酶	1123
(三) 核酸	1127
29.12 核酸的组分和结构	1127
29.13 DNA 的合成和遗传的关系	1133
习题	1133
第三十章 合成高分子	1135
30.1 合成高分子化合物的一般介绍	1135
高分子化合物的合成	1136
(一) 连锁聚合反应	1136
30.2 游离基连锁均聚合反应	1136
30.3 游离基连锁共聚合反应	1145
30.4 正离子聚合	1149
30.5 负离子聚合	1151
30.6 配位络合聚合	1155
30.7 其它重键化合物的聚合	1158
30.8 开环聚合	1160
(二) 逐步聚合反应	1161
30.9 逐步聚合反应	1161
高分子化合物的结构与物理性能	1170
30.10 链具有柔软性	1170
30.11 分子间作用力	1179
30.12 高分子链运动具有两种运动单元	1179
30.13 高聚物存在三种力学状态	1174
30.14 聚集态	1173
习题	1175
习题参考答案	1177
索引	1250
符号与缩写	1382
希腊字母表	1385
元素周期表	