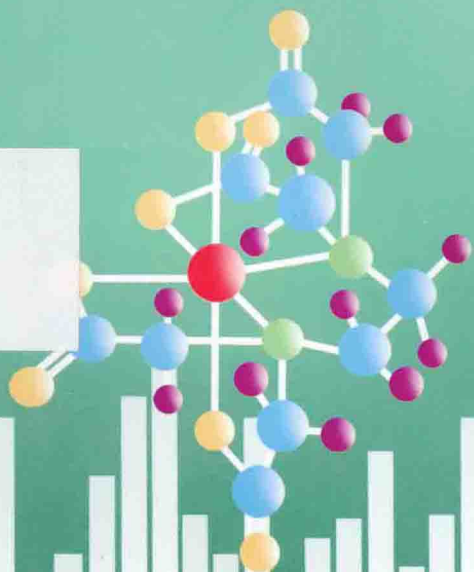


医学化学

主 编 朱卫华

副主编 沈爱宝 王 静



 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

医学化学

MEDICAL CHEMISTRY

主 编 朱卫华

副主编 沈爱宝 王 静

 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇 江

图书在版编目(CIP)数据

医学化学 / 朱卫华主编. —镇江: 江苏大学出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-81130-778-8

I. ①医… II. ①朱… III. ①医学化学—教材 IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 187461 号

医学化学

Yixue Huaxue

主 编/朱卫华

责任编辑/李菊萍 仲 蕙

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/http://press. ujs. edu. cn

排 版/镇江新民洲印刷有限公司

印 刷/句容市排印厂

经 销/江苏省新华书店

开 本/787 mm×1 092 mm 1/16

印 张/26. 5

字 数/672 千字

版 次/2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-81130-778-8

定 价/58. 00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

《医学化学》编委会

主 编 朱卫华

副主编 沈爱宝 王 静

编 委 (按姓氏笔画排序)

习 霞(南通大学)

王 静(徐州医学院)

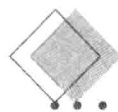
朱卫华(江苏大学)

朱晓彤(徐州医学院)

沈爱宝(南通大学)

李敏智(江苏大学)

姜德立(江苏大学)



前言

自从人类用火点燃了文明之光,化学就伴随着社会的发展与进步,成为人类生活不可或缺的重要组成。步入知识经济时代,化学与其他学科紧密的交叉融合成就了科学技术的日新月异,也更加突显了化学在国家建设与经济发展中的核心和战略地位。在人类未来发展的道路上,化学仍将是社会发展和科技进步的重要支撑。

化学是自然科学领域的一门中心学科,在医学的发展过程中发挥着无可替代的巨大作用。医学化学是医学及相关专业的一门基础课程,主要向学生介绍无机化学、有机化学、分析化学和物理化学的一些基础知识和基本原理。对于医学及相关专业的本科生而言,学好本门课程可以为后续课程的学习和深入开展医学相关研究奠定坚实的基础。

为适应新形势下人才培养的需要,充分体现教学改革与创新的成果,我们组织了具有多年丰富教学经验的教师编写了本教材。本着“重视基础、强调交叉、力求精炼”的原则,根据医学及相关专业的培养目标和要求,本教材在内容选择和编排上做了一些新的尝试,不仅涵盖了基础化学和有机化学的主要知识点,还兼顾了与后续相关课程的联系。在使用本教材时,各院校可根据授课专业和教学课时等具体情况,在保证基本要求的前提下自行安排教学内容。

全书共分22章,其中第1到10章为基础化学部分内容,第11到22章为有机化学部分内容。参加本书编写工作的有江苏大学朱卫华(第1章、第2章、第5章、第6章)、徐州医学院王静(第3章、第4章)、南通大学习霞(第7章、第10章)、江苏大学姜德立(第8章、第9章)、南通大学沈爱宝(第11章、第12章、第13章、第14章、第22章)、江苏大学李敏智(第15章、第16章、第17章、第18章)、徐州医学院朱晓彤(第19章、第20章、第21章),全书由朱卫华担任主编,沈爱宝和王静担任副主编。

由于编者水平和经验有限,书中难免有疏漏和不当之处,恳请各位读者和同仁予以批评指正。

编 者

2014年5月



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 化学与生命	1
1.1.1 化学发展简史	1
1.1.2 人体内的化学反应	2
1.1.3 化学与医药学	3
1.1.4 医学化学的内容与学习方法	3
1.2 科学记数法和有效数字	4
1.2.1 科学记数法	4
1.2.2 有效数字	4
1.2.3 有效数字的修约与运算	5
习 题	6
第 2 章 溶液与胶体	7
2.1 分散体系概述	7
2.2 溶液的组成标度	8
2.2.1 物质的量浓度	8
2.2.2 质量摩尔浓度与物质的量分数	8
2.2.3 质量分数、体积分数和质量浓度	9
2.3 稀溶液的依数性	9
2.3.1 溶液的蒸气压下降	10
2.3.2 溶液的沸点升高与凝固点降低	11
2.3.3 溶液的渗透压力	14
2.3.4 渗透压力在医学上的意义	15
2.4 溶 胶	17
2.4.1 溶胶的性质	17
2.4.2 胶团的结构	19
2.4.3 溶胶的稳定性与聚沉	20
2.5 高分子溶液	21
2.5.1 高分子化合物	21
2.5.2 高分子溶液的特性	21
2.5.3 凝 胶	22

2.6	表面活性剂和乳状液	24
2.6.1	表面张力	24
2.6.2	表面活性剂	25
2.6.3	乳状液	25
习 题		26
第3章	电解质溶液与离子平衡	27
3.1	强电解质溶液理论	27
3.1.1	离子相互作用理论	28
3.1.2	离子活度和活度系数	28
3.1.3	离子强度	28
3.2	酸碱质子理论	29
3.2.1	酸碱的定义	29
3.2.2	酸碱反应的实质	29
3.2.3	酸碱的强度	30
3.3	水溶液中的质子传递平衡	31
3.3.1	水的解离和离子积常数	31
3.3.2	水溶液中的质子传递平衡	31
3.3.3	酸碱溶液 pH 的计算	35
3.4	难溶强电解质的多相离子平衡	38
3.4.1	多相离子平衡与溶度积	38
3.4.2	多相离子平衡的移动	40
3.4.3	溶度积规则及其应用	41
习 题		45
第4章	缓冲溶液	47
4.1	缓冲溶液的基本概念	47
4.1.1	缓冲溶液的组成	47
4.1.2	缓冲溶液的作用原理	48
4.2	缓冲溶液 pH 的计算	48
4.2.1	缓冲溶液 pH 的计算公式	48
4.2.2	缓冲溶液 pH 的校正	51
4.3	缓冲容量和缓冲范围	51
4.3.1	缓冲容量	51
4.3.2	影响缓冲容量的因素	52
4.4	缓冲溶液的配制	53
4.4.1	缓冲溶液的配制原则与方法	54
4.4.2	常用缓冲溶液	55

4.5 缓冲溶液在医学上的意义	56
习 题	58
第5章 化学热力学基础	60
5.1 热力学的基本概念	60
5.1.1 体系与环境	60
5.1.2 状态与状态函数	61
5.1.3 热与功	61
5.1.4 化学反应进度	62
5.2 化学反应热	63
5.2.1 热力学能与焓	63
5.2.2 热力学第一定律	64
5.2.3 化学反应热	64
5.2.4 标准状态	64
5.2.5 热化学方程式	65
5.2.6 盖斯定律	65
5.2.7 标准摩尔生成焓	66
5.2.8 标准摩尔燃烧焓	67
5.3 化学反应的方向	68
5.3.1 自发过程	68
5.3.2 熵与热力学第三定律	68
5.3.3 吉布斯自由能与反应方向	69
5.3.4 自发过程的吉布斯自由能判据	71
5.4 化学反应的限度与化学平衡	73
5.4.1 化学平衡与标准平衡常数	73
5.4.2 标准平衡常数的计算	73
5.4.3 化学平衡的移动	74
习 题	76
第6章 化学动力学基础	78
6.1 化学反应速率	78
6.1.1 平均速率和瞬时速率	78
6.1.2 转化速率	79
6.2 化学反应速率理论简介	80
6.2.1 碰撞理论	80
6.2.2 过渡状态理论	81
6.3 浓度对化学反应速率的影响	82
6.3.1 基元反应与非基元反应	82

6.3.2	质量作用定律	83
6.3.3	反应级数	83
6.4	温度对化学反应速率的影响	86
6.4.1	范特霍夫近似规则	86
6.4.2	阿累尼乌斯方程	86
6.5	催化剂对化学反应速率的影响	88
6.5.1	催化剂和催化作用	88
6.5.2	生物催化剂——酶	89
	习 题	90
第 7 章	氧化还原反应与电极电势	92
7.1	氧化还原的基本概念	92
7.1.1	氧化数	92
7.1.2	氧化还原反应与电对	93
7.2	原电池与电极电势	94
7.2.1	原电池的组成与表示	94
7.2.2	电极电势	98
7.2.3	标准电极电势	99
7.3	影响电极电势的因素	100
7.3.1	能斯特方程式	100
7.3.2	溶液酸度对电极电势的影响	102
7.3.3	生成难解离物质对电极电势的影响	102
7.4	电极电势与电池电动势的应用	103
7.4.1	比较氧化剂和还原剂的相对强弱	103
7.4.2	判断氧化还原反应进行的方向	104
7.4.3	判断氧化还原反应进行的限度	106
	习 题	107
第 8 章	原子结构和元素周期表	109
8.1	核外电子运动状态及特征	109
8.1.1	氢原子光谱与玻尔理论	109
8.1.2	电子的波粒二象性	111
8.1.3	测不准原理	112
8.1.4	薛定谔方程	113
8.2	核外电子运动状态的描述	113
8.2.1	波函数和原子轨道	113
8.2.2	量子数及其物理意义	113
8.2.3	概率密度和电子云	115

8.2.4 波函数的图形	116
8.3 多电子原子的核外电子排布	119
8.3.1 多电子原子的能级	120
8.3.2 核外电子的排布规律	122
8.4 元素周期表和元素周期律	123
8.4.1 核外电子排布与元素周期表	123
8.4.2 元素性质的周期变化规律	126
习 题	127
第 9 章 分子结构	129
9.1 现代价键理论	129
9.1.1 氢分子的形成	129
9.1.2 现代价键理论的基本要点	130
9.2 杂化轨道理论	134
9.2.1 杂化轨道理论的基本要点	134
9.2.2 杂化轨道理论的应用	135
9.3 分子轨道理论	138
9.3.1 分子轨道理论的基本要点	138
9.3.2 同核双原子分子的分子轨道能级图	140
9.3.3 分子轨道理论的应用	140
9.4 分子间作用力与氢键	141
9.4.1 分子的极性	141
9.4.2 范德华力	142
9.4.3 氢 键	144
习 题	146
第 10 章 配位化合物	148
10.1 配位化合物的基本概念	148
10.1.1 配位化合物的定义	148
10.1.2 配位化合物的组成	149
10.1.3 配位化合物的命名	150
10.1.4 配位化合物的几何异构现象	151
10.1.5 螯合物	152
10.2 配位化合物的化学键理论	153
10.2.1 配位化合物的价键理论	154
10.2.2 配位化合物的晶体场理论	157
10.3 配位平衡	161
10.3.1 配离子的稳定常数	162

10.3.2 配位平衡的移动	164
习 题	168
第 11 章 有机化学概述	170
11.1 有机化合物	170
11.1.1 有机化合物的特点	171
11.1.2 有机化合物的分类	171
11.1.3 有机化合物的结构	173
11.2 有机化学反应的基本类型	175
11.2.1 共价键断裂的方式	175
11.2.2 反应中间体	176
11.2.3 亲核试剂和亲电试剂	176
习 题	177
第 12 章 烃	179
12.1 烷烃、烯烃和炔烃的命名	179
12.1.1 普通命名法	179
12.1.2 系统命名法	180
12.2 烷烃、烯烃和炔烃的结构	183
12.2.1 碳原子的杂化	183
12.2.2 烷烃的结构	185
12.2.3 烯烃的结构	185
12.2.4 炔烃的结构	186
12.2.5 共轭二烯烃的结构	187
12.2.6 同分异构现象	188
12.3 烷烃、烯烃和炔烃的性质	189
12.3.1 烷烃的性质	189
12.3.2 烯烃和炔烃的性质	190
12.3.3 亲电加成反应历程与诱导效应	193
12.4 脂环烃	196
12.4.1 脂环烃的分类及命名	197
12.4.2 脂环烃的化学性质	199
12.4.3 环烷烃的结构	200
12.5 芳香烃	200
12.5.1 单环芳烃	201
12.5.2 苯及同系物的性质	205
12.5.3 苯环的亲电取代反应历程	208
12.5.4 苯环的取代定位规律	209

12.5.5 稠环芳烃	211
12.5.6 非苯芳烃与休克尔规则	214
习 题	216
第 13 章 卤代烃	220
13.1 卤代烃的分类与命名	220
13.1.1 卤代烃的分类	220
13.1.2 卤代烃的命名	221
13.2 卤代烃的性质	222
13.2.1 物理性质	222
13.2.2 化学性质	222
13.3 卤代烷的亲核取代反应及反应机理	224
13.3.1 单分子亲核取代反应(S_N1)	225
13.3.2 双分子亲核取代反应(S_N2)	226
13.3.3 不同烃基卤代烃的亲核取代反应活性	226
13.3.4 不饱和卤代烃的亲核取代反应	227
13.4 重要卤代烃的用途及其毒性	228
习 题	229
第 14 章 立体异构	232
14.1 顺反异构	232
14.1.1 顺反异构的概念	232
14.1.2 Z/E 构型命名法	234
14.1.3 顺反异构体在性质上的差异	235
14.2 对映异构	236
14.2.1 对映异构现象和手性	236
14.2.2 分子的对称性和非手性	238
14.2.3 对映异构体的旋光性	239
14.2.4 对映异构体的表示方法	240
14.2.5 对映异构体构型的命名	242
14.2.6 对映体的数目与非对映体	243
14.2.7 对映异构体的生物学意义	245
14.3 构象异构	246
14.3.1 乙烷的构象	246
14.3.2 丁烷的构象	248
14.3.3 环己烷的构象	248
14.3.4 环己烷衍生物的构象	249
习 题	250

第 15 章 醇、酚、醚	252
15.1 醇	252
15.1.1 醇的结构、分类与命名	252
15.1.2 醇的性质	254
15.1.3 几种重要的醇	258
15.2 酚	259
15.2.1 酚的结构、分类与命名	259
15.2.2 酚的性质	261
15.2.3 几种重要的酚	263
15.3 醚	265
15.3.1 醚的结构、分类与命名	265
15.3.2 醚的性质	266
15.3.3 冠 醚	267
15.4 硫醇和硫醚	268
15.4.1 硫醇的结构和性质	268
15.4.2 硫醚的结构和性质	269
习 题	269
第 16 章 醛、酮、醌	272
16.1 醛和酮	272
16.1.1 醛和酮的结构	272
16.1.2 醛和酮的分类与命名	273
16.1.3 醛和酮的物理性质	274
16.1.4 醛和酮的化学性质	274
16.1.5 重要的醛和酮	279
16.2 醌	281
16.2.1 醌的结构与命名	281
16.2.2 重要的醌	281
习 题	283
第 17 章 羧酸及其衍生物	285
17.1 羧 酸	285
17.1.1 羧酸的分类与命名	285
17.1.2 羧酸的结构	286
17.1.3 羧酸的物理性质	287
17.1.4 羧酸的化学性质	288
17.1.5 重要的羧酸	291

17.2 取代羧酸	293
17.2.1 羟基酸	293
17.2.2 羧基酸	295
17.2.3 重要的羟基酸与羧基酸	296
17.3 羧酸衍生物	297
17.3.1 羧酸衍生物的命名	298
17.3.2 羧酸衍生物的物理性质	298
17.3.3 羧酸衍生物的化学性质	299
17.3.4 重要的羧酸衍生物	300
习 题	301
第 18 章 含氮有机化合物	304
18.1 胺	304
18.1.1 胺的结构、分类与命名	304
18.1.2 胺的性质	306
18.1.3 重要的胺及其衍生物	308
18.2 重氮化合物和偶氮化合物	309
18.2.1 取代反应(放氮反应)	310
18.2.2 偶联反应(不放氮反应)	310
18.3 酰胺及其衍生物	311
18.3.1 酰胺的结构与命名	311
18.3.2 酰胺的性质	312
18.3.3 酰胺衍生物	313
习 题	315
第 19 章 杂环化合物与生物碱	317
19.1 杂环化合物	317
19.1.1 杂环化合物的分类与命名	317
19.1.2 单杂环化合物的结构与芳香性	319
19.1.3 杂环化合物的性质	320
19.1.4 单杂环重要衍生物	322
19.1.5 稠杂环化合物	327
19.2 生物碱	328
19.2.1 生物碱的分类与命名	328
19.2.2 生物碱的一般性质	329
19.2.3 重要的生物碱	329
习 题	330



第 20 章 糖类化合物	333
20.1 单 糖	333
20.1.1 单糖的分类与结构	333
20.1.2 单糖的性质	338
20.1.3 重要的单糖	342
20.2 二 糖	343
20.2.1 还原性二糖	343
20.2.2 非还原性二糖	345
20.3 多 糖	345
20.3.1 淀 粉	346
20.3.2 糖 原	347
20.3.3 纤维素	348
习 题	348
第 21 章 脂类与甾族化合物	350
21.1 油 脂	350
21.1.1 油脂的组成、结构与命名	350
21.1.2 油脂的性质	353
21.2 类 脂	354
21.2.1 磷 脂	354
21.2.2 糖 脂	356
21.3 甾族化合物	356
21.3.1 甾族化合物的结构与命名	356
21.3.2 重要的甾族化合物	358
习 题	362
第 22 章 蛋白质与核酸	363
22.1 蛋白质	363
22.1.1 氨基酸	363
22.1.2 肽	368
22.1.3 蛋白质	369
22.2 核 酸	375
22.2.1 核酸的分类与基本化学组成	375
22.2.2 核苷与核苷酸	377
22.2.3 核酸的结构	378
22.2.4 核酸的性质与功能	381
习 题	383

附录 1	常用物理基本常数	385
附录 2	常见弱酸、弱碱在水中的解离常数	385
附录 3	常见难溶化合物的溶度积常数	387
附录 4	一些物质的标准热力学函数	388
附录 5	一些有机化合物的标准摩尔燃烧焓	398
附录 6	标准电极电势表	398
附录 7	一些配位化合物的稳定常数	401
参考文献		402



绪 论

1.1 化学与生命

生命的出现和生物的进化是物质运动变化的结果,在这漫长的演变过程中,化学始终扮演着极为重要的角色。无论是从无机分子到有机分子,还是从低等生物到高等生物,每一步都可以解析为简单或复杂的化学过程。因此,可以说化学伴随着生命现象的诞生,也伴随着人类的出现和发展,离开化学就不可能有灿烂炫目的人类文明。

1.1.1 化学发展简史

随着人类文明前进的脚步,化学学科也得到了快速发展。从古人类学会使用火开始,化学便与人类结下了不解之缘。学会用火是人类最早和最伟大的化学实践,人类第一次通过开发除自身体力之外的自然能源获得改造自然的有力手段。陶器、青铜器、铁器等各种生活和生产工具的出现,极大地促进了社会生产力的发展,提高了人类的生存质量。时至今日,化学不仅是在原子、分子及以上层次研究物质及其变化过程的基础科学,也是一门理论与实验并重、富有创造性的中心学科,已成为现代社会发展和科学技术进步的重要支撑。以今天的眼光回顾化学的发展过程,可以大体上将其分为古代化学、近代化学和现代化学三个阶段。

在古代化学时期,社会生产力低下,人们对自然的认识处于原始和初级阶段,化学没有具体的研究对象,只是以知识的形态存在与积累,还没有成为科学。古代化学的特点是以实用为主,中国、埃及等国家的工艺水平最为突出,它们都是劳动群众智慧的结晶。人类创造了许多化学工艺,如中国人发明了陶瓷,埃及人发明了玻璃等。在长期的实践中,人们学会了金属冶炼、酿造、染色、造纸和造火药,积累了丰富的生产知识和经验,为以后中国炼丹术和阿拉伯、欧洲炼金术的产生提供了必要的基础。尽管炼丹术和炼金术十分荒诞,但炼丹家和炼金术士在实际操作过程中确实积累了一些化学知识和实验方法。因此,恩格斯称炼金术为化学的原始形式。在炼丹术和炼金术遭受挫败后,实用的冶金化学和医药化学逐渐兴起。这一时期的化学家都各自进行了许多化学研究,积累了很多的科学材料,获得的成果大大丰富了化学的内容,为化学的发展奠定了基础。

从 17 世纪中叶英国化学家波义耳(Boyle)将化学确立为科学开始,到 19 世纪 90 年代末微观领域三大发现前的 200 多年,为近代化学时期。在这一时期,化学从一般的知识积累