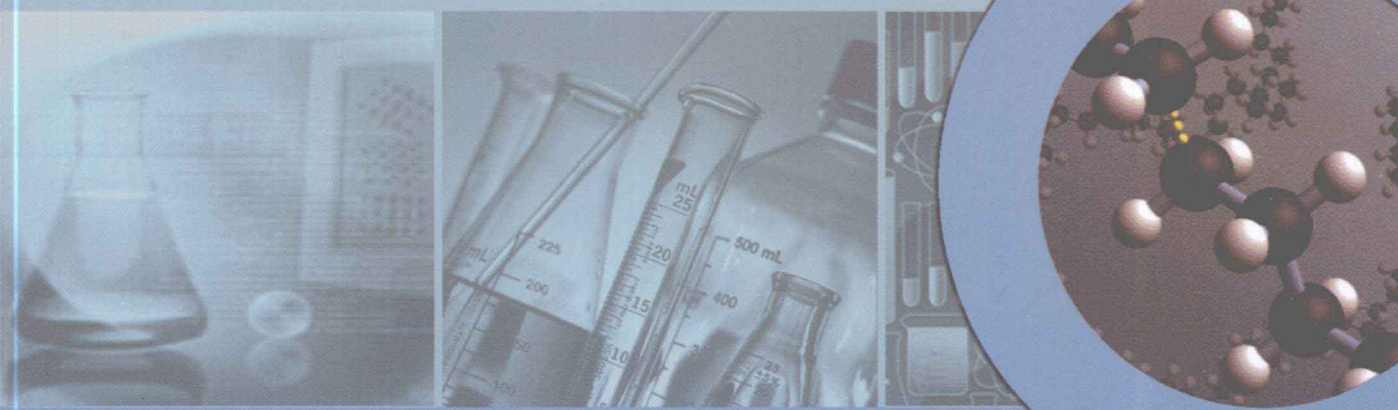


高等医学院校医药学专业化学教材



(供临床、护理、检验、中医等专业教学使用)

医用化学

■ 主 编 杨 峰 孙体健

■ 副主编 王希军 王学东 孙青葵



科学出版社

中国医药出版社

医用化学

主编 王 强 副主编 王 强

中国医药出版社

中国医药出版社

高等医学院校医药学专业化学教材

医 用 化 学

(供临床、护理、检验、中医等专业教学使用)

主 编 杨 峰 孙体健

副主编 王希军 王学东 孙青葵

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书由 10 所军队和地方医学院校联合编写而成。根据内容特点,共设 21 章,涵盖了无机化学、分析化学和有机化学的基本内容。其中第 1~9 章介绍无机化学和分析化学的内容,10~21 章分类介绍有机化学的内容。本书内容考虑军地特色,重点突出,简明扼要,强调化学和医学知识的融合,每章内容中均包含相关知识点医学应用的案例。

本书可作为临床、护理、检验、中医、预防医学、公共卫生管理、医学技术等专业短学时本科层次和专科层次的教学用书和自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学 / 杨峰,孙体健主编. —北京:科学出版社,2011.9

供临床、护理、检验、中医等专业教学使用

ISBN 978-7-03-032296-8

I. ①医… II. ①杨…②孙… III. ①医用化学—高等学校—教材 IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 183125 号

责任编辑:谭宏宇 / 责任校对:刘珊珊

责任印制:刘学 / 封面设计:殷靓

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

上海欧阳印刷厂有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 9 月第一次印刷 印张:18½

印数:1—4 300 字数:411 000

定价:37.00 元

《医用化学》编写委员会

主 编 杨 峰 孙体健

副主编 王希军 王学东 孙青葵

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 宁 (山西医科大学)

王希军 (白求恩军医学院)

王学东 (潍坊医学院)

王 斌 (山西医科大学)

卢 玲 (南方医科大学)

吕俊杰 (山西医科大学)

孙体健 (山西医科大学)

孙青葵 (第二军医大学)

杨 旭 (第三军医大学)

杨 峰 (第二军医大学)

李文波 (青岛大学医学院)

李武宏 (第二军医大学)

宋丽英 (白求恩军医学院)

张丽平 (潍坊医学院)

陈晓明 (温州医学院)

罗 俊 (第二军医大学)

季卫刚 (第三军医大学)

周小霞 (第三军医大学)

赵 燕 (第四军医大学)

贾彦兴 (北京大学医学部)

盛继文 (潍坊医学院)

韩玮娜 (潍坊医学院)

前 言

本书由第二军医大学、山西医科大学、白求恩军医学院、潍坊医学院、北京大学医学部、第三军医大学、第四军医大学、南方医科大学、青岛大学医学院、温州医学院 10 所军队和地方医学院校长期从事教学工作的教师合作编写而成。医用化学作为提高医学类学生理科素质的基础课程,所包含的内容极为广泛,涵盖了无机化学、分析化学、有机化学及胶体化学等分支学科。本书包括溶液、原子分子结构、电化学、滴定分析、仪器分析、胶体化学、有机化学的概述、烃、醇酚醚、醛酮醌、有机酸、含氮化合物、糖类、氨基酸等基本知识模块,贯穿医学学习所必备的化学基础知识。根据内容特点,共设 21 章,理论课参考学时 60~80 学时。其中第 1~9 章介绍无机化学和分析化学的内容,10~21 章分类介绍有机化学的内容。由于参编院校多,教学要求和习惯均存在较大的差异,因此在内容安排上更注重教材的完整性、系统性和前后知识点的衔接。各院校任课教师在使用本教材时,在满足课程要求的前提下,可根据自己的具体情况对内容进行适当的调整、删减或补充。

本书结合参编院校的特点和培养目标,以基础理论和基础知识的介绍为主,适当介绍现代理论和最新应用进展,力求化学与医学及军事医学领域的紧密结合。每章内容中均包含相关知识点医学应用的案例,强调化学和医学知识的融合。旨在培养学生探索自然科学的思维方式,塑造面向现代生物医学的理工科基本素质。

本书有关的化学名词采用全国自然科学名词审定委员会公布的《化学名词》(科学出版社,1991 年)所推荐的名称;量和单位按照国家标准 GB 3100~3102(1993)所规定的符号和单位。

本书在编写和出版过程中,得到了科学出版社及参编人员所在院校的大力支持,在此致以衷心的感谢。

由于我们的水平所限及时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请专家、同行及使用本书的教师和同学们批评指正。

目 录

前言

第 1 章 溶液	1
1.1 溶液组成标度的表示方法	1
1.1.1 物质的量和物质的量浓度	1
1.1.2 质量摩尔浓度	2
1.1.3 质量浓度	3
1.1.4 质量分数	3
1.1.5 体积分数	4
1.1.6 溶液组成标度的相互换算	4
1.2 溶液的渗透压	5
1.2.1 渗透现象和渗透压	5
1.2.2 渗透压与溶液浓度及温度的关系	6
1.2.3 渗透浓度	7
1.2.4 渗透压在医学上的意义	8
习题	11
第 2 章 电解质溶液	12
2.1 电解质溶液	12
2.1.1 强电解质在溶液中的解离	12
2.1.2 弱电解质在溶液中的解离平衡	13
2.1.3 影响弱电解质解离平衡的因素	14
2.2 酸碱质子理论	15
2.2.1 酸碱的概念	15
2.2.2 共轭酸碱的强弱	16
2.2.3 酸碱反应	16
2.3 水的离子积和溶液的 pH	17
2.3.1 水的离子积	17
2.3.2 溶液的 pH 和 pOH	17
2.3.3 共轭酸碱对 $K_a^\ominus$ 和 $K_b^\ominus$ 的关系	18



2.3.4 弱酸弱碱溶液 pH 的计算	18
2.4 难溶强电解质的沉淀-溶解平衡	20
2.4.1 溶度积	20
2.4.2 溶度积规则	22
2.4.3 影响难溶强电解质溶解度的因素	22
习题	24
第3章 缓冲溶液	26
3.1 缓冲溶液和缓冲作用原理	26
3.1.1 缓冲作用和缓冲溶液	26
3.1.2 缓冲溶液的组成	26
3.1.3 缓冲溶液的作用原理	27
3.2 缓冲溶液 pH 的计算	27
3.2.1 Henderson-Hasselbach 方程	27
3.2.2 缓冲溶液 pH 的计算	28
3.3 缓冲容量	29
3.3.1 缓冲容量的概念	29
3.3.2 影响缓冲容量的因素	29
3.3.3 缓冲溶液的配制	30
3.4 缓冲溶液在医学上的应用	32
习题	33
第4章 原子结构和分子结构	34
4.1 原子结构	34
4.1.1 原子核外电子的运动状态	34
4.1.2 原子核外电子的排布规律	38
4.1.3 原子结构与元素性质的关系	39
4.2 分子结构	40
4.2.1 化学键的概念	40
4.2.2 现代价键理论	40
4.2.3 杂化轨道理论	43
4.3 分子间作用力	44
4.3.1 分子的极性	44
4.3.2 Van der Waals 力	45
4.3.3 氢键	46
习题	47

第 5 章 配位化合物	49
5.1 配合物的基本概念	49
5.1.1 配合物的定义	49
5.1.2 配合物的组成	50
5.1.3 配合物的命名	51
5.2 配合物的解离平衡	52
5.2.1 配合物的解离平衡	52
5.2.2 影响配合物解离平衡的因素	54
5.3 螯合物	56
5.3.1 螯合物及其形成条件	56
5.3.2 生物配体	58
5.4 配合物在医学上的应用	59
5.4.1 配合物的解毒作用	59
5.4.2 配合物的抗癌作用	59
习题	60
第 6 章 氧化还原与电极电势	61
6.1 氧化还原的基本概念	61
6.1.1 氧化值	61
6.1.2 氧化剂和还原剂	62
6.1.3 氧化还原电对	63
6.2 电极电势	64
6.2.1 原电池	64
6.2.2 电极电势的产生	65
6.2.3 标准电极电势	66
6.2.4 Nernst 方程与影响电极电势的因素	67
6.3 电极电势的应用	69
6.3.1 判断氧化还原反应自发进行的方向	69
6.3.2 判断氧化还原反应进行的程度	71
6.3.3 电势法测定溶液的 pH	71
习题	74
第 7 章 滴定分析法	76
7.1 滴定分析概述	76
7.1.1 滴定分析法的方法和特点	76
7.1.2 滴定分析法的基本步骤	77

7.1.3 滴定分析的计算	77
7.1.4 有效数字及其计算规则	78
7.1.5 滴定分析的误差	79
7.2 酸碱滴定法	80
7.2.1 酸碱指示剂	80
7.2.2 滴定曲线与指示剂的选择	81
7.2.3 酸碱滴定法的应用实例	85
7.3 配位滴定法	85
7.3.1 配位滴定的基本原理	85
7.3.2 EDTA 配位滴定的实验过程及应用示例	87
7.4 氧化还原滴定法	88
7.4.1 氧化还原滴定法概述	88
7.4.2 高锰酸钾法	88
7.4.3 碘量法	88
习题	89
第8章 分光光度法	91
8.1 分光光度法的基本原理	91
8.1.1 溶液对光的吸收与溶液的颜色	91
8.1.2 Lambert-Beer 定律	93
8.2 分光光度计	95
8.2.1 分光光度计的基本结构	95
8.2.2 常见分光光度计的类型	96
8.3 分光光度法的应用	96
8.3.1 显色反应和分析条件	97
8.3.2 标准曲线的绘制及样品的测定	98
8.3.3 分光光度法应用实例	99
习题	100
第9章 胶体分散系	102
9.1 分散系	102
9.1.1 分散系的基本概念	102
9.1.2 分散系的分类	102
9.2 表面现象	103
9.2.1 表面张力与表面能	103
9.2.2 吸附	104

9.2.3 表面活性物质	104
9.2.4 乳化作用和乳状液	105
9.3 溶胶	106
9.3.1 溶胶的性质	106
9.3.2 溶胶的结构	108
9.3.3 溶胶的稳定性和聚沉	109
9.4 高分子化合物溶液	110
9.4.1 高分子化合物的概念	110
9.4.2 高分子化合物溶液的特性	111
9.4.3 高分子化合物溶液对溶胶的保护作用	111
9.4.4 高分子化合物的电泳和盐析	112
9.5 凝胶	112
9.5.1 凝胶的分类	112
9.5.2 凝胶的性质	113
习题	113
第 10 章 有机化合物概述	114
10.1 有机化合物和有机化学	114
10.1.1 有机化学的研究对象和研究内容	114
10.1.2 有机化合物的特性	115
10.1.3 有机化学与医学的关系	116
10.2 有机化合物的结构	117
10.2.1 组成有机化合物的化学键-共价键	117
10.2.2 有机化合物分子结构表示方法	118
10.2.3 有机化合物的分类	119
10.2.4 共价键的断裂和有机化学反应的基本类型	121
习题	122
第 11 章 链烃	124
11.1 烷烃	124
11.1.1 烷烃的结构与构象异构	124
11.1.2 烷烃的命名	127
11.1.3 烷烃的物理性质	129
11.1.4 烷烃的化学性质	130
11.1.5 重要的医用烷烃	130
11.2 烯烃	131

11.2.1 烯烃的结构	131
11.2.2 烯烃的命名	132
11.2.3 烯烃的物理性质	134
11.2.4 诱导效应和共轭效应	134
11.2.5 烯烃的化学性质	136
11.2.6 重要的烯烃	138
11.3 炔烃和二烯烃	138
11.3.1 炔烃	138
11.3.2 二烯烃	140
习题	141
第12章 环烃	143
12.1 脂环烃	143
12.1.1 脂环烃的分类和命名	143
12.1.2 环烷烃的结构	144
12.1.3 环烷烃的物理性质	144
12.1.4 环烷烃的化学性质	144
12.1.5 萜类化合物	145
12.2 芳香烃	147
12.2.1 苯的结构	147
12.2.2 芳香烃的分类和命名	148
12.2.3 芳香烃的物理性质	150
12.2.4 芳香烃的化学性质	150
12.2.5 苯环上亲电取代反应的定位规律	151
12.2.6 稠环芳香烃	153
习题	154
第13章 卤代烃	156
13.1 卤代烃的分类和命名	156
13.1.1 卤代烃的分类	156
13.1.2 卤代烃的命名	156
13.2 卤代烃的性质	157
13.2.1 卤代烃的物理性质	157
13.2.2 卤代烃的化学性质	158
13.3 重要的卤代烃	161
13.3.1 氯乙烷	161

13.3.2 三氯甲烷	161
13.3.3 四氯化碳	162
13.3.4 氯乙烯及聚氯乙烯	162
习题	163
第 14 章 醇酚醚	164
14.1 醇	164
14.1.1 醇的分类和命名	164
14.1.2 醇的物理性质	166
14.1.3 醇的化学性质	167
14.1.4 重要的醇	171
14.2 酚	171
14.2.1 酚的分类和命名	171
14.2.2 酚的物理性质	172
14.2.3 酚的化学性质	172
14.2.4 重要的酚	175
14.3 醚	175
14.3.1 醚的分类和命名	175
14.3.2 醚的物理性质	177
14.3.3 醚的化学性质	177
14.3.4 硫醚	178
习题	179
第 15 章 醛、酮、醌	182
15.1 醛和酮	182
15.1.1 醛和酮的结构与分类	182
15.1.2 醛和酮的命名	183
15.1.3 醛和酮的物理性质	184
15.1.4 醛和酮的化学性质	185
15.1.5 重要的醛和酮	188
15.2 醌	189
15.2.1 醌的结构和分类	189
15.2.2 醌的命名	189
15.2.3 重要的醌	190
习题	190

第 16 章 羧酸及其衍生物	192
16.1 羧酸	192
16.1.1 羧酸的结构和分类	192
16.1.2 羧酸的命名	193
16.1.3 羧酸的物理性质	194
16.1.4 羧酸的化学性质	195
16.1.5 重要的羧酸	198
16.2 羧酸衍生物	199
16.2.1 羧酸衍生物的结构和命名	199
16.2.2 羧酸衍生物的物理性质	200
16.2.3 羧酸衍生物的化学性质	201
16.2.4 重要的羧酸衍生物	203
16.3 取代羧酸	203
16.3.1 羟基酸的结构、分类和命名	203
16.3.2 羟基酸的物理性质	204
16.3.3 羟基酸的化学性质	204
16.3.4 重要的羟基酸	206
16.3.5 酮酸的结构及命名	207
16.3.6 酮酸的化学性质	207
16.3.7 互变异构现象	208
16.3.8 重要的酮酸	208
习题	209
第 17 章 旋光异构	211
17.1 平面偏振光和物质的旋光性	211
17.1.1 平面偏振光	211
17.1.2 物质的旋光性	211
17.2 化合物的旋光性与其结构的关系	212
17.2.1 镜像、手性及对映体	212
17.2.2 分子的对称性和旋光性	213
17.2.3 外消旋体	214
17.3 旋光异构体的构型	215
17.3.1 Fischer 投影式	215
17.3.2 D/L 构型	215
17.3.3 含一个手性碳原子的分子 R/S 构型	216
17.3.4 含两个手性碳原子的分子 R/S 构型	217

17.4 旋光异构在医学上的意义	219
习题	220
第 18 章 有机含氮化合物	222
18.1 胺	222
18.1.1 胺的结构、分类和命名	222
18.1.2 胺的性质	224
18.1.3 重要的胺及其衍生物	227
18.2 酰胺	228
18.2.1 酰胺的结构和命名	228
18.2.2 酰胺的性质	229
18.2.3 重要的酰胺类化合物	230
18.3 含氮杂环化合物	231
18.3.1 杂环化合物的分类和命名	231
18.3.2 杂环化合物的结构	232
18.3.3 重要的含氮杂环化合物	234
18.4 生物碱	236
18.4.1 生物碱的分类和命名	236
18.4.2 生物碱的一般性质	237
18.4.3 重要的生物碱	237
习题	238
第 19 章 脂类和甾族化合物	240
19.1 油脂	240
19.1.1 油脂的组成、结构和命名	240
19.1.2 油脂的物理性质	242
19.1.3 油脂的化学性质	242
19.2 磷脂	244
19.2.1 磷脂酰胆碱	244
19.2.2 磷脂酰乙醇胺	245
19.3 甾族化合物	245
19.3.1 甾族化合物的基本结构	245
19.3.2 重要的甾族化合物	247
习题	250
第 20 章 糖类	251



20.1 单糖	251
20.1.1 单糖的结构	251
20.1.2 单糖的理化性质	255
20.1.3 重要的单糖及其衍生物	258
20.2 二糖	259
20.2.1 二糖的结构和分类	259
20.2.2 重要的二糖	260
20.3 多糖	260
20.3.1 淀粉	260
20.3.2 糖元	261
20.3.3 纤维素	261
20.3.4 右旋糖酐	262
习题	262
第 21 章 氨基酸、蛋白质和核酸	263
21.1 氨基酸	263
21.1.1 氨基酸的结构、分类和命名	263
21.1.2 氨基酸的物理性质	265
21.1.3 氨基酸的化学性质	266
21.2 蛋白质	267
21.2.1 蛋白质的结构	268
21.2.2 蛋白质的性质	270
21.3 核酸	271
21.3.1 核酸的组成	271
21.3.2 核酸的结构	273
21.3.3 核酸的性质	275
习题	275
参考文献	277

第 1 章 溶 液

溶液(solution)不仅在工农业生产、科学研究和日常生活中具有重要的作用,而且与生命现象有着密切的联系。人体内的血液、胃液、细胞内液等都是溶液,体内食物的消化和吸收、氧的输送、代谢产物的生成和排泄等都离不开溶液。因此,掌握溶液有关的物理化学性质对于后续课程的学习和医学研究十分必要。本章重点介绍溶液组成标度的表示方法和溶液的渗透压。

1.1 溶液组成标度的表示方法

溶液是物质以分子、离子状态分散在另一种物质中形成的均匀而稳定的体系。溶液的性质除与组成它的溶质和溶剂的本性有关外,还常与溶液中溶质和溶剂的相对含量有关。溶液的组成标度是指在一定量溶液中所含有的溶质的量。本节主要介绍溶液的物质

1.1.1 物质的量和物质的量浓度

1. 物质的量

在法定计量单位中,物质的量(amount of substance)是表示物质数量的基本物理量。常用符号 n_B 表示。B 表示体系的基本单元(elementary entity),它可以是原子、分子、离子、电子或这些粒子的特定组合,例如 H 、 H_2 、 H_2O 、 $\frac{1}{2}H_2O$ 、 $\frac{1}{2}SO_4^{2-}$ 、 $(2H_2+O_2)$ 等。法定计量单位规定摩尔(mol)为物质的量的基本单位。其定义为:“摩尔是一系统的物质的量,该系统所包含的基本单元数与 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 的原子数目相等”。该定义表明,只要系统的基本单元数目与 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 的原子数目($6.022 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$, 即 Avogadro 常数)相等,物质 B 的物质的量 n_B 就是 1 mol 。当系统使用化学式或其特定组合式表示时,为了避免含义不清一般不用文字描述。例如只说“硫酸的物质的量为 1 mol ”,则含义不清,因为基本单元可能是“ H_2SO_4 ”,也可能是“ $\frac{1}{2}H_2SO_4$ ”。

物质 B 的物质的量 n_B 可以通过 B 的质量和摩尔质量求算。B 的摩尔质量 M_B 定义为 B 的质量除以 B 的物质的量,即