



北京市高等教育精品教材立项项目

高等学校教材

供临床、护理、预防、中医、医学工程等专业用

医学化学基础

(第2版)

主编 张 枫 房晨婕



中国协和医科大学出版社



北京市高等教育精品教材立项项目

高等学校教材

供临床、护理、预防、中医、医学工程等专业用

医学化学基础

(第2版)

张 枫 房晨婕 主编

编者 (以姓氏笔画为序)

王 桥 叶燕彬 张 枫 张建伟
陈双玲 邵建群 房晨婕 赵文华
唐静成

中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学化学基础 / 张枫, 房晨婕主编. —2 版. —北京: 中国协和医科大学出版社, 2010. 6
高等医药院校教材

ISBN 978-7-81136-357-9

I. 医… II. ①张…②房… III. 医用化学-医学院校-教材 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 057552 号

医学化学基础 (第 2 版)

主 编: 张 枫 房晨婕
责任编辑: 田 奇

出版发行: 中国协和医科大学出版社
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: www.pumcp.com
经 销: 新华书店总店北京发行所
印 刷: 北京丽源印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/16 开
印 张: 31.75
彩 页: 1
字 数: 750 千字
版 次: 2010 年 6 月第 2 版 2010 年 6 月第 1 次印刷
印 数: 1—3000
定 价: 49.80 元

ISBN 978-7-81136-357-9/R·357

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

前 言

在过去的 200 多年间, 化学一直注重与生命科学融合, 尤其注重与医学融合。化学对现代医学发展发挥着既广泛又深入的影响, 这种影响使得医学工作人员日趋依赖化学基础知识。在这种医学化学背景及多年教学实践的基础上, 2005 年我们出版了《医学化学基础》。《医学化学基础》第一版既考虑了高等医学及相关专业学生的培养目标, 又考虑了化学学科的基础性质。过去的 5 年间, 在医学教学改革的背景下, “医化学” 课程在我国高等医学校更加普及, 例如临床、护理、预防、中医、康复、假肢和生物医学工程都开设“医化学”课程。“医化学”已成为高等医学院校一门重要的公共基础课。为了适应这种变化, 根据现行教学大纲要求, 我们编写了第二版《医学化学基础》。与一般的医用化学不同, 《医学化学基础》更加注重化学基础知识以及这些知识在高等医学相关专业教学中的基础地位。全书共二十四章, 涵盖了四大化学的基本内容。本书既关注了医学与化学的结合, 又突出了化学基本概念和基础知识, 还照顾了知识前沿性和科学性、教学启发性和适应性相结合的原则。与第一版相比较, 第二版《医学化学基础》体现了以下特点:

1. 章节编排力求更加合理。第一版第二章的原子结构与分子结构, 现调整到第六章。第一版第十三章包含顺反异构和对映异构, 现在的第十三章只包含对映异构, 顺反异构编入第十二章的烯烃和炔烃之中。第十八、十九、二十二、二十三章也有类似的变动。这种变动的基本目标是使内容符合认知规律, 使学生能够循序渐进, 由浅入深地了解和接受知识。

2. 素材选择力求更加充实。第一版主要按 54 学时选择素材, 对于 72 学时的医用化学课程内容略显单薄。为了加强教材的适用性, 第二版的各个章节都增加了适当的素材。这些增加的素材既有独立性又有关联性, 可供 54 学时和 72 学时两种教学需求。

3. 重要化学名词加英文注释、附录增加中英文词汇。

4. 章后加小结, 强化章的重点。

5. 各章习题按难、中、易 3 种层次进行了整理和补充。

6. 物理量单位均采用法定计量单位。

《医学化学基础》第二版由首都医科大学多年从事医学化学教学工作的教授及资深教师编写。张枫、房晨婕为主编。张枫编写第十、十四、十六、十七章；房晨婕编写第二、六章；王桥编写第三、七、二十四章；叶燕彬编写第一、八章；张建伟编写第十一、十五、二十二章；陈双玲编写第十八、十九、二十、二十一章；邵建群编写第四、九章；赵文华编写第五章；唐静成编写第十二、十三、二十三章。

限于编者水平，书中疏漏和错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 4 月

目 录

第一章 溶液	(1)
第一节 分散系及其分类	(1)
第二节 混合物和溶液的组成标度	(2)
一、质量分数	(2)
二、体积分数	(3)
三、质量浓度	(3)
四、物质的量浓度	(3)
五、分子浓度	(4)
第三节 稀溶液的依数性	(4)
一、溶液的蒸气压下降	(5)
二、溶液的沸点升高	(7)
三、溶液的凝固点降低	(9)
四、溶液的渗透压	(11)
第四节 溶胶	(16)
一、溶胶的性质	(16)
二、胶团的结构	(19)
三、溶胶的聚沉	(20)
第五节 高分子溶液	(20)
一、高分子的盐析	(21)
二、高分子对溶胶的絮凝作用和保护作用	(21)
第六节 凝胶	(22)
一、凝胶的形成	(22)
二、凝胶的性质	(23)
小结	(23)
习题	(24)
第二章 化学热力学基础	(26)
第一节 化学反应中的能量变化	(26)
一、热力学的一些基本概念	(26)
二、热力学第一定律和热力学能	(27)
三、等压反应热和焓	(28)
第二节 热化学	(28)

一、热化学方程式	(28)
二、Hess 定律和化学反应热的计算	(29)
三、由标准摩尔生成焓计算反应热	(30)
四、由标准摩尔燃烧焓计算反应热	(31)
第三节 化学反应的方向	(32)
一、自发过程和化学反应的推动力	(32)
二、熵与熵变	(33)
三、自由能	(34)
四、Gibbs 方程式	(34)
五、自由能变的计算	(35)
第四节 热力学在医学上的应用	(36)
一、食物的能量含量	(36)
二、人体与熵	(37)
小结	(37)
习题	(38)
第三章 化学反应速率和化学平衡	(40)
第一节 化学反应速率	(40)
一、化学反应速率的表示法	(40)
二、化学反应速率理论简介	(42)
第二节 影响化学反应速率的因素	(44)
一、浓度对反应速率的影响	(45)
二、温度对反应速率的影响	(45)
三、催化剂对反应速率的影响	(47)
第三节 化学平衡	(48)
一、标准平衡常数	(48)
二、标准平衡常数表达式	(50)
三、多重平衡规则	(51)
四、平衡常数的计算	(51)
五、平衡常数与可逆反应的方向	(53)
第四节 化学平衡的移动	(53)
一、浓度对化学平衡的影响	(53)
二、温度对化学平衡的影响	(54)
三、催化剂对化学平衡的影响	(54)
小结	(55)
习题	(56)
第四章 电解质溶液	(58)
第一节 酸碱质子理论	(58)

一、质子理论	(58)
二、水溶液的 pH 值	(60)
第二节 水溶液中的酸碱解离平衡	(61)
一、酸和碱的解离平衡常数	(61)
二、共轭酸及其共轭碱常数之间的关系	(62)
三、平衡的移动	(63)
第三节 酸碱溶液 pH 的计算	(64)
一、强酸和强碱溶液 pH 的计算	(64)
二、一元弱酸溶液 pH 值的计算	(64)
三、一元弱碱溶液 pH 值的计算	(65)
四、人体的 pH 值与合理饮食	(65)
第四节 缓冲溶液	(66)
一、缓冲溶液及缓冲机制	(66)
二、缓冲溶液 pH 值的计算公式	(68)
三、缓冲容量和缓冲范围	(70)
四、缓冲溶液的配制	(71)
五、血液中的缓冲系	(72)
第五节 难溶强电解质的多相离子平衡	(73)
一、溶度积和溶度积规则	(73)
二、沉淀-溶解平衡的移动	(75)
三、多相平衡在医学中的应用	(77)
小结	(78)
习题	(79)
第五章 氧化还原反应与电极电势	(82)
第一节 基本概念	(82)
一、氧化值	(82)
二、氧化剂和还原剂	(82)
三、氧化还原电对	(83)
第二节 原电池与电极电势	(84)
一、原电池	(84)
二、电极电势的产生及原电池的电动势	(86)
三、标准氢电极和标准电极电势	(87)
第三节 能斯特方程及影响电极电势的因素	(89)
一、能斯特方程	(89)
二、影响电极电势的因素	(90)
第四节 电极电势的应用	(91)
一、比较氧化剂、还原剂的相对强弱	(91)

二、计算电池电动势	(92)
三、判断氧化还原反应的方向	(93)
第五节 生物电化学传感器	(94)
一、传感器概述	(94)
二、传感器应用举例	(94)
小结	(95)
习题	(96)
第六章 原子结构与分子结构	(98)
第一节 原子核外电子的运动状态及排布	(98)
一、核外电子运动的量子化	(98)
二、核外电子运动状态的描述	(101)
三、原子核外电子的排布	(106)
第二节 元素周期表和元素周期律	(108)
一、原子的电子结构和元素周期律	(111)
二、元素性质的周期性变化	(113)
第三节 生命元素与人体健康	(115)
一、人体必需元素	(115)
二、必需元素的生物功能简介	(116)
三、环境污染中对人体有害的元素	(118)
第四节 共价键理论与分子结构	(119)
一、共价键理论	(119)
二、杂化轨道理论	(122)
第五节 分子间作用力	(126)
一、分子的极性与分子的极化	(126)
二、van der Waals 力	(128)
三、氢键	(130)
小结	(131)
习题	(132)
第七章 配位化合物	(134)
第一节 配合物的基本概念	(134)
一、配合物的组成	(134)
二、配合物的命名	(135)
三、配合物的类型	(136)
四、配合物的异构现象	(137)
第二节 配合物的价键理论	(138)
一、配合物的价键理论的基本要点	(138)
二、配合物的空间构型	(139)

三、配合物的类型与磁性	(141)
第三节 配位平衡	(142)
一、配位平衡常数	(142)
二、配位平衡的移动	(144)
第四节 配合物在医学中的应用	(148)
一、生物体内的配合物	(148)
二、配合物药物	(148)
三、配位剂的解毒作用	(149)
小结	(149)
习题	(151)
第八章 滴定分析	(153)
第一节 滴定分析法概论	(153)
一、滴定分析法	(153)
二、滴定方式	(154)
三、基准物质和标准溶液的配制	(155)
四、滴定分析的计算	(155)
五、误差和偏差	(156)
六、有效数字及其运算规则	(159)
第二节 酸碱滴定法	(160)
一、酸碱指示剂	(161)
二、酸碱滴定曲线与指示剂的选择	(161)
三、酸碱标准溶液的配制和标定	(164)
四、酸碱滴定法的应用	(166)
第三节 氧化还原滴定法	(167)
一、高锰酸钾法简介	(167)
二、高锰酸钾标准溶液的配制和标定	(167)
三、高锰酸钾法的应用	(168)
第四节 配位滴定法	(169)
一、EDTA 滴定法概述	(170)
二、EDTA 标准溶液的配制和标定	(171)
三、EDTA 滴定法的应用	(171)
小结	(172)
习题	(173)
第九章 分光光度法	(176)
第一节 分光光度法基本原理	(176)
一、分子吸收光谱的产生	(176)
二、光的吸收定律	(178)

第二节 分光光度计	(180)
一、分光光度计的组成	(180)
二、仪器测定误差	(181)
第三节 测定方法及其应用	(182)
一、标准曲线法	(182)
二、标准对照法	(183)
三、比吸光系数比较法	(183)
小结	(183)
习题	(184)
第十章 有机化合物概述	(185)
第一节 有机化合物和有机化学	(185)
第二节 有机化合物的特性	(186)
第三节 有机化合物的分子结构	(187)
一、有机物结构的价键理论	(187)
二、共价键的基本性质	(189)
三、有机物的同分异构现象	(191)
四、有机化合物结构的表示方法	(191)
第四节 有机化合物的分类	(193)
一、根据分子中碳原子的连接方式分类	(194)
二、根据官能团分类	(194)
第五节 共价键的断裂和有机化学反应类型	(196)
一、均裂及自由基反应	(196)
二、异裂及离子型反应	(196)
三、协同反应	(196)
小结	(197)
习题	(197)
第十一章 烷烃和环烷烃	(199)
第一节 烃的分类	(199)
第二节 烷烃	(200)
一、烷烃的命名	(200)
二、烷烃的结构	(202)
三、烷烃的同分异构现象	(203)
四、烷烃的物理性质	(206)
五、烷烃的化学性质	(208)
第三节 环烷烃	(210)
一、环烷烃的命名	(210)
二、环烷烃的结构	(211)

三、环烷烃的性质	(214)
第四节 重要的化合物	(215)
一、天然气	(215)
二、石油醚	(216)
三、液体石蜡	(216)
四、凡士林	(216)
小结	(216)
习题	(217)
第十二章 烯烃和炔烃	(219)
第一节 烯烃	(219)
一、烯烃的命名	(219)
二、烯烃的结构	(219)
三、烯烃的异构现象	(221)
四、烯烃的物理性质	(225)
五、烯烃的化学性质	(225)
第二节 炔烃	(230)
一、炔烃的命名	(230)
二、炔烃的结构	(230)
三、炔烃的异构现象	(231)
四、炔烃的物理性质	(232)
五、炔烃的化学性质	(232)
第三节 二烯烃	(234)
一、二烯烃的分类	(234)
二、二烯烃的命名	(234)
三、共轭二烯烃的结构	(235)
四、共轭体系和共轭效应	(235)
五、共轭二烯烃的化学性质	(236)
第四节 重要的化合物	(237)
一、乙烯	(237)
二、乙炔	(237)
三、1,3-丁二烯	(238)
小结	(238)
习题	(239)
第十三章 对映异构	(242)
第一节 手性与对称性	(242)
一、手性分子和对映异构体	(242)
二、对称因素	(243)

第二节 对映异构体的旋光性	(245)
一、偏振光	(245)
二、旋光性与旋光仪	(245)
三、比旋光度	(247)
第三节 具有一个手性碳原子化合物的对映异构	(247)
第四节 构型的标记法	(249)
一、D, L 构型标记法	(249)
二、R, S 构型标记法	(250)
第五节 具有两个手性碳原子化合物的对映异构	(251)
一、具有两个不相同手性碳原子的化合物	(251)
二、具有两个相同手性碳原子的化合物	(252)
第六节 无手性碳原子的对映异构	(253)
一、丙二烯型分子	(253)
二、联苯型分子	(253)
三、螺旋型分子	(253)
第七节 对映异构体的生物活性	(254)
小结	(255)
习题	(256)
第十四章 芳香烃	(258)
第一节 芳香烃的分类和命名	(258)
一、芳香烃的分类	(258)
二、芳香烃的命名	(259)
第二节 苯的结构	(261)
一、苯的凯库勒结构	(261)
二、苯分子结构的现代解释	(262)
第三节 单环芳香烃的物理性质	(262)
第四节 芳香烃的化学性质	(263)
一、亲电取代反应及反应机制	(264)
二、亲电取代反应的定位规律	(267)
三、芳烃侧链的反应	(270)
第五节 稠环芳香烃	(271)
一、萘	(271)
二、蒽和菲	(273)
第六节 非苯型芳香烃	(274)
一、轮烯	(274)
二、芳香离子	(274)
三、稠环烃	(275)

四、富勒烯	(275)
小结	(276)
习题	(277)
第十五章 卤代烃	(279)
第一节 卤代烃的分类和命名	(279)
一、卤代烃的分类	(279)
二、卤代烃的命名	(279)
第二节 卤代烃的物理性质	(281)
第三节 卤代烃的化学性质	(282)
一、取代反应	(282)
二、消除反应	(283)
三、与金属的反应	(283)
第四节 亲核取代反应机制	(284)
一、单分子亲核取代反应机制 (S_N1)	(285)
二、双分子亲核取代反应机制 (S_N2)	(286)
三、影响亲核取代反应的因素	(287)
第五节 卤代烯烃和卤代芳香烃	(288)
一、卤代乙烯型	(288)
二、卤代烯丙型	(288)
三、孤立型不饱和卤代烃	(289)
第六节 重要的化合物	(290)
一、三氯甲烷	(290)
二、四氯化碳	(290)
三、氯乙烷	(290)
四、氯乙烯	(290)
五、四氯乙烯	(290)
小结	(291)
习题	(291)
第十六章 醇、酚、醚	(294)
第一节 醇	(294)
一、醇的分类和命名	(294)
二、醇的结构	(296)
三、醇的物理性质	(296)
四、醇的化学性质	(297)
第二节 酚	(303)
一、酚的分类和命名	(303)
二、苯酚的结构	(304)

三、酚的物理性质	(305)
四、酚的化学性质	(306)
第三节 醚	(309)
一、醚的分类和命名	(309)
二、醚的结构	(311)
三、醚的物理性质	(311)
四、醚的化学性质	(312)
五、环氧乙烷的开环反应	(313)
第四节 硫醇、硫酚和硫醚	(314)
一、硫醇、硫酚和硫醚的命名	(314)
二、物理性质	(314)
三、化学性质	(315)
第五节 重要的化合物	(317)
一、甲醇	(317)
二、乙醇	(317)
三、苯甲醇	(317)
四、苯酚	(318)
五、甲酚	(318)
六、乙醚	(318)
七、冠醚	(318)
小结	(319)
习题	(320)
第十七章 醛、酮、醌	(323)
第一节 醛酮的分类和命名	(323)
一、醛酮的分类	(323)
二、醛酮的命名	(324)
第二节 醛酮的结构	(325)
第三节 醛酮的物理性质	(326)
第四节 醛酮的化学性质	(327)
一、亲核加成反应	(327)
二、 α -氢的反应	(332)
三、氧化还原反应	(336)
第五节 醌	(339)
一、醌的命名	(339)
二、醌的化学性质	(339)
三、 α -萘醌和维生素 K	(340)
第六节 重要的化合物	(341)

一、甲醛	(341)
二、乙醛	(341)
三、苯甲醛	(341)
四、丙酮	(341)
五、鱼腥草素	(342)
小结	(342)
习题	(343)
第十八章 羧酸、取代羧酸和羧酸衍生物	(346)
第一节 羧酸	(346)
一、羧酸的分类和命名	(346)
二、羧酸的结构	(347)
三、羧酸的物理性质	(347)
四、羧酸的化学性质	(348)
第二节 取代羧酸	(353)
一、羟基酸	(353)
二、酮酸	(355)
第三节 羧酸衍生物	(356)
一、羧酸衍生物的命名	(356)
二、羧酸衍生物的物理性质	(358)
三、羧酸衍生物的化学性质	(358)
第四节 重要的化合物	(362)
一、甲酸	(362)
二、乙酸	(362)
三、乳酸	(362)
四、苹果酸	(362)
五、水杨酸	(362)
六、尿素	(363)
七、胍	(363)
八、丙二酰脲	(363)
小结	(364)
习题	(365)
第十九章 胺	(367)
第一节 胺的分类和命名	(367)
一、胺的分类	(367)
二、胺的命名	(367)
第二节 胺的结构	(368)
第三节 胺的物理性质	(369)

第四节 胺的化学性质	(370)
一、胺的碱性	(370)
二、烃基化反应	(371)
三、芳香胺的亲电取代反应	(371)
四、酰化和磺酰化反应	(371)
五、与亚硝酸的反应	(372)
六、重氮盐的反应	(373)
第五节 重要的化合物	(375)
一、多巴胺	(375)
二、胆碱	(375)
三、新洁尔灭	(375)
四、苯丙胺类药物	(375)
五、磺胺类药物	(376)
小结	(376)
习题	(377)
第二十章 杂环化合物	(379)
第一节 杂环化合物的分类与命名	(379)
一、杂环化合物的分类	(379)
二、杂环化合物的命名	(380)
第二节 五元杂环化合物	(381)
一、五元杂环化合物的结构	(381)
二、呋喃、噻吩、吡咯的化学性质	(382)
三、五元杂环衍生物	(384)
第三节 六元杂环化合物	(386)
一、吡啶的结构	(386)
二、吡啶的化学性质	(386)
三、六元杂环衍生物	(387)
四、嘌呤及其衍生物	(388)
第四节 生物碱	(389)
一、生物碱的结构和性质	(390)
二、重要的生物碱	(390)
小结	(391)
习题	(392)
第二十一章 糖类	(394)
第一节 单糖	(394)
一、单糖的分类	(394)
二、单糖的结构	(395)