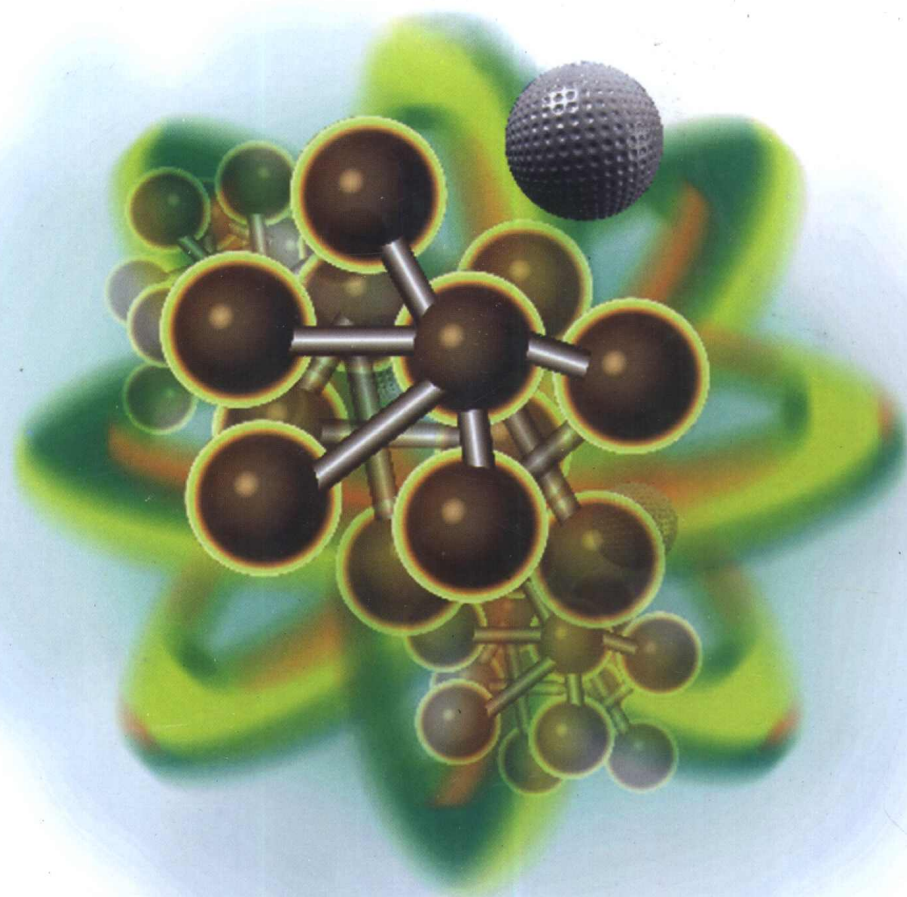


化 学

HUAXUE

主 编 张雁冰 何萍芬
李 青 姚素梅



473

P313-43
Z36

高等医学教育专科教材

化 学

主 编 张雁冰 何萍芬
李 青 姚素梅

河南医科大学出版社
·郑州·

图书在版编目(CIP)数据

化学/张雁冰等主编. —郑州:河南医科大学出版社,2000.8
ISBN 7-81048-423-0

I. 化… II. 张… III. 化学 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 25128 号

河南医科大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

邮政编码 450052 电话 (0371)6966070

河南医版激光照排中心照排

黄委会设计院印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 440 千字

2000 年 8 月第 1 版 2002 年 4 月第 2 次印刷

印数 4 501~7 551 册 定价:25.60 元

前 言

目前,我省各类医学大专教育和成人高等医学教育蓬勃发展。然而,卫生部统编专科《医用化学》(三版)已显陈旧,我省也无一部适用于医学专科层次的化学教材。所以,编写一部能反映时代特点、适合新世纪和新形势的医用的专科化学教材就显得十分必要和紧迫。据此,由河南医科大学出版社筹划,河南医科大学、河南职工医学院、新乡医学院和开封高等专科学校共同参加编写了这本《化学》专科教材。

全书共分 20 章。从整体看可分为基础化学部分(1~10 章)和有机化学部分(11~20 章)。本书参考学时为 60~80 学时,也可根据具体情况选修某些章节的内容。

本教材编写的主导思想为:面向未来、面向世界、面向医学现代化,以国家教育部和卫生部关于 21 世纪医学生(专科)的培养目标为依据,与入学新生的化学基础现状及教学课时数相适应,并注重教材的思想性、科学性、先进性、适用性和启发性的原则。在教材内容的选材上,首先以医学实际工作所需的能力和基本素质为主线,确定所学的基本理论、基本知识、基本技能和素质知识结构,充分体现了密切联系医学实际、为医学服务的鲜明特点。其次,鉴于全科医学和社区医学的兴起和发展,以及化学在自然科学中不可争辩的中心地位,本书在选材上注意到了对医学生,特别是对全科医学生的化学素养及强烈社会责任感的教育和提高。第三,在组织编排上充分体现了由浅入深、由易到难的循序渐进性,以便学生学习。本书从中学的物理现象和化学现象的复习开始,注重了中学与大学的理论、知识的衔接和过渡。本教材先安排较易理解的溶液的组成和渗透压、电解质溶液和缓冲溶液等内容,然后再学习具有一定难度的化学热力学等内容。在配合物和有机物内容之前安排了原子结构和分子结构理论,使教材体现出了由理论理解分子结构、由分子结构理解其性质的学习规律。在有机化学部分,着重介绍各类化合物的结构,由结构分析其所应该表现出的化学性质,为下一步化学性质的学习和理解打下坚实的基础。在内容的组织和编排上,特别注重逻辑性和条理性,力图能达到举一反三的效果,并培养学生的独立思考和独立发现问题、分析问题和解决问题的能力,培养学生自己获取知识的能力,提高学生的综合素质。第四,本书在先进性方面进行了大胆的探索,在参阅了唐有祺、王夔为文科大学生编写的化学教材后,我们在本教材化学热力学一章,融入了近几十年发展起来的在医学领域中极具应用价值的新理论——耗散结构理论,以及自组织反应、非平衡态、非线性关系等新概念、新知识,体现了当今时代的特色。总之,本教材的编写结合了本学科的发展和教学实践经验,精选内容,力求表述准确、条理清楚、简明扼要、通俗易懂。本教材中的小字部分为参考学习部分。本教材的有机化学部分由张雁冰教授审定,基础化学部分由何萍芬教授审定。

在本教材的编写工作中得到了河南医科大学、河南职工医学院、新乡医学院和开封医学高等专科学校各级领导的大力支持和帮助,在此表示衷心地感谢。

由于作者的水平有限,书中难免有不当之处,希望使用本套教材的广大师生和读者提出宝贵意见,以便在修订时加以改进,使教材质量不断提高。

张雁冰 何萍芬 李 青 姚素梅

2000年6月

目 录

第一章 绪言	(1)
第一节 化学在医学中的地位	(1)
一、化学研究的对象和分类	(1)
二、化学与医学的关系	(1)
第二节 化学课程的内容与特点	(3)
第三节 怎样学好化学	(3)
第二章 溶液的组成和渗透压	(6)
第一节 溶液组成的表示方法	(6)
一、质量分数	(6)
二、体积分数	(6)
三、质量浓度	(7)
四、物质的量浓度	(7)
第二节 溶液组成的计算	(9)
一、溶液配制的计算	(9)
二、溶液组成表示方法间的换算	(10)
第三节 溶液的渗透压	(11)
一、渗透现象和渗透压	(11)
二、渗透压与溶液浓度和温度的关系	(12)
三、渗透压在医学上的意义	(13)
内容要点	(15)
习题	(16)
第三章 弱电解质溶液与缓冲溶液	(17)
第一节 弱电解质溶液	(17)
一、电离平衡和电离常数	(17)
二、电离度与稀释定律	(19)
三、同离子效应	(19)
四、水的离子积和溶液的 pH 值	(20)
第二节 酸碱质子理论	(21)
一、酸、碱的定义	(21)
二、酸碱反应的实质	(22)

三、酸碱的相对强弱与质子转移平衡常数	(22)
第三节 缓冲溶液	(23)
一、缓冲溶液的组成和作用	(23)
二、缓冲溶液 pH 值的计算	(24)
三、缓冲容量	(26)
四、缓冲溶液的配制	(27)
五、缓冲溶液在医学上的意义	(30)
内容要点	(32)
习题	(32)
 第四章 化学热力学基础	 (34)
第一节 热力学第一定律	(34)
一、热力学基本概念	(34)
二、热力学第一定律	(35)
三、焓	(36)
第二节 热化学	(36)
一、化学反应的热效应	(36)
二、热化学方程式	(36)
三、盖斯定律	(37)
四、标准摩尔生成热	(38)
第三节 热力学第二定律	(39)
一、自发过程及其特征	(39)
二、熵和热力学第二定律	(40)
三、自由能和标准平衡常数	(43)
第四节 耗散结构理论	(44)
一、“热寂说”与达尔文生物进化论的冲突	(44)
二、自组织化学反应	(45)
三、耗散结构理论	(46)
四、传统观念的突破	(47)
内容要点	(49)
习题	(50)
 第五章 化学反应速率和化学平衡	 (51)
第一节 化学反应速率	(51)
一、化学反应速率的表示方法	(51)
二、有效碰撞理论	(52)
三、影响化学反应速率的因素	(54)
第二节 化学平衡	(57)

一、可逆反应和化学平衡	(57)
二、平衡常数	(58)
三、可逆反应进行的方向	(59)
第三节 化学平衡的移动	(60)
一、浓度对化学平衡的影响	(60)
二、压力对化学平衡的影响	(60)
三、温度对化学平衡的影响	(61)
内容要点	(62)
习题	(63)
第六章 氧化还原反应与电极电势	(64)
第一节 氧化还原反应与原电池	(64)
一、氧化数与氧化还原反应	(64)
二、原电池	(65)
第二节 电极电势	(66)
一、电极电势的产生	(66)
二、标准电极电势的测定	(67)
三、影响电极电势的因素及能斯特方程	(71)
四、电极电势的应用	(72)
第三节 电势法测定溶液的 pH 值	(75)
一、电势法测定 pH 值的基本原理	(75)
二、饱和甘汞电极和玻璃电极	(76)
三、测定溶液 pH 值的方法	(77)
内容要点	(77)
习题	(79)
第七章 原子结构和分子结构	(81)
第一节 原子结构	(81)
一、核外电子的运动状态	(81)
二、基态原子核外电子的排布规律	(85)
三、元素性质和原子结构的关系	(86)
四、人体中的化学元素	(88)
第二节 分子结构	(90)
一、离子键	(90)
二、共价键	(90)
三、分子间作用力和氢键	(94)
内容要点	(96)
习题	(97)

第八章 配位化合物	(98)
第一节 配合物的基本概念	(98)
一、配合物的定义	(98)
二、配合物的组成	(98)
三、配合物的命名	(101)
第二节 配合物的价键理论	(101)
第三节 配合物在水溶液中的稳定性	(103)
一、配位平衡和离解平衡	(103)
二、配位平衡的移动	(105)
第四节 螯合物	(107)
一、螯合物的概念	(107)
二、螯合剂	(107)
三、螯合效应	(108)
第五节 配合物在生物、医药方面的应用	(109)
内容要点	(109)
习题	(111)
第九章 胶体分散系	(112)
第一节 分散系	(112)
第二节 表面现象和乳浊液	(113)
一、表面能	(114)
二、吸附作用	(115)
三、乳浊液	(116)
第三节 溶胶	(117)
一、溶胶的制备与净化	(117)
二、溶胶的性质	(118)
三、胶团结构	(121)
四、溶胶的稳定性和聚沉	(122)
第四节 高分子溶液	(123)
一、高分子化合物的特征	(123)
二、高分子化合物的盐析	(124)
三、高分子溶液对溶胶的保护作用	(124)
四、膜平衡	(125)
第五节 凝胶	(126)
一、凝胶的形成	(126)
二、凝胶的几种性质	(126)
内容要点	(127)

习题	(129)
第十章 比色法和可见分光光度法	(130)
第一节 概述	(130)
第二节 基本原理	(130)
一、溶液颜色与光吸收的关系	(130)
二、朗伯-比尔定律	(131)
三、吸收光谱	(132)
第三节 比色法和可见分光光度法	(132)
一、目视比色法	(132)
二、可见分光光度法	(133)
内容要点	(137)
习题	(138)
第十一章 有机化合物概述	(139)
一、有机化合物和有机化学	(139)
二、有机化合物的性质特点	(139)
三、有机化合物的结构理论	(140)
四、有机化合物的反应类型	(144)
五、有机化合物的分类	(144)
内容要点	(146)
习题	(147)
第十二章 烃和卤代烃	(148)
第一节 烷烃	(148)
一、烷烃的同系列和通式	(148)
二、烷烃的结构	(148)
三、烷烃的命名	(149)
四、烷烃的异构现象	(150)
五、烷烃的物理性质	(152)
六、烷烃的化学性质	(152)
第二节 烯烃	(153)
一、烯烃的结构	(153)
二、烯烃的命名	(154)
三、烯烃的同分异构	(155)
四、烯烃的化学性质	(155)
五、诱导效应	(156)
六、共轭二烯烃和共轭效应	(158)

第三节 炔烃	(160)
一、炔烃的结构	(160)
二、炔烃的异构和命名	(161)
三、炔烃的化学性质	(161)
第四节 脂环烃	(162)
一、环烷烃的命名	(162)
二、环烷烃的异构现象	(163)
三、环烷烃的化学性质	(165)
第五节 芳香烃	(165)
一、苯分子的结构	(166)
二、苯同系物的异构和命名	(167)
三、芳香烃的化学性质	(168)
四、苯环上取代基的定位效应	(169)
五、稠苯芳烃	(170)
第六节 卤代烃	(171)
一、卤代烃的分类和命名	(171)
二、卤代烃的化学性质	(173)
三、与医学有关的卤代烃	(173)
内容要点	(174)
习题	(175)
 第十三章 醇、酚、醚	 (177)
第一节 醇	(177)
一、醇的分类和命名	(177)
二、醇的物理性质	(179)
三、醇的化学性质	(180)
四、与医学有关的醇	(183)
第二节 酚	(185)
一、酚的分类和命名	(185)
二、酚的电子结构	(186)
三、酚的化学性质	(186)
四、与医学有关的酚	(187)
第三节 醚	(189)
一、醚的分类和命名	(189)
二、乙醚	(189)
内容要点	(190)
习题	(190)

第十四章 醛、酮和醌	(193)
第一节 醛和酮	(193)
一、醛和酮的结构	(193)
二、醛和酮的命名	(194)
三、醛和酮的化学性质	(194)
四、与医学有关的醛和酮	(200)
第二节 醌	(201)
一、醌的结构和命名	(201)
二、与医学有关的醌	(201)
内容要点	(202)
习题	(203)
 第十五章 羧酸和取代羧酸	(205)
第一节 羧酸	(205)
一、羧酸的结构、分类和命名	(205)
二、羧酸的化学性质	(206)
三、与医学有关的羧酸	(209)
第二节 取代羧酸	(210)
一、羟基酸	(210)
二、酮酸	(213)
内容要点	(215)
习题	(216)
 第十六章 立体异构	(218)
第一节 顺反异构	(218)
一、产生顺反异构的原因和条件	(218)
二、顺反异构的命名	(219)
三、顺反异构体的性质	(221)
第二节 旋光异构	(221)
一、偏振光和旋光性	(221)
二、旋光度和比旋光度	(222)
三、物质旋光性与结构的关系	(223)
四、含一个手性碳原子的旋光异构体	(224)
五、含两个手性碳原子的旋光异构体	(227)
六、旋光异构体的性质	(229)
内容要点	(229)
习题	(230)

第十七章 酯和脂类	(232)
第一节 酯	(232)
一、酯的结构和命名	(232)
二、酯的生成——酯化反应	(232)
三、酯的水解	(233)
第二节 脂类	(233)
一、油脂	(233)
二、类脂	(236)
内容要点	(241)
习题	(241)
 第十八章 糖类化合物	(242)
第一节 单糖	(242)
一、单糖的结构	(242)
二、单糖的性质	(246)
三、与医学有关的单糖	(248)
第二节 二糖	(249)
一、还原性二糖	(249)
二、非还原性二糖	(250)
第三节 多糖	(251)
内容要点	(255)
习题	(255)
 第十九章 有机含氮化合物	(256)
第一节 胺	(256)
一、胺的分类和命名	(256)
二、胺的化学性质	(257)
三、与医学有关的胺	(260)
第二节 酰胺	(261)
一、酰胺的命名	(261)
二、酰胺的化学性质	(261)
三、与医学有关的酰胺及衍生物	(262)
第三节 含氮杂环化合物	(264)
一、杂环化合物的分类、命名	(264)
二、与医学有关的杂环化合物	(266)
第四节 生物碱	(267)
一、生物碱的一般性质	(268)
二、与医学有关的生物碱	(268)

内容要点	(270)
习题	(270)
第二十章 氨基酸、蛋白质和核酸	(272)
第一节 氨基酸	(272)
一、氨基酸的分类和命名	(274)
二、氨基酸的结构和构型	(274)
三、氨基酸的理化性质	(275)
第二节 蛋白质	(277)
一、蛋白质的元素组成	(277)
二、蛋白质的分类	(277)
三、蛋白质的结构	(278)
四、蛋白质的性质	(279)
第三节 核酸	(283)
一、核酸的化学组成	(284)
二、核酸的结构	(286)
三、与医学有关的单核苷酸及其衍生物	(287)
内容要点	(289)
习题	(289)
附录	(290)
附录一 一些物质的基本热力学数据	(290)
附录二 中华人民共和国法定计量单位	(294)
附录三 元素周期表	(297)

第一章 绪 言

第一节 化学在医学中的地位

一、化学研究的对象和分类

世界万物都是由原子或分子组成并在不断地变化之中。例如,煤炭的燃烧、铁器的生锈、冰雪的融化、大气的污染等都属于变化过程;庄稼的春种秋收、生命体的生老病死等则是更复杂的变化过程。这些变化可分成两类:一类变化是物理变化,在物理变化中并无新物质产生,只是改变了物质的状态,如冰雪的融化、碘由固体变成碘蒸气的升华过程都属于物理变化;另一类变化为化学变化,该变化过程中有一些物质转化成性质不同的另一些物质,如煤炭的燃烧、动植物的生命过程都属于化学变化。在化学变化过程中,物质的组成和结合方式都发生了改变,生成了新的物质。新物质表现出了与原物质完全不同的物理性质和化学性质。化学变化就是化学反应。

化学是一门在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其能量变化规律的科学。换言之,化学是以研究物质的化学变化为主的科学。

化学研究的问题很多,研究范围极其广泛,根据其研究对象和研究目的的不同,在 19 世纪与 20 世纪交替之际,化学形成了无机化学、有机化学、分析化学和物理化学等分支学科。

无机化学:研究无机物的组成、结构、性质及化学变化中能量变化的关系。

有机化学:有机化学是最大的化学分支,它以碳氢化合物及其衍生物为研究对象。也可以说,有机化学就是“碳的化学”。有机化学研究有机物的组成、结构及其变化规律。

分析化学:是研究物质化学组成及其含量的分析方法,以及有关理论的一门科学。

物理化学:是从化学变化和物理变化的联系入手,研究化学反应热效应、化学反应方向 and 限度(化学热力学)、化学反应的速率和机制(化学动力学)等问题。它是化学学科的理论核心。

化学学科在发展过程中与其他学科交叉结合形成了多种边缘学科,如生物化学、免疫化学、化学病理学、生物无机化学、药物化学、环境化学、放射化学、激光化学、食品化学、农业化学、材料化学、地球化学等。化学已成为名符其实的中心学科,在 21 世纪中,化学科学将在各个领域内为人类作出贡献!

二、化学与医学的关系

与世界万物一样,人体也是由最基本的元素组成。组成人体的元素有氧(O)、碳(C)、氢(H)、氮(N)、钙(Ca)、磷(P)、硫(S)等 60 多种元素。这些元素在体内并不是简单地堆

积,它们组成了机体所需的各种化合物。其中水占人体质量的 70% 以上,另外还有核酸、蛋白质、脂类、糖类、维生素和无机盐。这些物质在体内不断地进行着种类繁多的化学反应。这些反应同时进行、互相配合又互不干扰,从而保证了正常的新陈代谢和生命过程。所以人体首先就是一个化学体系。研究人体,首先就需要化学知识。

医学的任务是研究人体的生理现象和病理现象的规律,从而寻求防病治病的方法,保障人民的身体健康。人体的一切生理现象与病理现象都与体内代谢过程密切相关,而代谢过程实际上就是体内的一系列化学变化过程。所以只有掌握必要的化学基本理论和基础知识,才能很好地理解生理现象和病理现象。例如,正常人的血浆总是保持一定的胶体渗透压,毛细血管静脉端的胶体渗透压可使细胞液不断地通过静脉端的毛细血管壁回到血液中,从而使代谢产物随静脉血运送到肺和肾,排泄出去。在这里就涉及到了渗透、渗透压、晶体渗透压和胶体渗透压的概念及其规律。又如,生物膜是生命赖以生存的重要的半透膜,它具有特定的结构和功能。生物膜主要由磷脂形成基本框架。生物膜框架之所以能够形成是由于磷脂分子具有亲水和憎水的两性特殊结构,并根据化学中“相似相亲”的规律排列成高度有序的膜的框架。再如煤气中毒,煤在不完全燃烧中产生一氧化碳(CO)分子。一氧化碳分子中的碳原子具有较强的提供电子对的能力,即配位能力,在配位化学中属于强配位体。它极易强占血红蛋白中 Fe(II) 的第六配位位置,使血红蛋白丧失结合氧气和输送氧气的功能,引起人缺氧甚至窒息而死。这里就需要配位化学中的配位体、中心原子和配位反应的知识。由以上事例可知,掌握必要的化学理论和知识对理解生理和病理现象是多么的重要。

在临床治疗中更离不开化学。在临床化验中常利用化学方法检查血、尿、粪等,帮助诊断疾病,如测定血、尿中葡萄糖、酮体等的含量。在使用药物治疗方面,也需具备必要的化学知识。只有对药物的化学组成、分子结构和性质有确切的了解,才能深刻理解其药理作用。如弱酸性药物在酸性条件下易被吸收,就涉及到了同离子效应、化学平衡及其移动等化学理论和知识;而药物与受体的立体匹配问题则用到了化学中立体异构部分的内容。可见掌握必要的化学理论和知识对于临床诊断和药物治疗是多么的重要。

由于人类对生态环境的一度忽视,在社会高度发展的同时,环境污染也日益严重。表现在水体污染、水体富营养化、土壤污染、大气污染、臭氧层空洞、温室效应以及食品污染等。环境污染直接危害了人类的生存和健康。联合国于 1972 年 6 月在斯德哥尔摩首次召开了人类环境会议,通过了《人类环境宣言》,大会呼吁“为了这一代和将来的世代而保护和改善环境,已成为人类的一个紧迫目标”。作为 21 世纪的医学生有责任、有义务宣传和倡导环境保护及环境卫生,保护地球生命,保障人类健康。这一任务就要求医学生具备必要的化学知识。例如,地球南极上空出现了臭氧层空洞,其面积达到了美国国土那么大,严重危害着地球上的生命,其公认的原因之一是氟里昂在制冷系统、发泡剂、除臭剂、头发喷雾剂等方面的广泛使用。氟里昂是氟氯甲烷类化合物,其化学性质一般较稳定,易挥发,但散发在大气中的氟里昂受紫外线照射后分解产生自由基。产生的自由基化学性质极其活泼并可作为催化剂反复使用,用于破坏大气层中的臭氧分子(O_3),以至于形成臭氧层空洞。所以现代国际环保组织禁止使用氟里昂并倡导使用无氟制冷系统,其中自由基的概念和自由基反应属于有机化学范畴。由此可知,对于医学生,尤其是全科医学

生来说,掌握必要的化学理论和知识对于环境保护、环境卫生的宣传与监督是多么的重要。

化学不但在上述各方面被应用,还涉及到医学的各门后续课程。由上所述可知化学与医学各后续课程的密切关系是显而易见的。

正因为化学与医学、化学与环境卫生、化学与人体健康有着极其密切的关系,所以在高等医学教育中,不论在国内还是国外,化学学科历来都占有极其重要的地位,都是一门必修的重要基础课。对于 21 世纪的大专层次的医学生来说,不是需要不需要学习化学的问题,而是在有限的时间内如何学好、如何学到更多的化学理论与知识的问题,以便为今后全面履行医务职责打下坚实的化学基础,提高必要的化学素养。

第二节 化学课程的内容与特点

根据教育工作者长期的教学研究,大专层次的医学生需要学习必要的化学基本理论、基础知识以及一些基本实验技能。本教材中有无机化学的部分内容、物理化学和分析化学的部分内容及有机化学的部分内容。如溶液的浓度和渗透压、弱电解质溶液和缓冲溶液、配位化合物等为无机化学范畴;化学热力学、化学反应速率、电化学及胶体部分属于物理化学范畴;比色分析和可见分光光度法,属于分析化学范畴;而第十一章有机化合物概述及其以后各章节的内容属于有机化学的内容。

本化学教材有以下几个特点:第一,在选材上充分体现了为医学服务的特点,并有一定的实用性,其内容都是医学生所必需的;第二,在组织编排上充分体现了化学学科的系统性和循序渐进性,内容先易后难,由浅入深,从理论到结构,从结构到性质,而不是简单的为医取材的实用主义的素材堆积;第三,理论性强,部分内容较抽象,难度较大,如原子结构和分子结构、化学热力学、立体异构等部分;第四,本教材体现了先进性,融入了现代的新进展及新理论,如在化学热力学部分加进了既实用又属化学前沿内容的耗散结构理论。

通过化学课程的学习可完成如下两大任务:其一,在与医学密切相关的化学范围,给医学生打下坚实的化学基础,提高医学生的化学素养,以有利于学习其他医学课程和今后履行医务职责;其二,提高医学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,并提高医学生的自学能力,为其今后的工作提供更多的解决问题的思路和方法。

第三节 怎样学好化学

要圆满完成以上的学习任务,除了教师的努力外,还要充分调动学生的积极主动性,掌握高效率的学习方法。埃德加·富尔在联合国教科文组织出版的《学会生存》一书中说:“未来的文盲,不再是不识字的人,而是没有学会怎样学习的人。”同学们在教师辅导下学习的时间是极有限的,而学习却应是终生的。如果能有一套高效率的学习方法、较强的自学能力,在校就会学习出色,毕业后在工作岗位上仍可学到许多新的知识,就会有较强的能力为人民健康和卫生事业多作贡献。