

高职高专教材

护理、助产、临床、口腔工艺技术、康复治疗技术等专业使用

# 医用化学与生物化学

主 编 余庆皋

副主编 刘捷频

中南大学出版社

YIYONGHUAXUEYUSHENGWUHUAXU

高职高专教材

护理、助产、临床、口腔工艺技术、康复治疗技术等专业使用

# 医用化学与生物化学

主 编 余庆皋  
副主编 刘捷频  
编 者 (以姓氏笔画为序)  
刘捷频 余庆皋  
吴梅青 韩剑岚

中南大学出版社

---

图书在版编目(CIP)数据

医用化学与生物化学/余庆皋主编. —长沙:中南大学出版社,  
2006. 8

ISBN 7-81105-332-2

I. 医... II. 余... III. ①医用化学②生物化学  
IV. ①R313②Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 087305 号

---

医用化学与生物化学

余庆皋 主编

- 
- 责任编辑 李宗柏  
 责任印制 汤庶平  
 出版发行 中南大学出版社  
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083  
发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482  
 印 装 湘潭市印刷厂

- 
- 开 本 787 × 1092 1/16  印张 19  字数 468 千字  
 版 次 2006 年 8 月第 1 版  2006 年 8 月第 1 次印刷  
 书 号 ISBN 7-81105-332-2/R · 037  
 定 价 33.00 元
- 

图书出现印装问题,请与经销商调换

# 前 言

随着高职高专教育的蓬勃发展,人才培养模式的转变,教学内容体系的改革已刻不容缓。本教材就是针对高职高专教育的特点来编写的。高职高专教育的培养面向基层、动手能力强的高层次技术应用型专门人才。因而专业实践性教学是高职高专教育中的重要环节。在这种原则指导下,教学计划的调整往往是增加了专业课及实践课课时,而缩减文化基础课及专业基础课的课时,因而大多数高职高专医卫类专业的医用化学及生物化学课时均减少,教学任务不能完成,给教学带来了诸多的不便。为此,我们将医用化学与生物化学两门课程整合,编写了这本教材,以期通过这种方式优化教学过程,从而使学生在有限时间里能学到“必需、够用”的理论知识。

全书分为无机化学篇、有机化学篇和物质代谢篇。无机化学篇主要介绍了物质结构、物质的量、溶液、化学反应速度等基本化学知识,在电解质一节中,融入了机体内水和无机盐的代谢,在缓冲溶液一节中,衔接了体内酸碱平衡及调节;有机化学篇与生物化学较为密切,除了介绍临床上常用的有机物如醇、酚、醚、醛、酮之外,重点介绍体内重要的有机物糖、脂类、蛋白质、核酸的结构及性质,将常规在生物化学中论述的蛋白质、酶及核酸等内容都整合在这一部分中;物质代谢篇为生物化学内容,介绍了体内的糖、脂肪、蛋白质三大代谢、能量代谢以及DNA合成、RNA合成和蛋白质合成的遗传信息传递过程。将医用化学与生物化学两门课程精简并融合,使两门学科的相关知识更加紧凑和连贯,有利于对知识的理解和掌握,避免了单独成书时一些内容不必要的重复,因而可优化教学过程,在课时减少的情况下能完成教学任务。从这两门课程的知识结构及相互联系来看,整合后的教材在教学及学习上能发挥最大的效益,更能体现出化学对生物化学的基础作用。

此外要说明的是,临床上通常都是以分数形式来表示溶液浓度(如 $\text{mmol/L}$ ),本着基础理论为专业服务、为实践服务的原则,因此,我们在教材中仍采用这种形式,而不用指数形式来表示溶液浓度,如 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

本书由余庆皋担任主编,刘捷频担任副主编。第一、二、三、五章由吴梅青编写;第八章至第十四章由刘捷频编写;第四、十六、十九、二十一、二十四章由韩剑岚编写;第七、十五、十七、十八、二十、二十二、二十三章由余庆皋编写;第六章由吴梅青与余庆皋共同编写。每一章后都附有习题供学生课后复习。

医用化学与生物化学的整合是我们在高职高专教学改革中的初步尝试,在教材编写过程中对教材内容的取舍及融合难免会有些不当之处,敬请同行提出宝贵意见。

编 者

2006年8月

## 目 录

绪 论 .....	(1)
-----------	-----

## 无机化学篇

第一章 物质结构和元素周期律 .....	(5)
第一节 原子的结构 .....	(5)
一、原子的组成 .....	(5)
二、同位素 .....	(5)
三、原子核外电子的排布 .....	(6)
四、原子结构与元素性质的关系 .....	(7)
第二节 元素周期律和元素周期表 .....	(8)
一、元素周期律 .....	(8)
二、元素周期表 .....	(9)
三、元素周期律和元素周期表的意义 .....	(10)
第三节 化学键和氢键 .....	(11)
一、化学键 .....	(11)
二、分子的极性 .....	(13)
三、分子间作用力 .....	(14)
四、氢 键 .....	(14)
第四节 配位化合物 .....	(14)
一、配合物的概念 .....	(15)
二、配合物的组成 .....	(15)
三、配合物的命名 .....	(17)
第五节 氧化还原反应 .....	(17)
一、氧化还原反应的概念 .....	(17)
二、氧化剂和还原剂 .....	(18)
三、与医学有关的氧化剂和还原剂 .....	(19)
习 题 .....	(21)
第二章 物质的量 .....	(22)
第一节 物质的量 .....	(22)

一、物质的量 .....	(22)
二、摩尔质量 .....	(23)
三、相关计算 .....	(24)
第二节 气体摩尔体积 .....	(25)
一、气体摩尔体积的概念 .....	(25)
二、气体摩尔体积的计算 .....	(26)
习 题 .....	(28)
第三章 卤 素 .....	(29)
第一节 氯 气 .....	(29)
一、氯气的性质 .....	(29)
二、氯气的用途 .....	(30)
第二节 卤族元素和金属卤化物 .....	(31)
一、卤素的原子结构及其单质的物理性质 .....	(31)
二、卤素单质的化学性质 .....	(31)
三、金属卤化物 .....	(32)
习 题 .....	(33)
第四章 溶 液 .....	(35)
第一节 分散系 .....	(35)
一、分子或离子分散系 .....	(35)
二、胶体分散系 .....	(35)
三、粗分散系 .....	(35)
第二节 胶体溶液和高分子化合物溶液 .....	(36)
一、胶体溶液 .....	(36)
二、高分子化合物溶液 .....	(37)
第三节 溶液的浓度 .....	(37)
一、溶液浓度的表示方法 .....	(37)
二、溶液浓度的相互换算 .....	(39)
三、溶液的稀释 .....	(40)
第四节 溶液的渗透压 .....	(41)
一、渗透现象和渗透压 .....	(41)
二、渗透压与溶液浓度的关系 .....	(42)
三、渗透压在医学上的意义 .....	(42)
习 题 .....	(44)
第五章 化学反应速度和化学平衡 .....	(45)
第一节 化学反应速度 .....	(45)
一、化学反应速度 .....	(45)

二、影响化学反应速度的因素 .....	(45)
第二节 化学平衡 .....	(47)
一、可逆反应和化学平衡 .....	(47)
二、化学平衡的移动 .....	(48)
习 题 .....	(50)
<b>第六章 电解质溶液与水、盐代谢 .....</b>	<b>(52)</b>
第一节 弱电解质的电离平衡 .....	(52)
一、强电解质和弱电解质 .....	(52)
二、弱电解质的电离平衡 .....	(53)
三、同离子效应 .....	(55)
第二节 离子反应 .....	(55)
一、离子反应和离子方程式 .....	(55)
二、离子反应发生的条件 .....	(56)
第三节 溶液的酸碱性和溶液的 pH 值 .....	(57)
一、水的电离 .....	(57)
二、溶液的酸性 .....	(57)
三、溶液的 pH 值 .....	(57)
四、酸碱指示剂 .....	(58)
第四节 盐类的水解 .....	(59)
一、各种类型盐的水解 .....	(59)
二、影响盐类水解的因素及盐类水解的应用 .....	(61)
第五节 人体内的水、盐代谢 .....	(62)
一、体 液 .....	(62)
二、水代谢 .....	(63)
三、无机盐代谢 .....	(64)
四、微量元素 .....	(67)
习 题 .....	(69)
<b>第七章 缓冲溶液与酸碱平衡 .....</b>	<b>(71)</b>
第一节 缓冲溶液 .....	(71)
一、缓冲溶液的概念 .....	(71)
二、缓冲溶液的组成 .....	(71)
三、缓冲作用的原理 .....	(72)
第二节 酸碱平衡 .....	(72)
一、体内酸、碱性物质的来源 .....	(73)
二、酸碱平衡的调节 .....	(73)
习 题 .....	(78)

## 有机化学篇

第八章 烃 .....	(83)
第一节 有机化合物概述 .....	(83)
一、有机化合物的特性 .....	(83)
二、有机化合物的结构 .....	(84)
三、有机化合物的分类 .....	(85)
第二节 饱和链烃 .....	(86)
一、烷烃的结构 .....	(86)
二、烷烃的命名 .....	(88)
三、烷烃的性质 .....	(89)
四、重要的烷烃 .....	(90)
第三节 不饱和链烃 .....	(91)
一、不饱和链烃的结构 .....	(91)
二、不饱和链烃的命名 .....	(93)
三、不饱和链烃的性质 .....	(93)
四、重要的不饱和链烃 .....	(95)
第四节 闭链烃 .....	(96)
一、脂环烃 .....	(96)
二、芳香烃 .....	(97)
习 题 .....	(100)
第九章 醇、酚和醚 .....	(102)
第一节 醇 .....	(102)
一、醇的分类和命名 .....	(102)
二、醇的性质 .....	(103)
三、重要的醇 .....	(105)
第二节 酚 .....	(106)
一、酚的分类和命名 .....	(106)
二、酚的化学性质 .....	(106)
三、重要的酚 .....	(107)
第三节 醚 .....	(108)
一、醚的分类和命名 .....	(108)
二、醚的性质 .....	(108)
三、重要的醚 .....	(109)
习 题 .....	(109)



第十章 醛和酮 .....	(111)
第一节 醛和酮的结构、分类和命名 .....	(111)
一、醛和酮的结构 .....	(111)
二、醛和酮的分类 .....	(111)
三、醛和酮的命名 .....	(112)
第二节 醛和酮的性质 .....	(112)
一、醛和酮的性质 .....	(112)
二、重要的醛和酮 .....	(116)
习 题 .....	(117)
第十一章 有机酸 .....	(118)
第一节 羧 酸 .....	(118)
一、羧酸的分类和命名 .....	(118)
二、羧酸的性质 .....	(119)
三、重要的羧酸 .....	(121)
第二节 取代羧酸 .....	(121)
一、羟基酸 .....	(121)
二、酮 酸 .....	(122)
三、重要的羟基酸和酮酸 .....	(123)
四、酮式—烯醇式互变异构现象 .....	(125)
第三节 对映异构 .....	(125)
一、偏振光和旋光性 .....	(125)
二、旋光度与比旋光度 .....	(126)
三、分子的手性与旋光性 .....	(127)
四、费歇尔投影式 .....	(127)
五、D、L 构型命名法 .....	(128)
习 题 .....	(129)
第十二章 含氮有机化合物 .....	(131)
第一节 胺 .....	(131)
一、胺的结构、分类和命名 .....	(131)
二、胺的性质 .....	(133)
三、重要的胺及其衍生物 .....	(135)
第二节 酰 胺 .....	(136)
一、酰胺的结构和命名 .....	(136)
二、酰胺的性质 .....	(137)
三、尿 素 .....	(137)
第三节 含氮杂环化合物 .....	(138)

一、杂环化合物的分类和命名 .....	(138)
二、重要的含氮杂环化合物 .....	(140)
习 题 .....	(141)
<b>第十三章 糖 类 .....</b>	<b>(143)</b>
<b>第一节 单 糖 .....</b>	<b>(143)</b>
一、单糖的分子结构 .....	(143)
二、单糖的化学性质 .....	(145)
三、重要的单糖 .....	(148)
<b>第二节 双 糖 .....</b>	<b>(148)</b>
一、还原性双糖 .....	(148)
二、非还原性双糖 .....	(149)
<b>第三节 多 糖 .....</b>	<b>(150)</b>
一、淀 粉 .....	(150)
二、糖 原 .....	(151)
三、纤维素 .....	(152)
习 题 .....	(153)
<b>第十四章 酯、脂类 .....</b>	<b>(154)</b>
<b>第一节 酯 .....</b>	<b>(154)</b>
一、酯的命名 .....	(154)
二、酯的性质 .....	(154)
<b>第二节 脂 类 .....</b>	<b>(154)</b>
一、油 脂 .....	(155)
二、类 脂 .....	(157)
习 题 .....	(160)
<b>第十五章 氨基酸和蛋白质 .....</b>	<b>(161)</b>
<b>第一节 氨基酸 .....</b>	<b>(161)</b>
一、氨基酸的结构与分类 .....	(161)
二、氨基酸的两性电离和等电点 .....	(161)
<b>第二节 蛋白质 .....</b>	<b>(164)</b>
一、肽的概念 .....	(164)
二、蛋白质分子结构 .....	(165)
三、蛋白质结构与功能的关系 .....	(166)
四、蛋白质的理化性质 .....	(167)
<b>第三节 酶 .....</b>	<b>(169)</b>
一、酶作用的特点 .....	(169)
二、酶的分子组成及结构 .....	(170)

三、酶的作用机理 .....	(173)
四、影响酶促反应速度的因素 .....	(174)
五、酶与医学的关系 .....	(177)
习 题 .....	(178)
<b>第十六章 核 酸</b> .....	<b>(180)</b>
第一节 核酸的分子组成 .....	(180)
一、核酸的基本组成单位——核苷酸 .....	(180)
二、体内重要的游离核苷酸 .....	(182)
第二节 核酸的分子结构 .....	(184)
一、核酸的一级结构 .....	(184)
二、核酸的空间结构 .....	(184)
习 题 .....	(188)

## 物质代谢篇

<b>第十七章 维生素</b> .....	<b>(191)</b>
第一节 脂溶性维生素 .....	(191)
第二节 水溶性维生素 .....	(192)
习 题 .....	(194)
<b>第十八章 生物氧化</b> .....	<b>(195)</b>
第一节 生物氧化中 $\text{CO}_2$ 的生成 .....	(195)
第二节 生物氧化中 $\text{H}_2\text{O}$ 的生成 .....	(196)
一、呼吸链的概念 .....	(196)
二、呼吸链的组成 .....	(196)
三、呼吸链中氢和电子的传递 .....	(198)
第三节 ATP 的生成与利用 .....	(199)
一、底物水平磷酸化 .....	(199)
二、氧化磷酸化 .....	(200)
三、影响氧化磷酸化的因素 .....	(200)
四、ATP 的利用、转化和储存 .....	(201)
习 题 .....	(203)
<b>第十九章 糖代谢</b> .....	<b>(204)</b>
第一节 概 述 .....	(204)
一、糖的生理功能 .....	(204)
二、糖的代谢概况 .....	(204)

第二节 糖的分解代谢 .....	(205)
一、糖酵解 .....	(205)
二、糖的有氧氧化 .....	(207)
三、磷酸戊糖途径 .....	(211)
第三节 糖原的合成与分解 .....	(213)
一、糖原的合成 .....	(213)
二、糖原的分解 .....	(213)
三、糖原合成和分解的生理意义 .....	(214)
第四节 糖异生 .....	(214)
一、糖异生途径 .....	(214)
二、糖异生的生理意义 .....	(215)
第五节 血糖 .....	(215)
一、血糖的来源与去路 .....	(216)
二、血糖浓度调节 .....	(216)
三、低血糖和高血糖 .....	(216)
习 题 .....	(218)
<b>第二十章 脂类代谢 .....</b>	<b>(220)</b>
第一节 脂类的生理功能 .....	(220)
一、脂肪的生理功能 .....	(220)
二、类脂的生理功能 .....	(220)
第二节 血脂与血浆脂蛋白 .....	(221)
一、血脂的种类与含量 .....	(221)
二、血浆脂蛋白 .....	(221)
第三节 脂肪代谢 .....	(223)
一、脂肪的分解代谢 .....	(223)
二、脂肪的合成代谢 .....	(227)
第四节 磷脂代谢 .....	(228)
一、甘油磷脂的合成代谢 .....	(228)
二、磷脂代谢与脂肪肝 .....	(229)
第五节 胆固醇的代谢 .....	(230)
一、胆固醇合成代谢 .....	(230)
二、胆固醇的转变与排泄 .....	(231)
三、胆固醇代谢与动脉粥样硬化 .....	(232)
习 题 .....	(234)
<b>第二十一章 蛋白质分解代谢 .....</b>	<b>(235)</b>
第一节 蛋白质的营养作用 .....	(235)
一、蛋白质的生理功能 .....	(235)

二、氮平衡 .....	(235)
三、蛋白质的营养价值 .....	(236)
第二节 氨基酸代谢概况 .....	(236)
一、氨基酸的来源 .....	(236)
二、氨基酸的去路 .....	(237)
第三节 氨基酸分解代谢 .....	(237)
一、氨基酸脱氨基作用 .....	(237)
二、氨基酸脱羧基作用 .....	(243)
第四节 个别氨基酸的代谢 .....	(245)
一、一碳单位代谢 .....	(245)
二、含硫氨基酸代谢 .....	(246)
三、芳香族氨基酸代谢 .....	(247)
第五节 糖、脂类及蛋白质在代谢上的联系 .....	(248)
一、糖代谢与脂类代谢之间的联系 .....	(248)
二、糖代谢与蛋白质代谢之间的联系 .....	(248)
三、脂类代谢与蛋白质代谢之间的联系 .....	(248)
习 题 .....	(250)
<b>第二十二章 核苷酸代谢 .....</b>	<b>(251)</b>
第一节 核苷酸合成代谢 .....	(251)
一、嘌呤核苷酸合成代谢 .....	(251)
二、嘧啶核苷酸合成代谢 .....	(253)
第二节 核苷酸分解代谢 .....	(255)
一、嘌呤核苷酸分解代谢 .....	(255)
二、嘧啶核苷酸分解代谢 .....	(255)
习 题 .....	(256)
<b>第二十三章 遗传信息的传递 .....</b>	<b>(257)</b>
第一节 DNA 生物合成 .....	(257)
一、复 制 .....	(257)
二、逆转录 .....	(259)
第二节 RNA 生物合成(转录) .....	(260)
一、转录方式 .....	(260)
二、转录体系 .....	(261)
三、转录过程 .....	(261)
第三节 蛋白质生物合成(翻译) .....	(262)
一、RNA 在蛋白质生物合成中的作用 .....	(262)
二、蛋白质生物合成过程 .....	(264)
三、蛋白质生物合成与医学的关系 .....	(266)

习 题 .....	(269)
<b>第二十四章 肝脏的生物化学</b> .....	<b>(270)</b>
<b>第一节 肝脏在物质代谢中的作用</b> .....	<b>(270)</b>
一、肝脏在糖代谢中的作用 .....	(270)
二、肝脏在脂类代谢中的作用 .....	(270)
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用 .....	(271)
四、肝脏在激素代谢中的作用 .....	(271)
五、肝脏在维生素代谢中的作用 .....	(271)
<b>第二节 肝脏的生物转化作用</b> .....	<b>(271)</b>
一、生物转化的概念 .....	(271)
二、生物转化的反应类型 .....	(272)
三、影响生物转化作用的因素 .....	(274)
<b>第三节 胆汁酸代谢</b> .....	<b>(274)</b>
一、胆 汁 .....	(274)
二、胆汁酸的生理功能 .....	(274)
三、胆汁酸代谢 .....	(274)
<b>第四节 胆色素代谢</b> .....	<b>(276)</b>
一、胆红素的生成 .....	(276)
二、胆红素在血液中的运输 .....	(276)
三、胆红素在肝脏中的转变 .....	(277)
四、胆红素在肠道中的变化及胆素原的肠肝循环 .....	(277)
五、黄 疸 .....	(277)
习 题 .....	(279)
<b>实验指导</b> .....	<b>(280)</b>
<b>实验室规则</b> .....	<b>(280)</b>
<b>实验一 溶液的配制和稀释</b> .....	<b>(281)</b>
<b>实验二 血清蛋白质醋酸纤维薄膜电泳</b> .....	<b>(283)</b>
<b>实验三 影响酶活性的因素</b> .....	<b>(285)</b>
<b>实验四 酮体的生成</b> .....	<b>(287)</b>

# 绪论

生物化学是研究生物体内的物质组成、物质结构、物质代谢及其代谢调节的一门科学。生物化学的基本任务就是从分子水平来研究生命现象，阐明产生及维持生命现象的物质基础及化学反应。生物化学又称为生命的化学。

生物化学的研究对象是生物体，包括人体、动物、微生物、植物等。医用生物化学就是以人体为研究对象。

化学的研究对象是物质。

化学是在原子、分子水平上来研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门科学。要学习生物化学首先必须要具备一定的化学知识。

化学和生物化学都与医学有着密切的联系。医用化学知识主要是为生物化学学习奠定基础，如生物化学研究糖、脂肪、蛋白质、核酸、无机盐及水在生物体内的代谢，就必须通过化学的学习获得这些物质的结构及性质的相关知识，这样才有利于生物化学的学习。此外，医用化学也与其他医学课程有关，如生理学中的消化吸收；药理学中药物的结构、性质及在体内的转变，医学检验中的血液、尿液、粪便的检验理论及技术等都涉及到化学知识。临床护理中，酒精的消毒作用、酒精的物理降温作用、药物的配制、药物浓度的计算等，也都直接运用到化学知识。

生物化学是一门重要的医学基础课，与医学的关系更为密切。生物体是由物质组成的，组成生物体各种物质的结构、性质以及结构与功能的关系是生物化学研究的内容。人类在生命活动过程中，不断地与外界环境进行物质交换，即机体从外界摄取营养物质，这些营养物质在体内的合成反应中作为原料，使机体的各种组织结构能够生长、发育、繁殖和修复；而在分解反应中，主要作为能源物质，经生物氧化作用释放出能量，供各种生命活动所需，同时产生的代谢废物经机体排泄器官排至体外，又回到外界环境。机体与外界环境的这种物质交换过程，称为新陈代谢或物质代谢。物质代谢及代谢调节也是生物化学研究的内容。生物化学还研究遗传信息的传递和调控。

此外，生物化学与其他医学基础课及临床课也密切相关。生物化学起源于有机化学和生理学，在内容上仍然与这两门学科有着密切的联系。病原生物学及免疫学研究病原生物的代谢以及对它们的防治，要应用生物化学的理论和技術。药理学研究药物的结构、性质、作用机制及在体内的代谢与转化，也离不开生物化学的理论。生物化学研究的是正常人体的物质代谢过程，有了正常代谢的知识，就能鉴别异常时的代谢紊乱，因此也为病理学及临床医学的学习奠定了基础。

医学化学与生物化学在学习上的侧重点是不同的。无机化学的重点是化学键及氧化还原反应，化学反应速度及化学平衡，溶液浓度、渗透压及 pH 值，水盐代谢及酸碱平衡等与医学

密切相关的知识点。有机化学的重点是有机物的结构特点、命名及主要理化性质。生物化学的重点是体内各种无机物及有机物的存在形式、功能、结构与功能的关系，体内物质代谢过程、意义、代谢调节以及遗传信息传递的基本过程。学生们在学习过程中必须要目标明确，抓住重点，并做到预习—听课—复习三步到位，才能对学习内容融会贯通，真正地领会到其精髓。

(余庆皋)



# 无机化学篇

无机化学是在原子、分子水平上研究无机化合物的组成、结构、性质、变化规律及其应用的学科，研究的对象是大多数元素单质及其化合物(碳氢化合物及其衍生物除外)。它与有机化学、生命科学相互渗透、相互融合。无机化学部分主要论述与医学密切相关的化学基本原理和基本概念，包括物质结构和元素周期律、物质的量、卤素、溶液、化学反应速率和化学平衡、电解质、缓冲溶液等内容。这些内容中有些将在医学工作中直接应用到，有些是学习医学有关课程的基础。同时，本篇引入了体内物质代谢内容，如在介绍了电解质的基本概念后，描述了体内的电解质代谢状况；介绍了缓冲溶液后，简要介绍了体内酸碱平衡的调节机制。