



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材

全国高等学校药学类专业第八轮规划教材
供药学类专业用

生物化学

第 8 版

主 编 姚文兵

副主编 杨 红 张景海



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE





国家卫生健康委员会“十三五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材

全国高等学校药学类专业第八轮规划教材
供药学类专业用

生物化学

第8版

主 编 姚文兵

副主编 杨 红 张景海

编 者 (以姓氏笔画为序)

杨 红 (广东药科大学)

余 蓉 (四川大学华西药学院)

张景海 (沈阳药科大学)

陆红玲 (遵义医学院)

陈枢青 (浙江大学药学院)

姚文兵 (中国药科大学)

顾志敏 (天津中医药大学)

郭 薇 (中国药科大学)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学 / 姚文兵主编. — 8 版. — 北京: 人民卫生出版社, 2016

ISBN 978-7-117-22026-2

I. ①生… II. ①姚… III. ①生物化学 - 教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 051186 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

生物化学
第 8 版

主 编: 姚文兵

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850 × 1168 1/16 印张: 26

字 数: 716 千字

版 次: 1979 年 7 月第 1 版 2016 年 2 月第 8 版

2016 年 2 月第 8 版第 1 次印刷 (总第 49 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-22026-2/R · 22027

定 价: 56.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

全国高等学校药学类专业本科国家卫生和计划生育委员会规划教材是我国最权威的药学类专业教材,于1979年出版第1版,1987~2011年间进行了6次修订,并于2011年出版了第七轮规划教材。第七轮规划教材主干教材31种,全部为原卫生部“十二五”规划教材,其中29种为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材;配套教材21种,全部为原卫生部“十二五”规划教材。本次修订出版的第八轮规划教材中主干教材共34种,其中修订第七轮规划教材31种;新编教材3种,《药学信息检索与利用》《药学服务概论》《医药市场营销学》;配套教材29种,其中修订24种,新编5种。同时,为满足院校双语教学的需求,本轮新编双语教材2种,《药理学》《药剂学》。全国高等学校药学类专业第八轮规划教材及其配套教材均为国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材,具体品种详见出版说明所附书目。

该套教材曾为全国高等学校药学类专业唯一一套统编教材,后更名为规划教材,具有较高的权威性和较强的影响力,为我国高等教育培养大批的药学类专业人才发挥了重要作用。随着我国高等教育体制改革的不断深入发展,药学类专业办学规模不断扩大,办学形式、专业种类、教学方式亦呈多样化发展,我国高等药学教育进入了一个新的时期。同时,随着药学行业相关法规政策、标准等的出台,以及2015年版《中华人民共和国药典》的颁布等,高等药学教育面临着新的要求和任务。为跟上时代发展的步伐,适应新时期我国高等药学教育改革和发展的要求,培养合格的药学专门人才,进一步做好药学类专业本科教材的组织规划和质量保障工作,全国高等学校药学类专业第五届教材评审委员会围绕药学类专业第七轮教材使用情况、药学教育现状、新时期药学人才培养模式等多个主题,进行了广泛、深入的调研,并对调研结果进行了反复、细致地分析论证。根据药学类专业教材评审委员会的意见和调研、论证的结果,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社决定组织全国专家对第七轮教材进行修订,并根据教学需要组织编写了部分新教材。

药学类专业第八轮规划教材的修订编写,坚持紧紧围绕全国高等学校药学类专业本科教育和人才培养目标要求,突出药学类专业特色,对接国家执业药师资格考试,按照国家卫生和计划生育委员会等相关部门及行业用人要求,在继承和巩固前七轮教材建设工作成果的基础上,提出了“继承创新”“医教协同”“教考融合”“理实结合”“纸数同步”的编写原则,使得本轮教材更加契合当前药学类专业人才培养的目标和需求,更加适应现阶段高等学校本科药学类人才的培养模式,从而进一步提升了教材的整体质量和水平。

为满足广大师生对教学内容数字化的需求,积极探索传统媒体与新媒体融合发展的新型整体

教学解决方案,本轮教材同步启动了网络增值服务和数字教材的编写工作。34种主干教材都将在纸质教材内容的基础上,集合视频、音频、动画、图片、拓展文本等多媒介、多形态、多用途、多层次的数字素材,完成教材数字化的转型升级。

需要特别说明的是,随着教育教学改革的发展和专家队伍的发展变化,根据教材建设工作的需要,在修订编写本轮规划教材之初,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社对第四届教材评审委员会进行了改选换届,成立了第五届教材评审委员会。无论新老评审委员,都为本轮教材建设做出了重要贡献,在此向他们表示衷心的感谢!

众多学术水平一流和教学经验丰富的专家教授以高度负责的态度积极踊跃和严谨认真地参与了本套教材的编写工作,付出了诸多心血,从而使教材的质量得到不断完善和提高,在此我们对长期支持本套教材修订编写的专家和教师及同学们表示诚挚的感谢!

本轮教材出版后,各位教师、学生在使用过程中,如发现问题请反馈给我们(renweiyaoxue@163.com),以便及时更正和修订完善。

全国高等医药教材建设研究会

人民卫生出版社

2016年1月

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材 全国高等学校药学类专业第八轮规划教材书目

序号	教材名称	主编	单位
1	药学导论(第4版)	毕开顺	沈阳药科大学
2	高等数学(第6版)	顾作林	河北医科大学
	高等数学学习指导与习题集(第3版)	顾作林	河北医科大学
3	医药数理统计方法(第6版)	高祖新	中国药科大学
	医药数理统计方法学习指导与习题集(第2版)	高祖新	中国药科大学
4	物理学(第7版)	武宏	山东大学物理学院
		章新友	江西中医药大学
	物理学学习指导与习题集(第3版)	武宏	山东大学物理学院
	物理学实验指导***	王晨光 武宏	哈尔滨医科大学 山东大学物理学院
5	物理化学(第8版)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学学习指导与习题集(第4版)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学实验指导(第2版)(双语)	崔黎丽	第二军医大学
6	无机化学(第7版)	张天蓝	北京大学药学院
		姜凤超	华中科技大学同济药学院
	无机化学学习指导与习题集(第4版)	姜凤超	华中科技大学同济药学院
7	分析化学(第8版)	柴逸峰	第二军医大学
		邸欣	沈阳药科大学
	分析化学学习指导与习题集(第4版)	柴逸峰	第二军医大学
	分析化学实验指导(第4版)	邸欣	沈阳药科大学
8	有机化学(第8版)	陆涛	中国药科大学
	有机化学学习指导与习题集(第4版)	陆涛	中国药科大学
9	人体解剖生理学(第7版)	周华	四川大学华西基础医学与法医学院
		崔慧先	河北医科大学
10	微生物学与免疫学(第8版)	沈关心	华中科技大学同济医学院
		徐威	沈阳药科大学
	微生物学与免疫学学习指导与习题集***	苏昕	沈阳药科大学
		尹丙姣	华中科技大学同济医学院
11	生物化学(第8版)	姚文兵	中国药科大学
	生物化学学习指导与习题集(第2版)	杨红	广东药科大学

续表

序号	教材名称	主编	单位
12	药理学(第8版)	朱依淳	复旦大学药学院
		殷明	上海交通大学药学院
	药理学(双语)**	朱依淳	复旦大学药学院
		殷明	上海交通大学药学院
	药理学学习指导与习题集(第3版)	程能能	复旦大学药学院
13	药物分析(第8版)	杭太俊	中国药科大学
	药物分析学习指导与习题集(第2版)	于治国	沈阳药科大学
	药物分析实验指导(第2版)	范国荣	第二军医大学
14	药用植物学(第7版)	黄宝康	第二军医大学
	药用植物学实践与学习指导(第2版)	黄宝康	第二军医大学
15	生药学(第7版)	蔡少青	北京大学药学院
		秦路平	第二军医大学
	生药学学习指导与习题集***	姬生国	广东药科大学
	生药学实验指导(第3版)	陈随清	河南中医药大学
16	药物毒理学(第4版)	楼宜嘉	浙江大学药学院
17	临床药物治疗学(第4版)	姜远英	第二军医大学
		文爱东	第四军医大学
18	药物化学(第8版)	尤启冬	中国药科大学
	药物化学学习指导与习题集(第3版)	孙铁民	沈阳药科大学
19	药剂学(第8版)	方亮	沈阳药科大学
	药剂学(双语)**	毛世瑞	沈阳药科大学
	药剂学学习指导与习题集(第3版)	王东凯	沈阳药科大学
	药剂学实验指导(第4版)	杨丽	沈阳药科大学
20	天然药物化学(第7版)	裴月湖	沈阳药科大学
		姜红祥	山东大学药学院
	天然药物化学学习指导与习题集(第4版)	裴月湖	沈阳药科大学
	天然药物化学实验指导(第4版)	裴月湖	沈阳药科大学
21	中医学概论(第8版)	王建	成都中医药大学
22	药事管理学(第6版)	杨世民	西安交通大学药学院
	药事管理学学习指导与习题集(第3版)	杨世民	西安交通大学药学院
23	药学生物学(第5版)	张景海	沈阳药科大学
	药学生物学学习指导与习题集***	宋永波	沈阳药科大学
24	生物药剂学与药物动力学(第5版)	刘建平	中国药科大学
	生物药剂学与药物动力学学习指导与习题集(第3版)	张娜	山东大学药学院

续表

序号	教材名称	主编	单位
25	药学英语(上册、下册)(第5版)	史志祥	中国药科大学
	药学英语学习指导(第3版)	史志祥	中国药科大学
26	药物设计学(第3版)	方浩	山东大学药学院
	药物设计学学习指导与习题集(第2版)	杨晓虹	吉林大学药学院
27	制药工程原理与设备(第3版)	王志祥	中国药科大学
28	生物制药工艺学(第2版)	夏焕章	沈阳药科大学
29	生物技术制药(第3版)	王凤山	山东大学药学院
		邹全明	第三军医大学
	生物技术制药实验指导***	邹全明	第三军医大学
30	临床医学概论(第2版)	于锋	中国药科大学
		闻德亮	中国医科大学
31	波谱解析(第2版)	孔令义	中国药科大学
32	药学信息检索与利用*	何华	中国药科大学
33	药学服务概论*	丁选胜	中国药科大学
34	医药市场营销学*	陈玉文	沈阳药科大学

注:*为第八轮新编主干教材;**为第八轮新编双语教材;***为第八轮新编配套教材。

全国高等学校药学类专业第五届教材评审委员会名单

顾 问 吴晓明 中国药科大学

周福成 国家食品药品监督管理总局执业药师资格认证中心

主任委员 毕开顺 沈阳药科大学

副主任委员 姚文兵 中国药科大学

郭 姣 广东药科大学

张志荣 四川大学华西药学院

委 员 (以姓氏笔画为序)

王凤山 山东大学药学院

朱依淳 复旦大学药学院

朱 珠 中国药学会医院药学专业委员会

刘俊义 北京大学药学院

孙建平 哈尔滨医科大学

李晓波 上海交通大学药学院

李 高 华中科技大学同济药学院

杨世民 西安交通大学药学院

杨 波 浙江大学药学院

张振中 郑州大学药学院

张淑秋 山西医科大学

陆 涛 中国药科大学

周余来 吉林大学药学院

胡长平 中南大学药学院

胡 琴 南京医科大学

姜远英 第二军医大学

夏焕章 沈阳药科大学

黄 民 中山大学药学院

黄泽波 广东药科大学

曹德英 河北医科大学

彭代银 安徽中医药大学

董 志 重庆医科大学

根据全国高等医药院校药学类专业第八轮规划教材主编会议的精神,为更好地适应当前我国高等医药教育改革与发展的需要,较好地体现本学科的进展与我国医药现代化的发展趋势,本版教材在第7版教材的基础上,对部分内容做了适当调整。重点阐述了现代生物化学的基础理论、基本知识和基本技能,并尽可能反映生命科学与化学相结合的现代药学研究模式的特点,突出了生物化学的基础理论与现代生物技术的进展及其在现代药学研究中的地位与作用。本版教材还加强了生物大分子如糖、脂、蛋白质、核酸、酶等在药学方面的研究与应用,充实了物质代谢、代谢调控与基因突变及基因多态性的内容;扩充了生物药物的概念,介绍了生物药物研究的发展前景和前瞻技术等。力求做到内容少而精,理论联系实际,反映生物化学的最新进展及其在现代高等药学教育中的地位与作用。

本教材分为4篇共计18章,其中姚文兵教授编写了绪论、第一、十七章,杨红教授编写了第二、三、十五章;余蓉教授编写了第四、五、六章;张景海教授编写了第十二和十八章;陈枢青教授编写了第十三、十四、十六章;陆红玲教授编写了第九和十一章;顾志敏副教授编写了第七、十章;郭薇副教授编写了第八章;全书由姚文兵教授进行统稿。

由于编者水平有限,本书存在不足之处在所难免,恳请使用本教材的广大师生与读者指正。

编 者

2016年1月

绪论	1
一、生物化学的含义与研究内容	1
二、生物化学的发展简史	1
三、生物化学与药学科学	2
四、生物化学的发展趋势	3

第一篇 生命的分子基础

第一章 糖的化学	6
第一节 概述	6
一、糖的概念与分布	6
二、糖的分类	6
三、糖的主要生物学作用	7
第二节 多糖的化学	7
一、多糖的分类	7
二、重要多糖的化学结构与主要生物学作用	9
三、多糖的含量与纯度测定	12
四、多糖的分离、纯化及降解	13
五、多糖的结构分析	15
六、糖复合物	18
第三节 糖类药物的研究与应用	19
一、以糖类为基础的药物	19
二、糖基化工程	21
第二章 脂类的化学	24
第一节 概述	24
一、脂类的概念	24
二、脂类的分类	24
三、脂类的主要生物学作用	25
第二节 单脂的化学	25
一、脂肪的化学结构	25
二、脂肪酸	26
第三节 复合脂类的化学	28
一、磷脂	28
二、糖脂	31
三、固醇及其衍生物	33
第四节 脂类的提取分离与分析	36

一、脂类的提取与分离	36
二、脂类的组成与结构分析	37
第五节 脂类药物的研究与应用	38
一、脂类药物	38
二、脂肪替代物	38
三、脂质体药物	39
第三章 维生素	40
第一节 概述	40
一、维生素的定义	40
二、维生素的命名与分类	40
三、维生素的需要量	40
第二节 脂溶性维生素	41
一、维生素 A	41
二、维生素 D	42
三、维生素 E	44
四、维生素 K	44
第三节 水溶性维生素	45
一、维生素 B ₁	46
二、维生素 B ₂	46
三、维生素 PP	47
四、维生素 B ₆	48
五、泛酸	49
六、生物素	50
七、叶酸	50
八、维生素 B ₁₂	51
九、 α -硫辛酸	52
十、维生素 C	52
第四节 维生素类药物的研究与应用	54
第四章 蛋白质的化学	55
第一节 概述	55
一、蛋白质的含量与分布	55
二、蛋白质的主要生物学作用	55
三、蛋白质的分类	57
第二节 蛋白质的化学组成	58
一、蛋白质的元素组成	58
二、蛋白质结构的基本单位	58
第三节 蛋白质的分子结构	61
一、蛋白质的一级结构	61
二、蛋白质的构象	67
三、蛋白质和多肽合成的基本原理	73
第四节 蛋白质的结构与功能	76

一、蛋白质一级结构与功能的关系	76
二、蛋白质空间构象与功能的关系	77
三、蛋白质结构与生物进化	79
第五节 蛋白质的性质	80
一、蛋白质分子的大小与形状	80
二、蛋白质变性与复性	80
三、蛋白质两性电离与等电点	81
四、蛋白质的胶体性质	82
五、蛋白质的沉淀反应	83
六、蛋白质的颜色反应	83
七、蛋白质的免疫学性质	84
第六节 蛋白质分离纯化与结构分析	85
一、蛋白质提取	85
二、蛋白质分离与纯化	86
三、蛋白质纯度鉴定与含量测定	90
四、蛋白质的结构鉴定技术	91
第七节 蛋白质类药物的研究与应用	92
一、激素类蛋白质药物	93
二、细胞因子类蛋白质药物	93
三、抗体类蛋白质药物	94
四、蛋白质类药物在全球药物市场中占重要地位	95
第五章 核酸的化学	96
第一节 概述	96
一、核酸的分子组成与基本结构单位	96
二、核酸的分子结构	100
三、核酸的主要生物学作用	116
第二节 核酸的理化性质	117
一、核酸的分子大小	117
二、核酸的溶解度与黏度	117
三、核酸的酸碱性	117
四、核酸的紫外吸收	118
五、核酸的变性、复性和杂交	118
第三节 核酸的分离与含量测定	120
一、核酸的分离纯化	120
二、核酸含量测定的原理	122
第四节 核酸类药物的研究与应用	123
一、核苷类药物	123
二、小核酸药物	123
三、核酸疫苗	123
四、基因治疗药物	124

第六章 酶	126
第一节 概述	126
一、酶的主要生物学作用	126
二、酶作用的专一性	126
三、酶的分类与命名	128
第二节 酶的化学本质与结构	129
一、酶的化学本质与分子组成	129
二、酶蛋白的结构	129
三、酶的辅助因子与功能	131
四、酶的结构与功能	133
第三节 酶的作用	134
一、酶作用的基本原理	134
二、酶作用的机制	135
第四节 酶促反应的动力学	137
一、底物浓度的影响	137
二、酶浓度的影响	140
三、pH 的影响	140
四、温度的影响	141
五、激活剂的影响	141
六、抑制剂的影响	142
第五节 酶的分离提纯与活性测定	149
一、酶的分离纯化	149
二、酶的活性测定	150
第六节 酶的多样性	151
一、酶原	151
二、寡聚酶	151
三、同工酶	152
四、诱导酶	153
五、调节酶	153
六、核酸类酶和抗体酶	155
第七节 酶类药物的研究与应用	156
一、酶在疾病诊断上的应用	156
二、酶在疾病治疗上的应用	157
三、其他	157

第二篇 物质代谢与能量转换

第七章 生物氧化	162
第一节 概述	162
一、生物氧化的基本概念	162
二、生物氧化的特点	162
第二节 线粒体氧化体系	163

一、呼吸链的主要组分	163
二、呼吸链中传递体的排列顺序	166
三、主要的呼吸链	168
四、ATP 的生成、利用与储存	169
五、细胞质中 NADH 的转运与氧化	175
第三节 非线粒体氧化体系	176
一、微粒体氧化体系	176
二、过氧化物酶体氧化体系	177
三、超氧化物歧化酶	178
第八章 糖代谢	180
第一节 概述	180
一、糖的消化	180
二、糖的吸收	180
三、糖代谢的概况	180
第二节 糖的分解代谢	181
一、糖的无氧分解	181
二、糖的有氧氧化	185
三、磷酸戊糖途径	191
第三节 糖原的合成与分解	192
一、糖原的合成作用	193
二、糖原的分解作用	193
三、糖原代谢的调节	195
四、糖异生	196
第四节 血糖水平的调节	200
一、血糖的来源和去路	200
二、血糖水平的调节	201
三、血糖水平异常与治疗	202
第九章 脂类代谢	204
第一节 概述	204
一、脂类的消化和吸收	204
二、脂类的储存	205
三、脂类的运输和血浆脂蛋白	205
第二节 脂肪的分解代谢	208
一、脂肪动员	209
二、甘油的氧化分解	209
三、脂肪酸的氧化分解	210
四、酮体的生成和利用	214
第三节 脂肪的合成代谢	216
一、 α -磷酸甘油的合成	217
二、脂肪酸的生物合成	217
三、脂肪的生物合成	223

第四节 类脂的代谢	223
一、磷脂的代谢	223
二、胆固醇的代谢	226
第五节 类二十烷酸生物合成	229
一、类二十烷酸生物合成前体	229
二、前列腺素和凝血噁烷的合成	229
三、白三烯的合成	230
第六节 脂类代谢失调与治疗药物	231
第十章 蛋白质的分解代谢	235
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 蛋白质的消化、吸收和腐败	237
一、蛋白质的消化	237
二、肽和氨基酸的吸收	238
三、蛋白质的腐败作用	239
第三节 细胞内蛋白质的降解	240
一、细胞内蛋白质降解过程中的重要物质	240
二、细胞内蛋白质的降解机制	241
三、细胞内蛋白质的降解途径	241
第四节 氨基酸的一般代谢	242
一、氨基酸在体内的代谢动态	242
二、氨基酸的脱氨基作用	243
三、氨的代谢	248
四、 α -酮酸的代谢	251
第五节 个别氨基酸的代谢	251
一、氨基酸的脱羧作用	251
二、氨基酸与“一碳单位”代谢	252
三、个别氨基酸代谢与疾病	256
第十一章 核酸与核苷酸代谢	258
第一节 核酸的消化与吸收	258
第二节 核酸的分解代谢	258
一、核酸的分解	258
二、单核苷酸的分解	259
三、嘌呤的分解	259
四、嘧啶的分解	260
第三节 核苷酸的生物合成	261
一、5-磷酸核糖焦磷酸的生成	261
二、嘌呤核苷酸的合成	261
三、嘧啶核苷酸的合成	265

四、脱氧核糖核苷酸的合成	266
第十二章 代谢和代谢调控总论	268
第一节 新陈代谢的概念和研究方法	268
一、物质代谢的概念	268
二、物质代谢的特点	269
三、能量代谢的概念	270
四、物质代谢研究方法	271
第二节 物质代谢的相互关系	273
一、蛋白质与糖代谢的相互联系	273
二、糖与脂类代谢的相互联系	274
三、蛋白质与脂类代谢的相互联系	274
四、核酸与糖、脂类和蛋白质代谢的相互联系	275
第三节 代谢调控总论	275
一、细胞或酶水平的调节	275
二、激素等信号分子和神经系统的调节	280
第四节 代谢及其调控药物	281
一、外源性代谢酶类药物	281
二、代谢酶活性调节类药物	281
三、代谢酶含量调节类药物	283

第三篇 遗传信息的传递

第十三章 DNA 生物合成	286
第一节 DNA 复制	286
一、DNA 的半保留复制	286
二、DNA 复制的方式	287
三、DNA 的半不连续复制	288
四、参与 DNA 复制的酶及蛋白质因子	288
五、DNA 复制过程	290
第二节 反转录与端粒	291
一、反转录	291
二、端粒	291
第三节 DNA 损伤与修复	293
一、DNA 损伤	293
二、DNA 的修复	293
第四节 基因突变与基因多态性	294
一、基因突变与进化	294
二、基因多态性与药物作用个体差异	295
三、体细胞突变与精准医疗	296
第十四章 RNA 生物合成	297
第一节 转录	297