



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

全国高等学校药学类专业第八轮规划教材配套教材
供药学类专业用

生物化学

学习指导与习题集

第2版

主编 杨 红

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



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

全国高等学校药学类专业第八轮规划教材配套教材
供药学类专业用

生物化学

学习指导与习题集

第2版

主 编 杨 红

副主编 郭 薇 赵勇山

编 委 (按姓氏笔画排序)

杨 红 (广东药科大学)

陆红玲 (遵义医学院)

周 展 (浙江大学药学院)

郑永祥 (四川大学华西药学院)

赵勇山 (沈阳药科大学)

顾志敏 (天津中医药大学)

顾取良 (广东药科大学)

郭 薇 (中国药科大学)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学学习指导与习题集/杨红主编.—2版.
—北京:人民卫生出版社,2016
ISBN 978-7-117-22369-0

I. ①生… II. ①杨… III. ①生物化学-医学院校-
教学参考资料 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 094362 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!

生物化学学习指导与习题集
第 2 版

主 编: 杨 红
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: 河北新华第一印刷有限责任公司
经 销: 新华书店
开 本: 787×1092 1/16 印张: 14
字 数: 349 千字
版 次: 2007 年 8 月第 1 版 2016 年 7 月第 2 版
2016 年 7 月第 2 版第 1 次印刷(总第 4 次印刷)
标准书号: ISBN 978-7-117-22369-0/R·22370
定 价: 29.00 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	药学历论(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	哈尔滨医科大学
		武 宏	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
13	药理学学习指导与习题集(第3版)	程能能	复旦大学药学院
	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
		娄红祥	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	中医药学概论(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	药学分子生物学(第5版)	张景海	沈阳药科大学
	药学分子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

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规划教材《生物化学》第8版(姚文兵主编)在第7版教材的基础上,根据生物化学基本理论和应用技术的发展以及药学学科的专业特色和研究应用,对部分章节和内容做了适当调整和补充完善。

为了帮助读者学习及复习,更好地掌握《生物化学》第8版教材的重点和难点内容,第8版教材编写者专门组织编写了这本《生物化学学习指导与习题集》作为第8版教材的配套辅导教材。

本书内容共分18章,与《生物化学》第8版教材的章节相对应,各章包括四部分内容:学习要求、要点概览、知识与能力测评及其参考答案。学习要求部分参考了目前各院校药学类专业普遍采用的教学大纲;要点概览部分提纲挈领地归纳总结了各章的主要内容;测评部分选用常见生物化学考试题型:单项选择题、填空题、名词解释和问答题,便于读者更好地掌握各章节的知识点。

在编写过程中,广东药科大学顾取良老师负责该书统稿工作,杨红教授审阅了全书稿。

该配套教材与主干教材有机结合,可供高等学校学生,尤其是药学类及相关专业的学生学习、复习与自学生物化学使用,也可供生物化学教师参考。

由于编者水平有限,编写时间较仓促,难免存在缺点与不足之处,敬请读者以及广大同仁批评指正。

编 者

2016年1月

绪论	1
----------	---

第一篇 生命的分子基础

第一章 糖的化学	5
第二章 脂类的化学	14
第三章 维生素	21
第四章 蛋白质的化学	30
第五章 核酸的化学	43
第六章 酶	57

第二篇 物质代谢与能量转换

第七章 生物氧化	77
第八章 糖代谢	85
第九章 脂类代谢	103
第十章 蛋白质的分解代谢	114
第十一章 核酸与核苷酸代谢	128
第十二章 代谢和代谢调控总论	136

第三篇 遗传信息的传递

第十三章 DNA 生物合成	149
第十四章 RNA 生物合成	158
第十五章 蛋白质生物合成	166

第四篇 药 学 生 化

第十六章 药物在体内的转运和代谢转化	177
第十七章 生物药物	185
第十八章 药物研究的生物化学基础	194

绪论

学习要求

1. 掌握 生物化学的概念和研究内容。
2. 熟悉 生物化学的原理和技术在药学学科中的应用。
3. 了解 生物化学的发展历史及其发展前景、生物化学的研究成果及新兴生物技术在生物医药研究中的应用。

【要点概览】

一、生物化学的研究内容

生物化学是生命的化学,是研究生物体的化学组成和生命过程中的化学变化规律的一门科学。它是从分子水平研究生物体内基本物质的化学组成、结构,以及在生命活动中这些物质所进行的化学变化(即代谢反应)的规律及其与生理功能的关系,从而阐明生命现象的本质,并把这些基础理论、原理和方法应用于相关科学领域和生产实践,以达到为人类服务的目的。

生物化学包括静态生物化学、动态生物化学和功能生物化学。静态生物化学研究组成生物体基本物质的化学组成、结构、理化性质、生物功能及结构与功能的关系;动态生物化学研究物质代谢的体内动态过程及在代谢过程中能量的转换和代谢调节规律;功能生物化学研究代谢反应与生理功能的关系。

二、生物化学与药学学科的关系及其在医药工业中的重要性

药学生物化学是研究与药学学科相关的生物化学理论、原理与技术及其在药物研究、生产、质量控制与临床应用的基础学科。

生物化学是现代药学学科的重要理论基础。中草药有效成分的分离纯化及作用原理的研究,常常应用生物化学的原理与技术;应用生物化学理论可以为新药的合理设计提供依据;近代药理学的研究理论和技术手段与生物化学密切相关;生化代谢与调控理论及其研究手段是生物药剂学的重要基础。

生物化学在制药工业生产实践中也起着重要作用。以生物化学、微生物学和分子生物学为基础发展起来的生物工程制药已经成为制药工业的一个新门类。

三、生物化学的发展

生物化学的发展分为三个阶段,每个时期都取得了重要的研究进展和重大突破。

1. 萌芽时期(1920 年以前) 研究内容以分析生物体内物质的化学组成、性质和含量为主。

2. 蓬勃发展时期(1950 年以前) 研究内容包括物质代谢途径及动态平衡、能量转化、光合作用、生物氧化、糖的分解和合成代谢、蛋白质合成、核酸的遗传功能、酶、维生素、激素、抗生素等的代谢。

3. 分子生物学时期(1950 年以后) 研究生命的本质和奥秘,如运动、神经、内分泌、生长、发育、繁殖等的分子机制。

(杨红)

第一篇

生命的分子基础

第一章 绪论

生命是自然界中最复杂、最奇妙的现象。生命体的存在依赖于各种物质的相互作用。生命体的基本组成单位是细胞，细胞内含有各种生物大分子，如蛋白质、核酸、糖类和脂类等。这些生物大分子在生命活动中起着至关重要的作用。

第二章 糖的分类

根据糖类物质水解单位的数目可分成以下几类：

1. 单糖：凡不能再水解成更小分子的糖称为单糖。单糖是糖类物质的基本结构单位。根据来源在分子中糖基的数目可分四类：四碳、五碳、六碳和七碳。

2. 双糖：由2~9个单糖分子组成，其分子量为180~360。双糖在自然界中广泛存在，如蔗糖、乳糖和麦芽糖等。

3. 多糖：由多个单糖聚合而成，其分子量可达数万至数百万。多糖在自然界中广泛存在，如淀粉、纤维素和糖原等。多糖在生命活动中起着重要的结构和功能作用。

第三章 蛋白质的组成

蛋白质是由氨基酸组成的生物大分子。氨基酸是蛋白质的基本组成单位。氨基酸在生命活动中起着重要的作用，如催化生化反应、调节生理功能等。蛋白质的结构和功能与其氨基酸序列密切相关。

蛋白质的合成是在核糖体上进行的。核糖体是由RNA和蛋白质组成的复合物。蛋白质的合成过程包括转录和翻译两个阶段。转录是将DNA的信息复制到RNA上，翻译是将RNA的信息翻译成蛋白质。

第一章 糖的化学

学习要求

1. 掌握 糖的概念和分类;多糖的分类;重要多糖的结构、性质及生理功能。
2. 熟悉 糖的主要生物学作用;多糖的提取、分离、纯化及结构分析的基本原理;多糖含量测定、分子量测定与纯度分析等理化性质研究方法基本原理。
3. 了解 糖的分布;糖基化工程和糖组学的概念。

【要点概览】

一、糖的概念

糖类是多羟基醛或多羟基酮及其聚合物和衍生物的总称,由碳、氢、氧3种元素组成,其分子式通常以 $C_n(H_2O)_n$ 表示。

二、糖的分类

根据糖类物质含糖单位的数目可分成以下几类。

1. 单糖 凡不能被水解成更小分子的糖称为单糖。单糖是糖类中最简单的一种,是组成糖类物质的基本结构单位。根据羰基在分子中的位置,可分为醛糖和酮糖;根据碳原子数目,可分为丙糖、丁糖、戊糖、己糖和庚糖。
2. 寡糖 由2~9个单糖分子构成,其中以双糖最普遍。寡糖和单糖都可溶于水,多数有甜味。
3. 多糖 由多个单糖聚合而成,分子量都很大。在水中不能成真溶液,有的成胶体溶液,有的根本不溶于水,均无甜味,也无还原性。多糖有旋光性,但无变旋现象,多糖中有些是与非糖物质结合的,称为复合糖。

三、糖的主要生物学作用

1. 作为能源及合成其他生物分子的碳源 糖可通过氧化释放出大量的能量;糖在自然界还是能量贮存的一种重要形式;淀粉、糖原也能转化为生命必需的其他物质。
2. 作为结构成分 如植物茎秆的主要成分纤维素、细胞间质中的黏多糖、细胞结构中的糖蛋白和糖脂等。
3. 具有复杂多样的生物学活性 戊糖是核苷酸的重要组成成分,1,6-二磷酸果糖可治疗急性心肌缺血性休克,多糖类则广泛用于免疫系统、血液系统和消化系统等疾病的治疗。

四、多糖的分类

1. 多糖按其来源分类

(1) 植物多糖:一类是水溶性多糖,多数没有细胞毒性而其药物质量通过化学手段较易控制,已成为当今新药研究的发展方向之一;另一类是水不溶性多糖,如淀粉、纤维素等。

(2) 动物多糖:从动物的组织、器官及体液中分离、纯化得到的多糖多数为水溶性的黏多糖,也是最早用作药物的多糖。

(3) 微生物多糖:主要对肿瘤治疗及调节机体免疫效果显著。

(4) 海洋生物多糖:从海洋、湖沼生物体内分离、纯化得到的多糖,具有较为广泛的生物学效应。

2. 多糖按其在生物体内的生理功能分类

(1) 贮存多糖:作为碳源底物贮存的一类多糖,在需要时可通过生物体内酶系统的作用分解而释放能量,故又称为贮能多糖。淀粉和糖原分别是植物和动物的最主要贮存多糖。

(2) 结构多糖:构成细菌细胞壁或动、植物的支撑组织所必需的物质,为水不溶性多糖,具有硬性和韧性,在生长组织进行合成。

3. 多糖按其组成成分分类

(1) 同聚多糖(均一多糖):由一种单糖缩合而成。

(2) 杂聚多糖(不均一多糖):由不同类型的单糖缩合而成。

(3) 黏多糖(糖胺聚糖):一类含氮的不均一多糖,其化学组成通常为糖醛酸及氨基己糖或其衍生物,有的还含有硫酸。

(4) 结合糖(糖复合物):指糖和蛋白质、脂质等非糖物质结合的复合分子。主要有:糖蛋白(糖与蛋白质以共价键结合,其中糖的含量一般小于蛋白质)、蛋白聚糖(也是糖与蛋白质以共价键结合,其中蛋白质的含量一般小于多糖)、糖脂(是糖和脂类以共价键结合形成的复合物,组成和总体性质以脂为主体)和脂多糖(也是糖与脂类结合形成的复合物,与糖脂不同的是在脂多糖中以糖为主体成分)。

五、重要多糖的化学结构与主要生物学作用

1. 淀粉 植物中最重要的贮藏多糖,在植物中以淀粉粒状态存在,是供给人体能量的主要营养物质。淀粉是由 α -D-葡萄糖单位构成的链状结构,可溶于热水的是直链淀粉,不溶的是支链淀粉。直链淀粉是由 α -D-葡萄糖以 α -1,4-糖苷键相连而成的直链结构,分子通常卷曲成螺旋形,每一圈有6个葡萄糖分子,遇碘产生蓝色;支链淀粉的分子比直链淀粉大,是由多个较短的 α -1,4-糖苷键直链(通常为24~30个葡萄糖单位)结合而成,每两个短直链之间的连接为 α -1,6-糖苷键,支链淀粉遇碘产生紫红色。

淀粉水解进程中产生的一系列分子大小不等的多糖称为糊精。水解时一般先生成淀粉糊精(遇碘呈蓝色),继而生成红糊精(遇碘呈红色)、无色糊精(与碘不显色)以及麦芽糖,最终生成葡萄糖。

2. 糖原 又称动物淀粉,是动物体内的贮存多糖,主要存在于肝及肌肉中。

糖原也是由 α -D-葡萄糖构成的同聚多糖,它的结构与支链淀粉相似,也是带有 α -1,6分支点的 α -1,4-葡萄糖多聚物,但分支比支链淀粉多,每一短链含8~10个葡萄糖单位。

糖原遇碘产生红色,彻底水解后产生D-葡萄糖。肌肉中的糖原为肌肉收缩所需的能