

农林课程提高与应试丛书

生物化学

典型题解析及自测试题

主 编 王保莉

编 者 王保莉 赵惠贤 文建雷

主 审 郭蔼光

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书与郭蔼光主编的面向 21 世纪课程教材《基础生物化学》(高等教育出版社出版)配套。全书分为两部分:第一部分典型题解析共分十五章,每章有内容提要、典型题解析、习题三个模块;第二部分包括四套自测试题和五套研究生入学试题;书中附录给出了各章习题及自测试题的答案。

本书可作为农林高等院校学生学习生物化学课程的辅助教材,也可作为报考硕士研究生复习辅导材料。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学典型题解析及自测试题/王保莉主编;赵惠贤,文建雷编. —西安:西北工业大学出版社,2001. 12

(农林课程提高与应试丛书)

ISBN 7 - 5612 - 1416 - 2

I. 生… II. ①王… ②赵… ③文… III. 生物化学-高等学校-教学参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 075974 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:029 - 88493844

网 址: www.nwpup.com

印刷者:长安县第二印刷厂印装

开 本:850mm×1 168mm 1/32

印 张:9.875

字 数:237 千字

版 次:2002 年 3 月第 1 版 2004 年 6 月第 3 次印刷

印 数:8 001~12 000 册

定 价:14.00 元

前 言

生物化学是高等学校生物类及农业院校各专业普遍开设的一门重要的基础课。通过本课程的学习,不仅将为学习有关后续课程和掌握专业知识打好基础,而且为更好地掌握生物科学领域的新技术、新方法创造条件。此外,本门课程也是全国高校生物化学与分子生物学类专业硕士研究生入学考试的必考科目。由于生物化学是生命科学领域发展迅速的学科之一,内容日渐增多,而授课课时又普遍偏少,课堂教学中没有多少时间来讲例题,因此初学者面对许多复杂的分子结构、代谢反应等有关的习题感到困惑。为了帮助学生学好本门课程,以及帮助考研人员系统地复习,我们编写了本书。

本书分为两部分,第一部分典型题解析共分十五章,简要说明了各章节的重点与难点,并通过对若干典型例题的分析、解答,帮助学生巩固所学知识,掌握正确的解题方式,提高解题能力。书中所编例题、习题大多来自历年的本科生考试题、研究生入学试题,针对学生在考试、作业中较常出现的问题,突出了题目的典型性和代表性。第二部分自测试题包括四套模拟试题和五套研究生入学考试题。书中附录给出了各个章习题及自测试题的答案。

参加本书编写的有王保莉、赵惠贤、文建雷等,全书由王保莉统稿,并任主编,由郭蔼光教授主审。

在编写过程中,本书得到了文树基教授的热忱关心与悉心指导;西北农林科技大学生命科学学院的领导和教研室的同志,也在各个方面给予大力支持,在此表示衷心的感谢。在本书的自测试题中我们从王克夷、祁国荣编的《中国科学院硕士研究生入学考试

试题与解答——生物化学》中选用了两套研究生生物化学入学考试题,在此对编者表示谢意。

鉴于时间仓促,编者水平有限,不足乃至错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 3 月

序

□ 李振岐^{*}

21 世纪，社会对德才兼备的高素质科技人才的需求更加迫切。通过行之有效的途径和方法培养符合时代要求的优秀人才，是摆在全社会尤其是高等院校和科学研究院（所）面前的一个艰巨而现实的问题。

为了强化素质教育，使大学生学有所长，增强才智，高等教育部门各有关单位对高等学校公共基础课、技术基础课到专业课的整个教学过程做了大量细致的工作。与之相配合，不少出版社也相继出版了指导学生理解、领会教学内容，增强分析、解决问题能力的辅导读物，其中多数是面向理工院校学生的。这些辅导读物，极大地满足了大学生学习相关课程的需求。

对于农林院校来说，学生们同样需要合适的参考书来帮助他们掌握课程重点和难点，明确解题思路、方法和技巧，提高课程学习能力和水平。不过，这类读物目前比较少见。基于此，西北工业大学出版社的同志们深入作者、读者之中，进行深入的市场调查研究，在广泛听取意见的基础上，组织了众多在农林院校执教多年，具有较高学术造诣的一线教师，精心编撰了这套旨在有效指导农林院校学生学习相关课程，为今后参加课程结业考试、

^{*} 李振岐，男，中国工程院院士，植物病理学家和小麦锈病专家，我国小麦锈病研究和植物免疫学教学的主要奠基人之一。现为西北农林科技大学植保系教授、博士生导师，杨凌国家农业高新技术产业示范区专家组组长。

研究生入学考试及为以后工作提供帮助的参考书。

该套丛书首批推出 9 种，所有书稿几经修改，并经同行专家审定。内容选材符合课程基本要求，并且重在加深对知识的理解和提高读者分析问题、解决问题的能力。我热情地向大家推荐这套丛书，希望它能对广大读者的学习有所帮助，更期望它能在强化素质教育、推动教学改革方面起到积极作用。

李松岐
2001年10月

出版说明

随着经济建设的快速发展和科教兴国战略的实施，社会对高素质专业人才的需求更加迫切。崇尚知识，攻读学位，不仅是一种知识价值的体现，更是社会进步的标志。

过去，农林院校因为带着个“农”字，故一向不在热门之列。不过今年情况有所不同，因为“九五”特别是“十五”规划、“西部大开发”战略的实施，农业开发得到重视，农业单位的积极性得到调动，农业院校毕业生就业的形式随之发生变化。以河南农业大学为例，今年毕业1 000人，用人单位的需求达到了3 000人，西南农业大学毕业生的供需比则达到了1:4，许多农业院校尤其是重点院校的毕业生也变得甚为“抢手”，专业方面畜牧、园艺显得比往年更热，一些冷门专业也开始受到青睐。预计在未来的几年里，将会有更多的单位投身到农业建设中，同时也需要更多的农林院校毕业生。

为了配合全国各农林院校加强高素质、知识型人才的培养，西北工业大学出版社精心策划和组织编写了《农林课程提高与应试丛书》，首期推出9种公共基础课，其他课程将陆续出版。

本丛书具有以下4大特点。

1. 选题新颖，独树一帜

根据市场需求，全国首家有针对性、有计划性地推出整套农林院校课程的辅导学习用书，填补市场空白，一改广大农林院校学生找不到相关辅导书的尴尬局面。

2. 紧扣大纲，严把尺度

丛书紧紧围绕国家教育部制定的教学大纲和研究生入学考试

大纲，按照“基础知识 - 例题解析 - 自测实战”的主线，把握住内容的深浅程度，既保证课程学习时开卷有益，又能对复习应试行之有效。

3. 重视能力，提高技巧

丛书严格遵从不管是课程学习还是考试，其最终目的都是为了提高学生分析问题、解决问题的能力这一主旨，重在通过阐明基础要点及典型例题解析来引导学生掌握学习知识和解决实际问题的方法与技巧，以提高个人的综合素质。

4. 选材得当，重点突出

参加本丛书编写的作者均是从事教学工作多年的资深教师，因此，在丛书内容的取舍、材料的选编以及文字表达方面能更胜一筹，使丛书内容详略得当，材料全而不滥，讲解精而易懂，注释简明扼要。

本丛书的出版得到了多方面的支持和关心，西北农林科技大学、中国农业大学、华中农业大学、华南农业大学、西南农业大学等单位的有关人士为本丛书的出版出谋划策，提出了许多建设性的意见和建议。79 岁高龄的中国工程院院士、西北农林科技大学李振岐教授，献身教育事业 50 余年，德高望重，学识渊博，他在百忙之中出任本丛书的编委会主任，并为本丛书作序，充分肯定了本丛书的价值。为此，我们一并表示衷心的感谢。

我们坚信，这套丛书将为在书海中勤奋进取的同学们指引一条通向成功的捷径，也必将成为在知识海洋中遨游的学子们不断搏击、获取胜利的力量源泉。

丛书编委会

2001 年 10 月

农林课程提高与应试丛书编委会

- 主任委员

李振岐 (中国工程院院士, 西北农林科技大学博士生导师, 教授)
- 副主任委员

张波 (西北农林科技大学副校长, 教授)

王蒂 (甘肃农业大学校长, 教授)

周泽扬 (西南农业大学副校长, 教授)

修耀华 (贵州大学副校长, 教授)

何慧星 (石河子大学副校长, 教授)

张近乐 (西北工业大学出版社社长, 副编审)
- 委员

刘光祖 卢恩双 张继澍 贺学礼

赵晓农 周文明 张社奇 王保莉
- 丛书策划

何格夫

目 录

第一部分 典型题解析

第一章 核酸的结构与功能	1
一、内容提要	1
二、典型题解析	3
三、习题	6
第二章 蛋白质化学	12
一、内容提要	12
二、典型题解析	15
三、习题	20
第三章 酶	26
一、内容提要	26
二、典型题解析	29
三、习题	35
第四章 脂类与生物膜	41
一、内容提要	41
二、典型题解析	48
三、习题	50
第五章 糖类分解代谢	56
一、内容提要	56
二、典型题解析	62
三、习题	66

第六章 生物氧化与氧化磷酸化	73
一、内容提要	73
二、典型题解析	79
三、习题	85
第七章 糖的生物合成	92
一、内容提要	92
二、典型题解析	96
三、习题	100
第八章 脂类代谢	106
一、内容提要	106
二、典型题解析	110
三、习题	115
第九章 蛋白质的酶促降解和氨基酸代谢	121
一、内容提要	121
二、典型题解析	122
三、习题	126
第十章 氨基酸生物合成	129
一、内容提要	129
二、典型题解析	132
三、习题	136
第十一章 核酸的酶促降解和核苷酸代谢	140
一、内容提要	140
二、典型题解析	142
三、习题	145
第十二章 核酸的生物合成	150
一、内容提要	150
二、典型题解析	154
三、习题	158

第十三章 蛋白质的生物合成	167
一、内容提要	167
二、典型题解析	169
三、习题	174
第十四章 代谢调节	178
一、内容提要	178
二、典型题解析	181
三、习题	186
第十五章 抗体	195
一、内容提要	195
二、典型题解析	196
三、习题	198

第二部分 自测试题

自测试题一	201
自测试题二	208
自测试题三	214
自测试题四	221
2002 年西北农林科技大学研究生	
入学生物化学试题	229
2001 年西北农林科技大学研究生	
入学生物化学试题(A)	234
2001 年西北农林科技大学研究生	
入学生物化学试题(B)	238
1999 年中国科学院硕士研究生	
入学生物化学试题(A)	241
1999 年中国科学院硕士研究生	

入学生物化学试题(B)	247
附录 习题与自测试题答案	253
附录一 习题答案	253
附录二 自测试题答案	298
参考文献	302

第一部分 典型题解析

第一章 核酸的结构与功能

一、内容提要

(一) 本章重点

本章初步介绍了核酸的生物功能和核酸的种类、分布及化学组成。应重点掌握 DNA 的分子结构和核酸的重要理化性质,为进一步学习核酸代谢及核酸研究方法奠定基础。

核酸是生物体最关键的组成物质,在个体发育、生长、繁殖、遗传和变异过程中起着极为重要的作用。其中最重要的就是储存和传递遗传信息。核酸是分子生物学中最重要的研究领域。

核酸分为两大类:DNA 和 RNA。所有生物细胞都含有这两类核酸。但病毒则不同,DNA 病毒只含 DNA, RNA 病毒只含 RNA。

DNA 一般集中于细胞核(或原核细胞的拟核区);线粒体、叶绿体也有少量的 DNA;原核生物的“核外”DNA 是质粒 DNA。RNA 主要存在于细胞质。细胞中的 RNA 有三种: mRNA (占 RNA 的 5%,是蛋白质合成的模板)、rRNA (占 80%,是核糖体的

骨架)和 tRNA(占 15%,是蛋白质合成中氨基酸的转运者)。

核酸基本单位是核苷酸,它是由核苷酸缩合而成的长链。DNA 主要由四种脱氧核糖核苷酸组成,RNA 主要由四种核糖核苷酸组成。核苷酸由戊糖(核糖或 2'-脱氧核糖)、含氮杂环碱基(嘌呤碱或嘧啶碱)和磷酸组成。此外,RNA 中还有多种含量极少的稀有碱基。

在核酸分子中,核苷酸残基通过 3',5'-磷酸二酯键依次连接,形成直线形或环形。多核苷酸链都有一定的方向性,每一条线形核苷酸链的一端为 5'端,另一端为 3'端。通常将 5'端写在左边,3'端写在右边。核酸的一级结构指核酸分子中核苷酸残基的排列顺序或称碱基序列。

Watson 和 Crick 在 Chargaff 和其他人工作基础上,根据对 DNA 的 X 射线晶体衍射图和化学分析的结果,于 1953 年提出了 DNA 双螺旋结构模型,为分子生物学和分子遗传学的发展奠定了基础。该模型表明,DNA 分子是由两条反平行的多聚脱氧核糖核苷酸链沿分子中心轴相互盘绕成右手螺旋,磷酸-戊糖构成的骨架在外侧,碱基平面垂直于分子中心轴,层叠于双螺旋内侧;螺旋直径为 2.0 nm,碱基堆积距离为 0.34 nm,两个核苷酸之间的夹角为 36°,每一圈双螺旋含 10 个核苷酸;两条链上的碱基按 A-T, G-C 配对互补,彼此以氢键相连。故一条链的序列确定之后,可以推知另一条互补链的序列。互补链的碱基间的氢键、碱基堆积力以及 DNA 与环境中金属离子等的相互作用,是稳定 DNA 双螺旋结构的主要因素。目前普遍认为,Watson-Crick 双螺旋代表了 DNA 在溶液中的构象,为 B 型 DNA。此外,还存在 A 型、Z 型双螺旋和三股螺旋 DNA。除少数病毒 RNA 外,RNA 均为单链,由于存在碱基互补区,可形成链内局部双螺旋。

核酸在紫外光区(240~290 nm)有强烈吸收,最大吸收值在 260 nm 附近,这一特性被用于核酸的定性和定量测定。当受到高

温、极端 pH 或尿素等变性剂的作用时,核酸将发生解链成为无规则卷曲的单链而称为变性。由于核酸变性,破坏了碱基堆积,从而导致 260 nm 紫外吸收增加,称为增色效应。把热变性过程中光吸收达到最大吸收一半的温度称为 DNA 的熔解温度(T_m)。在一定的溶剂条件下,DNA 的 T_m 与其 G - C 碱基对的含量呈正相关。DNA 热变性后,如果将溶液迅速冷却,DNA 仍保持单链状态;若使溶液逐渐降温至低于 T_m 的 20°C ,则彼此分开的链将重新缔合成双链 DNA,称为复性或退火。不同来源的 DNA 或 DNA 与 RNA 链经退火处理形成杂合的双链 DNA 或 DNA - RNA 杂合分子称为分子杂交。

(二) 本章难点

核酸的种类、分布及化学组成以及 DNA 的分子结构。

二、典型题解析

例 1.1 由结核分枝杆菌提纯的 DNA 样品中含有腺嘌呤的摩尔分数 $x_{\text{腺嘌呤}}$ 为 15.1%。计算其他碱基摩尔分数(百分含量)。

解 根据 Chargaff 法则,在 DNA 分子中 $x_A = x_T$, $x_G = x_C$, 因而该 DNA 样品中 $x_A = x_T = 15.1\%$ 。

$$x_{G+C} = (100 - 2 \times 15.1)\% = 69.8\%, \quad x_G = x_C = 34.9\%$$

例 1.2 一个双螺旋 DNA 分子中有一条链的 $x_A = 0.30$, $x_G = 0.24$ 。(1)说明这一条链上的 T 和 C 的摩尔分数;(2)互补链上的 A, G, T 和 C 的摩尔分数。

解 (1) 已知 $x_A = 30\%$, $x_G = 24\%$

所以 这条链上 $x_{T+C} = 1 - (x_A + x_G) = 46\%$

(2) 根据 Chargaff 规则, $x_A = x_T$, $x_G = x_C$

所以 互补链上 $x_T = 30\%$, $x_C = 24\%$, $x_{A+G} = 46\%$

例 1.3 一个 DNA 的相对分子质量为多少时,它的长度可达到 16.4 nm?

解 设这个 DNA 的相对分子质量为 M_r

双链 DNA 的 $\frac{\text{质量}}{\text{长度}}$ 大约是 2×10^6 ($\text{Da}^{①}/\text{nm}$)

$$2 \times 10^6 = \frac{M_r}{16.4}$$

$$M_r = 16.4 \times 2 \times 10^6 = 3.28 \times 10^7$$

所以,该 DNA 的相对分子质量为 3.28×10^7 Da。

例 1.4 一个双链 DNA 分子的相对分子量是 3×10^7 Da,

(1) 计算这个 DNA 分子的长度。

(2) 计算这个 DNA 分子的体积。

(3) 计算这个 DNA 分子含有多少螺旋。

解 (1) 每对核苷酸残基的平均相对分子质量按 670 计算,这个 DNA 分子含有的脱氧核酸酸对为

$$\frac{3 \times 10^7}{670} = 44\,776 \text{ 核苷酸对(bp)}$$

因为 DNA 双螺旋中每对核苷酸升高 0.34 nm, 所以, 此 DNA 分子长度 = $44\,776 \times 0.34 \text{ nm} = 1.522 \times 10^4 \text{ nm} = 1.522 \times 10^{-3} \text{ cm}$

(2) 我们可以把这个 DNA 分子看做一个圆柱体, 它的高即为 $1.522 \times 10^{-3} \text{ cm}$, 直径为 $2 \text{ nm} = 2 \times 10^{-7} \text{ cm}$, 故此 DNA 分子的体积 = $\pi R^2 h = 3.14 \times \left[\frac{2 \times 10^{-7}}{2} \right]^2 \times (1.522 \times 10^{-3}) = 4.78 \times 10^{-17} \text{ cm}^3$ 。

(3) DNA 双螺旋中, 每 10 个核苷酸对为一个螺旋, 所以 DNA 分子含有 $44\,776 \div 10 \approx 4\,478$ 个螺旋。

① Da(道尔顿)是一种质量单位, 等于一个氧原子质量的 $1/16$ 。 $1\text{Da} \approx 1.65 \times 10^{-24} \text{ g}$, $1 \text{ g} \approx 6 \times 10^{23} \text{ Da}$, 常用 kDa 或 kD 表示千道尔顿。