

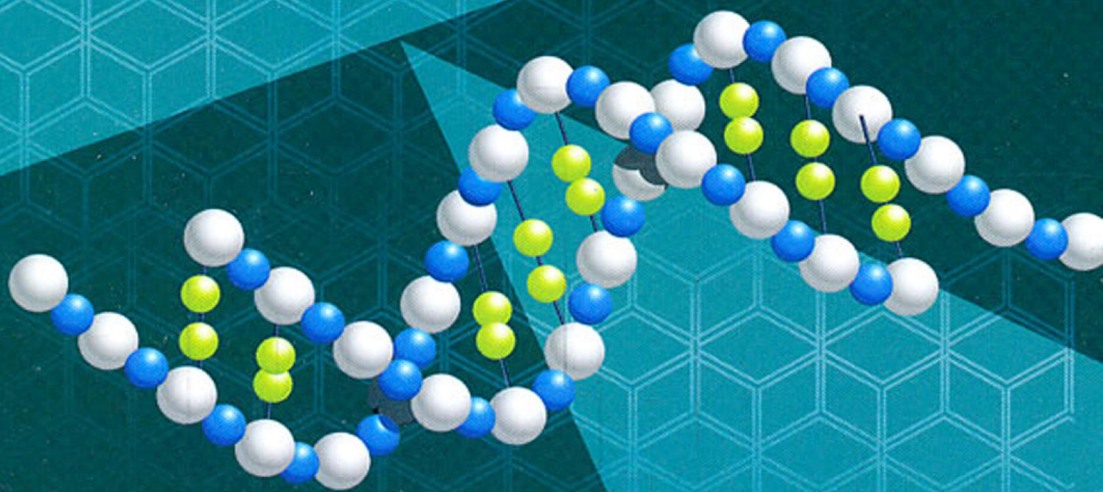
经典教材辅导用书 · 生物系列



生物化学

辅导与习题详解

熊 丽 宋发军 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

经典教材辅导用书·生物系列

生物化学辅导与习题详解

主 编	熊 丽	宋发军	
副主编	郑永良	朱世明	袁永泽
	赵玉宏		
编 者	罗 勤	陈明清	周巧巧
	李 娜	耿 辉	李 睿
	刘德立	袁均林	丁书茂
	徐慧琴	曾丽霞	张炜莹
	胡 庆		

华中科技大学出版社

中国·武汉

本书为帮助学生整理和巩固生物化学课堂所学知识,并兼顾备战考研而编写。全书以王镜岩主编的《生物化学》为蓝本,参考多个版本的国内外主流教材,精选近年来部分重点大学和中科院等科研院所的考研真题,并进行详尽解析,同时编者将教学过程中总结的概念与知识点、重点及难点等编成知识要点,方便学生理解和记忆。每章后均有答案精解。书后还设有包括选择题、名词解释和问答题的双语习题解析。本书简明扼要,内容丰富,可供高等院校生物类各专业及其他相关专业的教师和学生参考使用,尤其适合报考研究生的学生复习总结和冲刺自查之用。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学辅导与习题详解/熊丽 宋发军 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2011.1

ISBN 978-7-5609-6920-6

I. 生… II. ①熊… ②宋… 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(2011)第 016883 号

生物化学辅导与习题详解

熊丽 宋发军 主编

策划编辑:胡章成

责任编辑:胡章成

封面设计:潘群

责任校对:祝菲

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:850mm×1168mm 1/32

印 张:15.5

字 数:522千字

版 次:2011年1月第1版第1次印刷

定 价:28.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

生物化学是生物学、医学、药学、农学等相关专业的重要基础课和必修课,也是一门知识点多、专业术语丰富,而且需要扎实的物理、化学等基础知识的学科,学生学习起来较吃力。生物化学的理论和方法已经渗透到生物学的每一个分支学科中,所以现在生物学类的研究生入学考试中,约 90% 的考生都要考生物化学这门课程。为帮助学生整理和巩固生物化学课堂教学知识,并兼顾备战考研,我们精心编写了这本书,供大家参阅。

本书共分十七章,涵盖了高等院校基础生物化学教学大纲要求的主要内容,同时将双语生物化学有关习题独立列为一部分,供进行双语教学的教师和学生选用。每章分为四个部分:① 知识要点,主要对本章主要内容作简明扼要的概括,帮助学生在庞杂的知识体系中抓住重点和难点;② 例题解析,选择一些经典习题,进行详尽的解析,重在帮助学生理清解题思路,培养分析问题和解决问题的能力;③ 习题精选,作者结合自己多年教学经验并参考国内部分重点大学和中科院等科研院所近三年的考研真题,精心编写了练习题,这些练习题新颖,内容全面,具有科学性、前瞻性和实用性;④ 参考解答,参考解答详略得当,要点突出,有利于学生掌握重点和难点。最后还精心编写了双语生物化学习题及解答,包括选择题 94 个、几乎所有的生物化学英文名词以及重要问答题 21 个。本书在覆盖了基础知识的前提下,也为学有余力的学生准备了一定深度的难题,不仅为在校本科生学习生物化学课程提供课后辅导和练习,同时在知识的广度和深度上满足考研学生的需要,成为考研学生复习备考生物化学必备的参考书之一。

本书的编者均是多年从事科研、教学和考研辅导的一线教师。

其中第三、十二章由朱世明编写；第四、十章由郑永良编写；第五、七章由宋发军编写；第六、十一、十三章由袁永泽编写；第十四、十五章由陈明清编写；第十六、十七章由罗勤编写；第一、二、八、九章及双语习题部分由熊丽和周巧巧编写，全书最后由熊丽统稿。编写中引用了相关院校和科研院所部分考研试题，鉴于时间关系，不能一一联系，在此对这些单位的命题老师表示感谢。

尽管我们尽了最大的努力来编写本书，但由于才疏学浅，书中错误和不足在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2011年1月于华中师范大学

目 录

第一章 导论	(1)
知识要点	(1)
例题解析	(5)
习题精选	(7)
参考解答	(8)
第二章 水	(13)
知识要点	(13)
例题解析	(14)
习题精选	(16)
参考解答	(17)
第三章 糖类的化学	(20)
知识要点	(20)
例题解析	(25)
习题精选	(29)
参考解答	(31)
第四章 脂类和生物膜化学	(34)
知识要点	(34)
例题解析	(41)
习题精选	(44)
参考解答	(50)
第五章 蛋白质化学	(58)
知识要点	(58)
例题解析	(62)
习题精选	(64)

参考解答	(94)
第六章 核酸化学	(123)
知识要点	(123)
例题解析	(128)
习题精选	(136)
参考解答	(153)
第七章 酶化学	(171)
知识要点	(171)
例题解析	(174)
习题精选	(175)
参考解答	(191)
第八章 维生素与辅酶	(203)
知识要点	(203)
例题解析	(205)
习题精选	(207)
参考解答	(213)
第九章 激素	(218)
知识要点	(218)
例题解析	(219)
习题精选	(221)
参考解答	(225)
第十章 生物能学与生物氧化	(228)
知识要点	(228)
例题解析	(233)
习题精选	(237)
参考解答	(242)
第十一章 糖代谢	(253)
知识要点	(253)
例题解析	(258)

习题精选	(265)
参考解答	(280)
第十二章 脂质代谢	(295)
知识要点	(295)
例题解析	(303)
习题精选	(307)
参考解答	(312)
第十三章 氮代谢	(319)
知识要点	(319)
例题解析	(328)
习题精选	(335)
参考解答	(348)
第十四章 DNA 的生物合成	(362)
知识要点	(362)
例题解析	(368)
习题精选	(371)
参考解答	(385)
第十五章 RNA 的生物合成	(401)
知识要点	(401)
例题解析	(407)
习题精选	(408)
参考解答	(424)
第十六章 蛋白质的生物合成	(436)
知识要点	(436)
例题解析	(441)
习题精选	(443)
参考解答	(444)
第十七章 代谢调控与细胞信号转导	(447)
知识要点	(447)

例题解析.....	(450)
习题精选.....	(453)
参考解答.....	(454)
 双语生物化学习题集.....	 (456)
Part I Multiple choice	(456)
Part II Terms	(473)
Part III Essay questions	(475)
参考文献.....	(486)

第一章 导 论



知识要点

(一) 引言

生物化学(biochemistry)是用化学的理论和方法研究生物体的化学组成和生命过程中化学变化规律的一门学科,简言之,生物化学就是研究生命活动的化学本质。它所涉及的主要内容有:生物分子的化学结构和空间构象;生物分子的相互作用;生物分子的合成与降解;能量的保存与利用;生物分子的组装和协调;遗传信息的贮存、传递和表达。

按照目前发展趋势,更多的学者倾向于认为:生物化学是研究生物分子特别是生物大分子之间相互作用、相互影响以表现生命活动规律的科学,使生物化学更接近于分子生物学。分子生物学是研究核酸、蛋白质等生物大分子的结构、功能及其调控的一门科学。

(二) 生物化学的起源

1. 医学

在医学上,生物化学主要是对血液、尿和组织的化学成分进行分析,以便诊断疾病。

2. 生理学

在生理学上,生物化学主要是对生理过程的物质变化进行研究。

3. 有机化学

生物化学主要是对自然界存在的有机成分进行研究。

(三) 发展阶段

1. 静态生物化学

20 世纪之前,用有机化学的方法研究生物体的化学组成,阐明这些成分的理化性质。

2. 动态生物化学

20 世纪初至 20 世纪中叶,利用离体器官、组织切片、组织匀浆及精制的纯酶等作为研究对象进一步研究生物体内各种组成物质的代谢变化,以及生物活性物质(如酶、维生素和激素等)在代谢变化中的作用。

3. 机能生物化学

20 世纪中叶以后,生物化学的研究结合了生理机能,并注意了环境对机体代谢的影响。

4. 分子生物学时代

近二三十年,生命科学工作者对生命有机大分子的结构、性质、功能和相互作用的基本规律进行了深入了解,使人们可能在分子水平上认识生命的本质。

(四) 生化发展进程中的里程碑(重大事件、重要人物)

(1) 法国的著名化学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier),他发现磷燃烧后成为磷酸,硫燃烧后成为硫酸,磷酸和硫酸都分别比磷和硫重,这表明燃烧并不是失去了“燃素”(phlogiston),而是跟氧结合的过程。拉瓦锡通过燃烧试验和呼吸试验,彻底推翻了燃素说(the phlogiston theory)。

(2) 德国化学家李比希(Justus von Liebig)在 1842 年撰写了《有机化学在生理学与病理学上的应用》一书,首次提出了新陈代谢这个学术概念。

(3) 法国化学家维勒(F. Wohlen)用人工无机物(氰酸铵)合成了哺乳动物的代谢产物——尿素,说明了生命的产物和无机化合物一样,都可以离开“生命力”而在体外合成。

(4) 1904 年克努普(F. Knoop)提出了脂肪酸体内氧化的“ β 氧化学说”。1945—1955 年英国化学家桑格尔(F. Sanger)用十年时间,完成了牛胰岛素的氨基酸组成结构分析,这是第一个蛋白质组成结构的分析。

(5) 德裔英国生物化学家克雷布斯(H. A. Krebs)于 1930 年发现了哺乳动物体内尿素合成的途径,1937 年又提出了三羧酸循环理论,并解释了机体内所需能量的产生过程,以及糖、脂肪、蛋白质的相互联系及相互转变机理。克雷布斯于 1953 年获诺贝尔生理学或医学奖。

(6) 德裔美国生物化学家李普曼(F. A. Lipmann)于 1945 年发现并分离出辅酶 A,证明其对生理代谢的重要性,开创了代谢反应研究的一个重要领域,并于 1953 年获诺贝尔奖。辅酶 A 可用于治疗某些由于代谢失调而引起

的疾病。

(7) 1953 年沃森(J. D. Watson)和克里克(F. H. C. Crick)提出了 DNA 双螺旋三维结构模型。这一模型的建立,揭开了生物遗传信息传递的秘密,从遗传物质结构变化的角度解释了遗传性状突变的原因,标志着遗传学完成了由“经典”向“分子”时代的过渡。

(8) 1965 年 9 月 17 日,人工合成胰岛素在中国首次完成,这也是世界上第一个蛋白质的全合成。这一成果促进了生命科学的发展,开辟了人工合成蛋白质的时代。

(9) 1978 年 F. Sanger 提出了末端终止法测定核苷酸顺序。

(10) 1982 年塞克(T. R. Cech)等在四膜虫中发现了具有催化活性的 RNA——Ribozyme(核酶)。

(11) 1997 年英国 I. Wilmut 等运用羊的体细胞(乳腺细胞)克隆出了羊——克隆羊多莉。克隆是人类在生物科学领域取得的一项重大技术突破,反映了细胞核分化技术、细胞培养和控制技术的进步。

(12) 人类基因组计划的实施。由美、英、日、德、法、中六国参与的国际人类基因组计划是人类文明史上最伟大的科学创举之一,其核心内容是测定人基因组的全部 DNA 序列,从而获得人类全面认识自我的最重要的生物学信息。中国于 1999 年 9 月 1 日正式加入该计划,承担了 1% 人类基因组(约三千万个碱基)的测序任务。2003 年 4 月 14 日,中、美、日、德、法、英六国科学家宣布人类基因组序列图绘制成功,人类基因组计划的所有目标全部实现,这一进度比原计划提前两年多。已完成的序列图覆盖人类基因组所含基因区域的 99%,精确率达到 99.99%。

(五) 生物化学研究的内容

1. 化学组成——生物大分子

在研究生命形式时,首先要了解生物体的化学组成,测定其含量和分布。这是生物化学发展的开始阶段的工作,曾称为叙述生化。

生物体由多种化学元素组成,其中 C、H、O 和 N 四种元素的含量占活细胞量的 99% 以上。各种元素构成约 30 种的小分子化合物,这些小分子化合物可进一步合成生物大分子,所以把它们称为生物分子(biomolecules)或构件分子(building block molecules)。例如,20 种 L- α -氨基酸是蛋白质的构件分子,4 种核苷酸是核酸的构件分子,单糖可构建成为多糖,脂肪酸可构建成为多

种脂类化合物。当前研究的重点为生物大分子的结构与功能,特别是蛋白质和核酸,二者是生命的基础物质,在生命活动中起着关键性的作用。

天然氨基酸虽然只有 20 种,但可合成数量繁多的蛋白质。由于不同的蛋白质具有特殊的一级结构(氨基酸残基的线性序列)和空间结构,因而具有不同的生理功能,从而能体现瑰丽多彩的生命现象。现在已从单一蛋白质的研究深入至细胞或组织中所含有的全部蛋白质,即蛋白质组(proteome)的研究,将研究蛋白质组的学科称为蛋白质组学(proteomics)。

蛋白质的一级结构是由核酸决定的,人类基因组(genome)即人的全部遗传信息是由 23 对染色体组成,含 2.9×10^9 碱基对。测定基因组中全部 DNA 的序列,将为揭开生命的奥秘迈开一步。将研究基因组的结构与功能的科学称为基因组学(genomics),研究目前所知 3 万至 4 万个基因的功能及其与生命活动的关系,这就是后基因组计划(post-genome project)。

生物大分子需要进一步组装成更大的复合体,然后装配成亚细胞结构、细胞、组织、器官、系统,最后成为能体现生命活动的机体,这些都是尚待研究和阐明的问題。

2. 物质代谢、能量代谢及代谢调节

组成生物体的物质不断地进行着多种有规律的化学变化,即新陈代谢(metabolism)或物质代谢,一旦这些化学反应停止,生命即告终结。可见,新陈代谢是生命存在的基本特征,生物体一方面需要与外界环境进行物质交换,同时在体内进行各种代谢变化,以维持其内环境的相对稳定;通过代谢变化将摄入营养物中储存的能量释放出来,供机体活动所需。要维持体内错综复杂的代谢途径有序地进行,需要有严格的调节机制,否则代谢的紊乱可影响正常的生命活动,从而发生疾病。因此,研究物质代谢、能量代谢及代谢调节规律是医学院校生物化学课程的主要内容,也称为动态生化。

3. 基因的复制、表达及调控

遗传信息传递的“中心法则”,可以说是分子生物学的中心法则。DNA 是储存遗传信息的物质,通过 DNA 复制(replication)可形成结构完全相同的两个拷贝,将亲代的遗传信息真实地传给子代。DNA 分子中的遗传信息又如何表达的呢? 现知基因表达的第一步是将遗传信息转录(transcription)成 RNA, RNA 作为蛋白质合成的模板,并决定蛋白质的一级结构,即将遗传信息翻译(translation)成能执行各种各样生理功能的蛋白质。上述过程涉及生物的生长、分化、遗传、变异、衰老及死亡等生命过程,体内存在着一整套严密

的调控机制,包括一些生物大分子之间的互相作用,如蛋白质与蛋白质、蛋白质与核酸、核酸与核酸间的作用。

例题解析

一、选择题

1. (首都师范大学 2008 年)2007 年,新发现 DNA 分子上具有()。

A. 甲基修饰 B. 磷酸化修饰 C. S 修饰 D. 烷基化修饰

【解析】DNA分子的硫修饰,是DNA甲基化修饰系统之外的又一项新发现,是中科院院士、武汉大学教授邓子新领衔的科研团队,联合英美科学家,在众多细菌DNA分子上发现了一种新的硫(S)修饰。相关论文近期在国际微生物领域顶级刊物《分子微生物学》上发表。

【答案】 C

2. (四川大学 2008 年)著名科学家 Merrifield 与下列哪一个领域的重大贡献有关? ()

A. Ribozyme

B. Abzyme

C. 肽和蛋白质的人工合成

D. PCR

【解析】 罗伯特·布鲁斯·梅里菲尔德(Robert Bruce Merrifield),美国生物化学家,1984年诺贝尔化学奖获得者,最主要的贡献是发明了固相肽合成技术,把多肽合成推向了一个崭新的时代。

【答案】 C

二、简答题(含论述)

1. 为什么说生物分子都是含碳分子?

【解析】该论述题主要考察的是对生物分子是含碳化合物的理解。

碳原子的外层能与其他原子贡献的电子通过共用电子对形成四个共价键,从而表现出共价键的多面性。碳原子通常与 H、O、N 及碳原子本身形成一个、两个、三个或四个共价键。碳的共价键有两个特别值得注意的性质:① 碳原子与自身形成共价键的能力;② 被键合的碳原子周围的四个共价键的四面体性质。这种特性对于碳原子形成线性、有分支或环状化合物的多样性是极其重要的,这种多样性由于 N、O 和 H 原子的参与而进一步扩大。由于 N、O 和 H 的参与,这些含碳化合物的结构和性质对于构成生物分子、尤其是生物大分子是必需的。

2. 如何理解生物大分子构件方向性和分子互补性的生物学意义?

【解析】 该论述题主要考察的是对生物大分子的方向性和分子互补性的掌握。

(1) 生物大分子和它们的构件具有方向性,这方面的例子很多,譬如,蛋白质的 N 端和 C 端,其构件氨基酸分子的 L 型优势;核酸的 3'-5'磷酸二酯键,其核糖分子的 D 型优势等。这种方向性使很多生物分子除了参与代谢转变外,还是信息分子,即也参与代谢调节;另一方面,这种方向性也是使生物大分子具有结构互补性(以便相互识别)的潜在要求。

(2) 生物分子的互补性是分子相互识别和作用的基础。识别的过程是由非共价键介导的。如果一种分子的结构与另一种分子的结构是互补的(如激素和它的受体),那么两者之间的相互作用就能准确地实现。结构互补性是生物分子识别的基本要素,为认识生物系统的功能特征提供了思路。酶和它的底物、抗原和它的抗体、精子和卵子的相互识别与作用都涉及分子间的结构互补性。

3. 从生物分子的分级来说,蛋白质、核糖体和线粒体三者之间,哪一个的级别最高,哪个最低?

【解析】 蛋白质只是由它的单体氨基酸借肽键连接而成的大分子,核糖体是由几种 RNA 和多种蛋白质装配而成的超大分子聚合体,线粒体是由膜包围着的,内含许多无机离子、小分子代谢物、生物大分子和超分子聚合体,因此,在给出的生物分子的分级中,线粒体的级别最高,蛋白质的级别最低。

4. (上海交通大学 2007 年)简述 2006 年度诺贝尔生理学或医学奖得奖项目的主要内容。

【解析】 2006 年 10 月 2 日,瑞典卡罗林斯卡医学院宣布,将 2006 年诺贝尔生理学或医学奖授予两名美国科学家安德鲁·菲尔和克雷格·梅洛,以表彰他们发现了 RNA 干扰现象。

卡罗林斯卡医学院在颁奖声明称,今年诺贝尔医学奖获得者发现了一个有关控制基因信息流程的关键机制。人们的基因组通过从细胞核里的 DNA 向蛋白质的合成机制发出合成蛋白质的运作指令,这些指令通过 mRNA 传送。美国科学家菲尔和梅洛公布了他们发现一种可以从特定基因降解 mRNA 的方式,在这种 RNA 干扰现象中,双链 RNA (double-stranded RNA) 以一种非常明确的方式抑制了基因表达。

植物、动物、人类都存在 RNA 干扰现象,这对于基因表达的管理、参与

对病毒感染的防护、控制活跃基因具有重要意义。RNA 干扰已经作为一种强大的“基因沉默”技术而出现。这项技术被全球的实验室用来确定各种病症中哪种基因起到了重要作用。RNA 干扰作为研究基因运行的一种研究方法已被广泛应用于基础科学,它可能在将来产生新的医学治疗方法。

习题精选

一、选择题

- (四川大学 2008 年)下列中国学术刊物中,水平最高的是()。
 - 生物化学与生物物理学报
 - 中国生物化学与分子生物学报
 - 生物工程学报
 - 微生物学报
- (厦门大学 2007 年)谁最先证实了 DNA 的半保留复制?()
 - Inman R. & Schnos M.
 - Meselson M. & Stahl F.
 - Okazaki R.
 - Gilbert W.
- (中科院北京 2007 年)2006 年诺贝尔化学奖授予真核转录分析基础研究的开拓者,其主要贡献是()。
 - 阐明了 DNA 酶促生物合成
 - 阐明了真核 RNA 酶促生物合成
 - 在电子显微镜照片上发现 R-loop
 - 捕捉了 DNA 的复制过程
- (中科院北京 2007 年)J. C. Kendrew 和 M. F. Perutz 由于研究下列哪两个蛋白质而获得 1962 年诺贝尔化学奖?()
 - 细胞色素 C,细胞色素氧化酶
 - 肌红蛋白,血红蛋白
 - 胰岛素,核糖核苷酸酶
 - 肌动蛋白,肌球蛋白

二、填空题

- (华中师范大学 2008 年)英国学者 Sanger 两次获得诺贝尔奖,第一次是因为他_____,第二次是由于他_____。
- (华中师范大学 2009 年)2008 年诺贝尔化学奖授予美国日裔科学家下村修(Osamu Shimomura)、美国科学家马丁·查尔菲(Martin Chalfie),以及美国华裔科学家_____,他们三人在发现和研究_____方面有突出成就。

三、简答题(含论述题)

- (东北师范大学 2007 年)在生物化学领域内,列举两个或两个以上的获得诺贝尔奖的重大发现,并阐述其在生物化学历史发展过程中的重要意义。

2. (武汉大学 2009 年)什么是 HapMap 计划、ENCODE 计划、Jim 计划、Proteome 计划? 这些计划与人类基因组计划有何联系? 这些计划对分子生物学的发展和揭示生命活动的分子机制有什么影响和意义?

3. (中科院水生所 2009 年)简介绿色荧光蛋白在生物化学研究中的应用及其发现过程对培养创造性思维的启示。

4. 如何理解细胞是生命活动的基本单位?

5. 简述下列细胞器在细胞内的功能:线粒体、细胞核、内质网、高尔基体。

参 考 解 答

一、选择题

1. A

2. B 1958 年 Meselson M. 和 Stahl F. 利用氮标记技术在大肠杆菌中首次证实了 DNA 的半保留复制。

3. D 科恩伯格成为第一个成功地将脱氧核糖核酸(DNA)的复制过程捕捉下来的科学家,他第一次将基因的这一转录过程细致地描述下来,使了解基因的转录过程成为可能。

4. B 肯德鲁和他的英国同事佩鲁茨使用 X 射线衍射分析法,以血红蛋白和肌红蛋白作为研究对象,精确地推断出在没有大质量原子的情况下血红蛋白分子的结构,接着肌红蛋白分子的结构也研究出来了,这样就可以模拟出它们的立体模型。

二、填空题

1. 成功地测定了胰岛素的精细结构 利用酶解图谱法确定了 RNA 中各种碱基的排列顺序和 DNA 中核苷酸的排列顺序

2. 钱永健 绿色荧光蛋白

三、简答题(含论述题)

1. 答 (1)2006 年诺贝尔化学奖,瑞典皇家科学院把它授予了美国科学家罗杰·科恩伯格,以奖励他在真核转录的分子基础研究领域作出的贡献。科恩伯格成为第一个成功地将脱氧核糖核酸(DNA)的复制过程捕捉下来的科学家。基因中遗传信息的转录和复制是地球上所有生物生存和发展必然经历的过程,科恩伯格教授有关真核转录的研究第一次将基因的转录过程细