

生 物 化 学

——习题入门

W.B. Wood J.H. Wilson 著
R.M. Benbow L.E. Hood

姚仁杰 刘德富 李德昌 译
张庭芳 齐书莹 茹炳根 校
 徐长法

北京大学出版社

内 容 简 介

本书包括蛋白质的生物学结构与化学、生物能学与新陈代谢、遗传信息的贮存和表达等三篇共二十一章。每章包括概念的陈述，15至25道习题及答案，并附有参考资料的书目。

本书内容新颖，习题构思富有启发性，解答详实，并附有插图400张及专业术语的汉英对照词汇表，可作为高等院校大学生、研究生学习生物化学的参考书，并可供有关教师和科研工作者阅读参考。

生 物 化 学

——习题入门

姚仁杰 刘德富 李德昌 译
张庭芳 齐书莹 茹炳根 校
徐长法

责任编辑：卞宇宽

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京东升印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 16开本 32印张 600千字
1987年7月第一版 1987年7月第一次印刷

印数：00001—8,000册

统一书号：13209·162 定价：5.95元

前 言

耳闻之，不如目见之，
目见之，不如实践之。

(中国古代谚语)

《生物化学——习题入门》的新版，和第一版一样体现了我们的信念：要想精通生物化学，唯一的途径就是去实践。听讲，阅读和作笔记，均为学习的重要环节，但是，积极分析实验数据和解决具体问题，必将导致更深入的理解。这本书着重于习题，旨在帮助学习生物化学的学生体验上述的谚语。

本书的范围

生物化学曾作为一门描述性的科学而获得了发展。天然产物化学家对生物化合物的分类，和早期生理化学家对酶促途径的阐述，为二十世纪五十年代学习生物化学的学生提供了多种多样令人眼花缭乱的化学结构和反应。但是，随后在了解生物能学、代谢调控、遗传、进化以及生命起源方面所取得的进展，使生物化学转变成为一门比较有系统有条理的学科，同时生物化学自身的原理也正变得简单明了起来。

二十世纪六十年代和七十年代早期，生物化学所面临的主要挑战是要提供一幅把细胞作为一个行使功能的化学系统的活体图象。这一挑战至少对最简单的细胞来说已经成功地给以解决了。未来的挑战则是要求尽可能完善地在分子水平上来理解更为复杂的称为有机体的系统。为此，不仅需要了解细胞的内部化学，而且必须了解细胞间交换的化学。希望这个修订版将有助于迎接上述的挑战。本书包括穿过膜的交换，生理学，细胞结构，分子遗传学，以及重组DNA技术等新的章节，以及传统的生物化学内容。

本书的使用

本书可以单独用作包括大分子结构、生物能学、代谢和基因表达等这样一些一学期的导论性课程的基本教材。在那些学时多的课程中，本书作为更综合性的生物化学教科书的一种补充材料和辅助读物，也被证明是有价值的。不论作为正式课程还是非正式课程，本书编写的目的在于鼓励自学和促进独立思索。

每章包括概念的陈述，15至25道习题，以及另列的答案部分。概念部分介绍每个论题的最基本的材料，包括解答所附习题所需的全部资料。如果学生初次接触这些材料，他们将能从每章所提供的参考读物中得到教益。在每章概念部分的末尾，我们从新近的文献中提供若干参考书刊和文章，以及四本使用较广的综合性生物化学教科书：A.L. Lehninger著的《生物

化学》(第三版); D.E.Metzler著的《生物化学——细胞的化学反应》; L.Stryer著的《生物化学》(第二版); A.White, P.Handler, E.Smith, R.Hill和I.R.Lehman合著的《生物化学原理》(第六版)。

与每一论题有关的习题,是按难度增加的顺序编排的。头几道题是打算用来说明基本概念的,因此可以直接使用书中那些概念来解答。后面的习题要求较高,可能涉及数据分析,实验设计,或重新组合基本概念。在习题部分介绍某些特殊问题时,还引进了许多重要的概念和技术。为了便于参考,将这些概念列在有关章节的概念部分的末尾。

习题的解法在答案部分有详细的说明。答案部分是本书许多潜在的教学价值之所在。对于那些要求较高的习题,它们的答案是这样编写的,即头一两句或给解答一个提示,或帮助学生把握答题的正确方向。不论学生能否自己独立解答这些问题,我们要求他们做完每个答案,因为有许多在答案部分介绍的思想,并未包括在概念部分。

除有答案的习题之外,每章还包括1至3道未予解答的习题,这种习题旁边标有星号(☆)。有关这些习题的解答,教师可向出版者书面申请索取。

本版的新特点是广泛地应用计算机获得的体视图象来说明三维的分子形状。这些引人注目的图象是由Richard Feldmann创作的,并以三联图形式给出,这样在立体成象时可体现最大的灵活性。三联图可与一般的体视仪一起使用,但是只要稍加训练,即使没有观察辅助器也能进行立体观察,训练方法见第四章附录中的说明。

致谢

在筹划本版时,我们从许多给出版社提供过修订意见的教师的经验中获益非浅。我们感谢指导全书修订的主编Jin Behnke,出版责任编辑John Hamburg和排版编辑Gloria Joyce所给予的大力帮助。我们感激Cecile Durag-Bito给我们精心绘制图表,感激Joan Hargis, Kraig Emmert, Alan Mewbourne和Baylor医学院医学绘图室全体成员,在立体三联图的制版和印刷中给我们提出意见和帮助。我们特别对国立卫生研究院计算机研究及技术部的Richard J. Feldmann为本书制作所有的体视三联图以及封面的彩色三联图并提供计算机图象所表现的耐心和慷慨致以谢意。最后,并对承受我们这个耗日费时的工作的家人和同事们表示感谢。

在修订过程中,我们增加了很多新的材料,重写了许多需要更新的章节。但是,我们仍尽力保留了第一版的风格、版式和大体的编写结构。我们深信,本书无论对学生物化学的学生还是教师都将继续有用。

W.B. Wood
J.H. Wilson
R.M. Benbow
L.E. Hood

(姚仁杰 译)

译 者 的 话

生物化学在最近半个世纪中已经从一门描述性科学发展成为具有统一原理、互相关联、分子水平的精密科学。生物化学这一发展也使它本身成为更有条理性、逻辑性和比较容易理解的一门科学，并且为分析、阐明生物学中的重大问题提供了一个强有力的武器。

怎样才能学好生物化学呢？系统听讲和认真阅读能使人们学到一些基本概念、基本原理和基本知识。但要深入理解、融会贯通，还要靠实践。生物化学作为一门实验科学，通过实验训练和研究的直接经验来获得知识是一条重要的途径。但人们不能事事通过直接经验，因此，通过习题练习，认真分析别人的实验数据，研究和解决所提出的某些具体问题，这种实践也是人们获得知识的另一条很有效的途径。《生物化学——习题入门》〔Biochemistry, A Problems Approach(Second edition)〕一书就是应用后一种教学形式，通过习题来启发和加深人们对生物化学领域中的基本概念、基本原理和实验技术的理解。

但是《生物化学——习题入门》一书更重要的作用在于培养人们独立思考和分析问题、解决问题的能力。在当前教学改革中，已经提出了在给予学生知识的同时，要着重注意能力的培养。本书主要让学生采用自学的方式，通过习题的练习，灵活应用生物化学的原理和方法，来提高自己的分析问题和解决问题的能力。这正是当前教学工作中迫切需要改进的一个重要方面。

本书的作者主要参考了四本在美国很多大学中广泛应用的综合性教科书：A.L. Lehninger著《生物化学》(第三版)；D.E. Metzler著《生物化学——活细胞的化学反应》；L. Stryer著《生物化学》(第二版)；A. White等合著《生物化学原理》(第六版)所概括的一些资料，以及新近的一些书刊、文章中的有用资料，编成三篇二十一章以及有关核酸缩合反应的分析的附录。各章分别介绍了每个论题的基本概念，并构思了若干重要的和富有启发性的习题，以及一些可供选择的解释和资料，以启迪读者的学习和思索。最后再逐题给出正确的答案。

本书在编排上的独到之处和很有创造性的编写手法是引人注目的。如习题的安排是由易到难，由浅入深，就体现了教育学原则。另一特点是应用电子计算机产生的“三联图”来显示生物大分子的三维图象。这种直观教学使人们对生物大分子能有一个清晰的立体概念。

我国现在已有自编和翻译的多种生物化学综合性教科书和实验教材，但还缺少生物化学的习题集。我们翻译这本书的目的之一是想填补这个空白。同时由于本书的编写特点在我国自编的生物化学教材中还是少见的，希望能成为一本具有实用价值的参考书，并对国内的教材编写提供一种借鉴；并希望这个译本的出版，对生物化学教学工作的改进能够起到一定的推动作用。

必须指出，限于译者们的水平，虽然力求做到忠实于原文的科学含义和文章的基本结构，也仍然未能避免在译文中可能出现的错、讹。对于原作者流畅的文笔也没有充分表达出来。时至译本即将问世之际，我们仍以为是一件深感歉然的憾事。均请读者不吝指正和赐教。

本书的前言、第一、二、三、四、五、六和十四章由姚仁杰译，第七、八、十六章由李德昌译，第九、十、十二、十三章由张庭芳译，第十一、十五章由茹炳根译，第十七、十九、二十一章和有关核酸缔合反应的分析的附录由刘德富译，第十八、二十章由齐书莹译。全部译文均由徐长法同志统一校正。因为译者多，内容庞杂，给校改工作增加了很大的难度，译者们谨向徐长法同志深致谢意。为了帮助读者熟习本书涉及的专业词汇，并由徐长法、王兰仙、邝宇宽、姚仁杰等同志编成了英、汉对照的词和词组的汇总表附于书后。

我们还要感谢张龙翔教授为推荐翻译本书，并对部分译文进行了审阅的盛意。

感谢为译本拍图照、制版、编辑加工和出版等方面给予了大力支持和帮助的同志们。

姚仁杰执笔

于北京大学生化教研室
一九八五年秋

目 录

第一篇 蛋白质的生物学结构与化学

| | |
|------------------------------|--------|
| 第一章 生命物质的化学特征 | (2) |
| 概念 | (2) |
| 1.1 大多数有机体只由十六种化学元素组成 | (2) |
| 1.2 非共价键在生物学结构中的重要性 | (3) |
| 1.3 有机体几乎全部由水和三十种小分子前体所构成 | (4) |
| 1.4 大分子是小分子前体的聚合物 | (6) |
| 1.5 巨大的结构是由大分子装配成的 | (6) |
| 1.6 蛋白质在生命系统中起中心作用 | (6) |
| 参考资料 | |
| 习题 | (7) |
| 答案 | (9) |
| 第二章 氨基酸 | (12) |
| 概念 | (12) |
| 2.1 氨基酸能形成两性离子 | (12) |
| 2.2 氨基酸的行为既象酸又象碱 | (12) |
| 2.3 蛋白质中氨基酸通过肽键相连接 | (14) |
| 2.4 氨基酸的特性决定多肽的性质 | (15) |
| 2.5 氨基酸可用纸电泳和纸层析分离 | (16) |
| 2.6 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (16) |
| 参考资料 | (16) |
| 习题 | (17) |
| 答案 | (23) |
| 第三章 多肽的一级结构 | (31) |
| 概念 | (31) |
| 3.1 分析大多数氨基酸顺序的通用方法 | (31) |
| 3.2 还原断开二硫键; 烷基化防止二硫键的再形成 | (31) |
| 3.3 多肽完全水解后测定氨基酸组成 | (31) |
| 3.4 鉴定末端氨基酸可用特异的化学方法或酶促方法 | (31) |
| 3.5 特异氨基酸残基处的链内断裂使用肽破裂成特定的片段 | (34) |
| 3.6 重叠肽是决定大肽段的次序所必需的 | (36) |
| 3.7 未被还原的多肽断裂后可确定二硫键的位置 | (36) |
| 3.8 用于微量顺序分析的蛋白质顺序分析仪 | (36) |
| 3.9 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (36) |
| 参考资料 | (37) |

| | |
|--|---------|
| 习题 | (37) |
| 答案 | (48) |
| 第四章 蛋白质构象 | (57) |
| 概念 | (57) |
| 4.1 多肽的氨基酸顺序决定它在溶液中的构象 | (57) |
| 4.2 在维持蛋白质构象方面非共价相互作用起着主要作用 | (57) |
| 4.3 溶液中多肽折叠的结果使自由能降至最低 | (57) |
| 4.4 在水环境中天然蛋白质的内部含有大部分非极性侧链， 外部含有大部分极性侧链 | (58) |
| 4.5 许多蛋白质是由于分子内的二硫键而稳定的 | (59) |
| 4.6 蛋白质结构中有四级组织水平 | (59) |
| 4.7 α -螺旋和 β -折叠片是蛋白质中常见的重复结构形式 | (59) |
| 4.8 用X-射线衍射法确定几种蛋白质的三维结构 | (61) |
| 4.9 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (63) |
| 附录 观察体视三联图 | (65) |
| 4A.1 在正常的双眼视觉过程中，辐辏和聚焦是互相关联的 | (65) |
| 4A.2 用肉眼进行体视观察要求辐辏与聚焦各自独立 | (66) |
| 4A.3 肉眼体视观察是一种经过训练学到的技巧 | (67) |
| 4A.4 近侧辐辏和远侧辐辏体视观察的不同效果 | (68) |
| 参考资料 | (69) |
| 习题 | (69) |
| 答案 | (78) |
| 第五章 分子缔合的原则 | (83) |
| 概念 | (83) |
| 5.1 生物学结构是根据几个一般原则进行装配的 | (83) |
| 5.2 分子的缔合遵守分子互补原则 | (83) |
| 5.3 分子的缔合遵守对称原则 | (84) |
| 5.4 完全旋转对称的分子聚集体是一簇封闭的原体 | (84) |
| 5.5 分子的挠性能使原体变得不等同 | (87) |
| 5.6 具有平移对称或螺旋对称的分子聚集体是末端开口的链 | (88) |
| 5.7 生物螺旋体是构成真核细胞的细胞构造成分 | (88) |
| 5.8 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (91) |
| 参考资料 | (91) |
| 习题 | (92) |
| 答案 | (103) |
| 第六章 生物膜 | (110) |
| 概念 | (110) |
| 6.1 膜的生物发生涉及磷脂和蛋白质的装配 | (110) |
| 6.2 液态镶嵌模型是最满意的膜结构模型 | (111) |

| | |
|--|---------|
| 6.3 在膜中蛋白质定向的不对称性 | (111) |
| 6.4 原核细胞有一个单一的膜包围的分隔腔 | (111) |
| 6.5 真核细胞具有若干功能上专化了的内部分隔腔 | (112) |
| 6.6 转运蛋白可增加膜对特异分子的通透性 | (113) |
| 6.7 几乎任何两个膜都可以融合 | (113) |
| 6.8 专化了的胞间联结在组织内连接细胞 | (115) |
| 6.9 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (115) |
| 参考资料 | (115) |
| 习题 | (116) |
| 答案 | (123) |
| 第七章 溶液中的蛋白质和酶的作用机理 | (128) |
| 概念 | (128) |
| 7.1 蛋白质的表面基团决定溶液的酸碱性质和溶解性质 | (128) |
| 7.2 分离蛋白质的几种常用技术依赖于蛋白质的酸碱性质和溶解度性质 | (128) |
| 7.3 酶的催化作用和专一性取决于酶活性部位的表面基团 | (129) |
| 7.4 大多数酶都通过一般酸-碱催化或共价催化发生作用 | (130) |
| 7.5 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (133) |
| 参考资料 | (133) |
| 习题 | (133) |
| 答案 | (137) |
| 第八章 酶的动力学 | (144) |
| 概念 | (144) |
| 8.1 经典的酶促反应呈现速度对底物浓度的双曲线关系 | (144) |
| 8.2 米-曼氏方程式可定量地描述大多数酶促反应的动力学 | (145) |
| 8.3 利用图解法根据实验数据测定的 K_M 和 $V_{m, \max}$ 值 | (146) |
| 8.4 抑制剂降低酶促反应的速度 | (147) |
| 8.5 改变调节酶的动力学性质以应答专一的配基 | (148) |
| 8.6 用简单的双态模型说明调节酶的动力学 | (149) |
| 8.7 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (150) |
| 参考资料 | (151) |
| 习题 | (151) |
| 答案 | (159) |
| 第二篇 生物能学与代谢作用 | (175) |
| 第九章 生物能学与代谢作用的战略 | (176) |
| 概念 | (176) |
| 9.1 有机体依靠消耗从环境中获得的能量将原料变成生命物质 | (176) |
| 9.2 生物能量的转化服从于热力学定律 | (176) |
| 9.3 有机体从氧化还原反应中获得能量 | (177) |
| 9.4 ATP是自由能的通用载体 | (179) |

| | |
|--|---------|
| 9.5 NADH和NADPH是氢和电子的通用载体 | (181) |
| 参考资料 | (183) |
| 习题 | (184) |
| 答案 | (187) |
| 第十章 分解代谢的原理与糖的分解 | (194) |
| 概念 | (194) |
| 10.1 所有的有机体都有共同的分解代谢过程 | (194) |
| 10.2 酵解是糖类初始分解的中心途径 | (195) |
| 10.3 糖原分解动员葡萄糖储备以产生ATP | (196) |
| 10.4 酵解能分解其它己糖 | (197) |
| 10.5 磷酸葡萄糖酸途径是化养生物中还原力的主要来源 | (200) |
| 10.6 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (200) |
| 参考资料 | (200) |
| 习题 | (201) |
| 答案 | (208) |
| 第十一章 脂类和蛋白质的分解 | (213) |
| 概念 | (213) |
| 11.1 辅酶在催化许多分解代谢反应中起着辅助作用 | (213) |
| 11.2 脂肪酸通过连续的 β -氧化循环被降解为乙酰CoA | (213) |
| 11.3 氨基酸降解为丙酮酸, 乙酰CoA和TCA循环的中间物 | (215) |
| 11.4 丙酮酸、乙酰CoA和TCA循环中间物在TCA循环中被氧化成 CO_2 | (217) |
| 11.5 TCA循环的安排对动物具有营养上的重要性 | (220) |
| 11.6 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (220) |
| 参考资料 | (221) |
| 习题 | (221) |
| 答案 | (225) |
| 第十二章 电子传递和氧化磷酸化作用 | (230) |
| 概念 | (230) |
| 12.1 在呼吸作用中电子从供体分子传递给外部受体 | (230) |
| 12.2 ADP到ATP的氧化磷酸化是通过化学渗透机理与电子传递相偶联的 | (232) |
| 12.3 化学渗透偶联过程尚未完全弄清 | (232) |
| 12.4 三种抑制剂可阻断氧化磷酸化作用 | (234) |
| 12.5 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (234) |
| 参考资料 | (234) |
| 习题 | (234) |
| 答案 | (239) |
| 第十三章 光合作用 | (243) |
| 概念 | (243) |

| | | |
|-------------|----------------------------------|----------------|
| 13.1 | 光养有机体能够利用可见光的能量 | (243) |
| 13.2 | 光养有机体含有吸收光子能量的色素 | (243) |
| 13.3 | 光敏色素被组织成专门的捕光结构 | (243) |
| 13.4 | 叶绿素能吸收一个光子而放出一个高能电子 | (244) |
| 13.5 | 光系统通过化学渗透机理驱动ATP合成 | (245) |
| 13.6 | 光系统 I 能以循环方式或非循环方式运转 | (246) |
| 13.7 | 不放氧的和放氧的光养生物利用不同电子供体进行非循环电子传递 | (246) |
| 13.8 | 光合作用的初始产物是葡萄糖 | (247) |
| 13.9 | 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (247) |
| | 参考资料 | (247) |
| | 习题 | (248) |
| | 答案 | (254) |
| 第十四章 | 穿过膜的转运 | (259) |
| | 概念 | (259) |
| 14.1 | 蛋白质调节大多数穿过膜的交换 | (259) |
| 14.2 | 转运蛋白催化溶质穿过膜的扩散 | (259) |
| 14.3 | 媒介转运可以是被动的、主动的或偶联的 | (261) |
| 14.4 | 主动转运需要能量 | (261) |
| 14.5 | 所有的主动转运过程都是与产能反应偶联的 | (262) |
| 14.6 | 主动转运是定向的 | (263) |
| 14.7 | 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (264) |
| | 参考资料 | (264) |
| | 习题 | (264) |
| | 答案 | (269) |
| 第十五章 | 生物合成原理和糖的合成 | (273) |
| | 概念 | (273) |
| 15.1 | 所有的生物合成途径都具有共同的特征 | (273) |
| 15.2 | 化养生物中糖的合成类似酵解的逆转 | (274) |
| 15.3 | 大多数动物不能从乙酰CoA合成糖 | (274) |
| 15.4 | 光养生物由CO ₂ 经卡尔文循环合成葡萄糖 | (274) |
| 15.5 | 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (276) |
| | 参考资料 | (278) |
| | 习题 | (278) |
| | 答案 | (283) |
| 第十六章 | 脂类、氨基酸和核苷酸的生物合成 | (289) |
| | 概念 | (289) |
| 16.1 | 脂肪和磷脂是由乙酰CoA和甘油合成的 | (289) |
| 16.2 | 氨基酸是从糖代谢中间产物合成的 | (290) |
| 16.3 | 核苷酸是通过两个主要途径合成的 | (294) |

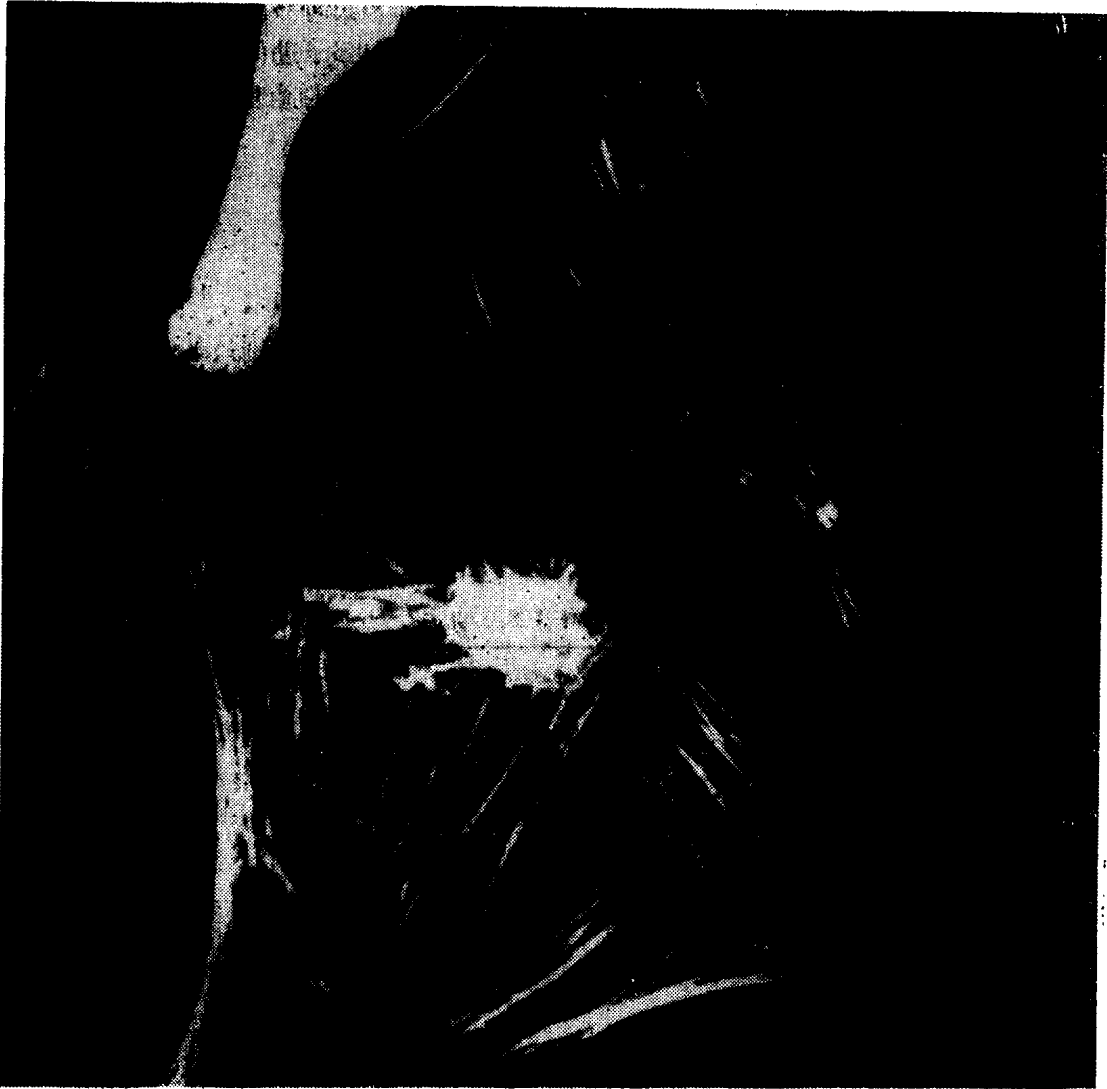
| | | |
|-------------|---------------------------|---------|
| 16.4 | 人体内生物合成的局限性具有重要的营养后果 | (297) |
| 16.5 | 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (298) |
| | 参考资料 | (298) |
| | 习题 | (298) |
| | 答案 | (304) |
| 第三篇 | 遗传信息的贮存和表达 | (311) |
| 第十七章 | 核酸结构 | (312) |
| | 概念 | (312) |
| 17.1 | DNA和RNA是核苷酸的线形聚合物 | (312) |
| 17.2 | 核苷酸链是根据简单的规则配对的 | (313) |
| 17.3 | 在适当的条件下发生核酸的变性和复性 | (315) |
| 17.4 | 所有细胞都将遗传信息贮存在双链DNA中 | (317) |
| 17.5 | 细胞双链DNA被组织成染色体 | (317) |
| 17.6 | 遗传信息的新组合是由DNA顺序的重组产生的 | (318) |
| 17.7 | DNA中的遗传信息被转录到几类RNA中 | (320) |
| 17.8 | 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (321) |
| | 参考资料 | (321) |
| | 习题 | (321) |
| | 答案 | (331) |
| 第十八章 | DNA的复制和修复 | (340) |
| | 概念 | (340) |
| 18.1 | 细胞染色体复制遵循的几个简单规则 | (340) |
| 18.2 | DNA复制在起始过程中受到调控 | (340) |
| 18.3 | 在有顺序的酶促作用下, DNA复制按次序逐步进行 | (343) |
| 18.4 | 细胞器和病毒表现出复制机理的多样性 | (344) |
| 18.5 | 细胞能有效地使其DNA的损伤得到修复 | (345) |
| 18.6 | 未修复的DNA损伤是突变的潜在根源 | (349) |
| 18.7 | 在习题部分中增列的附加概念和技术 | (350) |
| | 参考资料 | (350) |
| | 习题 | (350) |
| | 答案 | (360) |
| 第十九章 | 重组DNA和遗传工程 | (366) |
| | 概念 | (366) |
| 19.1 | DNA分子能够在特异的位点上被限制性核酸内切酶断裂 | (366) |
| 19.2 | 不相关的DNA片段可用酶促方法连接 | (368) |
| 19.3 | 重组质粒或病毒DNA能被引入细胞并在体内复制 | (369) |
| 19.4 | 特殊的基因顺序能从克隆的DNA片段库中分离得到 | (373) |
| 19.5 | 可利用几种技术对克隆的真核基因进行鉴定 | (377) |
| 19.6 | DNA片段的顺序可用化学或酶学方法迅速加以测定 | (379) |

| | | |
|-------|--|---------|
| 19.7 | 克隆的DNA可用来在细菌中合成所需要的多肽····· | (380) |
| 19.8 | 在习题部分中增列的附加概念和技术····· | (380) |
| | 参考资料····· | (381) |
| | 习题····· | (381) |
| | 答案····· | (392) |
| 第二十章 | 遗传信息的表达····· | (400) |
| | 概念····· | (400) |
| 20.1 | 信息从DNA流向RNA再到蛋白质····· | (400) |
| 20.2 | RNA聚合酶催化DNA转录成RNA····· | (400) |
| 20.3 | RNA通常在转录后被修饰····· | (402) |
| 20.4 | 氨酰tRNA合成酶将氨基酸连接于它们的相应tRNA····· | (403) |
| 20.5 | mRNA的翻译是在核糖体上发生的····· | (405) |
| 20.6 | 翻译过程中输出蛋白质穿过膜····· | (407) |
| 20.7 | 蛋白质常在翻译后被修饰····· | (408) |
| 20.8 | 遗传信息的表达是在几个水平上受到控制的····· | (408) |
| 20.9 | 习题部分中增列的附加概念和技术····· | (409) |
| | 参考资料····· | (409) |
| | 习题····· | (409) |
| | 答案····· | (421) |
| 第二十一章 | 遗传语言····· | (430) |
| | 概念····· | (430) |
| 21.1 | 遗传信号控制遗传信息的传递和表达····· | (430) |
| 21.2 | 核酸通过遗传密码和蛋白质发生联系····· | (430) |
| 21.3 | 密码的结构减小了突变的效应····· | (431) |
| 21.4 | 四种密码子起着特殊的功能····· | (432) |
| 21.5 | 突变引起的氨基酸改变是与密码的变化相一致的····· | (432) |
| 21.6 | 密码子-反密码子的配对表现出“变偶”现象····· | (433) |
| 21.7 | 某些突变可因tRNA中的突变更替而被校正····· | (433) |
| 21.8 | 在习题部分中增列的附加概念和技术····· | (434) |
| | 参考资料····· | (434) |
| | 习题····· | (435) |
| | 答案····· | (444) |
| 附录 | 核酸缔合反应的分析····· | (451) |
| | 概念····· | (451) |
| A.1 | 分开了的DNA互补股能够再缔合形成碱基配对的双链结构····· | (451) |
| A.2 | 再缔合遵从双分子反应动力学····· | (452) |
| A.3 | $C_0t_{1/2}$ 和DNA制品的顺序复杂度成正比····· | (453) |
| A.4 | C_0t 曲线揭示了在真核基因组内存在重复的核苷酸顺序····· | (453) |
| A.5 | 简单的 C_0t 曲线不能为顺序的排列或互补配对的程度提供资料····· | (454) |

| | | |
|-----|---|---------|
| A.6 | 互补的RNA和DNA分子能缔合成杂交双链····· | (454) |
| A.7 | DNA-驱动的反应能用于确定RNA群体代表了哪些频率类 型的DNA顺序····· | (455) |
| A.8 | RNA-驱动的杂交反应能用于直接测定一个RNA群体的复杂度····· | (457) |
| A.9 | RNA群体之间的同源性可以通过在DNA驱动条件下的 杂交竞争进行测定····· | (460) |
| | 参考资料····· | (460) |
| | 习题····· | (461) |
| | 答案····· | (469) |
| | 英汉对照调和词组汇总表 ····· | (475) |

第一篇

蛋白质的生物学结构与化学



小鼠成纤维细胞的细胞骨架中的肌动蛋白丝
细胞用抗肌动蛋白荧光抗体染色，于紫外显微镜下进行观察。
(照片由加利福尼亚理工学院E·Lazarides惠赠)

第一章 生命物质的化学特征

生物化学是在分子水平上研究生命有机体的学科。在分子水平上有机体可被看做一个复杂的化学系统，这个系统含有在消耗环境中的能量和原料的情况下发生的生长和繁殖所必需的全部信息。所有现存的有机体，在化学成分和结构方面都有共同特征，这是三十亿年前生命起始以来自然选择的结果。本章将讨论有机体的化学组成和分子进化的基本原理，说明为什么从各色各样的原子和分子中只挑选出一些特殊的原子和分子的道理。

概 念

1.1 大多数有机体只由十六种化学元素组成

有机体的化学组成看来部分是取决于环境中原料的可得性 (availability)，部分是取决于生命过程中原子和分子对特定作用的适宜性 (fitness)。因此生命物质的元素成分显示出与生物圈 (有机体可接近的地球表壳和大气层) 的成分既相类似又有明显差异。表 1.1 列出有机体中发现的化学元素，表 1.2 比较生命物质与地球表壳的元素成分。它们在成分上的差异，至少一部分可从下述适宜性的考虑来解释。

表1.1 有机体中发现的元素

| 形成共价键的主要元素 (全部有机体) | 原子序数 | 痕量元素 (全部有机体) | 原子序数 |
|-----------------------|------|-----------------|------|
| H | 1 | Mn | 25 |
| C | 6 | Fe | 26 |
| N | 7 | Co | 27 |
| O | 8 | Cu | 29 |
| P | 15 | Zn | 30 |
| S | 16 | | |
| 单原子离子 (全部有机体) | | 痕量元素 (某些有机体) | |
| Na ⁺ | 11 | B | 5 |
| Mg ²⁺ | 12 | Al | 13 |
| Cl ⁻ | 17 | Si | 14 |
| K ⁺ | 19 | V | 23 |
| Ca ²⁺ | 20 | Mo | 42 |
| | | I | 53 |

表1.2 全部有机体和地球表壳中生物元素的近似相对丰度(以每100原子中的原子数表示)

| 元 素 | 有机体* | 地球表壳** |
|-----|-------|--------|
| H | 49 | 0.22 |
| C | 25 | 0.19 |
| O | 25 | 47 |
| N | 0.27 | < .1 |
| Ca | 0.073 | 3.5 |
| K | 0.046 | 2.5 |
| Si | 0.033 | 28 |
| Mg | 0.031 | 2.2 |
| P | 0.030 | <0.1 |
| Na | 0.015 | 2.5 |
| 其它 | 痕量 | 13.7 |

* 引自E.S. Deevey, *Scientific American*, September 1970, P.149.

** 引自E. Frienden, *Scientific American*, July 1972, P.52.

1. H、O、N和C构成生命物质重量的99%以上，它们分别是一些共用1、2、3和4个电子对可获得稳定电子构型的最小原子。它们形成的共价键比任何其它具有同样原子价数的元素更为稳定。再者，O、N和C是仅有的一些容易形成强多价键的元素。C，具有四个价电子，既可形成C=C键，又可形成C≡C键，它是元素中化合性能最为多方面的一种。C可与H、O和N形成极为多种多样的稳定分子。C与O₂形成CO₂，它是一种溶于水的稳定气体，很适于有机体之间的碳素循环。

O₂也溶于水，因此几乎所有的有机体都很容易得到它。此外，O₂在元素中仅次于氟和氯，是第三个亲合力最强的电子受体。因此，电子将从大多数其它分子转移到O₂，同时产生能量。此过程（呼吸作用）将为非光合有机体提供大部分能量。

碳的化学性质与硅的显著不同，硅虽然也具有四个价电子，并且在生物圈中更为丰富，但在生命物质中仅以痕量成分存在。由于Si原子的体积较大，所以Si—Si键要比C—C键弱，而且Si的聚合物在有水存在时不稳定。与C成明显对比，Si与O结合将生成难溶的硅酸盐或二氧化硅的网状聚合物（如石英），因此，在需氧环境中，Si具有使自身离开循环的倾向。

2. P和S看来是由于自身具有十分独特的化学性质而被挑选出来的。P或S形成的键当有水存在时常不稳定，因而形成这些键需要相当大的能量。但由于这些键被水解时，这一能量又可释放出来，因此，含P和S的分子，如三磷酸腺苷（ATP）和乙酰辅酶A，作为生命系统中能量载体的角色是十分合适的。

3. 单原子离子（如Na⁺、K⁺、Ca²⁺和Mg²⁺）在有机体中所起的作用是一般的，特异性较小。例如，渗透平衡的维持，神经传导和主动运输过程中离子梯度的形成，以及大分子上电荷的中和。生命物质和海水离子成分的相似性，表明有机体单原子离子可能主要是根据它们的可得性而被挑选出来的。

4. 相反，至少某些痕量元素无疑地是由于它们的电子性质而被挑选出来的。例如，Fe和Cu能以两种氧化态中的任一种离子形式而稳定存在。因此，它们很适合在细胞色素蛋白的活性部位起作用，在这里，Fe和Cu是作为呼吸作用的电子传递反应中的受体和供体。

1.2 非共价键在生物学结构中的重要性