

面向

21

世纪物理学丛书

生物物理学

林克椿 主编

华中师范大学出版社

MIANXIANG ERSHIYI SHIJI WULIXUE CONGSHU

面向 21 世纪物理学丛书

SHENGWU WULIXUE

生物物理学

主 编 林克椿

编著者 林克椿(北京医科大学)

王大成(中国科学院生物物理研究所)

汪云九(中国科学院生物物理研究所)

陈润生(中国科学院生物物理研究所)

万 影(湖北医科大学)

华中师范大学出版社

1994 年·武汉

(鄂)新登字 11 号

图书在版编目(CIP)数据

生物物理学/林克椿主编. —武汉:华中师范大学出版社,1999. 10
(面向 21 世纪物理学丛书)
ISBN 7-5622-2046-8/Q · 26

I. 生… II. 林… III. 生物物理学 IV. Q6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 05169 号

面向 21 世纪物理学丛书

生物物理学

© 林克椿 主编

华中师范大学出版社出版发行

(武昌桂子山 邮编 430079)

新华书店湖北发行所经销

文海大○三印刷厂印刷

责任编辑:严定友

封面设计:罗明波

责任校对:张 钟

督 印:方汉江

开本:850 mm×1 168 mm 1/32

印张:7.25 插页:2 字数:182 千字

版次:1999 年 10 月第 1 版

1999 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—1 000

定价:20.00 元(精)

本书如有印装质量问题,可向承印厂调换。

国家“九五”重点出版规划图书

面向二十一世纪

物理学丛书

羊公

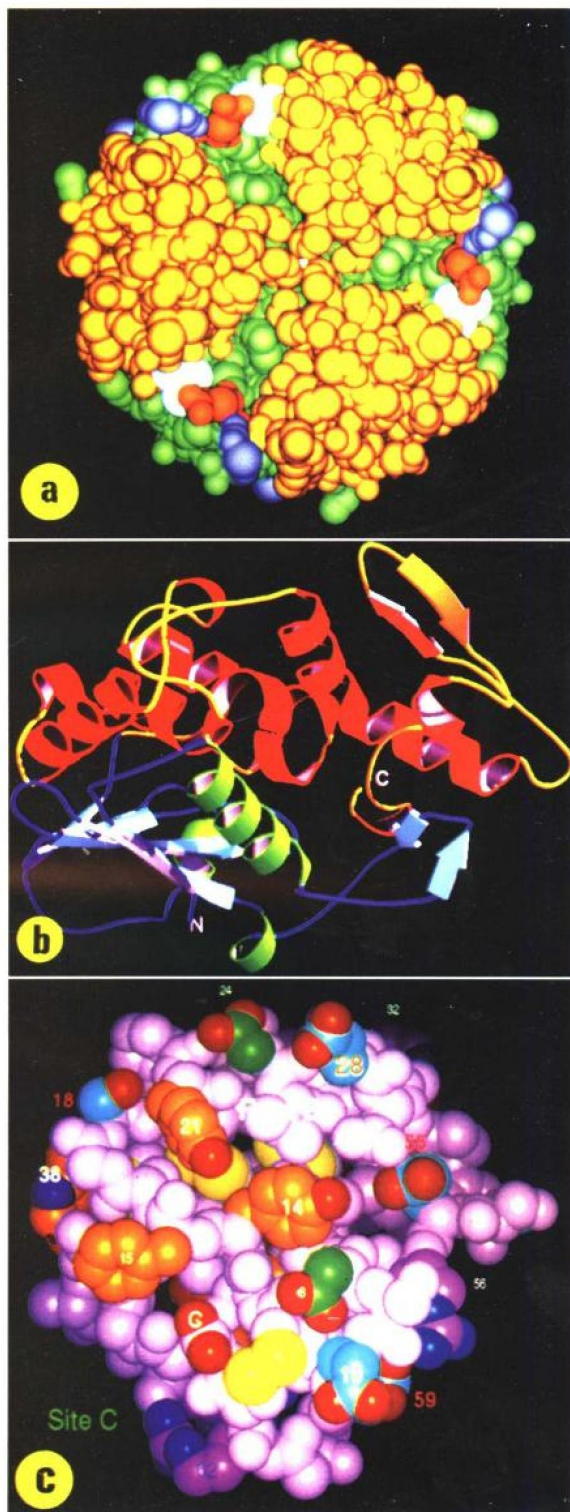


图2.4 我国科学工作者测定的几种蛋白质和多肽的三维结构

(a) ~ (c)均为晶体结构。

(a)猪胰岛素(六聚体)(中国科学院物理研究所、生物物理研究所,北京大学);(b)天花粉蛋白(中国科学院福州物质结构研究所、生物物理研究所、有机化学研究所);(c)中国马氏钳蝎神经毒素(中国科学院生物物理研究所)。

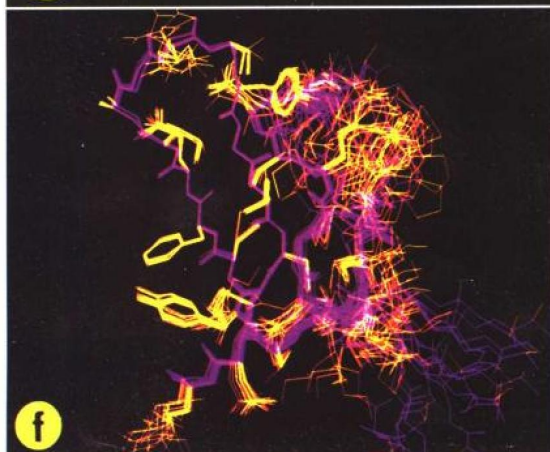
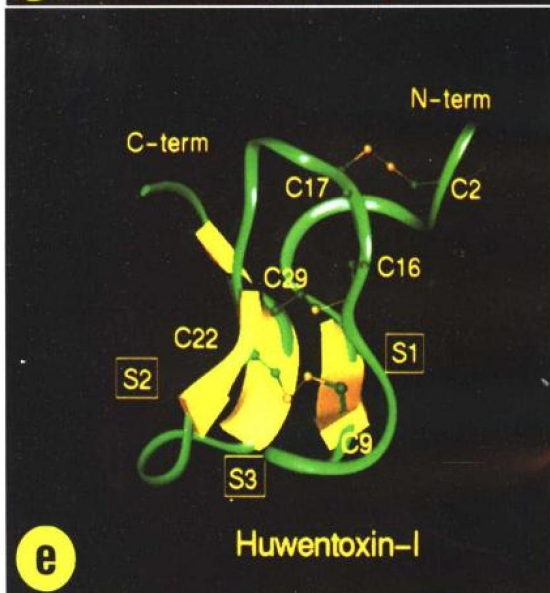
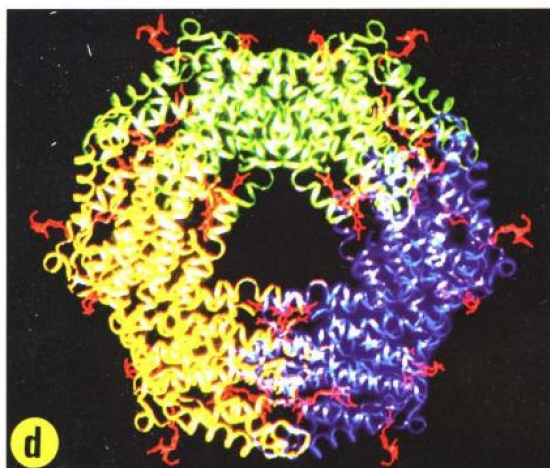


图2.4 我国科学工作者测定的几种蛋白质和多肽的三维结构

(d)为晶体结构, (e)和(f)为溶液NMR结构。

(d)中国多管藻R-藻红蛋白(中国科学院生物物理研究所); (e)虎纹捕鸟蛛毒素-I(HWTX-I)(湖南师范大学); (f)商陆种子抗真菌肽(中国科学院生物物理研究所)。

序 言

不论是在人生的道路上,还是在科学探索的过程中,有时候要回顾过去、审视现在并展望未来。物理学已有很长的发展历史,将来也必定还将有更大的发展。在这世纪相交之际,希望有这样的关于物理学的书:它能在整体上以较为一致的观点将迄今为止人们认为对物理学既是最重要、又是最基本的认识和问题作一个较为系统的概括;它是在科学上比较严格和比较可靠的科学专著;它在内容的选取上应力求简明,即不过于深邃和庞杂;它应是对物理学科内部的各分支学科、物理学的边沿学科以及与物理学相交叉的学科感兴趣的学者可作为学习和进一步开展研究的参考。本丛书正是为满足上述希望所作的尝试。

周光召

一九九七年九月七日

Preface

From time to time, we need to review the history, examine the present and the future perspectives. Physics has quite a long history, and is bound to have magnificent future. Standing at the turning point of the century, one will find such books on physics interesting and revealing; that the books should provide a systematic review of the mature understandings of the fundamental and important concerns in physics. The content of the book needs to be concise, without involving too much detailed derivatives and being encyclopedic. They should serve as useful reference books for the investigators engaged in branches of physics and relevant fields. The organizing of this series of books is an attempt with this goal in mind.

Zhou Guangzhao

周光召

September 7, 1997

《面向 21 世纪物理学丛书》

顾问:周光召, Bergmann P G, 孙祖训

主编:张镇九

编委(以姓氏的拼音或英文字母为序):

白春礼(北京,中国科学院)

包 钢(美国,乔治亚大学)

Bergmann P G(美国,纽约大学)

蔡 勛(华中师范大学)

Gals'tov D(俄罗斯,莫斯科大学)

Kalnins E G(新西兰,威卡托大学)

林克椿(北京医科大学)

刘煜炎(中国科学院武汉物理和数学所)

Sabbata V(意大利,波罗尼亚大学)

桑建平(武汉大学)

孙祖训(中国原子能科学研究院)

王 琛(北京,中国科学院)

熊吟涛(武汉大学)

詹明生(中国科学院武汉物理和数学所)

张端明(华中理工大学)

张永德(中国科学技术大学)

张镇九(华中师范大学)

内 容 简 介

本书对于在 20 世纪蓬勃发展起来的、由物理学与生物学结合而产生的边缘科学——生物物理学作了简要介绍。在第一部分中,先对生物物理学的产生、现状与发展作了回顾与展望,对整个生物物理学的内容给出一个比较全面的介绍,以便使感兴趣的物理学(以及其他相关科学)工作者有个概貌性的了解。然后在随后的二、三、四、五部分中分别就结构生物学、神经系统的模型和理论、辐射生物物理及理论生物物理学等作了比较详细的说明。这些部分既介绍了基本内容、研究方法,也指出了有待解决的问题。虽然没有涵盖生物物理学的全部内容,但我们认为是生物物理学中最基本、最活跃、影响面也较大的部分。特别是对于物理学在其中能够起重要作用的部分作了较详细的叙述。

本书适合物理学及相关专业的研究生及从事教学、科学研究工作者参考。

Abstract

This book gives an introduction to biophysics, a boundary science of physics and biology, which has been built and rapidly developed in the 20th century. In the first part, a comparatively complete description of the emergence, recent status and future development of biophysics is provided in the hope to present physicists (and others) with an overview of this discipline. In the following parts, structural biology, modeling and theory of nervous system, radiation biophysics and theoretical biophysics are illustrated in detail. Meanwhile the fundamental contents and research methods are discussed, and the problems to be solved are pointed out. Although these may not represent all the branches of biophysics, we think they are the most fundamental, active and important parts of this discipline.

This book is intended for graduate students and researchers in physics and in related specialities.

前 言

21 世纪的物理学向何处去? 它将具有什么样的特点? 这是物理学工作者共同关心的问题。其中, 向生命学习, 在生命科学领域发挥作用和寻求发展, 将成为一个重要的方向。生物物理学就是承担这样一种桥梁作用的学科。

然而, 不论是习惯于在无生命领域工作的物理学家, 还是在生命科学领域从事研究的生物学家, 都对生物物理学的出现、存在及其作用抱有不同的看法和认识, 以致在一个很长时期内难以取得共识。例如什么是生物物理学的确切含义? 生物物理学是不是一门独立学科? 它包括一些什么内容? 它的理论体系是什么? 它是否能够长期存在? 从更深入的层次去看, 物理学是否适用于复杂的生命运动形式? 所有这些问题都一直在争论, 而且长时间没有得到很好的回答。

为了使物理学工作者能够对这一学科有一些基本的了解, 我们编写了这本书。目前虽很难对上述问题作出确切回答, 然而经历了至少几十年的发展, 国际生物物理学联合会以及许多国家生物物理学会的成立和频繁的学术活动的开展, 再加上许多国家生物物理学研究单位和大学中该学科的建设, 人们有可能从上述内容中分析出该学科的一些共同内容以及着重发展的方向, 并由此领会物理学在其中的作用。本书的编写正是从这样一个角度出发的。我们希望能对前面所提出的一些问题给出哪怕是初步的说明, 但未必能为所有同行或相关学科的专家所认同; 我们也希望对物理学在生命科学中已经并且将要起到的作用做一些浅近的阐述, 但不一定已经涉及到其更深层次的揭示。但是如果能让物理学家们对于本门学科有一点概貌的了解, 并能吸引一部分学者

有兴趣去涉猎这一片尚未完全被充分开垦的广阔天地,那么也就达到了预期的目的。

怎样编写这样一本书同样是一个随意性很大的问题。我们现在的做法是,首先对生物物理学的过去、现在与未来做一个总的介绍,对该学科的主要方面加以说明。然后请几位专家就各人所熟悉的、认为在本学科中占有重要地位的领域分别进行较详细的论述。论述的方式也不是教科书式的,而是有选择地介绍主要进展,特别是说明与物理学的作用有关的一些内容。这样做是否合适也留待读者评述。

本书共分五章,由林克椿主编并撰写第一章,王大成撰写第二章,汪云九撰写第三章,万影撰写第四章,陈润生撰写第五章。在本书之后附上一些重要的参考文献,供有兴趣深入了解的读者阅读。

作者们的知识范围及本人所从事的研究工作毕竟有限,所写的内容难免有以偏概全之嫌,甚至有不当之处,竭诚欢迎读者批评指正。

林克椿

1999年6月于北京

目 录

1 生物物理学的过去、现在与未来	1
1.1 生物物理学的过去	2
1.1.1 自然科学各门类之间的内在联系	2
1.1.2 物理学与生物学之间的早期结合	3
1.1.3 近代生物物理学科的形成	4
1.2 生物物理学的现在	5
1.2.1 国内外生物物理学的概况	5
1.2.2 生物物理学各个领域简介	9
1.3 生物物理学的未来	29
1.3.1 生物物理学将在 21 世纪继续发挥重要作用	29
1.3.2 未来生命科学的研究将从分析走向综合	30
1.3.3 物理学将在和生命科学的结合中发展自己	31
2 结构生物学——现代生物学与物理学交融的新领域	33
2.1 结构生物学——生命科学的新前沿	34
2.1.1 结构生物学的产生与发展	35
2.1.2 结构生物学的现状及主要研究内容	38
2.1.3 结构生物学的主要研究方法	44
2.2 认识生命活动的新阶段	50
2.2.1 结构生物学的新技术、新水平	50
2.2.2 结构生物学的新深度、新广度	56
2.3 21 世纪的结构生物学	62
2.3.1 后基因组时代的生物学	62
2.3.2 结构基因组学	64
2.3.3 与物理学的交融面临新的机遇	67
3 神经系统的模型和理论	73

3.1	神经传导的 H-H 方程	74
3.2	视觉信息加工的模型	77
3.2.1	侧抑制神经网络	77
3.2.2	视觉系统的形态结构和功能组织	81
3.2.3	感受野的模型	85
3.2.4	视觉计算理论	88
3.2.5	视觉理论的新发展以及面临的问题	93
3.3	神经元模型、神经网络理论和认知的微结构	95
3.3.1	神经元模型	95
3.3.2	学习和记忆的模型	98
3.3.3	神经网络理论	100
3.3.4	认知的微结构——平行分布式信息加工	103
3.4	展望	108
4	辐射生物物理	111
4.1	自由基与辐射损伤	112
4.1.1	自由基和自由基的研究方法	112
4.1.2	电离辐射对生物分子的作用	117
4.1.3	细胞水平辐射作用模型	121
4.1.4	辐射防护剂的作用机理	125
4.1.5	生物体内自由基的清除与利用	126
4.2	非电离辐射与生物分子的相互作用	129
4.2.1	生物电磁学中的非热效应	129
4.2.2	激发态和弛豫过程	134
4.2.3	蛋白质和核酸的受激发光	138
4.2.4	紫外线对蛋白质和核酸的作用	141
4.2.5	荧光探针	143
4.2.6	光动力作用	144
4.2.7	肿瘤的的光动力治疗	146
4.3	生物发光与化学发光	148
4.3.1	超弱发光的化学反应机理	148
4.3.2	超弱发光的相干性理论	151

4.3.3 生物发光及其应用	153
4.3.4 发光免疫分析技术	158
4.3.5 时间分辨荧光免疫分析法	160
5 理论生物物理学——基因组信息学	162
5.1 基因组信息学的含义及由来	162
5.2 基因组信息学的研究内容	164
5.2.1 基因组信息的收集、储存、管理与提供	164
5.2.2 基因组序列信息的提取和分析	166
5.2.3 基因组信息分析的方法研究	174
5.2.4 基因组信息学的应用和发展研究	175
5.2.5 后基因组时代的基因组信息学	176
附录	184
内容索引	190
参考文献	201