

What is
Life

生命是什么

里程碑式的科普经典

(奥) 埃尔温·薛定谔◎著 吉宗祥◎译

生命世界的奇妙，远超你的想象

薛定谔为普通读者打开的科学大门
进入它，你将无法抑制自己对这个世界的好奇

.....



中国出版集团



世界图书出版公司



What is
Life

生命是什么

里程碑式的科普经典

(奥) 埃尔温·薛定谔◎著 吉喆◎译



中国出版集团



世界图书出版公司

图书在版编目 (CIP) 数据

生命是什么 / (奥) 薛定谔著; 吉宗祥译. —广州:
世界图书出版广东有限公司, 2016. 4

ISBN 978-7-5192-0966-7

I. ①生… II. ①薛… ②吉… III. ①生命科学—研
究 IV. ①Q1-0

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第072043号

生命是什么

责任编辑: 朱 霞 袁梦甜

出版发行: 世界图书出版广东有限公司

(广州市新港西路大江冲25号 邮编: 510300)

电 话: 020-84459701

<http://www.gdst.com.cn> E-mail: pub@gdst.com.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京中印联印务有限公司

版 次: 2016年6月第1版

印 次: 2016年6月第1次印刷

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

字 数: 137千

印 张: 7.25

ISBN 978-7-5192-0966-7

定 价: 32.80元

版权所有 侵权必究

序 | WHAT
言 | IS
LIFE

人们总是认为，科学家拥有某一学科领域内的全部知识，因此他们不会就不熟悉的主题作深入的研究，这就是科学家不可推卸的职责。然而，为了写作这本书，我宁可放下任何尊贵者的荣誉——如果有的话，也顺便免去随之而来的责任。我之所以这么说，是因为：

对于统一的、普遍性的知识的不懈追求，是我们从先辈们那里继承下来的最好品质。大学（大学，这一单词在英文中与普遍性同义）自从其产生以来，历经了数个世纪，无不暗示着普遍性才是我们追求的永恒价值。可是最近一百年来，知识的分支无论是在广度还是深度上的增长速度，已经使我们面临着一个进退两难的境地。我们强烈地感受到，一方面我们正在开始获取可靠的信息和材料，尝试把已有的知识综合贯通起来成为一个有机整体；另一方面，即便是对某一学科领域更加专业化的知识，如果想要彻底掌握它也几乎是不可能的事情。

只有我们中的某些人，敢于冒着自己被看成是愚蠢之人的风

险，去大胆地尝试总结那些事实和理论，即便其中不乏有第二手或者不完备的知识，我们才有可能摆脱上文谈及到的两难困境。否则，无法摆脱困境，我们只能表示深深的歉意了。

有一个障碍我们无法回避，那就是语言的不同。一个人的母语就像是贴身穿的衣服，可是当这样的衣服暂时没有却不得不找另外一件衣服来替代的话，他是不会感到舒服的。我要感谢因克斯特博士、巴德赖格·布朗博士，还有S.C.罗伯茨先生。几位朋友竭尽全力地帮助我，使得这件新衣服适合我的身材，并且由于我执意不放弃自己的风格，也给他们带来了不少额外的麻烦。如果我的这些独创风格偏离了正确的意向，那么这也是我的责任而不是他们的过错。

书中每一部分的内容标题是作为页面边缘的概要写上去的，每一章的正文部分都是一个连贯的整体。

E.薛定谔

都柏林

1944年9月

Part A 生命是什么

第一章 经典物理学家走近这个主题 / 003

1. 研究的一般性质和目的 / 004
2. 统计物理学结构上的根本差别 / 005
3. 一个朴素物理学家对这个主题的探讨 / 007
4. 为什么原子如此之小 / 008
5. 有机体的活动需要精确的物理学定律 / 011
6. 物理学定律是以原子统计力学为根据的,
因而只是近似的 / 012
7. 它们的精确性是以大量原子的介入为基础的
第一个例子 (顺磁性) / 013
8. 第二个例子 (布朗运动, 扩散) / 016
9. 测量准确性的限度——第三个例子 / 020
10. $\sqrt{n}$ 律 / 021

第二章 遗传机制 / 023

1. 经典物理学家那些绝非无关紧要的
设想是错误的 / 024
2. 遗传的密码本（染色体） / 026
3. 通过细胞分裂（有丝分裂）的个体生长 / 027
4. 在有丝分裂中每个染色体是被复制的 / 028
5. 染色体数减半的细胞分裂（减数分裂）
和受精（配子配合） / 029
6. 单倍体个体 / 030
7. 减数分裂的突出性质 / 032
8. 交换，特性的定位 / 033
9. 基因的最大体积 / 035
10. 小的数量 / 036
11. 持久性 / 037

第三章 突变 / 039

1. “跳跃式”的突变——自然选择的工作场地 / 040
2. 它们生育同样的后代，即它们是完全地
遗传了下来 / 042
3. 定位，隐性和显性 / 043

4. 介绍一些术语 / 046
5. 近亲繁殖的有害效应 / 048
6. 一般的和历史的陈述 / 050
7. 作为一种罕有事件, 突变具有其必要性 / 051
8. X射线诱发的突变 / 052
9. 第一定律——突变是个单一性事件 / 053
10. 第二定律——事件的局域性 / 054

第四章 量子力学的证据 / 057

1. 经典物理学无法解释的持久性 / 058
2. 可以用量子论来解释 / 059
3. 量子论——不连续状态——量子跃迁 / 060
4. 分子 / 062
5. 分子的稳定性有赖于温度 / 063
6. 数学的插曲 / 064
7. 第一个改正 / 066
8. 第二个改正 / 067

第五章 对德尔勃吕克模型的讨论和检验 / 071

1. 遗传物质的一般图像 / 072
2. 图像的独特性 / 073

3. 一些传统的错误概念 / 074
4. 物质的不同“态” / 076
5. 真正重要的区别 / 077
6. 非周期性的固体 / 078
7. 压缩在微型密码里的丰富内容 / 079
8. 与实验事实作比较：稳定度；突变的不连续性 / 080
9. 自然选择基因的稳定性 / 082
10. 突变体的稳定性有时是较低的 / 082
11. 不稳定基因受温度的影响小于稳定基因 / 083
12. X射线是如何诱发突变的 / 084
13. X射线的效率并不依赖于自发突变率 / 085
14. 回复突变 / 086



第六章 有序，无序和熵 / 087

1. 一个从模型得出的值得注意的普遍结论 / 088
2. 由序导出序 / 089
3. 生命物质避免了向平衡衰退 / 090
4. 以“负熵”为生 / 092
5. 熵是什么 / 093
6. 熵的统计学意义 / 094
7. 从环境中抽取“序”来维持组织 / 095

关于第六章的注 / 097

第七章 生命是以物理学定律为基础的吗 / 099

1. 在有机体中可能有的新定律 / 100
2. 生物学状况的评述 / 101
3. 物理学状况的综述 / 102
4. 明显的对比 / 103
5. 产生序的两种方式 / 105
6. 新原理并不违背物理学 / 106
7. 钟的运动 / 107
8. 钟表装置毕竟是统计学的 / 109
9. 能斯特定理 / 110
10. 钟摆实际上可看做在绝对零度下工作 / 111
11. 有机体与钟表装置之间的关系 / 111

后记 决定论与自由意志 / 113

Part B 意识和物质

第一章 意识的物质基础 / 123

1. 问题 / 124
2. 一个尝试性的答案 / 126

3. 伦理观 / 132

 第二章 了解未来 / 137

1. 生物发展的死路 / 138
2. 达尔文主义的悲观情绪 / 141
3. 行为影响选择 / 143
4. 伪拉马克主义 / 146
5. 习惯和技能的遗传固定 / 149
6. 智力进化的危险 / 151

 第三章 客观性原则 / 155

 第四章 算术悖论：意识的单一性 / 169

 第五章 科学与宗教 / 187

 第六章 感知的奥秘 / 205



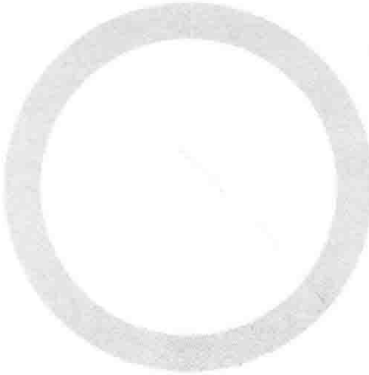
Part A

生命是什么

自由的人绝少思虑到死；
他的智慧，不是死的默念，
而是生的沉思。

——斯宾诺莎《伦理学》

第四部分，命题67



What Is Life | 第一章 |
经典物理学家走近这个主题

我思故我在。

——笛卡儿



1. 研究的一般性质和目的

本书是一位理论物理学家对大约400名听众所作的一次公开演讲。在演讲之前我就断言这是一个比较晦涩难懂的题目，即便较少使用复杂的数学演绎法，恐怕演讲也会有些难懂，然而听众却没有因此而减少。较少使用数学推理，并不是说这个问题简单；相反，这个问题太过复杂以至于无法用数学语言来表达。尽管如此，演讲者还是竭尽所能，用最通俗易懂的语言，把介于生理学和物理学之间的基本概念阐释清楚。

实际上，本书涉及的问题很多，但我的任务是把一个基本的问题阐释清楚，其他的问题也就随之迎刃而解了。为了更加明确我们的方向，简要地阐述本书的计划显得尤为重要。

本书即将讨论的重大问题是：

发生在生命世界中的事件，怎样用物理学和化学的原理来解释？这种事件的发生与时间和空间的关系又是怎样的呢？

本书得出的初步结论概括为：

时至今日的物理学和化学在解释上述问题时的局限和无奈，并不能成为这些问题无法用科学的原则和方法来解释的理由。

2. 统计物理学结构上的根本差别

如果仅仅是因为过去没有取得成就而激起新的希望，那么上面的注释和论述就更加显得微乎其微了。我们在意的倒是，为什么直到现在都没有取得丝毫实质性的进展，这恐怕是最有价值 and 意义的地方。

在近三四十年来，由于生物学家（大部分为遗传基因专家）的不懈努力，关于真实有机体的结构和功能状况已经足够精确地说明了为什么现代的物理学和化学不能够解释说明生命有机体在时间和空间范围内发生的事件。

一个有机体最重要部分的原子排列及其之间相互作用的方式，和物理学家、化学家所安排设置的原子是不同的。物理学家和化学家经常为了实验或者理性的研究而特意对有机体的原子排列采取一定的措施。

一个有机体的最活跃部分的原子排列方式及相互作用方式，与现今所有的物理学家、化学家进行理论研究和实验的原子排列是不同的。有些物理学家认为物理学和化学的定律一直是统计力学的性质，并对此深信不疑。除了他们之外，其余的学者们会把

我前文所说的差别当做是无足轻重并且经常发生的^①。有机体的最活跃部分的结构是非常复杂的，这与物理学家和化学家所处理的物质有着天壤之别——他们一般在实验室里用体力做实验而在书桌旁边用脑力进行思考。这种看法与统计力学的观点有些类似^②。正是生命有机体的活跃部分自身具有特殊的结构，才使得物理学家和化学家要把曾经发现的规律直接应用到生命有机体的行为上去几乎是不可能的。加之，这个生命系统又不具备这些规律发生作用的基础结构，因而更是难上加难！

我刚才费力表达的“统计力学结构”，并不奢望物理学之外的人士能够准确地理解其含义，更不要说让他们去辨别这些含义之间的关系了。为了不使文章的论述太过枯燥，我在这里先把后面讲到的内容概述一下：活细胞的最重要部分是染色体纤丝，我们也可以称之为非周期性晶体。直到现在，我们遇到的大多是周期性晶体。在一个普通的物理学家眼里，周期性晶体就已经是十分复杂的物质了——它们构成的极具吸引力和最复杂的结构使得无生命的自然界变幻莫测。然而，如果拿它们与非周期性晶体相比的话，其复杂程度便逊色了许多。两种不同物质的结构差别，

① 这个说法可能显得有点笼统。这个问题要到本书末第七章的7~8节才来讨论。

② F. G. 道南在两篇富有启发性的论文中强调了 this 观点。见《科学》24卷，78期，10页，1918（《物理化学能否描述生物学现象》）；《1929年期密斯学院报告》第309页（《生命的秘密》）。

