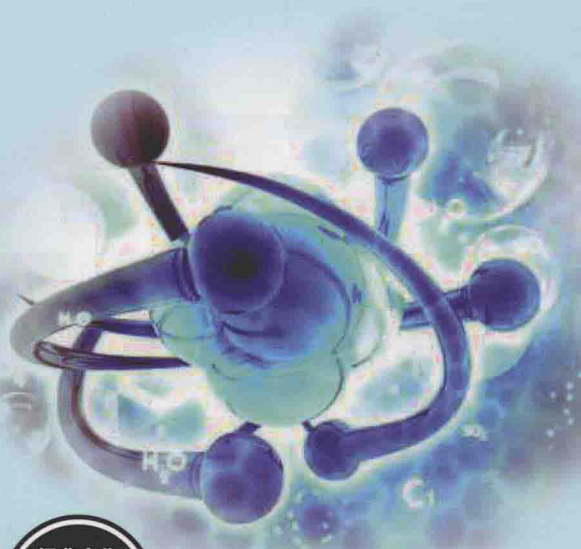




科学新悦读文丛

〔日〕佐藤胜彦 编著 孙羽 译

有趣的让人睡不着的 量子论



经典之作
持续畅销

10余年

从微观世界到宇宙，
最前沿的物理学也能如此有趣！

序章 ● 欢迎来到量子论的世界

第一章 ● 量子的诞生——量子论的前夜

第二章 ● 进入原子内部的世界——早期量子论

第三章 ● 想看却看不见的波——量子论的完成

第四章 ● 探求自然本来的面貌——逼近量子论的本质

第五章 ● 分支的世界——探求解释问题

第六章 ● 面向终极理论——量子论开创的世界



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

科学新悦读文丛

有趣的让人睡不着的

量子论

[日]佐藤胜彦 编著 孙羽 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

有趣的让人睡不着的量子论 / (日) 佐藤胜彦编著 ;
孙羽译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2016. 5

(科学新悦读文丛)

ISBN 978-7-115-41431-1

I. ①有… II. ①佐… ②孙… III. ①量子论—普及
读物 IV. ①0413-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第029129号

◆ 编 著 [日] 佐藤胜彦

译 孙 羽

责任编辑 王朝辉

执行编辑 杜海岳

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 880×1230 1/32

印张: 6.375

2016 年 5 月第 1 版

字数: 105 千字

2016 年 5 月河北第 1 次印刷

著作权合同登记号

图字: 01-2015-4182 号

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第 8052 号

版权声明

“RYOSHIRON” WO TANOSHIMU HON

Copyright © 2000 by Katsuhiko SATO

All rights reserved.

Original Japanese edition published by PHP Institute, Inc.

This Simplified Chinese edition published by arrangement with
PHP Institute, Inc., Tokyo in care of Tuttle-Mori Agency, Inc.,
Tokyo through GW Culture Communications Co., Ltd., Beijing

内容提要

这是一本能让你轻松了解物理学世界的入门书，这是一本有趣的让你睡不着的科普书。与相对论同样重要的是被称为现代物理学另一支柱的量子论。从人类的构造和进化到宇宙的起源，量子论这个物理法则帮我们阐明了各种现象，让我们看到了未知世界的精彩。

在本书中，作者使用大量一目了然的表格和插图以及生动有趣的语言，为读者深入浅出地解说了晦涩难懂的量子论的重点知识。本书适合广大对量子力学感兴趣的读者阅读。

前言

相信购买这本书的读者，一定也习惯使用手机或计算机。近年来，电子技术发展迅猛，电子产品的性能不断提升，价格也变得越来越实惠。电子产品的更新换代，与其中使用的半导体器件技术的发展有着密不可分的关系，而在半导体芯片中起着支配作用的物理法则，正是本书要介绍的量子论。事实上，半导体可以被视为量子论的结晶。

地球围绕太阳进行的公转，火箭、飞机和汽车等大型设备的运动，可以使用牛顿的古典力学来进行计算，并由此推断出结果。但是，在分子、原子、基本粒子等的微观世界中，却无法使用牛顿的古典力学来进行计算。而量子论是一种适用于基本粒子等微观世界的物理学理论。量子论不仅能够半导体中发挥作用，决定遗传因子和 DNA 构造的同样也是量子论；而在原子反应堆中产生能量的核裂变反应、在太阳中产生能量的核聚变反应等，也同样遵从量子论。

在 20 世纪初期，形成了现代物理学的两大基本支柱——相对论和量子论。根据这两个理论，人类逐步解开了从物质的终极微小构成要素——基本粒子的组合方式，到包括人类在内的生物的构造和进化，以及无尽宇宙的构成等谜团。

此外，现代物理学不仅加深了人类对所居住世界的了解，量子论的实际应用也为我们的日常生活和社会带来了巨大的改变。

不过，对于一般人来说，和相对论相比，量子论显得比较陌生。相对论是天才物理学家爱因斯坦提出的理论，是关于黑洞和宇宙产生等主题的理论，容易获得一般人的关注。而量子论则是由玻尔等众多科学家经过协作、竞争等方式共同创建的理论。理解量子论要比理解相对论更加困难，因此一般人都对其敬而远之。

理解量子论的确具有相当的难度。在本书中，作者将带领大家一起追溯量子论创建的历史，向大家详细地介绍伟大的科学家探索量子论的过程。大家不妨将自己假设成一名研究人员，和科学家共同思考，一起发现量子论的精髓。

大约在 1980 年，我曾经有机会前往有量子论发源地之称的丹麦首都哥本哈根的玻尔研究所担任客座教授。虽然现在该研究所规模宏大，但是在当时，这个研究所还处于创始阶段。乍一看去，它基本和民宅没有什么区别。年轻的玻尔曾经和家人们一起居住在这座建筑中。当时这里云集了包括玻尔在内的来自世界各地的年轻科学家，他们共同研究量子论。20 世纪 80 年代我能够在海森堡不确定理论诞生的房间中进行研究，这让我不禁感到热血沸腾。

本书将通过图片、表格等方式，简单明了地介绍量子论的内容。针对那些对量子论有兴趣，却苦于专业书籍太过艰深的读者，本书将通过有趣的方式，帮助读者直观地理解量子论。每个章节都会对重点进行标注，希望能够帮助读者在阅读的过程中清晰明了地理解理论内容。

直到今天，量子论还在不断地发展，在量子宇宙理论、量子计算机和量子密码学等方向均有着长足的进展。希望各位读者能够通过本书，体会到量子论世界的趣味性。最后，特别对手稿完成过程中给予作者巨大帮助的奥林普斯公司的中村俊宏先生致以深深的感谢。

东京大学研究生院理学研究科教授

佐藤胜彦

目 录

序 章 欢迎来到量子论的世界 1

两位天才科学家和猫的“量子论特别报道” 3

揭开世纪对话的序幕 3

支撑现代物理学的量子论 4

量子论将微观物质看作波 7

无法看到作为波的电子 8

大自然的真面目超乎常识? 10

既生又死的猫? 12

向量子论的“仙境”进军! 13

第一章 量子的诞生 17

围绕光的真面目展开的历史 19

什么是最初的量子? 19

从光的研究中产生的量子 20

光的本质究竟是粒子还是波? 21

波的波长、振幅和振动频率 23

光是波存在的决定性证据 24

光是电磁波的一种	27
电磁波的波长和种类	28
光的两个未解之谜	29
光能用整数值表示	30
从熔炉中产生的量子	30
分析光谱的分布	31
黑体放射的光谱分布	32
理论上的光谱分布线呈逐渐上升趋势	34
光真的具有无限的能量吗?	35
光能成为“小颗粒”	35
不以 $h\nu$ 为单位便无法解释	37
量子和最小单位量	38
革命性的猜想：不连续的量	39
无法被自己理论说服的普朗克	40
光的本质是粒子吗?	41
什么是光电效应?	41
爱因斯坦的光量子假说	43
光既是粒子也是波	44
真正打开量子论的大门	45

第二章 进入原子内部的世界 49**探索原子的构造 51**

所有的物质都是由原子构成的吗? 51

电子的发现 52

思考原子内部的构造 53

原子的中心有原子核 54

为什么原子不会被破坏? 55

电子也受到整数值的制约 57

玻尔的原子模型问世 57

气体发光的光谱 58

氢原子的光谱有着不可思议的方程式 59

巴耳末系无法用卢瑟福原子模型进行说明 60

玻尔大胆无畏的假设 61

轨道半径只能为整数值 62

电子的定态和迁移 64

在原子构造中登场的量子 65

玻尔的量子化条件守护着电子 66

可以解释氢原子的线性光谱 67

巴耳末系表示电子从其他轨道迁移到 $n=2$

的轨道时释放的光 68

为什么原子会发光?69

玻尔的早期量子论漏洞百出?71

早期物理学——迈向量子物理学的桥梁72

革命性的理论从年轻的头脑中产生73

第三章 想看却看不见的波 75

将电子看作波 77

探索玻尔假设的根据77

电子和其他所有物质都是波吗?78

电子的波围绕在原子核周围旋转79

“电子 = 波”是量子化条件的根据80

电子真的是波吗?81

薛定谔方程式的诞生 83

天才薛定谔的登场83

表示物质波的波函数 ψ 84

波函数 ψ 是复素数的波85

用图表示波函数86

电子以散布状态存在吗?87

波函数的概率解释 89

电子的波可以一分为二吗?89

被一分为二的是概率	90
波函数用来表示可以发现电子的概率	91
波函数的大小和电子的发现概率之间的关系	92
位于不同位置状态重合的电子	94
观测的时候电子的波发生收缩	95
看不见的波不要去考虑	96
量子论的主流——哥本哈根解释	98
明确微观世界的物理法则	98
反对概率解释的爱因斯坦等人	100
微观世界的未来由掷色子决定吗?	101
上帝不喜欢掷色子游戏	102

第四章 探求自然本来的面貌 105

电子有两张“面孔”	107
电子真的是波吗?	107
展示电子具有波动性的实验	108
电子出现的干涉条纹	109
一个电子也具有波的性质	111
电子是和自身发生干涉了吗?	112
电子的到达位置可以进行概率预测	112
电子是像“双重人格”一样的存在吗?	114

为什么棒球无法显示波的性质？ 114

宏观世界也会呈现波的性质 115

不确定性原理 117

电子真的能通过双狭缝吗？ 117

想要预测电子的通过位置会发生怎样的情况？ 118

微观世界受到的观测影响 120

微观世界不可避免的不确定性 121

位置和动量无法同时确定 122

受到波函数影响的电子的位置和动量 123

在那里可以成立的在这里却不能成立 125

自然的本质是不确定的 126

不确定性是由于知识不足导致的吗？ 128

月亮只在看的时候才存在吗？ 129

爱因斯坦主张的“隐藏的变数” 129

爱因斯坦的反论——EPR 悖论 130

“观察到粒子”的信息瞬间传递这个说法
有些奇怪 132

瞬间的远距离作用真的存在吗？ 134

月亮是因为被看见才存在的吗？ 135

矛盾的事物，互补的世界 136

第五章 分支的世界139

“薛定谔的猫” 141

薛定谔的巨大不满141

思考实验“薛定谔的猫”142

“半生半死”是什么意思？143

观察行为能够决定猫的生死吗？144

微观和宏观不可分开思考147

有解开悖论的方法吗？147

多世界诠释 149

波的收缩无法用薛定谔方程式推导149

如果认为波不会收缩会怎样？150

研究生艾弗雷特的平行宇宙理论151

真能在另一个世界与自己相遇吗？152

电子位于不同位置的复数的世界154

用多世界诠释思考“薛定谔的猫”155

用多世界诠释思考电子的双狭缝实验156

猫不会发生干涉？157

世界真的发生分支了吗？159

解释问题没有定论160

第六章 面向终极理论 163

明确解释各种现象的量子论 165

电子的量子数和泡利原理 165

电子轨道的真面目 166

量子论是物理和化学的结合 168

不遵循泡利理论的玻色粒子 169

催生出半导体器件的量子论 171

通过能量壁垒的量子隧穿效应 172

和电子性质相反的反电子的发现 173

量子论的发展和未来 175

场量子论的诞生 175

真空中的粒子和反粒子永不停止地

生成和消亡 177

基本粒子物理学的诞生和发展 178

朝永博士和量子电磁力学 180

量子宇宙论的发展 181

量子论和相对论的融合尝试 183

量子计算机能否实现? 185

终极的保障——量子密码 186

21 世纪的革命性理论会是什么? 187

序 章



欢迎来到量子论的世界