

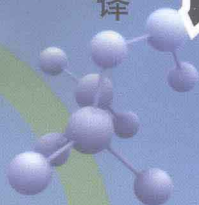
J. P. McEVoy & OSCAR ZARATE

QUANTUM THEORY

A Graphic Guide

画说量子论

陈难先译



清华大学出版社

走进科学殿堂

陈难先 译

画说量子论

QUANTUM THEORY

A Graphic Guide

J. P. McEVoy & OSCAR ZARATE

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

对于没学过量子论的读者,这本书可以作为引起对量子论兴趣的启蒙;对于学过量子论的读者,本书可以作为回顾总结的良师益友。我们理工科的学生历尽磨难知道一些量子论的术语,甚至学会如何使哈密顿对角化,如何求体系的本征值。但是,不少人对量子论的整体仍然缺少了解,这本小册子可以帮助我们已有的零碎知识连接成片。书中所运用的历史方法非常值得欣赏,因为量子论发展史本身就充满奇趣。当你听到一批发现了新奇事物的大师居然也会为了解释自己的发现弄得狼狈不堪,你一定会觉得很有意思!这本书值得所有从事物理工作的人士和所有学科的研究生阅读。

Quantum Theory: A Graphic Guide. [97818404685025/T] by J. P. McEVoy & OSCAR ZARATE first published by Icon Books Ltd. [2007]

All rights reserved.

This simplified Chinese edition for the People's Republic of China is published by arrangement with the Icon Books Ltd., London, United Kingdom.

© Icon Books Ltd. & Tsinghua University Press [2011]

图字:01-2011-3830

This edition is for sale in the mainland of China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan.

此版本仅限中华人民共和国境内销售,不包括香港、澳门特别行政区及中国台湾。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

画说量子论/(美)麦克沃伊(McEvoy, J. P.), (美)扎阿特(Zarate, O.)著;陈难先译.--北京:清华大学出版社,2011.11

(走进科学殿堂)

书名原文:Quantum Theory: A Graphic Guide

ISBN 978-7-302-26339-5

I. ①画… II. ①麦… ②扎… ③陈… III. ①量子力学—图解 IV. ①O413.1-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第155013号

责任编辑:朱红莲

责任校对:刘玉霞

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:120×170 印 张:5.625 字 数:161千字

版 次:2011年9月第1版 印 次:2011年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:18.00元

走进科学殿堂

陈难先 译

画说量子论

QUANTUM THEORY

A Graphic Guide

J. P. McEVoy & OSCAR ZARATE

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

对于没学过量子论的读者,这本书可以作为引起对量子论兴趣的启蒙;对于学过量子论的读者,本书可以作为回顾总结的良师益友。我们理工科的学生历尽磨难知道一些量子论的术语,甚至学会如何使哈密顿对角化,如何求体系的本征值。但是,不少人对量子论的整体仍然缺少了解,这本小册子可以帮助我们把已有的零碎知识连接成片。书中所运用的历史方法非常值得欣赏,因为量子论发展史本身就充满奇趣。当你听到一批发现了新奇事物的大师居然也会为了解释自己的发现弄得狼狈不堪,你一定会觉得很有意思!这本书值得所有从事物理工作的人士和所有学科的研究生阅读。

Quantum Theory: A Graphic Guide. [97818404685025/T] by J. P. McEVoy & OSCAR ZARATE first published by Icon Books Ltd. [2007]

All rights reserved.

This simplified Chinese edition for the People's Republic of China is published by arrangement with the Icon Books Ltd., London, United Kingdom.

© Icon Books Ltd. & Tsinghua University Press [2011]

图字:01-2011-3830

This edition is for sale in the mainland of China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan.

此版本仅限中华人民共和国境内销售,不包括香港、澳门特别行政区及中国台湾。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

画说量子论/(美)麦克沃伊(McEvoy, J. P.), (美)扎阿特(Zarate, O.)著;陈难先译.--北京:清华大学出版社,2011.11

(走进科学殿堂)

书名原文:Quantum Theory: A Graphic Guide

ISBN 978-7-302-26339-5

I. ①画… II. ①麦… ②扎… ③陈… III. ①量子力学—图解 IV. ①O413.1-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第155013号

责任编辑:朱红莲

责任校对:刘玉霞

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:120×170 印 张:5.625 字 数:161千字

版 次:2011年9月第1版 印 次:2011年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:18.00元

产品编号:040420-01

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbo.com

什么是量子论？

量子论是人类思想史中最为卓越光辉的一页，它不但阐明元素周期表的构成和化学反应的发生，还精确预见到激光器和微电子芯片的运行以及DNA的稳定性、原子核的 α 粒子嬗变。



爱因斯坦

量子论可不能
凭借直觉，它
往往和普通常
识是相悖的。



泡利

近来，量子力学基本概念
被比作东方哲学，还用来
探索意识、自由意志和超
自然现象的奥秘。



狄拉克

我的书（1930年）已
经阐明了量子论的来
龙去脉。



薛定谔

量子论没有不
灵的时候。



普朗克

量子论本质上是数学的……



玻恩

量子论的结构使我们
对物理世界的基本观
念幡然一新。



波尔



德布罗意



海森伯

波尔在1927年对量子论的阐述至今仍被普遍接受。但是，爱因斯坦在1930年提出一个理想实验（thought experiment，或想象实验），对理论的基本框架提出了疑问。直至今日，争论仍在进行之中。是不是爱因斯坦又一次豁然贯通掌握了真理？或者这里面还需要补充什么内容？现在，让我们把这故事原原本本慢慢道来。

量子论缘起

要想给经典物理学家讲通量子论,比给初学者讲还要难得多。



这话可有点儿逗。难道学习现代物理学时,基础愈好的学习反而愈困难?!

话说19世纪与20世纪交替之时,物理学家们对自己关于物质和电磁波辐射的本质的认识充满自信,甚至认为任何与这些经典图像矛盾的新概念都应该不屑一顾。

牛顿(1643—1727)和麦克斯韦(1831—1879)的理论除了精确的数学表述无懈可击之外,多年来由他们的理论得出的许多预言都被精细的实验确认。理性的时代发展到了一个确定论的时代。

经典物理学家

伽利略



“经典”物理学家可定义为19世纪以来,由牛顿力学和麦克斯韦电磁理论培育起来的物理学家。这两个理论可算得上是人类思想史上对物理现象在当时最成功的总结。

用一个很简单的斜面和一个金属球,我就可以说明伟大的亚里斯多德物理学有错误。

噢,别再自吹自擂!

亚里斯多德

通过观察来检验理论,是伽利略 (Galileo, 1564—1642) 以来一切可信赖的物理学的特征。他展示了怎样设计实验,怎样进行测量,以及如何把数学定律的预言和测量结果相互对照比较。

理论和实验相互影响、相互印证已经成为科学界最佳的行事通则。

一切都已经证明……

在18、19世纪,牛顿定律经受了合理实验的仔细检验,并得到充分肯定。

牛顿

我的万有引力定律预言的行星运动是可观测的,精度都很高。

麦克斯韦

赫兹

我在1865年的电磁波理论就预测到“不可见”光的存在,而后1888年赫兹在柏林实验室中探测到了这些信号,即现在所谓的无线电波。

这些波的反射和衍射都和光一样。麦克斯韦理论是正确的。

这一切使得经典物理学家都十分自信!

“小数点后第六位起或许还剩下点事情可做”

英国格拉斯哥(Glasgow)大学的权威经典物理学家开尔文爵士(Lord Kelvin, William Thomson, 1824—1907)在1890年4月27日说到, 牛顿世界简直是万里晴空, 不过, 这里还有两朵乌云。[开尔文说, “The beauty and clearness of the dynamical theory, which asserts heat and light to be modes of motion, is at present obscured by two clouds. I. The first came into ... II. The second is ...” 在同一年开尔文还说过, “There is nothing to be discovered in physics now. All that remains is more and more precise measurement.”意即物理学已经不会有什么新发现了。剩下的事就是要把测量搞得更加精密。这类话可能说过多次。——译注]



我当时并不知道,一朵乌云会由于相对论的进展而消失,而另一朵乌云会导致量子论。



在1894年6月, 美国诺贝尔奖获得者迈克耳孙(Albert Abraham Michelson, 1852—1931)在引用开尔文的话时有夸张曲解之嫌。他后来一直为自己的话后悔

不已。[迈克耳孙说的是“In physics there were no more fundamental discoveries to be made(物理学不会再有新的重大发现了)”和“An eminent physicist remarked that the future truths of physical science are to be looked for in the sixth place of demimals.(一位物理大师指出,进一步的物理实在只能到小数点后第六位之后去找了。)”——译注]



0.12345...

理大师指出,进一步的物理实在只能到小数点后第六位之后去找了。)——译注]

经典物理学基本假定

经典物理学家建立了一整套集中代表他们思想的假定,使得新思想很难再被接受。下面是他们关于物质世界的一组信念。

1) 宇宙就像一部装在绝对时间和绝对空间中的巨大机器。复杂运动是由这部机器内部各构件之间的简单运动所组成,即使有些部件是不能都看到的。

2) 牛顿的归纳总结意味着所有运动都有原因。如果一个物体展现运动,则总能找到导致这运动的原因。这就是因果关系,没人对此置疑。

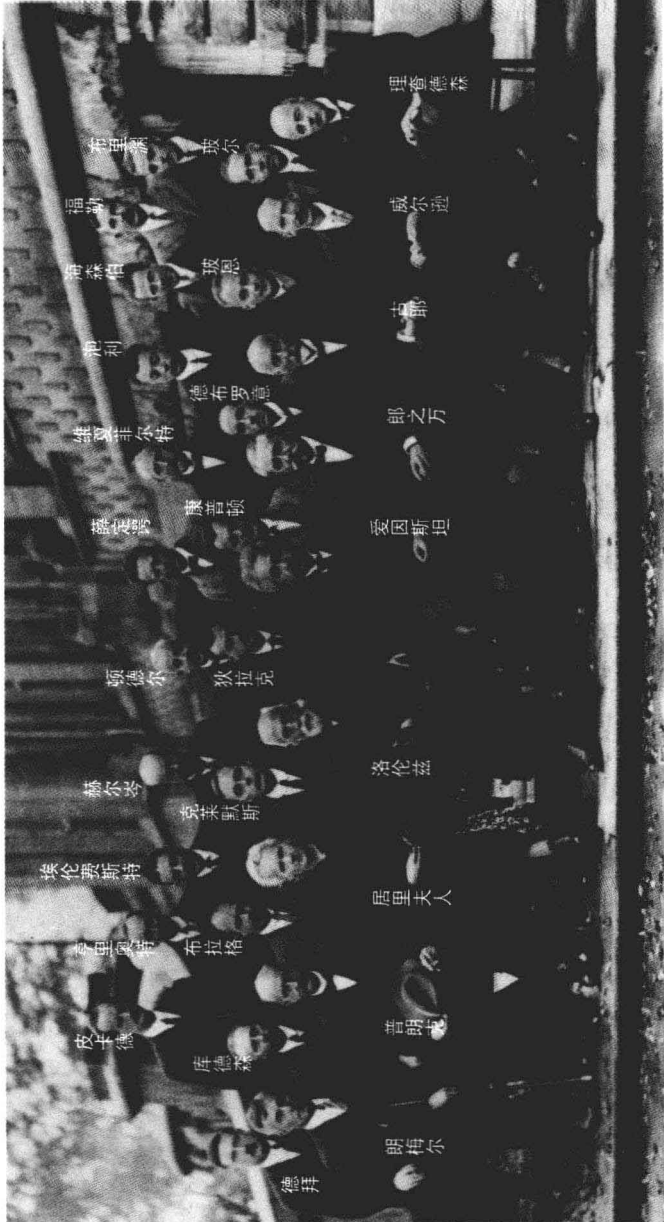
3) 如果已知物体在某个时刻(例如现在)的运动状态,就可确定将来和过去任意时刻的状态。所有事件都是过去的原因造成的后果,都是确定的。这就是确定论。

4) 光的性质由麦克斯韦电磁波理论完全描述,并被1802年托马斯·杨的一个简单双缝实验中的干涉条纹所证实。

5) 物质运动有两种形式:一是粒子,一种不可穿透的球形体,类似台球。另一是波,类似于海洋表面冲向岸边的浪。波和粒子互不兼容,即能量载体要么是波,要么是粒子。

6) 对于系统的性质,如温度、速度的测量,在原则上可以达到任何精度。误差可通过减少观测者探测时的干扰或用理论校正来解决。即使对微观的原子系统也不例外。

经典物理学家对所有这些陈述都坚信不疑。但是所有这六条假定其实都是值得怀疑的。最早认识到这些问题的是1927年10月24日在比利时中央旅舍(Metropole Hotel)聚会的一群物理学家们。



布里渊

玻尔

理查德森

福勒

威尔逊

海森伯

玻恩

古耶

泡利

德布罗意

郎之万

维夏菲尔特

萨定秀

康普顿

爱因斯坦

顿德尔

狄拉克

洛伦兹

赫尔岑

克莱默斯

埃伦费斯特

居里夫人

亨里爱特

布拉格

皮卡德

普朗克

库德森

朗格穆尔

德拜

A. PICCARD	E. HENRIOT	P. EHRENFEST	Ed. HERZEN	Th. DE DONDER	E. SCHRODINGER	EVERSCHAFFELT	W. PAULI	WHEISENBERG	R. H. FOWLER	L. BRILLOUIN
M. KNUDSEN	W. L. BRAGG		H. A. KRAMERS	P. A. M. DIRAC	A. H. COMPTON	L. de BROGLIE	M. BORN			N. BOHR
I. LANGMUIR	M. PLANCK	Mme CURIE	H. A. LORENTZ		A. EINSTEIN	PLANGEVIN	CH. GUYE	C. T. R. WILSON	O. W. RICHARDSON	

1927年索尔维会议：量子论的公式表述

在第一次世界大战爆发三年前，比利时企业家索尔维(Ernest Solvay, 1838—1922)在布鲁塞尔发起了系列性国际物理会议。参加者多通过个别邀请，与会者人数一般为30人左右，每次会议事先确定讨论主题。

前五次会议在1911—1927年之间召开，以极不寻常的方式记录了20世纪初物理学发展的历史。1927年的会议专注量子理论，与会者中对量子论有奠基性贡献者不下9人，后来这几位均因其贡献被授予诺贝尔奖。



1927年索尔维会议上这张照片是个很好的起点,来介绍大部分的现代物理学理论的最主要的参与者。后代人一定感到十分惊奇,1927年这次会议,在这么短的时间和这么小的一个地方,是如何把这些量子物理的权威聚集起来的?

科学史上很少有这样一个时期会在这么短时间内被这么几个人清楚地阐述如此多内容。

看一下第一排居里夫人(Marie Sklodowska Curie,1867—1934)旁边那位愁眉苦脸的普朗克(Max Planck,1858—1947)。普朗克一手拿着礼帽,一手拿着雪茄,一副筋疲力尽、狼狈不堪的样子,原来他多年来一直力图推翻自己对物质和辐射的革命性思想,自己跟自己过不去。



我这一切都是从1900年的一个假定开始的,即认为物质仅仅容许吸收的电磁辐射能量(称为量子)恰恰正比于辐射频率。

几年后的1905年，瑞士专利局一位年轻职员**爱因斯坦** (Albert Einstein, 1879—1955) 推广了普朗克的观念。

照片里的爱因斯坦坐在前排正中，穿着笔挺的西装正襟危坐。从1905年的文章之后，20年来他一直对量子论问题十分关注，但没有任何实质的深入。整个这时期，他对理论的发展不断有所贡献，他也支持其他人那些似乎不够严谨的原创思想。10年前(1915年)，他那最伟大的广义相对论已使他在国际上名声大振。



我已经证明，光一直以量子形式存在，这也就是为什么物质以量子化方式对它进行吸收和发射。遗憾的是，普朗克一直不买我的账。

在布鲁塞尔,爱因斯坦就量子论的非同一般的表述和众所服膺的“丹麦大个”尼尔斯·玻尔(Niels Bohr,1885—1962)展开了辩论。玻尔不是一个人,他有一群人联合在一起捍卫量子论的诠释和理解。玻尔坐在照片中间那排最右边,显得很放松和自信,这位42岁的资深教授正春风得意,这时他的权威性在物理界中达到最高峰。



在演讲中我对量子论的概率诠释作了回顾,差不多每一个人都对此感到满意,除了爱因斯坦。

20世纪的两位物理学大师从此就展开了无休止的争论,一直到1955年爱因斯坦逝世。

爱因斯坦的后面,最后一排的薛定谔(Erwin Schrödinger,1887—1961)很引人注目,他随意地穿着运动服,戴着蝴蝶领结,在他的左边隔着一人是刚刚二十来岁的泡利(Wolfgang Pauli,1900—1958)和海森伯(Werner Heisenberg,1901—1976),在上述几位前面一排有狄拉克(Paul Dirac,1902—1984)、德布罗意(Louis de Broglie,1892—1987)、玻恩(Max Born,1882—1970)和玻尔。在今天这些人都成为永垂不朽的存在,由于他们揭示微观世界的基本性质的贡献:薛定谔波动方程,泡利不相容原理,海森伯测不准关系(不确定关系),玻尔原子模型,德布罗意波,玻恩波幅概率诠释,狄拉克符号,等等。

他们从老到少,年纪最大的普朗克69岁,最小的狄拉克25岁,后者在1928年完成了相对论电子理论。[注意,那时的爱因斯坦已经48岁了。——译注]

