



21世纪科学·探索·实验文库·第一辑
21SHIJI KEXUE TANSUO SHIYANWENKU DIYIJI

总顾问 赵忠贤 刘炳升
学术指导 胡炳元 吴玉红
总主编 杨广军

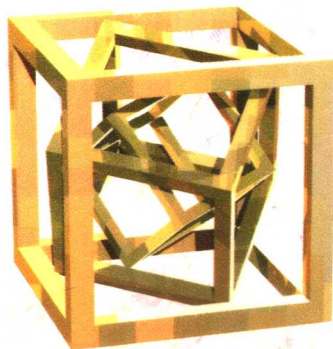
何方飘来 两朵乌云

携手相对论与量子论



自然科学的理论不能离开实验的基础。“劳心者治人，劳力者治于人”的重理论、轻实验的落后思想，对发展中国家的科学青年有很大的害处。

——丁肇中



光明日报出版社



21世纪科学·探索·实验文库·第一辑
21SHIJI KEXUE TANSUO SHIYANWENKU DIYIJI

何方飘来 两朵乌云

携手相对论与量子论

总顾问◎赵忠贤
学术指导◎胡炳元 刘炳升
总主编◎杨广军 吴玉红

光明日报出版社

图书在版编目(CIP)数据

何方飘来两朵乌云: 携手相对论与量子论/杨广军, 吴玉红主编.

北京: 光明日报出版社, 2007.6

(21世纪科学·探索·实验文库(第一辑))

ISBN 978-7-80206-453-9

I. 何… II. ①杨…②吴… III. ①相对论—青少年读物

②量子论—青少年读物 IV. 0412.1-49 0413-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第065311号

何方飘来两朵乌云——携手相对论与量子论

◎ 总 主 编: 杨广军 吴玉红

本册主编: 蔡建秋

◎ 出 版 人: 朱庆

责任校对: 徐为正 祝惠敏 姜克华

◎ 责任编辑: 田苗

版式设计: 麒麟书香

◎ 封面设计: 红十月设计室

责任印制: 胡骑

◎ 出版发行: 光明日报出版社

◎ 地 址: 北京市崇文区珠市口东大街5号, 100062

◎ 电 话: 010-67078234(咨询), 67078235(邮购)

◎ 传 真: 010-67078227, 67078233, 67078255

◎ 网 址: <http://book.gmw.cn>

◎ E-mail: gmcbcs@gmw.cn

◎ 法律顾问: 北京盈科律师事务所郝惠珍律师

◎ 印 刷: 北京一鑫印务有限公司

◎ 装 订: 北京一鑫印务有限公司

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社联系调换

◎ 开 本: 720×1000 1/16

印 张: 83

◎ 字 数: 890千字

◎ 版 次: 2007年6月第1版

印 次: 2007年6月第1次印刷

◎ 书 号: ISBN 978-7-80206-453-9

◎ 总定价: 125.00元(全六册)

版权所有 翻印必究

21世纪科学·探索·实验文库

第一辑 科学就在你身边——改变生活的物理学

从银盐到数码——照相机写真

漫步咫尺还是浪迹天涯——网络中的英雄与传奇

人类文明的指示灯——测量的故事

何方飘来两朵乌云——携手相对论与量子论

穿越时空与万古神游——谈生物的进化

第二辑 天机真的不可以泄露吗——带你走进“平衡”之门

你能返老还童吗——熵的故事

天外究竟有几重——人类的太空探索之路

生命的微观旅程——基因的故事

云来自何方——水的故事

你了解自己吗——带你人体大旅行

第三辑 力与弧的交融——运动中的科学图说

化学就在你身边——生活中的常识及实验

世间冷暖知多少——热学趣谈

前行的动力来自于哪里——能源的开发与利用

是朋友还是敌人——“新新人类”机器人

我来也——交通工具的过去、现在与未来

第四辑 地球两极的握手何以可能——通讯技术的神奇之旅

融入科学玩出精彩——旅游中的科学点击

谁是那只看不见的手——力的故事

另一个世界另一种存在——场与波的对话

学会关心你自己——健康漫谈

我们到底知道多少——科学之谜纵横谈

第五辑 大自然的精灵——电的故事

地球为什么流泪——话说污染

插上翅膀放飞梦想——人类的飞天之梦

撩拨光与影的和弦——影视与科学漫谈

宇宙的起源在哪里——一种造物者的传说

享受生活炫出色彩——你眼中的生化世界

第六辑 非常24小时——生活中的科学

冲突还是和谐——天地生物与人类生存环境

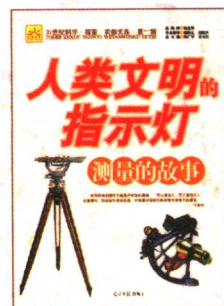
死神究竟有多少面孔——自然灾害纵横谈

神奇的“死光”——激光写真

毁灭者还是创造者——核子风云录

遨游蓝色水世界——海洋化学点滴

21世纪科学·探索·实验文库·第一辑
21SHIJI KEXUE TANSUO SHIYANWENKU DIYIJI



出版人：朱 庆

总策划：尚振山

责任编辑：田 苗

封面设计：红十月设计室 RED OCTOBER STUDIO
TEL: 13901105614

科学是属于大众的，
公众对科学的了解
会极大地促进科学
的发展。

赵忠贤

2007年5月31日

中国科学技术协会副主席、中国科学院院士赵忠贤
为《21世纪科学·探索·实验文库》题词

《21 世纪科学·探索·实验文库》

编辑委员会

总 顾 问:

赵忠贤 中国科学技术协会副主席、中国科学院院士

学术指导:

胡炳元 华东师范大学物理系教授、博士生导师,全国高等物理教育研究会理事长,教育部物理课程标准研制组核心成员,上海教育考试院专家组成员

刘炳升 南京师范大学教授、博士生导师,中国教育学会物理教学专业委员会副理事长,教育部物理课程标准研制组核心成员

主 任: 杨广军 吴玉红

副 主 任: 舒信隆 宦 强 黄 晓 武荷岚 尚振山

成 员: (排序不分先后)

胡生青 章振华 徐微青 张笑秋 白秀丽 高兰香 韦正航
朱焯炜 姚学敏 马书云 梁巧红 李亚龙 王锋青 蔡建秋
马昌法 金婷婷 李志鹏 申秋芳 徐晓锦 陈 书 张志祥
周万程 黄华玲 卞祖武 陈 昕 刘 苹 岂晓鑫 王 宏
仇 妍 程 功 李 超 李 星 陈 盛 王莉清

责任编辑: 田 苗

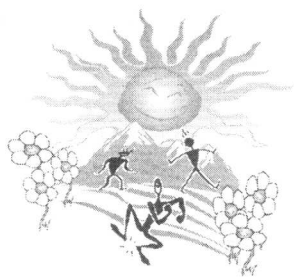
总 策 划: 尚振山

出 版 人: 朱 庆

丛书总主编○杨广军 吴玉红

副总主编○舒信隆 宦 强 黄 晓 武荷岚 尚振山

本册主编○蔡建秋



目 录

面纱轻启——初识相对论与量子论 / 001

星光灿烂——为之贡献的科学家们 / 005

上篇——相对论 / 009

山雨欲来风满楼——经典物理学的困惑 / 011

峥嵘岁月——经典力学时空观 / 014

白玉微瑕——一朵乌云的飘起 / 020

危机四伏——以太真的存在吗 / 024

无心插柳——以太零漂移实验 / 027

星空之实——光速存在极限吗 / 029

恋恋不舍——徘徊于经典之门 / 031

苦思十载一朝悟——狭义相对论的诞生 / 033

小荷初露——十年追光之路 / 034

锋芒毕现——不可思议的 1905 / 038

庐山真面——揭秘狭义相对论 / 040

异乎寻常——狭义相对论的效应 / 044

与众不同——狭义相对论的推论 / 050

超越梦想——有趣的时间之旅 / 056

实践出真理——狭义相对论的实验验证 / 060

金无足赤——狭义相对论的缺陷 / 064





- 十年一剑双刃现——广义相对论的诞生 / 065
 - 英雄本色——时空弯曲与广义相对论 / 068
 - 此呼彼应——物质告诉时空如何弯曲 / 074
 - 炉火真金——广义相对论的实验验证 / 077
 - 时空捕手——微妙的扭曲 / 084
- 气吞万物猛于虎——黑洞 / 087
 - 溯流穷源——黑洞的形成 / 089
 - 分门别类——给黑洞分分类 / 094
 - 神秘之旅——到另外一个宇宙去旅行 / 100
 - 鉴毛辨色——黑洞“三根毛” / 108
 - 不同寻常——霍金辐射 / 110
 - 寻根究底——寻找黑洞 / 113
- 惊天一爆万物出——宇宙大爆炸 / 117
 - 有加无已——膨胀的宇宙 / 119
 - 鸿蒙初辟——大爆炸的提出 / 124
 - 道生万物——大爆炸后的宇宙 / 126
 - 远古信使——宇宙微波背景辐射 / 130
 - 精益求精——最新进展 / 134

下篇——量子论 / 137

- 争奇斗艳又一枝——量子论的诞生 / 139
 - 石破天惊——普朗克的闪亮登场 / 144
 - 接踵而至——1905 奇迹年的又一硕果 / 149
 - 形格势禁——玻尔理论 / 154
 - 波粒谁属——物质波 / 161
- 于无声处听惊雷——精彩的量子世界解读史 / 167
 - 粉墨登场——矩阵力学 / 169
 - 横空出世——波函数 / 174





- 殊途同归——两种形式的等价 / 180
- 扑朔迷离——波函数的身份 / 182
- 晦暗不明谁可信——一个不确定的世界 / 189
 - 晦暗之源——不确定性原理 / 190
 - 非此即彼——互补原理 / 193
 - 左右为难——波或粒子 / 196
- 春哺大地万象新——激动人心的应用 / 201
 - 显微知著——量子隧道效应及应用 / 202
 - 临危不惧——炸弹检测专家 / 208
 - 无可限量——量子计算机 / 209





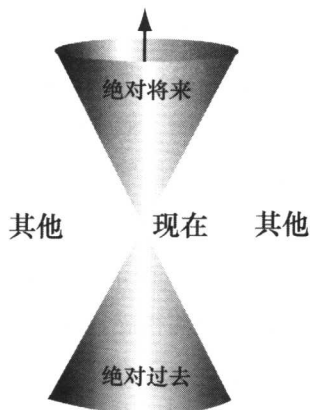
面纱轻启——初识相对论与量子论

相对论和量子论作为 20 世纪物理学的两大著名理论，它们有很多相似之处。它们是 20 世纪物理学的两大革命，都是源自开尔文男爵预告的两朵小乌云，它们都是在经典物理学大厦建立好以后横空出世的两道耀眼的光芒，驱走了乌云，照亮了整个物理世界，甚至对哲学都产生了深刻的影响。

相对论和量子论使人们对世界的认识有了革命性的改变。

狭义相对论是关于时间和空间的学说。以前牛顿的经典力学认为时间和空间是两个不相干的独立体，各自按照自己的方式运转着，两者之间没有必然的联系。但狭义相对论认为时间和空间是浑然一体的。时间的运动会引起空间的变化，同样空间的变化也会影响时间。

在狭义相对论中没有涉及时间空间和物质运动的关系，即没有涉及到引力理论，广义相对论就弥补了这一缺陷。广义相对论是关于时间空间和物质的理论，或者说是关于引力的理论。广义相对论的精华可以概括为两句话：时间空间告诉物质如何运动，物质告诉时间空间如何弯曲。



狭义相对论的时空观



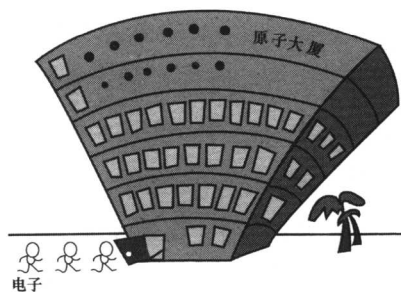
巨大星体周围的时空是弯曲的！当你以为照直向它走去的时候，就会掉进弯曲时空的陷阱里，最后的结果就是只能围着它转圈子了。



量子论是关于微观世界的物理学，微观世界指的是分子或原子内部的世界。

量子论给人们的思维带来了一次又一次的冲击，它打破“世界是连续性的信条”，认为能量不是连续的，而是一份一份的，证明了电子是具有波粒二象性，就像光具有波粒二象性一样。

量子论认为物理世界并不是一个严格遵循因果律的世界。它使人们的认识方式从确定性转向了概率性。在牛顿力学中，我们能很精确地测量一辆小车的位置和速度，但在量子论中海森堡等人认为粒子不再具有确定的位置和速度，如果粒子的位置测得越精确，它的速度测量就越不准确，反之亦然。在量子力学中，只能用几率来计算，而不能得出一个精确的值。面对这种基本定律中的任意性和不可预知性，爱因斯坦十分不理解。他最终没有接受量子机制。他的著名格言是：“上帝并不掷骰子。”虽然如此，但全新的量子理论为大多数的科学家所接受，并证明了其实用性，因为这些定律不但符合实验结果，而且可以解释许多以前不能解释的现象。这些定律成了现代化学、分子生物学以及电子学发展的基础，半导体、雷射、超导电假如没有量子力学是无法理解的。



上帝真的掷骰子了吗？



历史的延伸

物理学作为一门单独的学术科目，最早是由亚里士多德提出来的，在希腊语中“物理学”的意思是探讨自然的秩序和原理的“自然哲学”。到了 18 世纪中，自然史和化学从物理学中独立出来了。人们把剩下的物理学划分为一般物理学和特殊物理学，前者是指牛顿力学或者说用数学描述质点运动的传统，后者指包括声、光、电、磁等领域。19 世纪 30 年代以后，物理学慢慢地成熟了，出现了实验物理学和理论物理学的分法。这就是 20 世纪之前物理学的概况。





迷你小实验

相对论和量子论使物理学从经典物理学过渡到了现代物理学,经典物理学中有许多小实验。下面我们就来看一下这个小实验,看看到底哪个瓶子转的快。
材料:两个完全相同的玻璃瓶,其中一个装满沙,另外一个装满了水。

实验方法:把它们放在同一个斜面上。看看哪个瓶子滚得比较快。想想看为什么会是这样的。



科学思维与方法

相对论和量子论建立的过程,是敢于挑战传统、不断创新的过程。当时,爱因斯坦、玻尔处于风华正茂的年代,他们带领海森堡等一批年轻人向旧世界宣战。他们都是敢于向旧世界说“不”的人。不管普朗克愿意不愿意,他还是“孤注一掷”地提出能量是不连续的。爱因斯坦深化了这个“不”字,提出光也是量子化的。海森堡提出了量子力学中最关键的一个关系式“不确定性原理”,与强调完全确定论的经典物理学彻底决裂。不过,所有这些都并非无中生有的,而是以坚实的实验事实为依据的。牛顿力学、麦克斯韦电磁理论,是19世纪的伟大科学成果,但当人们的探索范围深入到微观世界时,主宰分子、原子、粒子运动规律的是量子力量,描述高速(接近于光速)运动物体规律的是相对论。同时我们也看到了创新是在已有基础上的创新,有旧才有新。



你知道吗?

两大理论的作用和影响

相对论和量子论对人类社会产生了广泛而深远的影响,对现代科学技术和社会经济的发展起了巨大的推动作用,并且也在哲学思想领域引起了巨大震动。1988年的诺贝尔医学奖得主李特曼觉得当今世界国民经济总值中25%来自与量子现象有关的技术。

相对论为人类建立了新的时空观。量子论为人类描述微观世界提供了新的表达方法和思考方法。相对论和量子论突破了牛顿经典力学的局限,为人类探索宏观世界和微观世界提供了新的理论基础,为人类探索自然提供了全新的思





想工具。

相对论和量子论为其他学科的现代化提供了理论基础。由于量子力学成功地揭示了微观物质世界的基本规律,它的创立极大地加速了原子物理学和固体物理学的发展,并为核物理和粒子物理学准备了理论基础,而且通过化学键理论,为众多化学规律提供了理论基础,同时对分子生物学的产生也具有启迪作用。相对论在天体物理学、宇宙学中有着广泛的应用。总之,量子力学、相对论开辟了人类认识自然、利用自然的新天地,成为当代科学技术发展的重要理论基础之一。

相对论和量子论发展出了许多新能源、新器件、新技术,爱因斯坦的质能方程引领人类进入了核能时代,对世界国民经济的发展起着举足轻重的作用。



拓展思考

问题 1. 相对论诞生的背景是什么?

问题 2. 量子论诞生的背景是什么?

问题 3. 为什么这两大理论是 20 世纪物理学的革命?

问题 4. 找一找这两大理论对我们日常生活的影响?

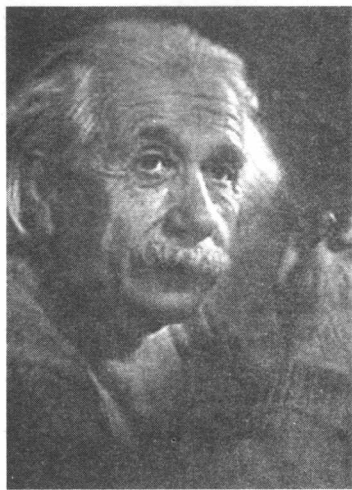


星光灿烂——为之贡献的科学家们

在相对论和量子论的创立过程中涉及到了许多的科学家。相对论的完成可以说几乎是爱因斯坦一个人的贡献。关于狭义相对论，其实已经有很多科学家为爱因斯坦铺平了道路。如著名的迈克尔逊-莫雷实验，用来验证“以太”究竟是否确实存在。为了解释迈克尔逊-莫雷实验的现象，洛伦兹提出了洛伦兹收缩，其实洛伦兹已经走到了狭义相对论的门口，只要他再向前迈一步就可以进入狭义相对论的大门了。但这一步最终还是由爱因斯坦迈出了。

在狭义相对论建立十年以后，爱因斯坦又提出了广义相对论，广义相对论不同于狭义相对论，在建立狭义相对论之前已经有很多的实验矛盾等待解决，已经有一系列的科学家做了很多前期工作。但在建立广义相对论之前理论和实验几乎都是一片空白。所以爱因斯坦自己曾说过，如果没有他，狭义相对论也会有人提出来的，但广义相对论的话可能要等上十几年几十年或更长的时间才会有人提出来。

量子论中就涉及到了许多科学家了，1900年普朗克发现，从红热物体上



爱因斯坦像

创立狭义相对论和广义相对论，并提出了光量子假设。



关于狭义相对论，其实已经有很多科学家为爱因斯坦铺平了道路。



泡利



狄拉克



				
薛定谔： 提出了波动力学 和著名的“薛定 谔的猫”	玻恩： 提出了物质波和 波函数的几率解 释	普朗克： 提出量子假设	海森堡： 创建矩阵力学 并提出不确定 性原理	德布罗意： 提出物质波

发出的辐射,可以解释为“光线以特定大小的能量单元发出”,他把这种能量单元称为量子。量子就像超市里的袋装盐,并不是你想买多少都行的,你只能买每袋一斤(或半斤)的包装。紧接着,在普朗克的启发下,爱因斯坦提出了光量子理论,这个理论成功地解释了光电效应。玻尔于 1913 年提出了关于原子模型的“玻尔理论”,把原子理论又往前推了一大步。至此,量子论的第一阶段已发展完毕。1923 年,德布罗意在爱因斯坦光的波粒二象性的启发下,提出了实物粒子(如电子、质子)也具有波粒二象性,为后人的研究铺平了道路。为了描述微观粒子的运动,牛顿力学已不再适用,必须建立新的力学。薛定谔与海森堡殊途同归,分别于 1926 年和 1925 年提出了波动力学和矩阵力学,找到了正确描述微观世界的数学方法,从而展开了描述现实的新画卷。新的力学体系已经建立起来了,剩下的工作就需要对它进行进一步的解释。玻恩、海森堡和玻尔分别于 1926 年、1927 年和 1928 年提出了波函数的几率解释,不确定性原理和互补原理,这三者共同构成了量子力学的基础。



科学思想与方法

20 世纪对于物理学来说,是一个光辉灿烂的世纪,在这短短的 100 年中,物理学发生了翻天覆地的变化。这场革命的主角就是相对论和量子论。这两个理论的建立,完成了从经典物理学到现代物理学的转变。这两个理论在思维革命和方法论方面也引起了革命性的变革。相对论在哲学上,不仅深刻影响了各种

