

国家重点图书

北京科普创作出版专项资金资助

百年科学丛书

科学发现

北京科技记者编辑协会 / 编 姜岩 / 主编

Bainian Kexue Faxian

吉林科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

百年科学发现/姜岩主编. -长春:吉林科学技术出版社,2000

(百年科学丛书)

ISBN 7-5384-2211-0

I. 百… II. 姜… III. 自然科学-概况 IV. N11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 10027 号

责任编辑:米长才 封面设计:李法明

百年科学发现

姜 岩 主编

*

吉林科学技术出版社出版、发行

长春新华印刷厂印刷

*

880×1230 毫米 32 开本 8.25 印张 4 插页 193 000 字

2000 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 2 次印刷

定价:14.00 元

ISBN 7-5384-2211-0/G·321

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换。

社址 长春市人民大街124号 邮编 130021 电话 5677817 5635177

电子信箱 JLKJCBS@public.cc.jl.cn 传真 5635185

北京科技记者编辑协会 / 编

编委会:

孟东明

陈祖甲

黄天祥

张江民

张式贤

本书主编:

姜 岩

本书作者:

姜 岩

曲国斌

王艳红

张小军

颜 亮

杨 骏

朱晓青

谢 培

潘 治

序

路甬祥

在人类历史中特别是自工业革命以来,科学技术已成为认识世界和改造世界的巨大力量,已成为工农业生产的重要推动力。进入 20 世纪以后,科学技术愈益显示出其“生产力”的功能,科技创新已成为人类文明进步的强大动力和基石。

20 世纪自然科学发展中有代表性的或里程碑式的工作有:

量子理论和相对论的创立与发展,堪称 20 世纪最伟大的科学革命。

DNA 双螺旋结构模型的建立,宣告人类在揭示生命遗传的奥秘方面迈出了具有里程碑意义的一步。

信息理论的发展为通信技术、跨国经营、全球金融乃至现代经济和社会学研究等准备了理论基础。

大陆漂移学说和地球板块构造理论是 20 世纪地球科学中最伟大的成就。

新的宇宙演化观念的建立堪称是 20 世纪宇宙科学的里程碑。

.....

综观上述科学进程,我们不难发现,科学的重大突破往往基于传统理论与新发现的现象和实验结果以及新理论之间基本矛盾的解决;或源于对传统理论的思想解放和充满自信。同时,观测和实验手段的革新发明往往为新的科学发现和理论创新提供新的实验依据。

20 世纪也是技术革命的世纪,在百年历史进程中,我们可以列举出无数改变了人类命运和生活方式的技术飞跃:

伴随着世界工业化的进程,新的能源技术发展迅速,能源结构发生重大调整。由于汽油机(1883 年)和柴油机(1892 年)的发明,交通运输得以迅速发展,因此促进了石油需求飞速增长,从而导致了新油田的大规模开发。至 1974 年石油已在世界能源结构比例中占据 54%,并成为最重要的合成化工原料。

1942 年 12 月,芝加哥建成世界上第一座可控的链式核裂变反应装置,宣告了人类利用核能时代的开始。如今,核技术在能源、农业、医学、工业、环保等方面的应用获得了迅速发展。

自 20 世纪上半叶开始的人工合成高分子材料的出现,以及各种类型复合材料的问世,改变了 19 世纪以来人类对木材、皮革、混凝土为代表的结构材料的依赖,为人类生产生活提供了丰富多彩的物质材料基础。

自从 1946 年 2 月第一台计算机投入运行和后来以硅材料为代表的微电子、光电子功能材料的发明和应用以

来,人类一步步迈进了信息时代的大门。如今以互联网为代表的信息化浪潮已经极大地改变了我们的生活。

在1903年美国莱特兄弟制造的人类历史上第一架带发动机的载人飞机在美国北卡罗来纳升空后的近百年中,人类发明了喷气发动机,制造了多用途的飞机、火箭和载人宇宙飞船,并在1969年成功地登上了月球。

维生素的发现、胰岛素的分离与人工合成以及青霉素功能的发现等一系列医学、生物和基因技术的发展,使人类的平均寿命在20世纪内得到了大幅度的提高,并形成了颇具规模的生物高技术产业。

.....

一个显著的特点是:现代高技术的发展往往源于基础研究的重大突破,但也离不开社会需求和市场的巨大推动。如原子弹与氢弹的研制成功,既来源于本世纪以来核物理基础研究的创新成就,但同时也是反法西斯战争强力推动的结果;电子计算机的发明与迅速推广离不开数学、物理等基础研究成果,但军事和民用市场需求的推动也不可忽视。

因此,20世纪一些重大科技突破至规模产业化过程大大缩短。晶体管和激光从发明到产业化都只用了2年,从原子弹爆炸到第一座核电站的建成也只不过9年时间。

但是科技前进的大道上并不都是如此快捷和顺利。20世纪人类在科技领域的不少误区使不少人仍然在困惑

和迷茫中逡巡。世纪之初就误入歧途的永动机，如今仍让不少科技工作者殚精竭虑。“水变油”“信息茶”等伪科学仍然占有一定市场，不能不引起人类的警惕。

另一方面，科技也是一把双刃剑，它既可以造福人类，也可以危害人类。它可以使人类文明获得巨大的进步，也可以被用来制造毁灭性武器、破坏生态环境和导致资源枯竭。

要解决这些矛盾，不仅需要科学精神与人文精神的融合，更需要自然科学、工程科学与社会科学的结合。只有这样，人类才能与大自然和谐共处，妥善把握人类社会自身发展的未来。

如今，当人类踏着世纪的台阶，步入千年的交点时，深情地回眸便成了极具重要意义的事情。为此，这套丛书深入浅出地讲解了 20 世纪人类科技领域的经验和教训，也为人类描绘未来多姿多彩的生活提供了思维脉络，确是一套难得的科普读物。

(本文作者为中国科学院院长)

目 录

爱因斯坦与相对论·····	1
微观世界中的轮盘赌——量子论·····	7
中子与质子的发现·····	16
物质构成之谜·····	24
超导——梦能变成现实吗?·····	30
粒子照镜子——里外不一样·····	37
宇宙中神秘的过客——中微子·····	41
放射性——杀人不见血·····	50
纳米技术王冠上的明珠——布基球·····	56
高分子材料高歌前行·····	63
星系·····	70
宇宙深处的节拍——脉冲星·····	80
天体中的四不象——类星体·····	90
黑洞不是洞·····	97
恒星的结构和演变·····	104
宇宙背景辐射意味着什么?·····	117
从阿波罗到“月球勘探者”——揭开月球的奥秘·····	127
火星,新世纪的“新大陆”·····	140
延续了300年的“玩笑”——费马最后定理·····	150
摘取数学皇冠上的明珠——哥德巴赫猜想·····	153
漂移的大陆·····	158
鸟是现代恐龙吗?·····	169

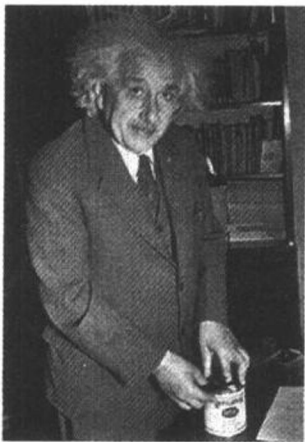
DNA 的魔术·····	177
改变生物和世界的基因工程·····	186
艾滋病的当头棒喝·····	199
器官移植的昨天、今天和明天 ·····	210
从图灵机到冯·诺依曼机 ·····	220
人工智能——机器会比人聪明吗? ·····	231
电脑的人性化和人性化的电脑 ·····	248
后记	
——科技为全人类谋福利·····	254

爱因斯坦与相对论

关于光的性质,还有很多谜,直到现在也无法用科学解释。光是怎样产生的?在空间如何传播?光怎样从物质出现?光是什么,是物质、振动、还是纯能?颜色是否为光必不可少?对于这许许多多的问题,科学已经作出了部分解释,但归根结底,这些问题尚未解答。不过,20世纪初,在人们了解光、研究光的过程中,带来了物理学的两场革命,这就是相对论和量子论。为建立这两个理论体系,许多科学家都作出了重要贡献,他们都是一些杰出的物理学大师,其中最为突出的是爱因斯坦。

1. 狭义相对论的创立

爱因斯坦相信世界的统一性和逻辑的一致性。相对性原理已经在力学中被广泛证明,但在电动力学中却无法成立,对于物理学这两个理论体系在逻辑上的不一致,爱因斯坦提出了质疑。他认为,相对论原理应该普遍成立,因此电磁理论对于各个惯性系应该具有同样的形式,但在这里出现了光速的问题。光速是不变的量还是可变的量,成为相对性原理是否普遍成立的首要问题。当时的物理学家一般都相信以太,也就是相信存在着绝对参照系,这是受到牛顿的绝对空间概念的



爱因斯坦

影响。19世纪末,马赫在其所著的《发展中的力学》中,批判了牛顿的绝对时空观,这给爱因斯坦留下了深刻的印象。1905年5月的一天,爱因斯坦与一个朋友贝索讨论这个已探索了10年的问题,贝索按照马赫主义的观点阐述了自己的看法,两人讨论了很久。突然,爱因斯坦领悟到了什么,回到家经过反复思考,终于想明白了问题。第二天,他又来到贝索家,说:谢谢你,我的问题解决了。原来爱因斯坦想清楚了一件事:时间没有绝对的定义,时间与光信号的速度有一种不可分割的联系。他找到了开锁的钥匙,经过五个星期的努力工作,爱因斯坦把狭义相对论呈现在人们面前。

1905年6月30日,德国《物理学年鉴》接受了爱因斯坦的论文《论动体的电动力学》,在同年9月的该刊上发表。这篇论文是关于狭义相对论的第一篇文章,它包含了狭义相对论的基本思想和基本内容。狭义相对论所依据的是两条原理:相对性原理和光速不变原理。爱因斯坦解决问题的出发点,是他坚信相对性原理。伽利略最早阐明过相对性原理的思想,但他没有对时间和空间给出过明确的定义。牛顿建立力学体系时也讲了相对性思想,但又定义了绝对空间、绝对时间和绝对运动,在这个问题上他是矛盾的。而爱因斯坦大大发展了相对性原理,在他看来,根本不存在绝对静止的空间,同样不存在绝对同一的时间,所有时间和空间都是和运动的物体联系在一起的。对于任何一个参照系和坐标系,都只有属于这个参照系和坐标系的空间和时间。对于一切惯性系,运用该参照系的空间和时间所表达的物理规律,它们的形式都是相同的,这就是相对性原理,严格地说是狭义的相对性原理。在这篇文章中,爱因斯坦没有多讨论将光速不变作为基本原理的根据,他提出光速不变是一个大胆的假设,是从电磁理论和相对性原理的要求而提出来的。这篇文章是爱因斯坦多年来思考以太与电动力学问题的结果,他从同时的相对性这一点作为突破口,建立了全

新的时间和空间理论,并在新的时空理论基础上给动体的电动力学以完整的形式,以太不再是必要的,以太漂流是不存在的。

什么是同时性的相对性?不同地方的两个事件我们何以知道它是同时发生的呢?一般来说,我们会通过信号来确认。为了得知异地事件的同时性我们就得知道信号的传递速度,但如何测出这一速度呢?我们必须测出两地的空间距离以及信号传递所需的时间,空间距离的测量很简单,麻烦在于测量时间,我们必须假定两地各有一只已经对好了的钟,从两个钟的读数可以知道信号传播的时间。但我们如何知道异地的钟对好了呢?答案是还需要一种信号。这个信号能否将钟对好?如果按照先前的思路,它又需要一种新信号,这样无穷后退,异地的同时性实际上无法确认。不过有一点是明确的,同时性必与一种信号相联系,否则我们说这两件事同时发生是没有意义的。

光信号可能是用来对时钟最合适的信号,但光速不是无限大,这样就产生一个新奇的结论,对于静止的观察者同时的两件事,对于运动的观察者就不是同时的。我们设想一列高速运行的火车,它的速度接近光速。列车通过站台时,甲站在站台上,有两道闪电在甲眼前闪过,一道在火车前端,一道在后端,并在火车两端及平台的相应部位留下痕迹,通过测量,甲与列车两端的间距相等,得出的结论是,甲是同时看到两道闪电的。因此对甲来说,收到的两个光信号在同一时间间隔内传播同样的距离,并同时到达他所在位置,这两起事件必然在同一时间发生,它们是同时的。但对于在列车内部正中央的乙,情况则不同,因为乙与高速运行的列车一同运动,因此他会先截取向着他传播的前端信号,然后收到从后端传来的光信号。对乙来说,这两起事件是不同时的。也就是说,同时性不是绝对的,而取决于观察者的运动状态。这一结论否定了牛顿力学中引以为基础的绝对时间和绝对空间框架。

相对论认为,光速在所有惯性参考系中不变,它是物体运动的最大速度。由于相对论效应,运动物体的长度会变短,运动物体的时间膨胀。但由于日常生活中所遇到的问题,运动速度都是很低的(与光速相比),看不出相对论效应。

爱因斯坦在时空观的彻底变革的基础上建立了相对论力学,指出质量随着速度的增加而增加,当速度接近光速时,质量趋于无穷大。他并且给出了著名的质能关系式: $E = mc^2$,质能关系式对后来发展的原子能事业起到了指导作用。

2. 广义相对论的建立

1905年,爱因斯坦发表了关于狭义相对论的第一篇文章后,并没有立即引起很大的反响。但是德国物理学的权威人士普朗克注意到了他的文章,认为爱因斯坦的工作可以与哥白尼相媲美,正是由于普朗克的推动,相对论很快成为人们研究和讨论的课题,爱因斯坦也受到了学术界的注意。

1907年,爱因斯坦听从友人的建议,提交了那篇著名的论文申请联邦工业大学的编外讲师职位,但得到的答复是论文无法理解。虽然在德国物理学界爱因斯坦已经很有名气,但在瑞士,他却得不到一个大学的教职,许多有名望的人开始为他鸣不平,1908年,爱因斯坦终于得到了编外讲师的职位,并在第二年当上了副教授。1912年,爱因斯坦当上了教授,1913年,应普朗克之邀担任新成立的威廉皇帝物理研究所所长和柏林大学教授。

在此期间,爱因斯坦在考虑将已经建立的相对论推广,对于他来说,有两个问题使他不安。第一个是引力问题,狭义相对论对于力学、热力学和电动力学的物理规律是正确的,但是它不能解释引力问题。牛顿的引力理论是超距的,两个物体之间的引力作用在瞬间传递,即以无穷大的速度传递,这与相对论依据的场的观点和

极限的光速冲突。第二个是非惯性系问题,狭义相对论与以前的物理学规律一样,都只适用于惯性系。但事实上却很难找到真正的惯性系。从逻辑上说,一切自然规律不应该局限于惯性系,必须考虑非惯性系。狭义相对论很难解释所谓的双生子佯谬,该佯谬说的是,有一对孪生兄弟,哥哥在宇宙飞船上以接近光速的速度做宇宙航行,根据相对论效应,高速运动的时钟变慢,等哥哥回来,弟弟已经变得很老了,因为地球上已经经历了几十年。而按照相对性原理,飞船相对于地球高速运动,地球相对于飞船也高速运动,弟弟看哥哥变年轻了,哥哥看弟弟也应该年轻了。这个问题简直没法回答。实际上,狭义相对论只处理匀速直线运动,而哥哥要回来必须经过一个变速运动过程,这是相对论无法处理的。正在人们忙于理解相对狭义相对论时,爱因斯坦正在接受完成广义相对论。

1907年,爱因斯坦撰写了关于狭义相对论的长篇文章《关于相对性原理和由此得出的结论》,在这篇文章中爱因斯坦第一次提到了等效原理,此后,爱因斯坦关于等效原理的思想又不断发展。他以惯性质量和引力质量成正比的自然规律作为等效原理的根据,提出在无限小的体积中均匀的引力场完全可以代替加速运动的参照系。爱因斯坦并且提出了封闭箱的说法:在一封闭箱中的观察者,不管用什么方法也无法确定他究竟是静止于一个引力场中,还是处在没有引力场却在做加速运动的空间中,这是解释等效原理最常用的说法,而惯性质量与引力质量相等是等效原理一个自然的推论。

1915年11月,爱因斯坦先后向普鲁士科学院提交了四篇论文,在这四篇论文中,他提出了新的看法,证明了水星近日点的进动,并给出了正确的引力场方程。至此,广义相对论的基本问题都解决了,广义相对论诞生了。1916年,爱因斯坦完成了长篇论文

《广义相对论的基础》，在这篇文章中，爱因斯坦首先将以前适用于惯性系的相对论称为狭义相对论，将只对于惯性系物理规律同样成立的原理称为狭义相对性原理，并进一步表述了广义相对性原理：物理学的定律必须对于无论哪种方式运动着的参照系都成立。

爱因斯坦的广义相对论认为，由于有物质的存在，空间和时间会发生弯曲，而引力场实际上是一个弯曲的时空。爱因斯坦用太阳引力使空间弯曲的理论，很好地解释了水星近日点进动中一直无法解释的 43 秒。广义相对论的第二大预言是引力红移，即在强引力场中光谱向红端移动，20 年代，天文学家在天文观测中证实了这一点。广义相对论的第三大预言是引力场使光线偏转，最靠近地球的大引力场是太阳引力场，爱因斯坦预言，遥远的星光如果掠过太阳表面将会发生 1.7 秒的偏转。1919 年，在英国天文学家爱丁顿的鼓动下，英国派出了两支远征队分赴两地观察日全食，经过认真的研究得出最后的结论是：星光在太阳附近的确发生了 1.7 秒的偏转。英国皇家学会和皇家天文学会正式宣读了观测报告，确认广义相对论的结论是正确的。会上，著名物理学家、皇家学会会长汤姆逊说：“这是自从牛顿时代以来所取得的关于万有引力理论的最重大的成果”，“爱因斯坦的相对论是人类思想最伟大的成果之一”。爱因斯坦成了新闻人物，他在 1916 年写了一本通俗介绍相对论的书《狭义相对论与广义相对论浅说》，到 1922 年已经再版了 40 次，还被译成了十几种文字，广为流传。

(黄 烨)

微观世界中的轮盘赌——量子论

如果说光在空间的传播是相对论的关键,那么光的发射和吸收则带来了量子论的革命。我们知道物体加热时会放出辐射,科学家们想知道这是为什么?为了研究的方便,他们假设了一种本身不发光、能吸收所有照射其上的光线的完美辐射体,称为“黑体”。研究过程中,科学家发现按麦克斯韦电磁波理论计算出的黑体光谱紫外部分的能量是无限的,显然发生了谬误,这被称为“紫外线灾难”。1900年,德国物理学家普朗克提出了物质中振动原子的新模型。他从物质的分子结构理论中借用不连续性的概念,提出了辐射的量子论。他认为各种频率的电磁波,包括光只能以各自确定分量的能量从振子射出,这种能量微粒称为量子,光的量子称为光量子,简称光子。根据这个模型计算出的黑体光谱与实际观测到的相一致。这揭开了物理学上崭新的一页。量子论不仅很自然地解释了灼热体辐射能量按波长分布的规律,而且以全新的方式提出了光与物质相互作用的整个问题。量子论不仅给光学,也给整个物理学提供了新的概念,故通常把它的诞生视为近代物理学的起点。

1. 量子论:原子核世界中的开路先锋

量子假说与物理学界几百年来信奉的“自然界无跳跃”直接矛盾,因此量子理论出现后,许多物理学家不予接受。普朗克本人也十分动摇,后悔当初的大胆举动,甚至放弃了量子论继续用能量的连续变化来解决辐射的问题。但是,历史已经将量子论推上了物

理学新纪元的开路先锋的位置,量子论的发展已是锐不可挡。

第一个意识到量子概念的普遍意义并将其运用到其他问题上的是爱因斯坦。他建立了光量子理论解释光电效应中出现的新现象。光量子论的提出使光的性质的历史争论进入了一个新的阶段。自牛顿以来,光的微粒说和波动说此起彼伏,爱因斯坦的理论重新肯定了微粒说和波动说对于描述光的行为的意义,它们均反映了光的本质的一个侧面:光有时表现出波动性,有时表现出粒子性,但它既非经典的粒子也非经典的波,这就是光的波粒二象性。主要由于爱因斯坦的工作,使量子论在提出之后的最初 10 年里得以进一步发展。

在 1911 年,卢瑟福提出了原子的行星模型,即电子围绕一个位于原子中心的微小但质量很大的核,即原子核的周围运动。在此后的 20 年中,物理学的大量研究集中在原子的外围电子结构上。这项工作创立了微观世界的新理论,量子物理,并为量子理论应用于宏观物体奠定了基础。但是原子中心微小的原子核仍然是个谜。

原子核是微观世界中的重要层次,量子力学是研究微观粒子运动规律的理论,是现代物理学的理论基础之一,是探索原子核奥秘所不可缺少的工具。在原子量子理论被提出后不久,物理学家开始探讨原子中微小的质量核——原子核。在原子中,正电原子核在静态条件下吸引负电子。但是什么使原子核本身能聚合在一起呢?原子核包含带正电质子和不带电的中子,两者之间存在巨大的排斥力,而且质子彼此排斥(不带电的中子没有这种排斥力)。使原子核聚合在一起,并且克服质子间排斥力的是一种新的强大的力,它只在原子核内部起作用。原子弹的巨大能量就来自这种强大的核力。原子核和核力性质的研究对 20 世纪产生了巨大的影响,放射现象、同位素、核反应、裂变、聚变、原子能、核武器和核