

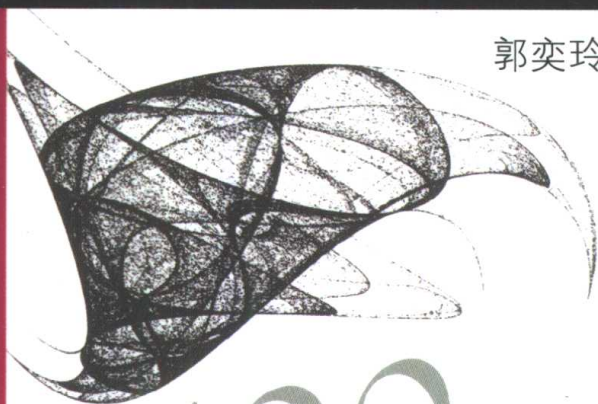


诺贝尔奖 百年鉴

发明之源

■ 物 理 学 与 技 术 ■

郭奕玲 沈慧君 / 著



100
Nobel Prize

上海科技教育出版社



郭奕玲 沈慧君 / 著

诺贝尔奖百年鉴

物理学与技术

发明之源



上海科技教育出版社

诺贝尔奖百年鉴

物理学与技术 发明之源

郭奕玲 沈慧君 著
丛书策划 卞毓麟 匡志强
责任编辑 卞毓麟 匡志强
装帧设计 桑吉芳

出版 上海科技教育出版社
上海冠生园路 393 号
邮政编码 200233
发行 上海科技教育出版社
经销 各地新华书店
印刷 常熟市印刷八厂
开本 787×960 1/32
印张 4.875
字数 87 000
版次 2000 年 12 月第 1 版
印次 2000 年 12 月第 1 次印刷
印数 1-5 000
书号 ISBN 7-5428-2364-7/ N·378
定价 8.00 元

策 划 语

从 1901 年开始颁发的诺贝尔奖,可以说是 20 世纪物理学、化学和生命科学发展的缩影。它记录了百年来这三大学科的几乎所有重大成就,对世界科学事业的发展起了很大的促进作用,被公认为科学界的最高荣誉。人们崇敬诺贝尔奖,赞叹诺贝尔奖得主们的科学贡献,并已出版了许多相关书籍。

那么,我们为什么还要策划出版这套《诺贝尔奖百年鉴》丛书呢?

这是因为,有许多热爱科学的读者,很希望有这样一套书,它以具体的科学内容为基础,使社会公众也能对科学家们的成就有一定的感性认识;它以学科发展的传承性为主线,让读者领略科学进步的永无止境;它还是简明扼要、通俗易懂的,令读者能轻松阅读,愉快受益。

基于这种考虑,本丛书将百年来三大学科的全部诺贝尔奖按具体获奖内容分为 26 个领域,每个领域写成一卷 8 万字左右的小书,以该领域的进展为脉络,以相关的诺贝尔奖获奖项目为重点,读者将不但能了解这些诺贝尔奖成果的科学内容,更能知道这个领域的发展历

程。丛书的分卷不局限于一级学科的分类,以体现现代科学之间的交融。此外,丛书还另设了3卷综述,便于读者对这三大学科的全貌有一个宏观认识。丛书29卷内容如下:

20世纪物理学革命	现代有机化学
20世纪化学纵览	无机物与胶体
20世纪生命科学进展	材料物理与化学
X射线与显微术	现代分析技术
核物理与放射化学	生物分子结构
量子物理学	量子与理论化学
基本粒子探测	蛋白质核酸与酶
场论与粒子物理	遗传与基因
粒子磁矩与固体磁性	细胞生物学
超导超流与相变	生理现象及机制
测量技术与精密计量	内分泌与免疫
天体物理学	临床医学与药物
物理学与技术	传染病与病毒
热力学与反应动力学	神经与脑科学
物质代谢与光合作用	

在丛书策划基本成形后,我们曾到上海、北京、南京等地的许多著名高校及中国科学院、中国医学科学院等科研院所征求专家们的意见,得到了他们的大力支持。许多学者不顾事务繁忙,慨然为丛书撰稿。我们谨向他们表达由衷的感谢和深深的敬意。

2000年12月10日

作者简介

郭奕玲, 1931 年生, 1952 年毕业于清华大学物理系。清华大学物理系教授。曾任上海师范大学、华东地质学院、台湾东吴大学等院校的兼职教授或客座教授; 中国物理学会教学委员会委员; 中国科学技术史学会物理学史专业委员会委员; 《大学物理》杂志编委会常务编委; 《物理通报》、《物理学史》、《国际物理教育通讯》等杂志编委。

沈慧君, 1935 年生, 1958 年毕业于清华大学工程物理系。清华大学物理系教授。曾任中国物理学会理事; 北京物理学会常务理事兼副秘书长; 北京高等教育学会物理研究会副理事长; 《物理通报》杂志第七届编委。

图书在版编目(CIP)数据

发明之源:物理学与技术/郭奕玲,沈慧君著. —上海:上海科技教育出版社,2000.12

(诺贝尔奖百年鉴)

ISBN 7-5428-2346-7

I.发…

II.①郭… ②沈…

III.创造发明-普及读物

IV.G305-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 39247 号

目录

1

物理学与技术的关系/1

历史的回顾/1

无线电电子学的启迪/4

技术成果和诺贝尔物理学奖/11

2

无线电通信的发展/13

水到渠成的无线电报/13

无线电报的改进/18

电离层与无线电通信/20

3

热电子发射与电子学/31

理查森定律/31

成功的启示/36

4

晶体管 and 集成电路/41

固体能带论与半导体物理/41

晶体管的发明/47

集成电路与信息时代/57

5 从微波激射到激光/67

受激辐射的基本思想/67

从原子束到微波激射/69

从微波延伸到光波/75

激光器的诞生/78

其他人的贡献/84

异质结构与半导体激光器/89

6 从彩色照相到全息术/95

彩色照相的早期试探/95

全息术的发明/101

发明全息术的启示/107

7 激光光谱学和非线性光学/111

激光光谱学的创立/111

非线性光学/116

8 高压技术、隧道二极管及其他/123

通往高压世界之路/123

半导体中的隧道效应/130

献身科学的回报/135

9 技术的未来/139

本卷大事记/145

物理学与技术的关系

历史的回顾

物理学作为一门基础科学,可以使人们很好地认识世界、了解自然。同时,它对人们改造自然、推动社会发展也起着极其重要的作用。技术体现了生产力的进步,与物理学有着十分密切的关系,它们之间总是相互作用,共同前进,从而共同改变了人类的生活,乃至整个世界。

在经典物理学形成之初,技术的发展往往先给物理学以有力的帮助和促进。例如,眼镜发明于 14 世纪,当时人们是先有光学知识,还是先学会磨制镜片,今天不得而知。到了 17 世纪,人们无意中用两块镜片组成了望远镜和显微镜,却为物理学家、天文学家以至于生物学家提供了极好的观察工具。他们用这些简陋而新奇的工具来观察靠肉眼无法直接看到的外部世界和内部世界,并进一步研究光学成像的原理,几何光学由此得到发展。反过来,工程师和





技师又根据光学原理设计制造了更为完善的光学仪器,物理学家借以测量光速,土木工程师借以测量地基,航海家借以确定航线。

蒸汽机的发明是在已有的热学知识基础上作出的。17世纪前后,人们已经掌握了热胀冷缩、温度计量等基本知识,但是热学的科学体系并未建立。起初,蒸汽机的热机效率极低,大约只有5%。为提高蒸汽机的效率,工程师和科学家纷纷进行试验和理论研究。纽康门(T. Newcomen)和瓦特(J. Watt)都曾对蒸汽机作过重大改进,但是由于没有掌握热机中能量转化的基本规律,始终未能找到理想的方案。只是等到19世纪前半叶,由于卡诺定理的提出和克劳修斯(R. Clausius)等人建立了热力学第二定律,才为蒸汽机效率的提高指明了正确道路。应该说,蒸汽动力的需求推动了热力学的发展,并为热力学提供了实际资料。所以对于热学来说,技术对物理学的推动作用是很明显的,总的说来,是热工技术在前,热学理论在后。先有实践,再有科学。这方面的实例,在自然科学的其他环节也可以找到,不过大多是在19世纪以前。

电磁学的发展则正好相反。电磁学几乎所有的重大成果都是在实验室里首先取得的,都是先进行探索性研究,然后再应用到实际生活中去。伏打(C. A. Volta)在实验室里首先试验成功化学电堆,这才有可能在生产和生活中运用化学电池来获得稳定电流。奥斯特(H. C. Oersted)在实验室里发现了电流

的磁效应,法拉第(M. Faraday)在实验室里发现了电磁感应,这才有可能出现第一台电动机和发电机。在这以前,找不到任何电磁学工程技术之先例。而其他各种电气设备的创制和改造,也无不是先在物理学家手里进行充分的实验研究和理论分析,掌握了严格的物理规律,并建立了严密的物理理论后,才有可能实现。相应的工程技术和生产工艺,也是按照已知的规律、在理论的指导下进行的,基本上是科学研究在前,工程技术在后。或者说是发现在前,发明在后。

麦克斯韦(J. C. Maxwell)的电磁场理论和赫兹(H. R. Hertz)的电磁波实验为 20 世纪无线电事业大发展奠定了基础;固体和半导体理论指导了晶体管的发明和改进;光的波动理论为以干涉仪为核心的光学精密计量技术提供了依据。在 20 世纪里大概很难找到不需要理论指导,盲目实践就取得成功的工程技术实例了。20 世纪里,物理学成果对技术的影响莫过于爱因斯坦(A. Einstein)的质能关系 $E = mc^2$,原子弹的威力和核能的利用皆与这一原理有关。爱因斯坦的受激辐射原理导致激光器的诞生,当然又是一个鲜明的例证。

现代科学技术自然离不开新型的技术装备。例如,劳伦斯(E. O. Lawrence)1930 年发明的回旋加速器,是加速带电粒子的有力武器;鲁斯卡(E. Ruska)1934 年发明的电子显微镜,为人们观察物质微观世界开辟了新的途径;赖尔(M. Ryle)1952 年发明的综





合孔径射电望远镜,更是射电天文学不可或缺的工具。现代的许多重大技术成就,如 1957 年苏联人造卫星上天,1946 年点接触晶体管和 1948 年结型晶体管的诞生等等,也都是物理学重大成果的物化。始于 1895 年发现 X 射线的 X 射线分析技术、始于 1904 年发明真空二极管和 1906 年发明真空三极管的无线电电子学、始于 1938 年发现铀裂变和 1942 年曼哈顿工程的原子能工业,以及探测技术、遥感技术、高真空技术、高频技术、超导技术、低温技术等等,都是从相应的物理学分支衍生出来的。许多著名的物理学家都是从事这些技术的专家,他们有的就是某一门技术的创始人,参与过这些技术的研究和开发。他们大都对物理学与现代高新技术的密切关系深有体会,其中有些人正是因为这方面的贡献而荣获诺贝尔物理学奖。

无线电电子学的启迪

作为一个特例,我们从无线电电子学的发展历程来进一步说明现代物理学与技术的关系。

半个世纪前,无线电电子学是物理学的一个组成部分,只是由于无线电事业和电子学的发展,才逐渐独立了出来。在 20 世纪前半叶,无线电电子学的研究和人才培养往往是高等院校物理系的任务。在那个时代里,物理学家大都熟悉无线电电子学,不掌握电子器件的特性和无线电焊接工艺,物理学家在

实验室里是无法工作的。

无线电电子学研究的是电子和电磁波在真空、气体、液体、固体和等离子体中运动时产生的许多物理现象和物理效应,以及电子和电磁波相互作用的物理规律。应该说,这些都是物理问题,也都是物理学家研究的对象。无线电电子学则更着力于这些物理现象、物理效应和物理规律的实际应用,因此它和物理学在本质上有所不同。无线电电子学是为信息事业、能源事业和材料事业服务的,它具有鲜明的应用目的,是为人类获得和改进信息作业手段而建立和发展的。

无线电电子学诞生于 19 世纪与 20 世纪之交,迄今刚刚一百年的历史。它是在早期电磁学和电工学的基础上建立起来的,在这一百年中,它获得了飞速的发展。

先说其物理基础。在无线电电子学诞生之前,人类对于电磁现象的研究已相当深入。19 世纪是电磁学大发展的世纪。先是伏打发现化学效应可以产生稳定电流,接着,奥斯特发现电流的磁效应,此后一系列物理定律随之确立,如安培定律、欧姆定律、楞次定律、法拉第电磁感应定律等等。麦克斯韦集以往电磁学研究之大成,提出麦克斯韦方程组,建立了电磁场理论,并从这一理论进一步预言电磁波的存在。

与此同时,电磁学的成果也逐步转化为技术应用。电动机和发电机以及电工学的配套设施渐趋完





备。有线电报和有线电话相继发明和迅速发展,其规模之大,可以横贯美洲大陆的电报及电话线路和横跨大西洋的海底电缆为例。爱迪生(T. A. Edison)发明和改进的白炽灯和其他电气设备,大大推进了电磁学的技术应用。在这些技术应用的实践中又不断提出许多理论问题,这些问题的解决,不但保证了技术应用的实现,也推动了理论的发展。

1883年,爱迪生在致力于研究如何延长碳丝白炽灯寿命时,发现当灯丝比周围的导体电势低时,在灯丝和导体间会出现电流。这是后来电子管的基础,人们称之为爱迪生效应。紧接着,赫兹又于1887年,用火花隙激励一个环状天线,用另一个带缝隙的环状天线接收,从而证实了麦克斯韦关于电磁波存在的预言。这一实验架起了一座从“有线”通向“无线”的桥梁,导致了后来无线电报的发明。1895年,马可尼(G. Marconi)在赫兹实验的基础上成功地进行了2.5千米距离的无线电报传送实验。1896年,波波夫(A. C. Попов)也独立地进行了约250米距离的类似试验。此后数年,马可尼在英国进行了一系列卓有成效的工作,使得无线电报的传送距离不断延伸:1899年,跨越英吉利海峡的试验成功;1901年,跨越大西洋的3200千米距离试验成功。无线电报的发明和运用,使无线电电子学开始登上历史舞台。人类从此进入了研究和利用电磁波的新时代。由于电磁波在通信上的明显优势,无线电报迅猛发展,得到了社会的重视。与此同时,也大大地激励了

科学家对无线电器件的研究,在这方面,又是物理学家作出了领先的工作。

在 20 世纪前半叶,无线电电子学靠的是电子管。因此,电子管的发明和改进对无线电电子学的发展有着举足轻重的地位。爱迪生虽然发现了上述的爱迪生效应,却并未搞清楚这一效应的机理,也未意识到这一效应的意义。1897 年, J·J·汤姆孙(J. J. Thomson)发现电子,接着在 1899 年揭示出在爱迪生效应中形成光电流的带电粒子和形成阴极射线的带电粒子同样都是电子,从而证实爱迪生效应乃是一种热电子发射现象。正是在此基础上,1904 年弗莱明(J. A. Fleming)发明了二极电子管,第一个把爱迪生效应付诸实用,为无线电报接收提供了一种灵敏可靠的检波器。接着,1906 年,德福雷斯特(L. de Forest)发明具有放大能力的三极电子管,为无线电报通信提供了一种应用极其广泛的器件。后来又出现了包括收信管、发射管、低频管、高频管、微波管和超小型管等等系列的电子学产品。由于电子管要求抽真空和发射能力强大而稳定的阴极,所以真空学和热离子学(研究热电子发射的学科)应运而生。理查森(O. W. Richardson)就是由于深入研究了热电子发射的规律,而荣获 1928 年诺贝尔物理学奖。

广播与电视是无线电电子学的重要应用部门。自从 1876 年贝尔(A. G. Bell)在美国建国 100 周年博览会上展示他发明的有线电话以后,有线电话便迅速地得到了普及。马可尼发明的无线电报,促成了





无线电话和无线电广播的出现。1906年,费森登(R. A. Fessenden)用50千赫频率发电机作发射机,用微音器直接串入天线实现调制,首次使大西洋航船上的报务员听到了他从波士顿播出的音乐,无线电广播就是从这里开始的。1919年英国的BBC电台、1920年美国的匹兹堡无线电广播电台相继问世。此后,无线电广播事业迅即在世界范围内推广,广播波段(即无线电的载波频率)从中波扩展到短波和超短波,从调幅扩展到调频。与此同时,物理学家对无线电波传播的规律进行了大量的研究。阿普顿(E. V. Appleton)就是这方面的佼佼者,他于1924~1926年发现了电离层,并对电离层和无线电波的传输进行了深入的基础研究。为此,他荣获了1947年诺贝尔物理学奖。

电视的发明可追溯到1884年尼普科夫(P. G. Nipkow)关于机械扫描电视的设想。1927年,贝尔德(J. L. Baird)把尼普科夫的设想付诸实现,用电话线把图象从伦敦传到大西洋中的船上。现代类型的全电子电视最早是由兹沃雷金(V. K. Zworykin)实现的。他在20世纪20年代发明了摄像管和显象管,接着在1931年组装成世界上第一台全电子电视系统。30年代末,英美先后开始试验性的电视广播。第二次世界大战后,电视广播在各国逐渐普及。而作为显象管的先驱,布劳恩(K. F. Braun)早在1897年就设计了阴极射线示波管,并因对无线电报的改进工作与马可尼一起获得了1909年诺贝尔物理学奖。