

《青少年国防科技知识普及丛书》

Encyclopedia of National Defence Technology for Children

开启科学殿堂 探索电信知识

神奇的电波

——电子通信篇

畚田 主编



看不见的电波在空中穿梭
带来远方的信息
神奇的电子通信
让远距离通信变为现实



西北工业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

神奇的电波：电子通信篇 / 畚田 主编. —西安：西北工业大学出版社，
2009.10

(青少年国防科技知识普及丛书)

ISBN 978-7-5612-2649-0

I. 神… II. 青… III. ①电子技术—青少年读物②通信技术—青少年
读物 IV. TN-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 175458 号

青少年国防科技知识普及丛书

神奇的电波——电子通信篇

策划编辑：李 杰 雷 军

图文编排：李智勤 刘 艳

责任编辑：王 蓁

出版发行：西北工业大学出版社

通信地址：西安市友谊西路 127 号 邮 编：710072

电 话：(029) 88493844 88491757

网 址：www.nwpup.com

印 刷：陕西向阳印务有限公司

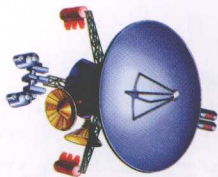
开 本：787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张：6

字 数：100 千字

版 次：2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

定 价：11.80 元



【青少年国防科技知识普及丛书】
Encyclopedia of National Defence Technology for Children

神奇的电波——电子通信篇

畚田 主编



西北工业大学出版社

【青少年国防科技知识普及丛书】

编写委员会

主 任：姜澄宇

(西北工业大学校长、教授、博士生导师)

顾 问：陈一坚

(中国工程院院士、飞机设计专家、飞豹总设计师、西北工业大学教授)

陈士橹

(中国工程院院士、飞行力学专家、西北工业大学教授)

马远良

(中国工程院院士、水声工程专家、西北工业大学教授)

委 员：宋笔锋

(西北工业大学航空学院院长、长江学者、教授、博士生导师)

周 军

(西北工业大学航天学院院长、教授、博士生导师)

宋保维

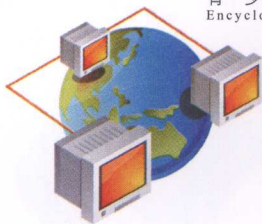
(西北工业大学航海学院院长、教授、博士生导师)

高晓光

(西北工业大学电子信息学院院长、教授、博士生导师)

李恩普

(西北工业大学出版社社长、总编辑、教授)



神奇的电波——电子通信篇

总序

PREFACE

国防科学技术实力和发展水平是一个国家综合国力的核心组成部分,体现了一个国家科学技术的最高水平,是国民经济发展和科技进步的重要推动力量。纵观历史长河,中国的科学技术曾领先于世界,四大发明更是享誉全球,推动了人类的文明和进步。新中国成立以来,国防科技事业从小到大,从弱到强,从简单仿制到自主研发,从推动生产力持续发展发展到问鼎世界尖端科技,“两弹一星”“神舟飞天”等一大批壮国威、振民心、长志气的重大科技进步成果,不仅奠定了我国在国际上的地位,而且成为中华民族自强不息和铸就新世纪更大辉煌的时代标志。

《青少年国防科技知识普及丛书》讲述了人类对国防科技的探索历程,旨在让国民尤其是青少年读者不忘前辈探索的艰辛,学习和运用先进的国防科技知识,增强自身的科技创新意识,提高创新能力,在更高的起点上为祖国国防事业作出更大的贡献。

在庆祝伟大祖国建国 60 周年之际,《青少年国防科技知识普及丛书》即将出版,她是我们献给新中国 60 岁生日的一份厚礼!

少年智则国智,少年强则国强,愿更多的青少年树立献身国防的鸿鹄之志,为伟大祖国筑起铁壁铜墙!

姜修宇

于 2009 年国庆前夕



神奇的电波——电子通信篇

目录

CONTENTS



电磁世界 / 6

奇妙的电磁联系 / 8

贝尔和电话 / 10

来自“笔尖”的电磁波 / 12

赫兹的发现 / 14

电磁波的特性 / 16

五彩斑斓的电磁波 / 18

电磁波与通信 / 20

电磁通信的优势 / 22

通信频段 / 24

莫尔斯电码 / 26

研究无线电的先驱 / 28

马可尼电报 / 30

不可缺少的密码 / 32

不同的密码 / 34

密码和破译 / 36

雷达的发明 / 38

二战中的军用雷达 / 40

晶体管的发明 / 42

集成电路 / 44

电子计算机 / 46

模拟信号 / 48

模拟信号的传送 / 50

数字信号 / 52

逻辑和数学 / 54

数字信号的传送 / 56

互联网 / 58

互联网安全 / 60





民用无线电通信 / 62

信息化 / 64

电子支付 / 66

蓝牙技术 / 68

军用电子技术 / 70

军用雷达 / 72

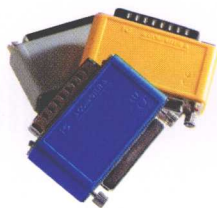
反雷达探测 / 74

电子干扰 / 76

电磁炸弹 / 78

电子指挥 / 80

光通信 / 82



电子战 / 84

自动预警系统 / 86

军用电子仪 / 88

单兵电子化装备 / 90

什么是 C3I / 92

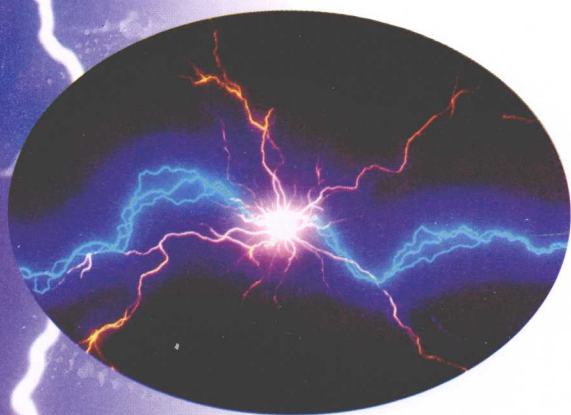
未来电子通信 / 94





电磁世界

电和磁与一些我们能看得见的物体相比,多了一份神秘色彩。随着科技的发展,人类对它们的应用更加广泛和深入。在我们的日常生活中,电磁现象无处不在,构成了一个真实存在的电磁世界。你如果多留心一下周围的事物,相信一定会发现很多电磁现象。



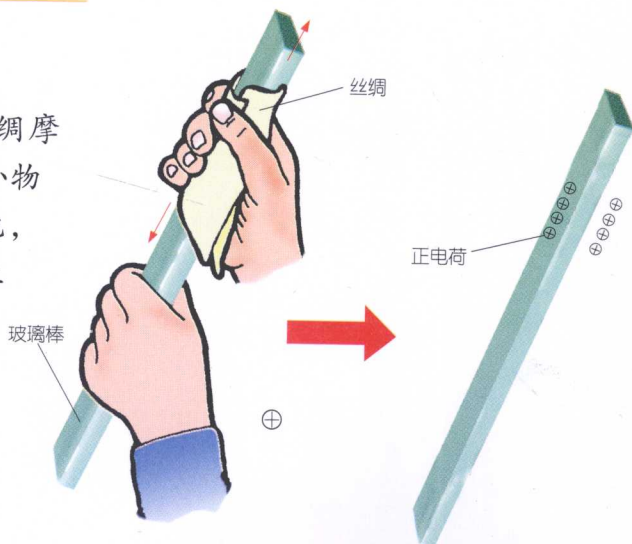
↑ 在夏季的雷雨天气时,我们经常可以看到闪电。

电

很久以前人们就知道闪电这种自然现象,也知道被摩擦后的琥珀可以吸附微小的物体,但是从来没有人会把这两种看起来完全不同的现象联系起来。实际上它们是有关系的,而把它们联系起来的的就是电。

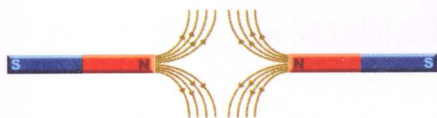
摩擦起电

如果你把一根玻璃棒和丝绸摩擦,就会发现玻璃棒可以吸附细小物体,这说明摩擦可以使玻璃棒带电,通常被称为摩擦起电。但实际上电荷是不能凭空产生的,摩擦只是使电荷从一个物体转移到另外一个物体,从而使这两个物体分别带有正、负电荷。

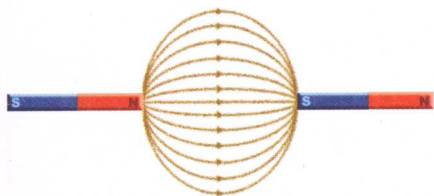


静电

有时候,你会觉得自己的身体很像被针刺了一下,但是没有在衣物中发现尖刺,那么刺你的很可能是静电。在日常生活中,由于摩擦到处存在,因而一些物体不知不觉间就带上了电,这就是静电。当你触摸这个物体的时候,就会被静电攻击,有时候静电甚至可以将人击晕。



1 磁力线表现出相同的极相互排斥。



1 磁力线表现出相反的极相互吸引。

磁极

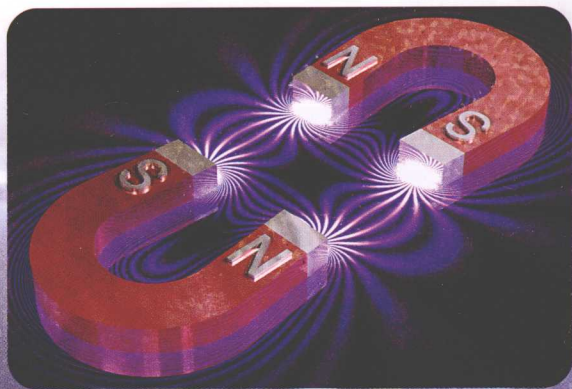
磁体具有两种性质不同的极性,我们称这两种极性为南极和北极。磁体也有两个有趣的特性,第一个特性是相同磁极互相排斥,相异磁极互相吸引,这个性质和电相似;第二个特性是一个磁体无论有多么小,总是同时具有两个磁极。

当你把刚梳理过头发的塑料梳子靠近细小的水流时,你会发现梳子使水流的方向发生了改变,这是因为摩擦过的梳子带有静电。



磁

磁力是一种不同于重力的基本作用力,具有磁力的物体被称为磁体,磁体能够吸附铁和含铁的矿物。自古以来,人们对磁的性质非常感兴趣,并进行了深入的研究。



★ 小通信员手册 ★

古人发现磁石除了铁,不能吸附别的东西。这个原理给垃圾的回收带来了便利,在脏乱不堪的垃圾中要找到可回收利用的铁很难,但是利用通电磁铁在垃圾上一吸,就可以轻松找到铁。



奇妙的电磁联系

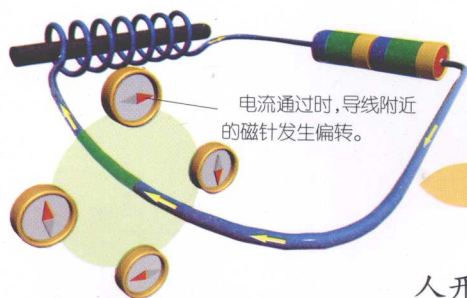
因为电和磁的某些性质相似,19世纪,一些科学家相信电和磁可以通过某种方式进行转化,于是寻找电磁相互转化的方式成为当时一个热门的研究项目。电和磁之间究竟有哪些奇妙的联系呢?下面我们一起去寻找答案。

电生磁

在19世纪初期,丹麦物理学家奥斯特发现在通电的一瞬间,导线附近的小磁针会发生偏转。经过实验,他发现了电的确具有磁效应,他的发现轰动了整个物理学界。这是人类寻找电与磁关系的第一次成功。



奥斯特在进行电磁关系的研究。

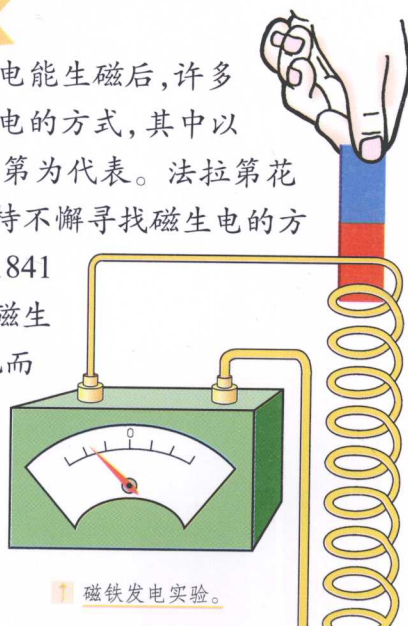


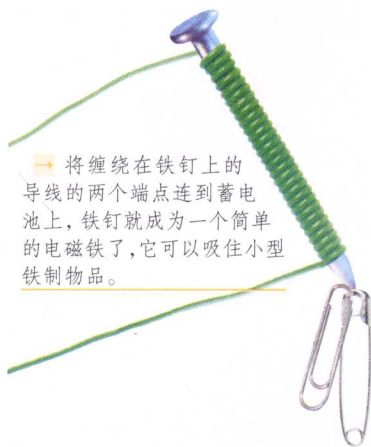
磁生电

奥斯特发现电能生磁后,许多人开始寻找磁生电的方式,其中以英国科学家法拉第为代表。法拉第花了11年时间,坚持不懈寻找磁生电的方法。他终于在1841年的时候发现了磁生电的方法,并因此而成名。



法拉第是19世纪最伟大的实验物理学家之一。



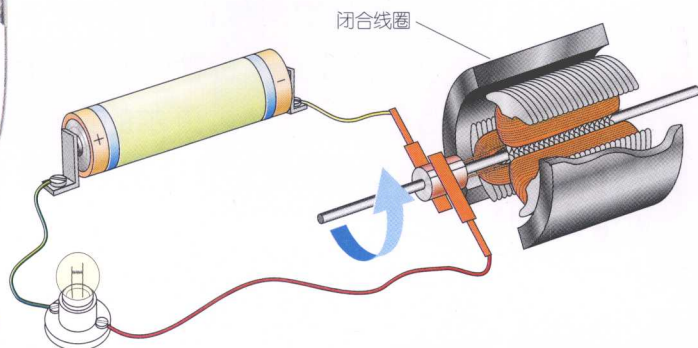


将缠绕在铁钉上的导线的两个端点连到蓄电池上，铁钉就成为一个简单的电磁铁了，它可以吸住小型铁制物品。

法拉第的电磁感应装置。

磁对电的作用

磁场对电流也有推动作用。如果把一根导线悬挂在不同磁极之间，并通上电流，在通电的一瞬间，你会看到它因受到推力而运动。



强大的电磁铁

天然磁石虽然具有磁场，但是磁感应强度太小了，一些科学实验却需要强大的磁场，这个时候电磁铁就可以发挥巨大的作用了。电磁铁可以通过调节电流频率和强度来增强磁感应强度，最强的人造磁体的磁感应强度是自然磁石的数万倍。

★ 小通信员手册 ★

楞次是19世纪俄国著名的物理学家，他在物理学上的主要成就是发现了电磁感应的楞次定律和电热效应的焦耳-楞次定律。楞次定律是一条电磁学的定律，它用更精确的语言描述了感应电流的方向。





贝尔和电话

电话是通过电信号双向传输语音的设备。在通信如此便捷的今天,如果我们再回头去看看过去的时代,或许无法想象与外界失去联系的生活会是怎样的。贝尔的命运是与那细细的电话线连在一起的,电话的发明给他带来了无尽的荣誉,也给人类带来了翻天覆地的变化。

“电话之父”

亚历山大·格雷厄姆·贝尔出生于1847年,他是美国著名的发明家和企业家,曾被任命为波士顿大学语言学教授。贝尔发明了世界上第一台可用的电话机,并创建了贝尔电话公司,被世人誉为“电话之父”。1922年,他在美国波士顿去世。

→ 亚历山大·格雷厄姆·贝尔。



电话的发明

1876年,贝尔把金属片连接在电磁开关上,没想到在这种状态下,声音奇妙地变成了电流。分析原理,原来是由于金属片因声音而振动,在与其相连的电磁开关线圈中产生了电流。这个发现让贝尔发明了电话,并于1876年2月14日在美国专利局申请了电话专利。



→ 贝尔的电话试验终于取得了成功,他和助手既惊讶,又激动。

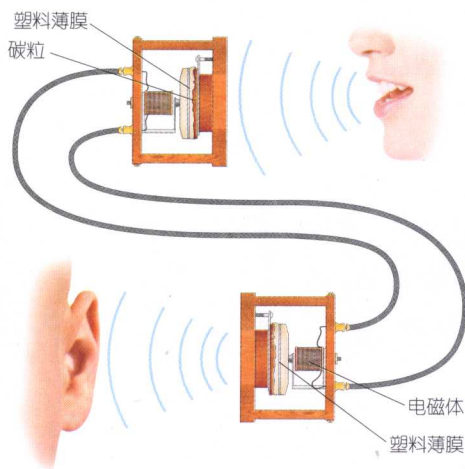
★ 小通信员手册 ★

在贝尔发明电话之后,大发明家爱迪生和休斯等人都对电话作过很多改进和完善。爱迪生对贝尔的电话结构进行了革命性的改造,用碳粒接触来控制电流强度,使电话传送声音的效率逐步提高,功能日趋完善。



可视电话

如今,人们对电话的要求越来越高,已经不再满足于通话,更想看看说话人的表情,达到真正的近似面对面交谈。可视电话帮助人们达成了这一心愿。它是利用电话线路实时传送人的语音和图像的一种通信方式。如果说普通电话是“顺风耳”,那可视电话则既是“顺风耳”,又是“千里眼”。



1 电话的结构。

不断改进和完善

迄今为止,电话已经进行过多次改进和完善,并且采用了许多新技术,无论工作原理,还是外观设计,都发生了很大变化。早期的电话我们现在已经很少能看到了,只有在电影或电视里才能再现它们的身影。

伟大的发明

电话是信息时代最伟大的发明之一,它实现了电通信,推动了人类通信事业的发展。电话克服了距离障碍,使通信更加便捷。有了神奇的电话,我们可以坐在家中与千里之外的亲朋好友聊天,让世界的距离通过电波缩小到一条电话线上。



1 电话听筒结构示意图。

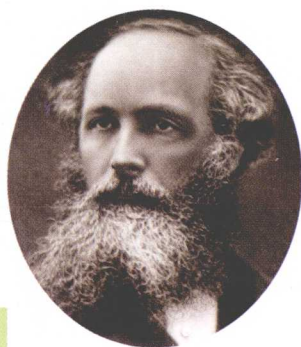


来自“笔尖”的电磁波

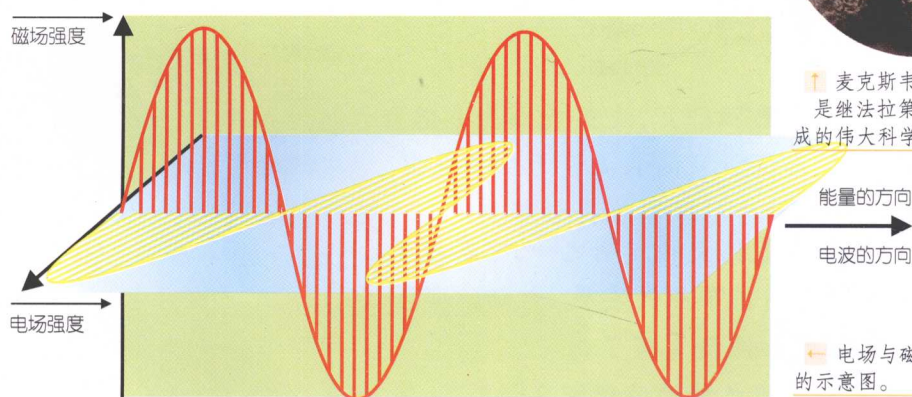
麦克斯韦的电磁场理论是经典物理学的重要支柱之一。它把电磁现象和光现象的本质统一起来,完成了物理学的一次大融合,是 19 世纪科学史上的重大事件。虽然麦克斯韦由于种种原因没有将自己的理论加以证实,但是他用笔尖和白纸为电磁波的发现演绎出一首华丽的前奏曲。

麦克斯韦

麦克斯韦是 19 世纪伟大的物理学家、数学家,是现代理论物理学富有创造性的天才。他创立的电磁理论,为后来无线电的诞生和发展奠定了坚实的基础。麦克斯韦是继牛顿之后世界上最伟大的数学物理学家。



↑ 麦克斯韦(1831—1879年)是继法拉第之后集电磁学大成的伟大科学家。



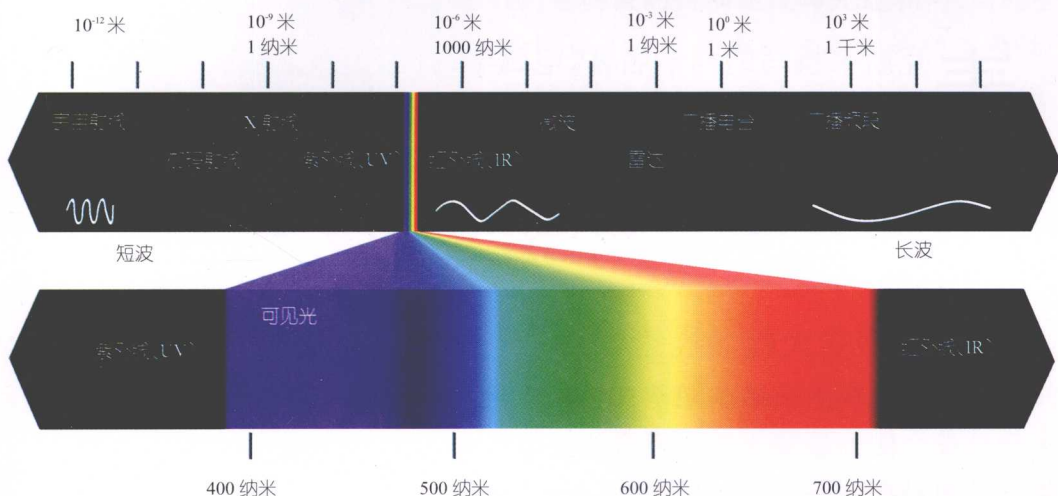
— 电场与磁场关系的示意图。

伟大的预言

麦克斯韦在前人研究的基础上,经过近 10 年的研究,终于总结并统一了电磁场理论。他对整个电磁现象作了系统研究,凭借自己高深的数学造诣,发表了电磁场理论的有关论文。1865 年,麦克斯韦从这些理论出发,预言了电磁波的存在。

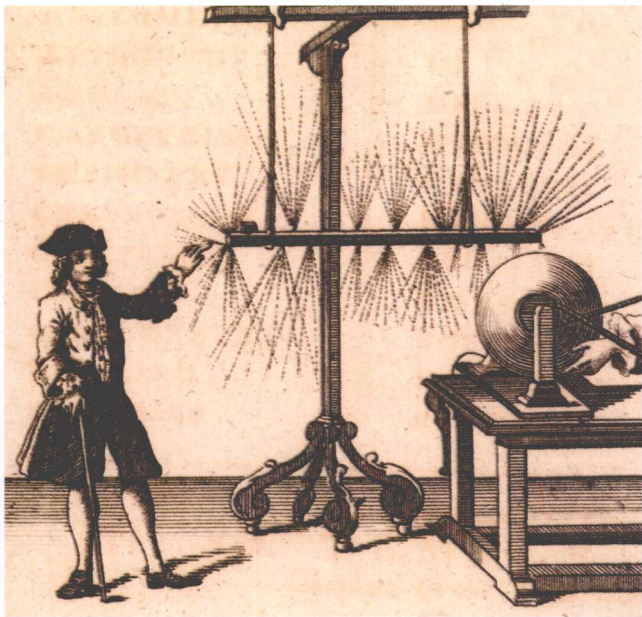
光也是电磁波

麦克斯韦提出电磁波存在的观点后,通过反复研究,计算出电磁波的传播速度,而且这个速度正好等同于光速。于是,他得出结论:光是电磁波的一种。



《电磁学通论》

1873年,麦克斯韦撰写的科学名著《电磁学通论》出版了。这是一部宏伟的电磁学的百科全书,是集电磁理论之大成的经典著作,麦克斯韦系统地总结



了19世纪中叶前后库仑、安培、奥斯特、法拉第和他本人对电磁现象的研究成果,建立了完整的电磁理论。

早在18世纪,人类就对电磁现象有了相当的了解,但是因为认识水平所限,并没有发现电磁波。

★ 小通信员手册 ★

麦克斯韦在统一的电磁场理论中,对前人和自己的工作进行了综合概括,将电磁场理论用简洁、对称、完美的数学形式表示出来。这些理论成果经后人整理和改写,成为经典电动力学的主要基础——麦克斯韦方程组。



赫兹的发现

麦克斯韦撰写的科学名著《电磁学通论》出版之后，他的学说在当时并不为众人所接受。因为没有足够的科学实验证明它，所以电磁理论始终处于预想阶段。1888年，德国物理学家赫兹把天才的预想变成世界公认的真理，使假说变成了现实。

赫兹

赫兹是德国杰出的物理学家，1857年出生于汉堡。他大学毕业后任著名物理学家亥姆霍兹的助手，并对电磁学作了深入研究。虽然，当时很多人对麦克斯韦的电磁理论心怀排斥，但赫兹始终信服麦克斯韦的物理思想，并决定用实验来验证麦克斯韦理论。经过多年的努力，他的愿望终于得以实现。



→ 用实验证明了电磁波的存在，是赫兹为人类作出的最大贡献。



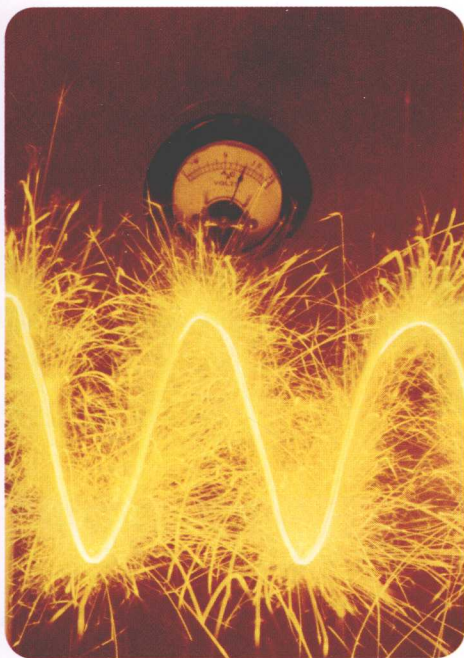
赫兹仪器。

★ 小通信员手册 ★

电磁波的发现是近代科学史上的一座里程碑，具有划时代的意义。它不仅证实了麦克斯韦发现的真理，更重要的是开创了无线电电子技术的新纪元。后来，人们为了纪念赫兹，便用他的名字来命名频率的单位，简称“赫”。

小火花启发

一天，赫兹正在做一个放电实验，他突然发现在附近的线圈上迸发出小火花。赫兹马上联想到，这是电谐振的结果，就像声学实验中相同的音叉会产生共振一样。赫兹由此受到启发，从此开始了捕捉电磁波的系统实验。



电磁波通信在今天成为信息传递的最主要手段。

全面证实麦克斯韦电磁理论

赫兹悉心研究了电磁波的折射、干涉、偏振和衍射等现象,并证实了在直线传播时,电磁波的传播速度与光速相同,从而全面验证了麦克斯韦的电磁理论的正确性。同时,他也进一步完善了麦克斯韦方程组,得出了该理论的现代形式。

麦克斯韦发现电磁波是一种能量传播方式,可以用很快的速度把能量从源头传播到其他地方。

轰动世界的重大发现

1888年初,赫兹将自己关于电磁波的研究成果总结在《论动电效应的传播速度》一文中。这一发现公布后,轰动了整个科学界。至此,麦克斯韦总结的电磁理论终于取得了决定性的胜利。

