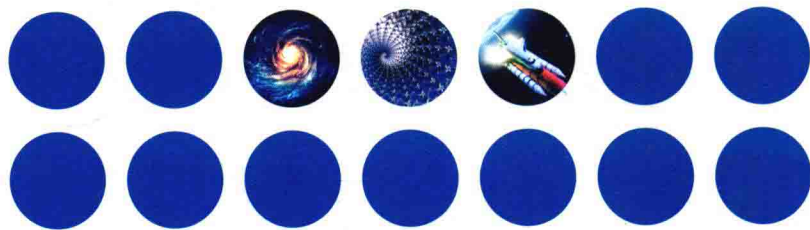


高等院校“十三五”规划教材·基础课程系列

—— 主编◎付喜 周本胡 孔永红 ——

DAXUE WULI JIAOCHENG
大学物理教程
(下)

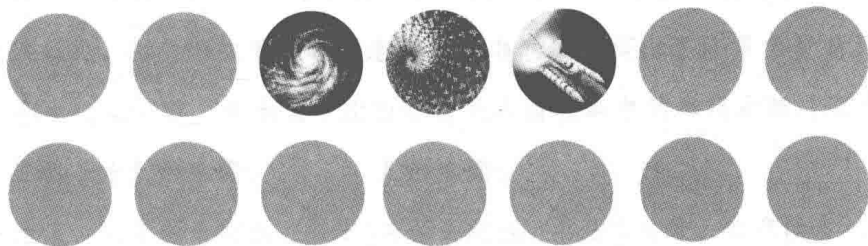


中南大学出版社
www.csupress.com.cn

高等院校“十三五”规划教材·基础课程系列

—— 主编◎付喜 周本胡 孔永红 ——

DAXUE WULI JIAOCHENG
大学物理教程
(下)



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

·长沙·

图书在版编目(CIP)数据

大学物理教程. 下 / 付喜, 周本胡, 孔永红主编. —长沙:
中南大学出版社, 2018.5

ISBN 978-7-5487-3114-6

I. ①大… II. ①付… ②周… ③孔… III. ①物理学—高等
学校—教材 IV. ①04

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第308644号

;))

孔永红

责任编辑 韩 雪

责任印制 易红卫

出版发行 中南大学出版社

社址: 长沙市麓山南路

邮编: 410083

发行科电话: 0731-88876770

传真: 0731-88710482

印 装 长沙印通印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 13.75 字数 347千字

版 次 2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5487-3114-6

定 价 35.00元

图书出现印装问题, 请与经销商调换

前 言

本套《大学物理教程》是针对地方本科院校的理工科专业学生编写的。本书在编写过程中，参考了多本优秀的大学物理国家级规划教材，并充分考虑了地方本科院校学生的基础水平。本书在每章内容开始前加入了高中物理知识点回顾，作为教师上课和学生回顾知识的依据。此外，全书通过图文方式加入了一些应用技术的知识内容及相关阅读材料，突出了本书应用性强的特点，力求为地方本科院校理工科学生的专业需求服务，以突出大学物理课程作为基础必修课的地位及作用。

本套教程分为上、下两册，上册包括力学、振动与波、热学、相对论和量子物理基础，下册包括电磁学、光学、固体物理基础。不同专业可根据其具体情况对内容进行取舍，教学时数可掌握在 64 ~ 128 学时。

参与全书编写工作的有湖南科技学院付喜、孔永红、朱湘萍、高海峡、尹鑫桃、李爱华等。怀化学院谌熊文、邵阳学院周本胡等老师对本书的编写提出了许多宝贵意见。全书由湖南科技学院付喜主编及统稿。中南大学出版社有关人员在本书的编辑出版过程中付出了大量的辛勤劳动，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在错误与不足之处，欢迎读者批评、指正。

编 者
2018 年 3 月

目 录

电磁学篇

第7章 静电场	(9)
7.1 电荷 库仑定律	(10)
7.2 电场 电场强度	(12)
7.3 静电场的高斯定理	(18)
7.4 静电场力的功 电势能 电势	(23)
7.5 等势面 电场强度与电势的微分关系	(27)
本章小结	(29)
练习题	(30)
第8章 静电场中的导体与电介质	(34)
8.1 静电场中的导体	(36)
8.2 电容 电容器	(41)
8.3 静电场中的电介质	(44)
8.4 有电介质时的高斯定理和环路定理	(46)
8.5 静电场的能量	(49)
本章小结	(50)
练习题	(51)
第9章 稳恒电流 电路基础	(54)
9.1 电流的基本概念	(55)
9.2 均匀电路的欧姆定律 焦耳定律	(57)
9.3 电动势 非均匀电路的欧姆定律	(60)
9.4 基尔霍夫定律	(62)
9.5 等效电源定理与叠加定理	(64)
本章小结	(69)
练习题	(70)
第10章 稳恒磁场与磁介质	(74)
10.1 磁场 磁感应强度	(75)
10.2 磁通量 磁场中的高斯定理	(78)

10.3	毕奥 - 萨伐尔定律	(80)
10.4	安培环路定理	(84)
10.5	运动电荷的磁场 安培定律	(87)
10.6	磁力矩 磁力的功	(90)
10.7	带电粒子在磁场中的运动 霍尔效应	(91)
10.8	磁介质的分类 有磁介质的安培环路定理	(94)
	本章小结	(98)
	练习题	(100)
第 11 章 电磁感应与电磁场		(105)
11.1	电磁感应定律	(108)
11.2	动生电动势与感生电动势	(110)
11.3	自感与互感	(116)
11.4	磁场的能量	(118)
11.5	位移电流 麦克斯韦方程组	(121)
11.6	电磁波	(124)
	本章小结	(127)
	练习题	(128)
光学篇		
第 12 章 光的干涉		(141)
12.1	光源 光的相干性	(144)
12.2	分波阵面干涉	(148)
12.3	薄膜干涉	(153)
12.4	迈克耳逊干涉仪	(159)
	本章小结	(161)
	练习题	(162)
第 13 章 光的衍射与光的偏振		(166)
13.1	光的衍射 惠更斯 - 菲涅耳原理	(167)
13.2	夫琅禾费单缝衍射	(169)
13.3	衍射光栅	(172)
13.4	圆孔衍射 光学仪器的分辨率	(175)
13.5	自然光与偏振光	(177)
13.6	起偏与检偏 马吕斯定律	(179)
13.7	布儒斯特定律 光的双折射	(181)
	本章小结	(185)
	练习题	(186)

现代物理学篇

第 14 章 固体物理和激光基础	(192)
14.1 晶体的结构	(193)
14.2 固体的能带	(197)
14.3 导体、半导体和绝缘体	(200)
14.4 激光原理及激光器	(204)
本章小结	(209)
练习题	(210)
参考文献	(211)

电 磁 学 篇



中国现代文学名著丛书 第 100 卷

中国现代文学名著丛书 第 100 卷

中国现代文学名著丛书 第 100 卷

中国现代文学名著丛书 第 100 卷

中国现代文学名著丛书 第 100 卷

早期,由于磁现象曾被认为是与电现象独立无关的,同时也由于磁学本身发展和应用,如近代磁性材料和磁学技术的发展,新的磁效应和磁现象的发现和应等,使得磁学的内容不断扩大,所以磁学在实际上被作为一门和电学相平行的学科来研究了。

电磁学从原来互相独立的(电学、磁学)发展成为物理学中一个完整的分支学科,主要是基于两个重要的实验发现,即电流的磁效应和变化的磁场的电效应。这两个实验现象,加上麦克斯韦关于变化电场产生磁场的假设,奠定了电磁学的整个理论体系,发展了对现代文明起重大影响的电工和电子技术。

麦克斯韦电磁理论的重大意义,不仅在于这个理论支配着一切宏观电磁现象(包括静电、稳恒磁场、电磁感应、电路、电磁波等),而且在于它将光学现象统一在这个理论框架之内,深刻地影响着人们认识物质世界的思想。

电子的发现,使电磁学和原子与物质结构的理论结合了起来,洛伦兹的电子论把物质的宏观电磁性质归结为原子中电子的效应,统一地解释了电、磁、光现象。

和电磁学密切相关的是经典电动力学,两者在内容上并没有原则性的区别。一般说来,电磁学偏重于电磁现象的实验研究,从广泛的电磁现象研究中归纳出电磁学的基本规律;经典电动力学则偏重于理论方面,它以麦克斯韦方程组和洛伦兹力为基础,研究电磁场分布,电磁波的激发、辐射和传播,以及带电粒子与电磁场的相互作用等电磁问题,也可以说,广义的电磁学包含了经典电动力学。



阅读材料一：电学发展简史

“电”一词在西方是从希腊文“琥珀”一词转意而来的,在中国则是从雷闪现象中引出来的。自从18世纪中叶以来,对电的研究逐渐蓬勃开展。它的每项重大发现都引起广泛的实用

研究,从而促进科学技术的飞速发展。

现今,无论人类生活、科学技术活动还是物质生产活动都已离不开电。随着科学技术的发展,某些带有专门知识的研究内容逐渐独立,形成专门的学科,如电子学、电工学等。电学又可称为电磁学,是物理学中颇具重要意义的基础学科。

有关电的记载可追溯到公元前6世纪。早在公元前585年,希腊哲学家泰勒斯已记载了用木块摩擦过的琥珀能够吸引碎草等轻小物体的发现,后来又有人发现摩擦过的煤玉也具有吸引轻小物体的能力。在以后的2000年中,这些现象被看成与磁石吸铁一样,属于物质具有的性质,此外没有什么其他重大的发现。

在中国,西汉末年已有“礞瑁(玳瑁)吸侏(细小物体之意)”的记载;晋朝时还有关于摩擦起电引起放电现象的记载——“今人梳头,脱著衣时,有随梳,解结有光者,亦有咤声”。

1600年,英国物理学家吉伯发现,不仅琥珀和煤玉摩擦后能吸引轻小物体,相当多的物质经摩擦后也都具有吸引轻小物体的性质,并且注意到这些物质经摩擦后并不具备磁石那种指南的性质。为了表明与磁性的不同,他采用“琥珀”的希腊字母拼音把这种性质称为“电的”。吉伯在实验过程中制作了第一只验电器,这是一根中心固定可转动的金属细棒,当与摩擦过的琥珀靠近时,金属细棒可转动指向琥珀。

大约在1660年,马德堡的盖利克发明了第一台摩擦起电机。他用硫磺制成形如地球仪的可转动球体,用干燥的手掌摩擦转动球体,使之获得电。盖利克的摩擦起电机经过不断改进,在静电实验研究中起着重要的作用,直到19世纪霍耳茨和推普勒分别发明感应起电机后才被取代。

18世纪电的研究迅速发展起来。1729年,英国的格雷在研究琥珀的电效应是否可传递给其他物体时发现导体和绝缘体的区别:金属可导电,丝绸不导电,并且他第一次使人体带电。格雷的实验引起法国迪费的注意。1733年迪费发现绝缘起来的金属也可摩擦起电,因此他得出所有物体都可摩擦起电的结论。他把玻璃上产生的电叫做“玻璃的”,琥珀上产生的电与树脂产生的相同,叫做“树脂的”。他得出结论:带相同电的物体互相排斥;带不同电的物体彼此吸引。

1745年,荷兰莱顿的穆申布鲁克发明了能保存电的莱顿瓶。莱顿瓶的发明为电的进一步研究提供了条件,它对于电知识的传播起到了重要的作用。

差不多同时,美国的富兰克林做了许多有意义的工作,使得人们对电的认识更加丰富。1747年他根据实验提出:在正常条件下电是以一定的量存在于所有物质中的一种元素;电跟流体一样,摩擦的作用可以使它从一物体转移到另一物体,但不能创造;任何孤立物体的电总量是不变的,这就是通常所说的电荷守恒定律。他把摩擦时物体获得的电的多余部分叫做带正电,物体失去电而不足的部分叫做带负电。

严格地说,这种关于电的一元流体理论在今天看来并不正确,但他所使用的正电和负电的术语至今仍被采用,他还观察到导体的尖端更易于放电等。早在1749年,他就注意到雷闪与放电有许多相同之处,1752年他通过在雷雨天气将风筝放入云层来进行雷击实验,证明了雷闪就是放电现象。在这个实验中最幸运的是富兰克林居然没有被电死,因为这是一个危险的实验,后来曾有人重复这种实验时遭电击身亡。富兰克林还建议用避雷针来防护建筑物免遭雷击,该应用于1745年首先由狄维斯实现,这大概是电的第一个实际应用。

18世纪后期开始了电荷相互作用的定量研究。1776年,普里斯特利发现带电金属容器内

表面没有电荷, 猜测电力与万有引力有相似的规律。1769年, 鲁宾孙通过作用在一个小球上电力和重力平衡的实验, 第一次直接测定了两个电荷相互作用力与距离的二次方成反比。1773年, 卡文迪什推算出电力与距离的二次方成反比, 他的这一实验是近代精确验证电力定律的雏形。

1785年, 库仑设计了精巧的扭秤实验, 直接测定了两个静止点电荷的相互作用力与它们之间的距离二次方成反比, 与它们的电量乘积成正比。库仑的实验得到了世界的公认, 从此电学的研究开始进入科学行列。1811年泊松把早先力学中拉普拉斯在万有引力定律基础上发展起来的势论用于静电的研究, 发展了静电学的解析理论。

18世纪后期电学的另一个重要的发展是意大利物理学家伏打发明了电池。在这之前, 电学实验只能用摩擦起电机的莱顿瓶进行, 而它们只能提供短暂的电流。1780年, 意大利的解剖学家伽伐尼偶然观察到与金属相接触的蛙腿会发生抽动。他进一步实验后发现, 若用两种金属分别接触蛙腿的筋腱和肌肉, 则当两种金属相碰时, 蛙腿会发生抽动。1792年, 伏打对此进行了仔细研究之后, 认为蛙腿的抽动是一种对电流的灵敏反应。电流是两种不同金属插在一定的溶液内并构成回路时产生的, 而肌肉提供了这种溶液。基于这一思想, 1799年, 他制造了第一个能产生持续电流的化学电池, 其装置为一系列按同样顺序叠起来的银片、锌片和用盐水浸泡过的硬纸板组成的柱体, 叫做伏打电堆。

化学电源发明后, 人们很快发现利用它可以做出许多不寻常的事情: 1800年卡莱尔和尼科尔森用低压电流分解了水; 同年里特成功地从水的电解中搜集了两种气体, 并从硫酸铜溶液中电解出金属铜; 1807年, 戴维利用庞大的电池组先后电解得到钾、钠、钙、镁等金属; 1811年戴维用2000个电池组成的电池组制成了碳极电弧, 从19世纪50年代起碳极电弧成为灯塔、剧院等场所使用的强烈光电源, 直到19世纪70年代才逐渐被爱迪生发明的白炽灯所代替。此外伏打电池也促进了电镀的发展, 电镀是1839年由西门子等人发明的。

虽然早在1750年富兰克林已经观察到莱顿瓶放电可使钢针磁化, 甚至在更早的1640年, 已有人观察到闪电使罗盘的磁针旋转, 但到19世纪初, 科学界仍普遍认为电和磁是两种独立的作用。与这种传统观念相反, 丹麦的自然哲学家奥斯特接受了德国哲学家康德和谢林关于自然力统一的哲学思想, 坚信电与磁之间有着某种联系。经过多年的研究, 他终于在1820年发现电流的磁效应: 当电流通过导线时, 引起导线近旁的磁针偏转。电流磁效应的发现开拓了电学研究的新纪元。

奥斯特的发现首先引起法国物理学家的注意, 同年即取得一些重要成果, 如: 安培关于载流螺线管与磁铁等效性的实验; 阿喇戈关于钢和铁在电流作用下的磁化现象; 毕奥和萨伐尔关于长直载流导线对磁极作用力的实验等。此外安培还进一步做了一系列电流相互作用的精巧实验。由这些实验分析发现的电流元之间相互作用力的规律, 是认识电流产生磁场以及磁场对电流作用的基础。

电流磁效应的发现打开了电应用的新领域。1825年斯特金发明电磁铁, 为电的广泛应用创造了条件。1833年高斯和韦伯制造了第一台简陋的单线电报; 1837年惠斯通和莫尔斯分别独立发明了电报机, 莫尔斯还发明了一套电码, 利用他所制造的电报机可通过在移动的纸条上打上点和划来传递信息。

1855年汤姆孙(即开尔文)解决了水下电缆信号输送速度慢的问题, 1866年由汤姆孙设计的大西洋电缆铺设成功。1854年, 法国电报家布尔瑟提出用电来传送声音的设想, 但未变

成现实；赖斯于1861年实验成功，但未引起人们重视；1861年贝尔发明了电话，其收话机仍用于现代，而其发话机则被爱迪生发明的碳发话机以及休士发明的传声器所代替。

电流磁效应发现不久，几种不同类型的检流计设计制成，为欧姆发现电路定律提供了条件。1826年，受到傅里叶关于固体中热传导理论的启发，欧姆认为电的传导和热的传导很相似，电源的作用好像热传导中的温差一样。为了确定电路定律，开始他用伏打电堆作为电源进行实验，由于当时的伏打电堆性能很不稳定，实验没有成功；后来他改用两个接触点温度恒定因而高度稳定的热电动势做实验，得到电路中的电流强度与他所谓的电源的“验电力”成正比、比例系数为电路的电阻的结论。

由于当时的能量守恒定律尚未确立，验电力的概念是含糊的，直到1848年基尔霍夫从能量的角度考察，才澄清了电位差、电动势、电场强度等概念，使得欧姆理论与静电学概念协调起来。在此基础上，基尔霍夫解决了分支电路问题。

杰出的英国物理学家法拉第开展了许多有关电磁现象的实验研究，对电磁学的发展做出极重要的贡献，其中最重要的贡献是1831年发现电磁感应现象。紧接着他做了许多实验确定电磁感应的规律，他发现当闭合线圈中的磁通量发生变化时，线圈中就产生感应电动势，感应电动势的大小取决于磁通量随时间的变化率。后来，楞次于1834年给出感应电流方向的描述，而诺埃曼概括了他们的结果，给出感应电动势的数学公式。

法拉第在电磁感应的基础上制出了第一台发电机。此外，他把电现象和其他现象联系起来广泛进行研究，在1833年成功地证明了摩擦起电和伏打电堆产生的电相同，1834年发现电解定律，1845年发现磁光效应，并解释了物质的顺磁性和抗磁性，他还详细研究了极化现象和静电感应现象，并首次用实验证明了电荷守恒定律。

电磁感应的发现为能源的开发和广泛利用开创了崭新的前景。1866年西门子发明了可供实用的自激发电机；19世纪末实现了电能的远距离输送；电动机在生产和交通运输中得到广泛使用，从而极大地改变了工业生产的面貌。

对于电磁现象的广泛研究使法拉第逐渐形成了他特有的“场”的观念。他认为：力线是物质的，它弥漫在全部空间，并把异号电荷和相异磁板分别联结起来；电力和磁力不是通过空虚空间的超距作用，而是通过电力线和磁力线来传递的，它们是认识电磁现象必不可少的组成部分，甚至它们比产生或“汇集”力线的“源”更富有研究的价值。

法拉第的丰硕的实验研究成果以及他的新颖的场的观念，为电磁现象的统一理论准备了条件。诺埃曼、韦伯等物理学家对电磁现象的认识曾有过不少重要贡献，但他们从超距作用观点出发，概括库仑以来已有的全部电学知识，在建立统一理论方面并未取得成功。这一工作在19世纪60年代由卓越的英国物理学家麦克斯韦完成。

麦克斯韦认为变化的磁场在其周围的空间激发涡旋电场；变化的电场引起媒质电位移的变化，电位移的变化与电流一样在周围的空间激发涡旋磁场。麦克斯韦明确地用数学公式把它们表示出来，从而得到了电磁场的普遍方程组——麦克斯韦方程组。法拉第的力线思想以及电磁作用传递的思想在其中得到了充分的体现。

麦克斯韦进而根据他的方程组，得出电磁作用以波的形式传播，电磁波在真空中的传播速度等于电量的电磁单位与静电单位的比值，其值与光在真空中传播的速度相同，由此麦克斯韦预言光也是一种电磁波。

1888年，赫兹根据电容器放电的振荡性质，设计制作了电磁波源和电磁波检测器，通过

实验检测到电磁波,测定了电磁波的波速,并观察到电磁波与光波一样,具有偏振性质,能够反射、折射和聚焦。从此麦克斯韦的理论逐渐为人们所接受。

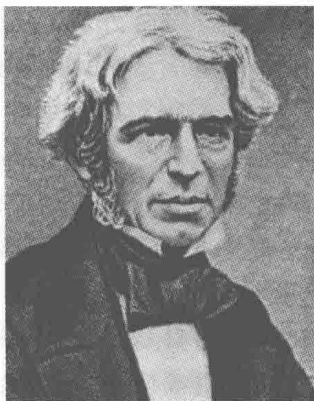
麦克斯韦电磁理论通过赫兹电磁波实验的证实,开辟了一个全新的领域——电磁波的应用和研究。1895年,俄国的波波夫和意大利的马可尼分别实现了无线电信号的传送。后来马可尼将赫兹的振子改进为竖直的天线;德国的布劳恩进一步将发射器分为两个振藕线路,为扩大信号传递范围创造了条件。1901年马可尼第一次建立了横跨大西洋的无线电联系。电子管的发明及其在线路中的应用,使得电磁波的发射和接收都成为易事,推动了无线电技术的发展,极大地改变了人类的生活。

1896年洛伦兹提出电子论,将麦克斯韦方程组应用到微观领域,并把物质的电磁性质归结为原子中电子的效应。这样不仅可以解释物质的极化、磁化、导电等现象以及物质对光的吸收、散射和色散现象,而且还成功地说明了关于光谱在磁场中分裂的正常塞曼效应;此外,洛伦兹还根据电子论导出了关于运动介质中的光速公式,把麦克斯韦理论向前推进了一步。

在法拉第、麦克斯韦和洛伦兹的理论体系中,假定了有一种特殊媒质“以太”存在,它是电磁波的荷载者,只有在以太参照系中,真空中光速才严格地与方向无关,麦克斯韦方程组和洛伦兹力公式也只在以太参照系中才严格成立。这意味着电磁规律不符合相对性原理。

关于这方面问题的进一步研究,导致了爱因斯坦在1905年建立了狭义相对论,它改变了原来的观点,认定狭义相对论是物理学的一个基本原理,它否定了以太参照系的存在并修改了惯性参照系之间的时空变换关系,使得麦克斯韦方程组和洛伦兹力公式有可能在所有惯性参照系中都成立。狭义相对论的建立不仅发展了电磁理论,并且对以后理论物理的发展具有巨大的作用。

阅读材料二:法拉第简介



法拉第
(1791—1867年)

英国物理学家、化学家。1791年9月22日生在一个手工业工人家庭。

法拉第的父亲是一个铁匠。法拉第小时候受到的学校教育是很差的。十三岁时,他就到一家装订和出售书籍兼营文具生意的铺子里当了学徒。但与众不同的是他除了装订书籍外,还经常阅读它们。他的老板也鼓励他,有一位顾客还送给了他一些听伦敦皇家学院讲演的听讲证。1812年冬季的一天,21岁的法拉第来到了伦敦皇家学院,要求面见著名的院长戴维。作为自荐书,他带来了一本装订得整齐美观的簿子,里面是他听戴维讲演时记下的笔记。法拉第给戴维留下了很好的印象。戴维正好缺少一位助手,不久他就雇用了这位申请者,从此,法拉第开始步入科学的殿堂。

法拉第是一个伟大的实验物理学家,他在电磁学方面的主要贡献就是现在所称的法拉第电磁感应定律,并且提出了力线和场的概念。前面提到的安培和奥斯特等人的工作说明了电和磁之间存在着必然的联系,法拉第发现的电磁感应定律比他们前进了一大步。他用实验证

明了电不仅可以转化为磁，磁也同样可以转化为电。运动中的电能感应出磁，同样运动中的磁也能感应出电。法拉第的发现为大规模利用电力提供了基础，后来人们利用法拉第电磁感应定律制造了感应发电机，从此由蒸汽机时代进入了电气化时代。1831年，法拉第用铁粉做实验，形象地证明了磁力线的存在。他指出，这种力线不是几何的，而是一种具有物理性质的客观存在。这个实验说明，电荷或者磁极周围空间并不是以前认为的那样是一无所有的、空虚的，而是充满了向各个方向散发的这种力线。他把这种力线存在的空间称之为场，各种力就是通过这种场进行传递的。

法拉第将他的一生所做的实验进行了总结，写出了《电学实验研究》。由于法拉第基本上不懂数学，在这部著作中人们几乎找不到一个数学公式，以至于有人认为它只是一本关于电磁学的实验报告。但是，正是因为不懂数学，他才不得不想尽方法用简单易懂的语言来表达高深的物理规律，才有了力线和场这样简明而优美的概念。他的这个不懂数学的缺陷恰好被他的后来者麦克斯韦所弥补，建立了完美的电磁学理论。法拉第同时还是一个出色的科普演讲家。同时，法拉第具有深刻的哲学思想以及几何学和空间上的洞察力。他的善于持久思考的能力，正好弥补了他数学上的不足。在他留下来的笔记中，有下面一段话：“我一直冥思苦索什么是使哲学家获得成功的条件。是勤奋和坚韧精神加上良好的感觉能力和机智吗？……但是，我长期以来为我们实验室寻找天才却从未找到过。不过我看到了许多人，如果他们真能严格要求自己，我想他们已成为有成就的实验哲学家了。”

开尔文勋爵对法拉第非常了解，他在纪念法拉第的文章中说：“他的敏捷和活跃的品质，难以用言语形容。他的天才光辉四射，使他的出现呈现出智慧之光，他的神态有一种独特之美，这是有幸在他家里或者皇家学院见过他的任何人都都会感觉到的，从思想最深刻的哲学家到最质朴的儿童。”

阅读材料三：麦克斯韦简介



麦克斯韦
(1831—1879年)

英国物理学家，经典电磁理论的奠基人。麦克斯韦出生于苏格兰爱丁堡的一个名门望族。他从小便显露出出色的数学才能。他在14岁就在英国《爱丁堡皇家学会学报》上发表数学论文，获得了爱丁堡学院的数学奖。后来，麦克斯韦给英国皇家学会送去了两篇论文，但是皇家学会以“不适宜让一个穿夹克的小孩登上这里的讲台”为理由让别人代为宣读论文。1850年，麦克斯韦考入了剑桥大学三一学院，主攻数学和物理。1854年以优异的成绩毕业。1871年回到了母校担任实验物理教授。

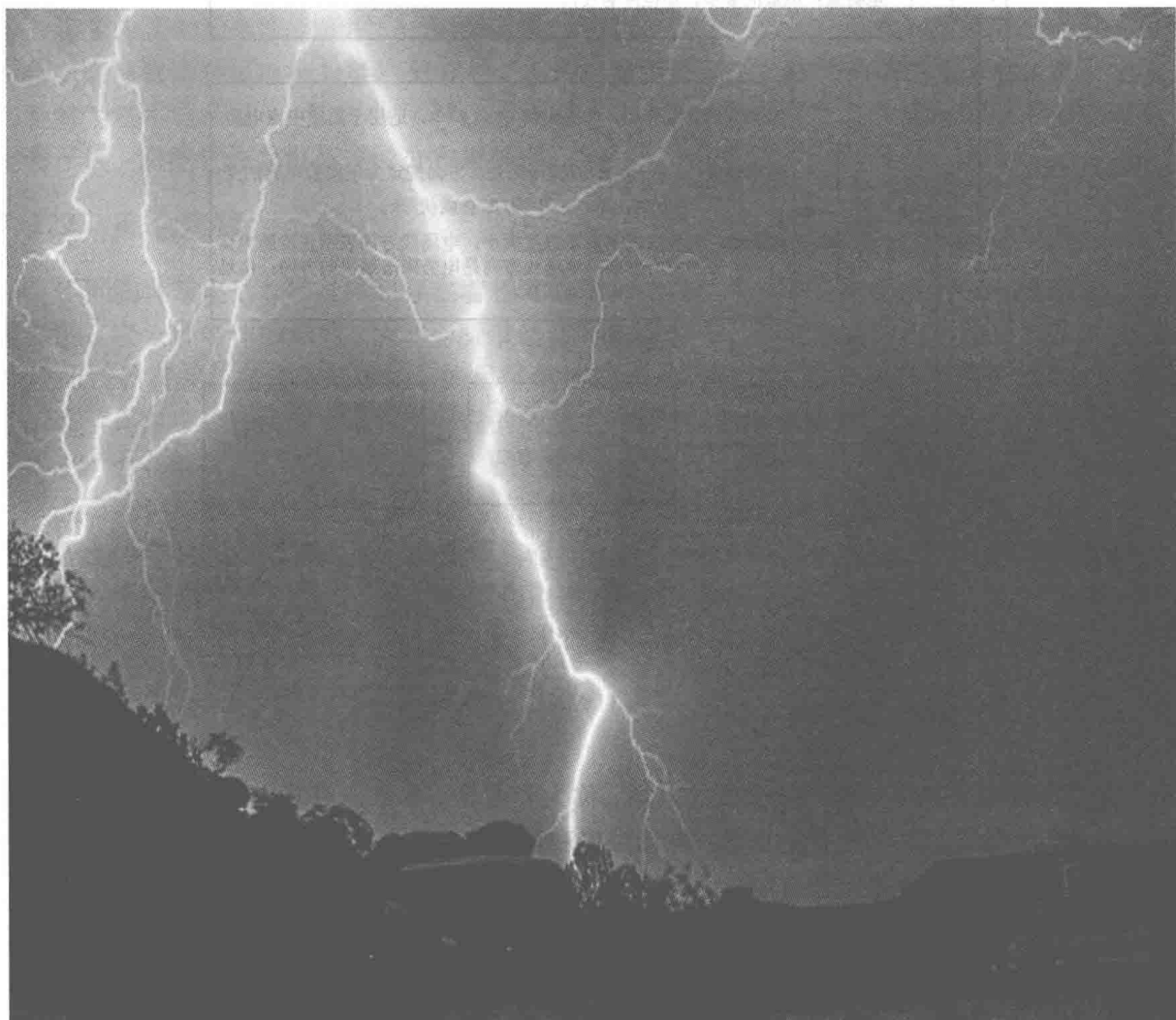
法拉第精于实验研究，麦克斯韦擅长于理论分析概括，他们相辅相成，完成了科学上的重大突破。1855年，24岁的麦克斯韦发表了论文《论法拉第的力线》，对法拉第的力线概念进行了数学分析。1862年，他继续发表了《论物理的力线》。在这篇论文中，他不但解释了法拉第的实验研究结果，而且还发展了法拉第的场的思想，提出了涡旋电场和位移电流的概念，初步提出了完整的电磁学理论。

1873年,麦克斯韦完成了电磁理论的经典著作《电磁学通论》,建立了著名的麦克斯韦方程组,以非常优美简洁的数学语言概括了全部电磁现象。这一方程组有积分形式和微分形式。麦克斯韦方程组把电荷、电流、磁场和电场的变化用数学公式全部统一起来了。从该方程组可以知道,变化的磁场能够产生电场,变化的电场能产生磁场,它们将以波动的形式在空间传播,因此麦克斯韦预言了电磁波的存在,并且推导出电磁波传播速度就是光速,因此他也同时说明了光波就是一种特殊的电磁波。这样,麦克斯韦方程组的建立就标志着完整的电磁学理论体系的建立,《电磁学通论》的科学价值可以与牛顿的《自然哲学的数学原理》相媲美。

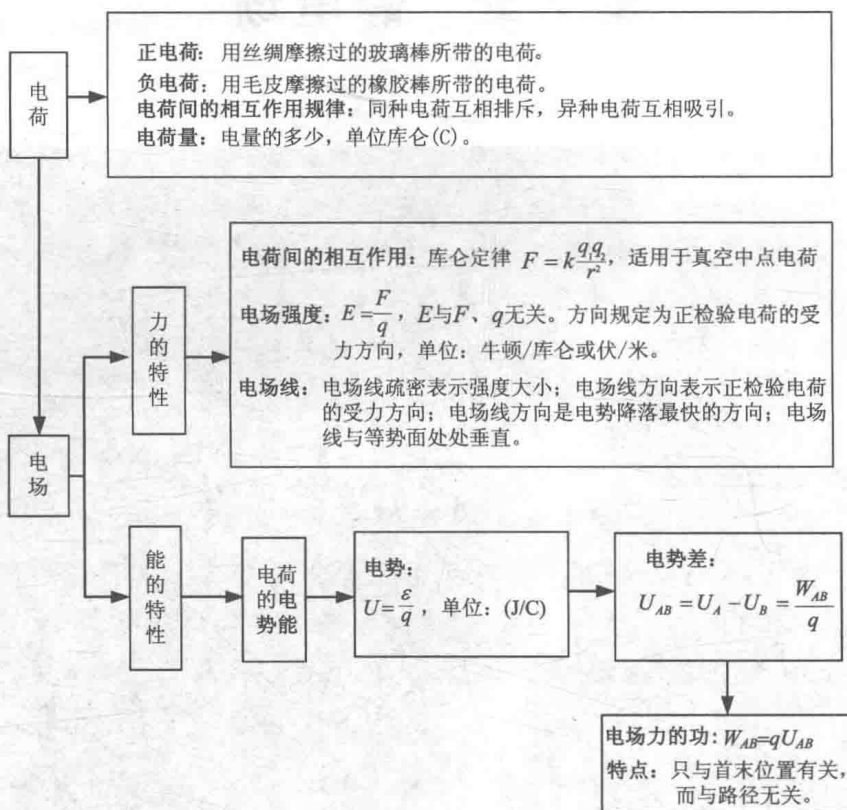
通过麦克斯韦的科学经历,我们可以看到数学在物理学科中的重要作用。麦克斯韦精通数学,他用精确的数学语言把实验结果升华为理论,用数学完美的形式使得法拉第的实验结果更加和谐美丽,显示了数学的巨大威力。

由于没有实验的验证,麦克斯韦理论当时没有得到大多数科学家的理解。物理学家劳厄说:“像赫尔姆霍兹和玻尔兹曼这样有异常才能的人为了理解它也需要花几年的力气。”因此,支持他理论的科学家就更加少了。1883年,赫兹注意到一个有关的新研究,有人提出,如果电磁波存在,那么莱顿瓶在振荡放电的时候,应该产生电磁波。1886年,赫兹在进行放电实验时,发现近旁一个没有闭合的线圈也出现了火花,他得到启发,很快制出了可以检测电磁波的电波环。电波环的结构非常简单——在一根弯成环状的粗铜线两端,安上两个金属球,小球间的距离可以进行调整。赫兹经历了无数次失败,不断改变实验设计和装置,反复调整实验仪器,终于观察到,调节电波环的两个金属球之间的间隙,当感应圈两极的金属球之间有火花跳过时,可以使在电波环的间隙处也有火花跳过,这样,他终于检测到了电磁波。

第7章 静电场



高中物理知识点回顾



相对于观察者静止的电荷所激发的电场, 称为静电场。本章研究真空中静电场的基本特性, 引入描述电场的两个重要物理量: **电场强度**和**电势**, 介绍反映静电场基本性质的场强叠加原理、高斯定理和环路定理, 并讨论电场强度和电势之间的积分和微分关系。

7.1 电荷 库仑定律

7.1.1 电荷

两个不同材质的物体, 如干燥的丝绸和玻璃棒, 经互相摩擦后, 能够吸引羽毛、纸片等轻微物体, 这表明两个物体经摩擦后, 处于一种特殊状态, 人们把处于这种状态的物体称为带电体, 并说它们分别带有电荷。带电体吸引轻微物体能力的强弱与它所带电荷的多少有关, 用来量度电荷多少的量称为**电量**, 在国际单位制(SI)中, 电量的单位为库仑, 用C表示。

自然界中存在两种电荷——**正电荷**和**负电荷**, 带同号电荷的物体互相排斥, 带异号电荷的物体互相吸引。静止电荷之间的相互作用力称为静电力。

通常的宏观物体处于不带电的电中性状态, 使物体带电的过程就是使处于电中性状态的