

物 质 科 学

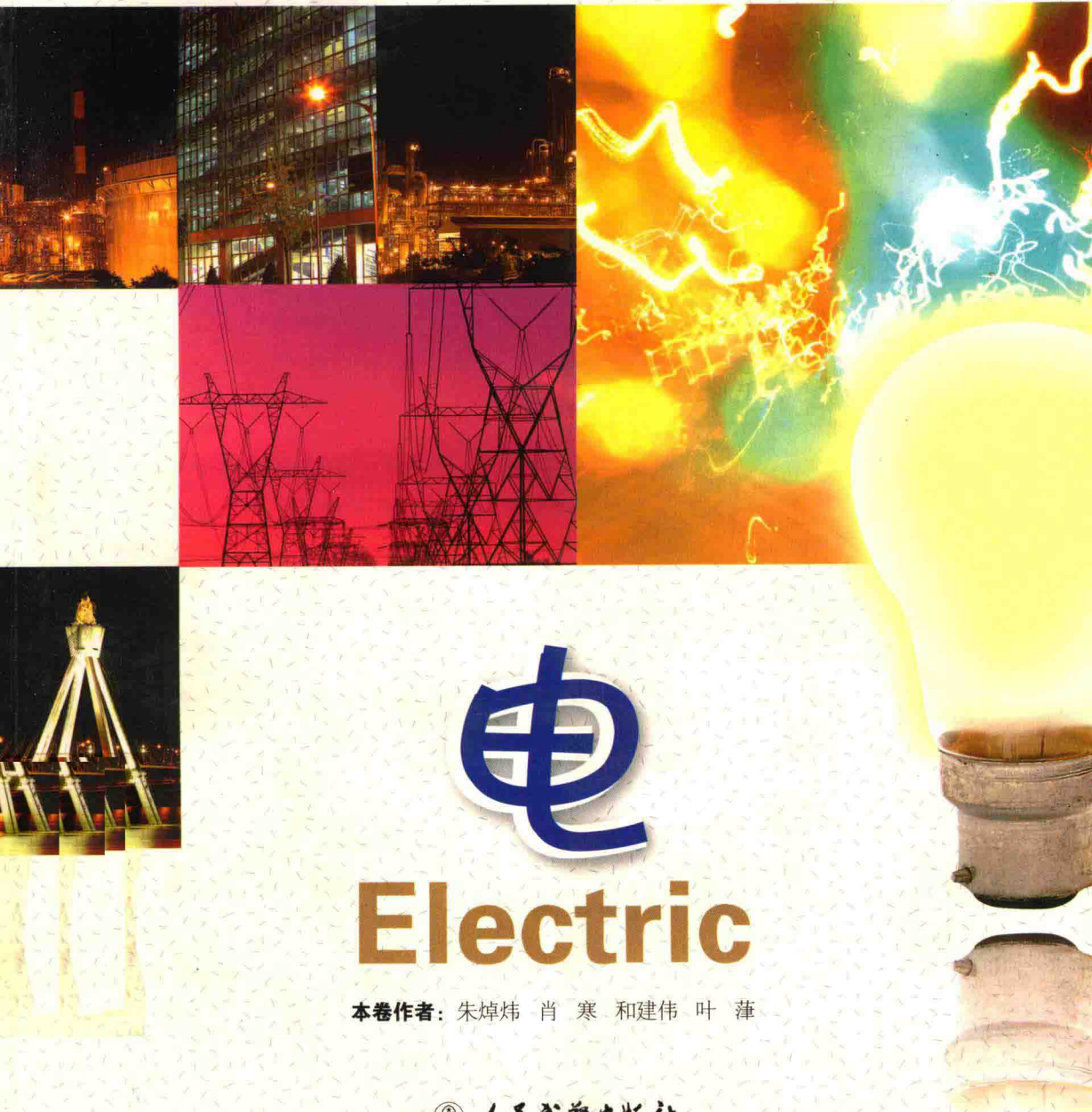
探究式学习丛书

总策划：冯克诚 总主编：杨广军
副总主编：黄晓 章振华 周万程

JY/T 标准装备用书

JY/T55402

神秘变幻的自然界精灵——电



电

Electric

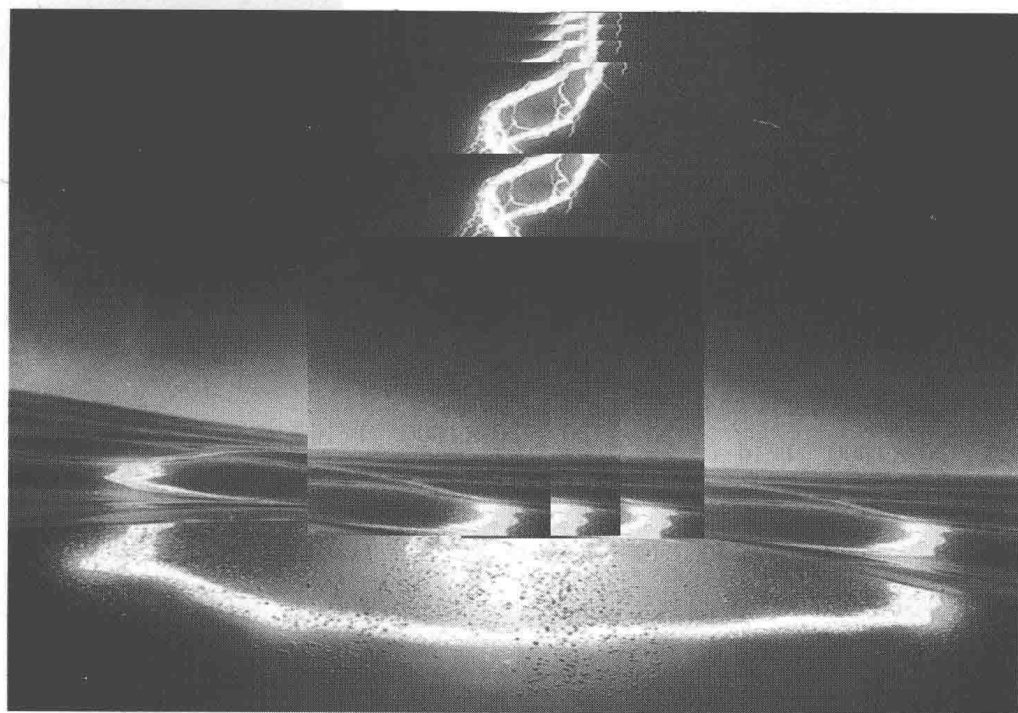
本卷作者：朱焯炜 肖寒 和建伟 叶萍

人民武警出版社

物质科学 A

探究式学习丛书
Tanjiushi Xuexi Congshu

电
ELECTRIC



人民武警出版社

2009·北京

图书在版编目(CIP)数据

电/朱焯炜、肖寒、和建伟、叶萍编著. —北京:人民武警出版社,2009. 10

(物质科学探究式学习丛书;11 / 杨广军主编)

ISBN 978 - 7 - 80176 - 380 - 8

I. 电… II. ①朱…②肖…③和…④叶… III. 电学 - 青少年读物 IV. 0441.1 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 192410 号

书名:电

主编:朱焯炜 肖寒 和建伟 叶萍

出版发行:人民武警出版社

经销:新华书店

印刷:北京鹏润伟业印刷有限公司

开本:720 × 1000 1/16

字数:185 千字

印张:15

印数:0 - 3000

版次:2009 年 10 月第 1 版

印次:2009 年 10 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978 - 7 - 80176 - 380 - 8

定价:29.80 元

《探究式学习丛书》

编委会

总顾问:

王炳照 国务院学位委员会教育委员会主任 北京师范大学教授
博士生导师 国务院特殊津贴专家

学术指导:

程方平 中央教育科学研究所研究员 博士生导师 原中国科协教育
与科普研究所所长 “国家 2049 公民科学素养纲要”项目
评审专家

尹晓波 《实验教学与仪器》杂志主编

李建新 湖南省教育装备处研究员

总策划:

冯克诚 学苑音像出版社社长 教育学博士 中国社会科学院高级编辑

总主编:

杨广军 华东师范大学副教授 教育学博士后 硕士生导师

副总主编:

黄 晓 章振华 周万程

撰稿(排名不分先后):

朱焯炜、肖寒、和建伟、叶萍、张笑秋、徐晓锦、刘平、马昌法、胡生青、薛
海芬、周哲、陈盛、胡春肖、竺丽英、岂晓鑫、王晓琼、周万程、项尚、钱颖
丰、褚小婧、陈书、蔡秋实、何贝贝、沈严惠、章振华、胡锦、戴靖、申未
然、郑欣、俞晓英、贾鲁娜、张四海、许超、戴奇、何祝清、张兴娟、郭金
金、余轶、俞莉丹、高靖、潘立晶、宋金辉、黄华玲、张悦、郭旋、李素芬、
熊莹莹、王宝剑、韦正航、蔡建秋、贾广森、张钰良、戴奇忠、刘旭、陈伟、
潘虹梅

出版说明

与初中科学课程标准中教学视频 VCD/DVD、教学软件、教学挂图、教学投影片、幻灯片等多媒体教学资源配套的物质科学 A、B、生命科学、地球宇宙与空间科学三套 36 个专题《探究式学习丛书》，是根据《中华人民共和国教育行业标准》JY/T0385 - 0388 标准项目要求编写的第一套有国家确定标准的学生科普读物。每一个专题都有注册标准代码。

本丛书的编写宗旨和指导思想是：完全按照课程标准的要求和配合学科教学的实际要求，以提高学生的科学素养，培养学生基础的科学价值观和方法论，完成规定的课业学习要求。所以在编写方针上，贯彻从观察和具体科学现象描述入手，重视具体材料的分析运用，演绎科学发现、发明的过程，注重探究的思维模式、动手和设计能力的综合开发，以达到拓展学生知识面，激发学生科学学习和探索的兴趣，培养学生的现代科学精神和探究未知世界的意识，掌握开拓创新的基本方法技巧和运用模型的目的。

本书的编写除了自然科学专家的指导外，主要编创队伍都来自教育科学一线的专家和教师，能保证本书的教学实用性。此外，本书还对所引用的相关网络图文，清晰注明网址路径和出处，也意在加强学生运用网络学习的联系。

本书原由学苑音像出版社作为与 VCD/DVD 视频资料、教学软件、教学投影片等多媒体教学的配套资料出版，现根据读者需要，由学苑音像出版社授权本社单行出版。

出版者

2009 年 10 月



卷首语

电,可引发各种奇妙的现象;电,充满玄机又变幻无常;电就在我们身边,但我们远没有摸索清楚电学的殿堂。本书从现象篇、知识篇、应用篇角度入手,层层推进,用丰富的图片、新奇的实验和探究的思考,把我们带到一个熟悉又陌生的世界,带你一起回忆过去的名人和趣事,带你一起展望未来的方向和可能。





目 录

神秘莫测的电

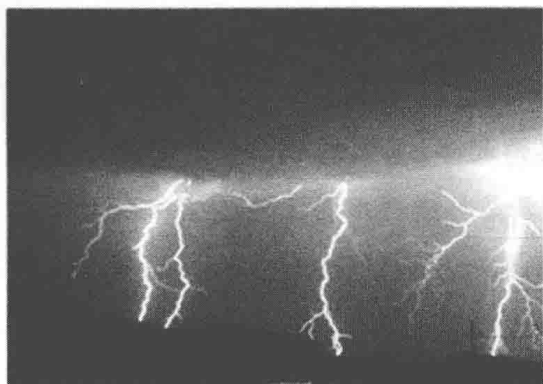
- 电闪雷鸣——人类认识电的开始/(2)
- 拨云见日——科学家们对雷电的探索/(5)
- 异性相吸——雷电成因之揭秘/(9)
- 未雨绸缪——怎样预防雷电造成的伤害/(14)
- 保驾护航——避雷针/(18)
- 深藏不露——生物体中的电现象/(23)
- 以静制动——无处不在的静电/(29)
- 可以驾驭的“超能”——静电的利用/(35)
- 一触即发——奇妙的起电方式/(43)

揭开电的神秘面纱

- 库仑定律——电学万有引力/(48)
- 欧姆定律——乌云和尘埃后面的真理/(52)
- 法拉第的伟大发现——电磁感应/(57)
- 偏偏和你对着干——楞次定律/(64)
- 孪生姐妹——导体和绝缘体/(68)
- 产生电能的机器——发电机/(73)
- 有容乃大——走进电容世界/(80)
- 风雨有阻——漫步电阻世界/(85)



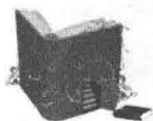
电闪雷鸣——人类认识电的开始



落地雷

在自然界中,雷电是一种常见的现象。人们常用“电闪雷鸣”等词来描述雷电现象。它既有闪电,又有雷鸣,十分雄伟壮观而又有点令人生畏。从古到今,有多少人被它吸引,记录它,研究它。从惧怕它,到认识它,利用它,人类经历一个漫长的过程,让我们一同来关注

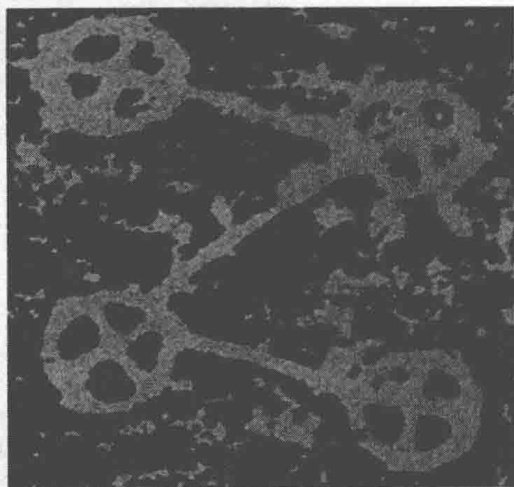
这种伟大的自然现象吧。



历史故事——关于的雷电记录

我们的祖先很早就注意到大自然中的雷电现象。远在公元前 1500 多年,殷商时代的甲骨文字中就出现了“雷”字。稍晚的西周,在青铜器上又出现了“电”字。西汉时的《淮南子·坠训形》中有“阴阳相薄为雷,激扬为电”的记载,表示阴阳两气彼此相迫产生雷,相互急剧作用产生电。

人类对电的认识是在长期实践活动中,不断发展、逐步深化的,经历

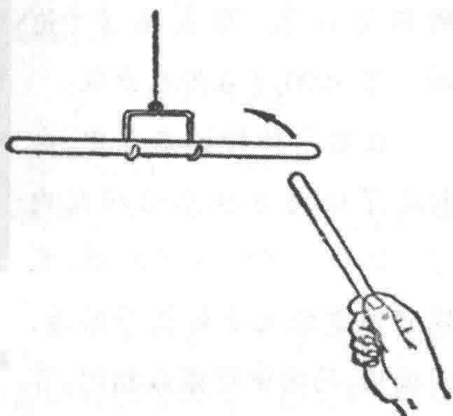


甲骨文上的“雷”字



了一条漫长而曲折的道路。人们对电现象的初步认识,可追溯到公元前6世纪。希腊哲学家泰勒斯那时已发现并记载了摩擦过的琥珀能吸引轻小物体。我国东汉时期,王充在《论衡》一书中所提到的“顿牟掇芥”等问题,也就说摩擦琥珀能吸引轻小物体。

第一位认真研究电现象的是英国的医生、物理学家吉尔伯特。1600年,他发现金刚石、水晶、硫磺、火漆和玻璃等物质,用呢绒、毛皮和丝绸摩擦后,也能吸引轻小物体,有“琥珀之力”。后来根据希腊文“琥珀”一词的词根,拟定了一个新名词“电”。



杜菲的实验

到了1733年法国物理学家杜菲发现,把两根跟毛皮摩擦后的琥珀棒或两根跟丝绸摩擦过的玻璃棒悬挂起来,当两根同种棒彼此靠近时,它们相互排斥,但琥珀棒与玻璃棒则会互相吸引;如果使其接触,二者都失去电性。于是杜菲认识到电有两种:“琥珀电”和“玻璃电”。美国学者富兰克林干脆把这两种电叫“正电”和“负电”。



名人介绍——吉尔伯特医生

吉尔伯特(1544~1603)是英国著名的医生、物理学家。他于1544年5月24日生在英国科尔切斯特市一个大法官家里。年轻时就读于剑桥大学圣约翰学院,攻读医学,获医学博士学位。毕业后已成为英国名医。由于他医术高明,1601年担任英国女王伊丽莎白一世的御医,直到1603年11月30日逝世。

吉尔伯特在科学方面的兴趣,远远超出了医学范围。在化学和天文学



方面有渊博的初识,但他研究的主要领域还是在物理学中。他用观察、实验方法科学地研究了磁与电的现象,并把多年的研究成果,写成名著《论磁》,于1600年在伦敦出版。

在吉尔伯特的名著中,也叙述了他对电现象的研究内容。他研究了十几种物质,发现它们中的大多数被摩擦后,同琥珀、玛瑙被摩擦后相似,可



英国伊丽莎白女王的御医、英国皇家科学院物理学家——吉尔伯特。

以吸引轻小的物体。他首先指出,这是与磁现象有本质区别的另一类现象;他第一个称电吸引的原因为电力。

吉尔伯特制成了第一台验电器,并用它证明了离带电体越近,吸引力越大,还指出电引力沿直线;带电体被加热或放在潮湿的空气中,它的吸引能力就消失了。



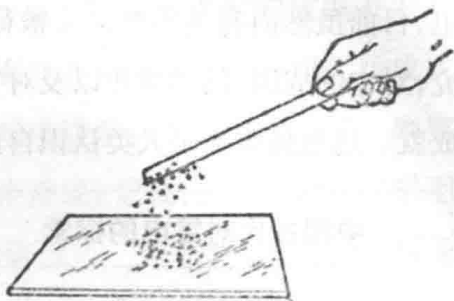
吉尔伯特发明的验证磁场方向的仪器

对电子的本质,吉尔伯特也试图加以解释,他认为存在一种“电液体”,带电体吸引其他物体时,“电液”就从带电体流向被吸引的物体。在吉尔伯特时代,他提出的概念,说明电是地地道道的物质,这有特殊的意义。吉尔伯特的名字总是摆在静电学研究之首。



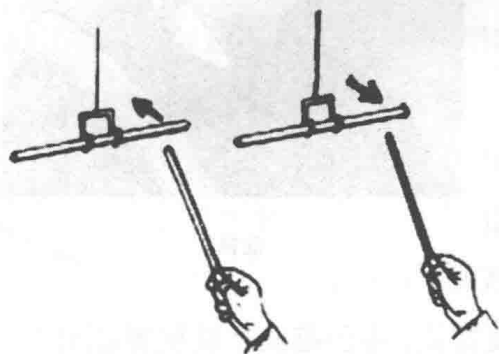
动手实验——摩擦生电

在前面的正文中我们提到了摩擦起电现象,现在你也试着动手做一做,找两根玻璃棒、丝绸和一些毛料,用丝绸和毛料分别玻璃棒摩擦,然后将它们靠近一些碎纸片,看看是否能够吸引这些碎纸片。想一想这两根玻璃棒是带何种电荷?你能运用你所学过的知识设计一个实验装置检验玻璃棒上是何种电荷吗?



摩擦生电实验

物质科学 A



甲: 同种电荷
互相排斥

乙: 异种电荷
互相吸引

电荷的相互作用

用摩擦起电的方法可以使各种各样的物质带电。如右图,跟绸子摩擦过的玻璃棒互相吸引的,必定跟毛皮摩擦过的橡胶棒互相排斥;凡是跟毛皮摩擦过的橡胶棒互相吸引的,必定跟绸子摩擦过的玻璃棒互相排斥。这些事实使人们认识到自然界中只有两种电荷,人们把绸子摩擦过的玻璃棒上带的电荷叫做正电荷,毛皮摩擦过的橡胶棒上带的电荷叫做负电荷。

拨云见日——科学家们对雷电的探索

人类在长期的生产实践活动中,开展对雷电的观察和研究。对于雷



电,目前虽然尚有某些奥秘未被彻底揭示,但是,人们通过长期的观察、研究,对它的成因、活动规律以及对它的防范方法和措施等,均取得了很大的成就。这些成就也是人类认识自然、征服自然的象征。

中国古代对雷电的探索

我国古人还通过仔细观察,准确地记述了雷电对不同物质的作用。《南齐书》中有对雷击的详细记述:“雷震会稽山阴恒山保林寺,刹上四破,电火烧塔下佛面,而窗户不异也”。即强大的放电电流通过佛面的金属膜,金属被融化。而窗户为木制,仍保持原样。

沈括在《梦溪笔谈》中对类似现象叙述更为详尽:内侍李舜举家,曾为暴雷所震。其堂之西室,雷火自窗间出,赫然出檐。人以为堂屋已焚,皆出避之。及雷止,共舍宛然。墙壁窗纸皆黔。有一木格,其中杂贮诸器,其漆器银者,银悉熔流在地,漆器曾不焦灼。有



沈括



西晋张华

一宝刀,极坚钢(刚),就刀室中熔为汁,而室亦俨然。人必谓火当先焚草木,然后流金石。今乃金石皆铄,而草木无一毁者,非人情所测也?其实,只因漆器、刀室是绝缘体,宝刀、银扣是导体,才有这一现象发生。沈括等人对雷电活动规律的这种认识,比之富兰克林发明避雷针的年代,竟早了六百余年。



西晋张华(232~300)记述了梳子与丝绸摩擦起电引起的放电及发声现象:“今人梳头,脱著衣时,有随梳、解结有光者,亦有咤声”。唐代段成式描述了黑暗中摩擦黑猫皮起电:“猫黑者,暗中逆循其毛,即若火星”。摩擦起电也有具体应用。据宋代的张邦基《墨庄漫录》记载:孔雀毛扎成的翠羽帚可以吸引龙脑(可制香料的有机化合物碎屑)。“皇宫中每幸诸阁,掷龙脑以辟(避)秽。过则以翠羽扫之,皆聚,无有遗者”。关于摩擦起电的记载还很多。

“雷电之父”——富兰克林

在谈起雷电研究时,我们就会很自然地想起被西方国家称为“雷电之父”的美国科学家富兰克林,他以毕生的精力从事雷电奥秘的探索和研究。是他,冒着生命危险,用风筝进行了著名的“费城实验”,证实了他的观点:闪电就是一种放电现象。1752年7月在费城一次雷雨天气中,他把风筝放入空中,冒着极大的生命危险,把“天电”引入了莱顿瓶,成功地证实了闪电的特性。1753年他在充分研究了“天电”特性并进行大量实验的基础上发现了尖端放电现象。这是人类



富兰克林利用风筝来捕捉电

在征服大自然的道路上迈出的具有重大意义的一步。是他,在实验成功的基础上,于1749年发明了避雷针。从此,安装避雷针成为全世界一项重要的防雷措施而一直被应用至今。

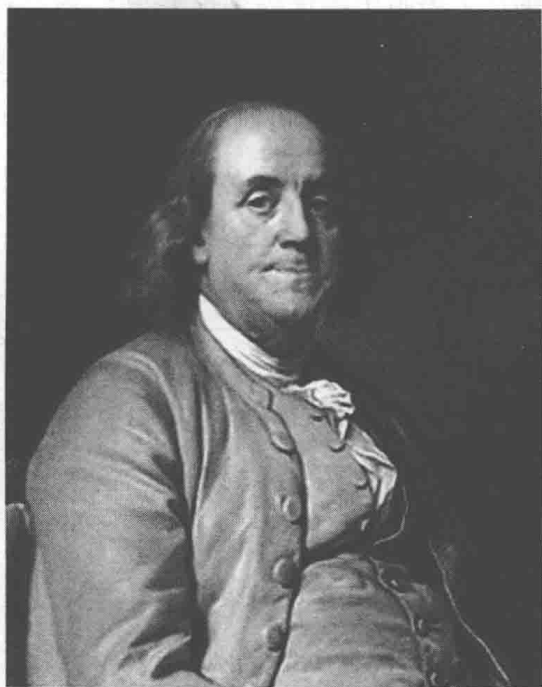


知识链接——富兰克林生平介绍

富兰克林 (Benjamin Franklin)

美国科学家、物理学家、社会活动家，资产阶级革命时期的民主主义者。1706年1月17日生于波士顿的一个工人家庭。十分向往知识，勤奋自学，掌握了意大利、西班牙等多种外语和广泛的自然科学知识。由于天才和勤奋，终于使自己成为举世瞩目的伟大科学家和发明家。

富兰克林最卓越的贡献是为电学史上树起了一块丰碑。电学是近代科学中较为年轻的一门科学，富兰克林的成就开创了电学史的新纪元。他的主要研究对象是大气电理论。1749年他在大量实验的基础上证明了闪电是一种电力性质，闪电和



富兰克林

电火花具有同样的特性，都是瞬时的，都是相似的光和声，都能燃着物体、溶解金属、流过导体、具有集中于物体尖端的特点。他还证明了闪电和电火花都能破坏磁性和杀死生物等。



由于富兰克林的卓越成就，美国人把他印刷在美元的正面

富兰克林的“电的单流体说”，以及正电和负电概念的引



入,使人们更进一步了解了电的本质,并使电成为可以定量的物理量了。他认为电的“二流体论”是没有根据的,电只有一种,每个物体都具有一定量的电,摩擦不能创造出电,只能使电从一个物体转到另一物体,它们的总电量保持不变,得到电的物体带正电,失去电的物体带负电。他的理论为电荷守恒定律的发现奠定了理论基础。

富兰克林的发现、发明和大量实验,无疑地证明了他是一位伟大的科学家。但是起电机和莱顿瓶等主要电学仪器的发明,才使他有可能在电学实验中获得成功。他的实验是离不开前人的大量工作基础的。对于电的本质,富兰克林认为空间中的电流质可能和光以太同类。他支持光的波动说,认为光是充溢整个空间的以太振动。富兰克林是



富兰克林的实验非常危险,大家可千万不要模仿哦!

哲学上的自然神论者。他承认自然界的存在及其规律的客观性,这使他有勇气有毅力进行了范围广阔的科学实验活动,从而建立了正确的科学论。

异性相吸——雷电成因之揭秘

当人们看到电闪雷鸣,总是有惧怕的心理,它到底蕴含着怎样的物理知识呢?下面就让我带着你揭开雷电成因。



原理透析——闪电雷鸣是什么？

雷电是伴有闪电和雷鸣的一种雄伟壮观而又有点令人生畏的放电现象。雷电一般产生于对流发展旺盛的积雨云中,因此常伴有强烈的阵风和暴雨,有时还伴有冰雹和龙卷风。

闪电的平均电流是 3 万安培,最大电流可达 30 万安培。闪电的电压很高,约为 1 亿至 10 亿伏特。一个中等强度雷暴的功率可达一千万瓦,相当于一座小型核电站的输出功率。放电过程中,由于闪道中温度骤增,使空气体积急剧膨胀,从而产生冲击波,导致强烈的

雷鸣。带有电荷的雷云与地面的突起物接近时,它们之间就发生激烈的放电。在雷电放电地点会出现强烈的闪光和爆炸的轰鸣声。这就是人们见到和听到的闪电雷鸣。

闪电的温度,从摄氏一万七千度至二万八千度不等,也就是等于太阳表面温度的 3~5 倍。闪电的极度高热使沿途空气剧烈膨胀。空气移动迅速,因此形成波浪并发出声音。闪电距离近,听到的就是尖锐的爆裂声;如果距离远,听到的则是隆隆声。你在看见闪电之后可以开动秒表,听到雷声后即把它按停,然后以 3 来除所得的秒数,即可大致知道闪电离你有几千米。



“天地之间的放电”——闪电



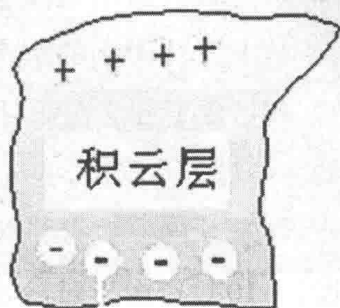
探索思考——雷电是怎样形成的？

人们通常把发生闪电的云称为雷雨云,其实有云有好几种类别,如层积云、雨层云、积云、积雨云,最重要的则是积雨云,一般专业书中讲的雷雨云就是指积雨云。

积雨云顶部一般较高,可达20公里,云的上部常有冰晶。冰晶的淞附,水滴的破碎以及空气对流等过程,使云中产生电荷。云中电荷的分布较复杂,但总体而言,云的上部以正电荷为主,下部以负电荷为主。

在大气电场以及温差起电效应、破碎起电效应的同时作用下,正负电荷分别在云的不同部位积聚。由于云层相互摩擦、碰撞而使不同的云层带不同的电,当电压达到可以穿过空气的程度以后,临近的两片云层会发生放电现象,产生电花和巨大的响声。

因此,云的上、下部之间形成一个电位差。当电位差达到一定程度后,就会产生放电,这就是我们常见的闪电现象。



雷电成因图



知识链接——积雨云的产生

积雨云就是一种在强烈垂直对流过程中形成的云。由于地面吸收太阳的辐射热量远大于空气层,所以白天地面温度升高较多,在夏天这种升温更为明显,所以近地面的大气的温度由于热传导和热辐射也跟着升高,气体温度升高必然膨胀,密度减小,压强也随着降低,根据力学原理它就要