

中学生文库

ZHONGXUESHENG WENKU

电磁趣谈



上海教育出版社

中学生文库



ZHONGXUESHENG WENKU

电磁趣谈

汪昭义

上海教育出版社

责任编辑 方 葵
封面设计 范一辛

中学生文库 电 磁 趣 谈
汪 昭 义

上海教育出版社出版发行
(上海永福路 123 号)

各地新华书店经销 江苏太仓印刷厂印刷
开本 787×1092 $1/32$ 印张 4 插页 2 字数 71,000
1987 年 3 月第 1 版 1987 年 3 月第 1 次印刷
印数 1-10,100 本

统一书号: 7150·3752 定价: 0.57 元

前 言

电灯、电话、电扇、收音机、电视机等电器，对今天的人们来说，已习以为常了。但是，“电”这东西，看不见，摸不着，却可使不点油的电灯发光，叫超过“顺风耳”的电话机发声、收音机播音，让赛过“千里眼”的电视机显象。为什么电会这般神通广大呢？

要想熟悉电的性能，可以一边学习电学的基础理论知识，一边自己动手做些电磁学实验。譬如，学过静电，就可以用泡沫塑料小球自制简易验电器；学了稳恒电流，就可以在番茄或马铃薯中插入不同金属片，仿照伏打当年发明电池的办法，使舌头尝到麻电的苦味；学了磁场，就可以用一枚缝衣针设法做成指南针，进而装一只简易的罗盘检流计；学了磁电相互作用，就可以用铁钉、罐头皮和漆包线制作玩具电动机，若在它的轴上装一片风叶螺旋桨，就成了一台小电扇；或者用它带动水泵（模型）抽水，也可把电动机改接，当作发电机使用，把水轮机（模型）放在村前屋后的小溪里，就能不断发出电来使小电珠发亮，这岂不是一幅家乡电气化

的田园画吗？

电磁学的发展史十分有趣。人类对电磁现象的认识是逐步深入的，对静电和静磁的观察，古代已有记载，也有一些实际应用，特别值得提一下的有：伽伐尼和伏打电池的出現、奥斯特发现电流的磁效应、法拉第总结出电磁感应定律、麦克斯韦用数学方法确定了电磁场的基本方程，这不但把电和磁统一起来，而且预言了电磁波的存在，后来果然被赫兹用实验所证实，这既是对电磁统一最有力的验证，同时也开创了无线电电子学的新时代。整个电磁学发展史是由浅入深而又纵横交错，逐步深入，日臻完善的。不论是实验或是理论上的每一次重大突破，都高度地集中了人类的智慧和才能：既有社会生产发展的客观需要，也有科学研究中的相互启发和继承发扬，当然也离不开科学工作者强烈的求知欲、辛勤的劳动、过人的才智以及意外的机遇。这一切都很引人入胜，发人深省。

本书的内容，以电磁学的发展史为主线，由浅入深。愿读者阅读本书后能激起求知的欲望。通过学习和实践，逐步弄懂电磁学的基本概念、规律和重要的内容，培养思考能力，掌握科学方法。努力使自己善于观察，学会分析问题的方法，并具有一双灵巧的手。

在这科学的春天里，让我们亲自动手，反复实践，开动脑筋，勇敢探索，把蕴藏在电磁学领域里的奥秘展现在眼前，萦绕在耳际，化成知识和能力，为祖国的四化建设作出应有的贡献。

目 录

一、静电	1
静电的性质	2
琥珀“囚犯”	3
验电小球	4
绝缘体和导体	8
库仑定律	10
带电的大力士	13
“电”发冲冠	14
电风筝与避雷针	17
二、“动电”——电流	22
伽伐尼“动物电”	22
伏打电堆	26
水果电池和牙膏壳电池	28
节日的彩灯	30
看电路图的诀窍	31
双开关的妙用	33



焦耳热.....	35
三、磁现象.....	37
磁性之妙.....	37
指南针.....	39
罗盘.....	40
磁场与力线.....	42
悬浮的棺材.....	45
候鸟与地磁场.....	46
四、电流和磁场.....	49
二十年前信念 得证于一夕.....	50
七天后安培的成就.....	52
欧姆定律.....	54
电阻定律.....	57
电流计的诞生.....	59
磁力轨道炮.....	61
直流电动机.....	64

五、电磁感应.....	73
法拉第功成十年.....	74
科拉顿功亏一篑.....	78
“超距”和“媒递”.....	81
圆盘发电机.....	83
直流发电机.....	86
电动机可用来发电吗？.....	87
交流电和变压器.....	89
电力技术大放光彩.....	92
电照明和爱迪生.....	93
电灯并联的专利权.....	94
电报和电缆.....	96
电话的发明.....	99
六、电磁场的统一	103
麦克斯韦集大成	103
赫兹的电火花	109

无线电通讯	111
遥控电力	115
月球发电站	117

一、静 电

如果把玩具气球在干燥衣服上摩擦，气球就会粘附在墙壁上，这是什么原因呢？这是静电的作用！

用塑料梳子梳干燥头发时，往往能听到轻微的噼啪声，甚至会在头发与梳子之间冒出极小的火花；冬夜脱下尼龙衫时，也可听到这种特殊的声音，且在衣衫扯开的表面间偶有火星飞溅，这都是什么东西在起作用？也是静电！

穿着胶鞋在地毯上走动，或在塑料面坐垫上滑移，也会发生上述现象；拉着金属的门把手，有时会感到麻手，这又是什么东西在起作用？还是静电！

然而，“静电”究竟是什么？要回答清楚，并不那么简单。因为这个问题是我们当前所面临的宇宙最大奥秘之一，近代科学迄今还没弄清楚电到底有什么样的结构，电本身的结构还是一个谜！但是，我们首先需说明的是如何理解某物体或粒子有了电。

尽管古人对自然界明显的电现象早有记载：如威震长空的电闪雷鸣，以及摩擦起电时的火花放电。但是这两种现

象之间的本质联系，一直到十八世纪末才弄清楚的。今天，在电力工业和电信技术的应用中，电的重要性已十分显著，它几乎改变了地球上人类的整个生活；尤其在科学方面，电的真正重大意义还在于电力支配着原子和分子的结构，而且电也参与了许多生物的生理过程，例如大脑和神经的机能。因此可以说在自然界中从原子到活细胞，这一广大领域内的物理和化学性质，在很大程度上都依赖于电的作用力及其效应。所以，有些科学家认为：没有电的作用力，就不可能存在生命。

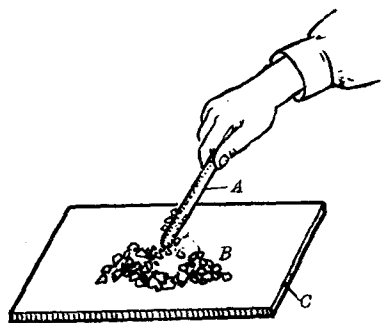
电的研究既然如此重要，电本身又这样奥妙，好象蒙上了一层面纱，那么，就让我们动手做一些有趣的实验，逐步揭开这层面纱，看看电的基本面貌吧！

静电的性质

用手拿着塑料钢笔杆，把杆的胶木一端放在干燥的头发上摩擦几下，再让它靠近一堆小纸屑（图1），就会看到纸屑纷纷被吸附在杆端，稍等片刻，又被先后斥开，而在笔杆前跳起舞来。

请你想一想，为什么开始有一批纸屑会被吸附在笔杆上？接触杆后一会儿，这些纸屑就从笔杆上飞离了，这又是什么缘故？接着另一批纸屑也被吸附，一碰笔杆立即又飞开去，此起彼落，上下雀跃，甚是有趣。当然，如果改用塑料筷，或尼龙牙刷与毛织物，或泡沫塑料摩擦，也有类似的结果。

这个实验告诉我们：任何两种不同物质摩擦时，都有吸引轻小物体的本领。这种被摩擦过的物体具有吸引轻小物体的性质，我们就说它带了电，或说它有了电荷。使物体带电的过程叫做起电。用摩擦的方法使物体带电就叫摩擦起电。



A 笔杆 B 纸屑 C 玻璃板

图 1

琥珀“囚犯”

远在我国春秋、战国时期(公元前 770—221 年)就有“慈石召铁”、“司南”的记载；东汉(25—220 年)前期学者王充(27—约 97 年)所著的《论衡》一书中也载有“顿牟掇芥，慈石引针”的话。顿牟就是琥珀，掇芥就是吸引轻微物体的意思。早在公元前 600 年，古希腊哲学家泰勒斯记述，古代人喜欢用一种象松树一类的软质树木中流出的脂汁，经过千百年后固化成半透明的五颜六色的化石——琥珀(顿牟，或玳瑁)做装饰品，他们发现用毛织物摩擦过的琥珀，可以吸引小绒毛、轻草杆一类物体。直到十七世纪英国伊丽莎白一世的御医吉尔伯特(1544—1603 年)才发现：不但琥珀，

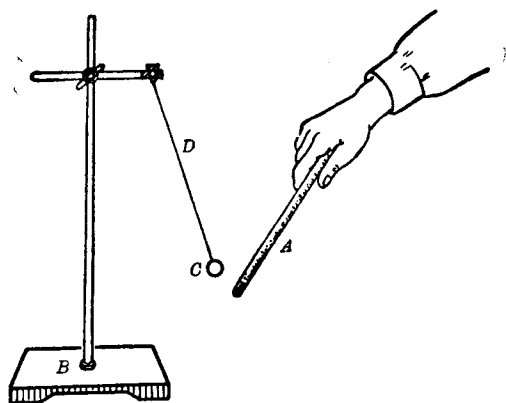
而且金刚石、玻璃、火漆、硫黄、水晶、胶木和明矾等，用呢绒或丝绸摩擦以后，也都有那种吸引轻小物体的“琥珀之力”。那么，隐藏在这些物质中的力究竟是什么呢？它和磁铁矿石吸引铁屑的力有区别吗？开始有人认为这“琥珀之力”隐藏在有关物质之中，就好象水稳藏在海绵里似的，一经挤压就会流淌出来。所以，根据希腊文琥珀一词，演化并创造了“电”这个词，在我国，“电”这个字是从“闪电”一词引申过来的。当然，由琥珀产生的电和雷电在本质上相同这一结论，却是经过了好几代人的研究才得出的。

正由于琥珀可俘获一些轻小物体，使得这些轻小物体在琥珀的周围时上时下，翻腾跳跃，却始终逃脱不出琥珀电力的掌握之中，有人风趣地说它们活象成了琥珀“囚犯”似的。

验 电 小 球

摩擦起电所得到的只是固定在物体上不动的电荷，叫做静电。实际上，不同物体之间紧密接触就能得到静电，摩擦作用就在于使物体表面之间接触得更紧密，即相互接触的部分面积更大一些而已。空气越干燥，起电就越明显，空气潮湿时，物体表面吸附一薄层水汽，以致刚形成的电荷立刻被其中含碳酸的潮气所传走而不带电。

为了摸清静电的脾气，必须对电荷之间的相互作用进行实验观测。

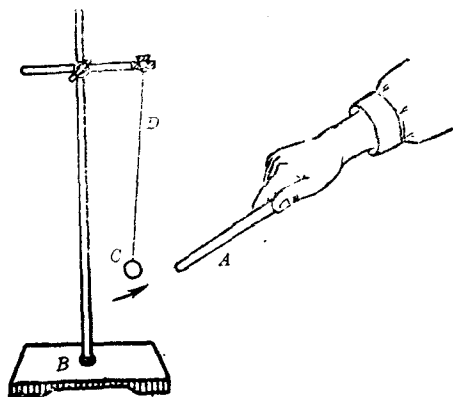


A 玻璃棒 B 支架台 C 通草球 D 丝线

图 2

用丝线把一个通草(或泡沫塑料)小球悬挂起来,如图2所示,拿一根有机玻璃棒靠近小球,则小球不动;如果把玻璃棒在丝绸上摩擦以后,再靠近小球,就见小球先被玻璃棒吸引过来,小球与棒接触后,很快又分开了,并且从此以后,小球一直都受玻璃棒的排斥。这一系列现象表明:没有摩擦的玻璃棒不吸引小球,是因为它不带电;玻璃棒跟丝绸摩擦以后就吸引小球了,是因为它已带电。但当小球和棒接触时,棒把自己带的电传给了小球,它们带上了同种电荷,互相排斥而彼此分开。

如果这时用硬胶木棒(或塑料钢笔杆)跟毛皮摩擦以后,靠近上述小球,则见小球被吸引过来(图3),表明胶木棒上的电荷与小球上的电荷不是同种的,也即胶木棒上电



A 胶木棒 B 支架台 C 通草球 D 丝线

图 3

荷与玻璃棒上电荷是异种的。

由此可以得知静电荷的基本性质：同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。其实，杜费(1698—1739年)发现有两种电，分别叫做“玻璃电”和“树脂电”。为解释电的吸引和排斥现象，杜费假设存在两种不可称量的流质，能通过摩擦把它们分开，并且当它们结合时又相互中和。这是用理论解释电现象的早期尝试，称为“双流质说”。富兰克林在1747年提出的“单流质说”：规定了正电荷和负电荷的术语，他假定“电是一种在所有物体中存在的普通元素”，如果一个物体得到了比它正常的份量更多的电，它就带“阳电”或“正电”；反之，如果一个物体带的电比它正常份量少，它就带“阴电”或“负电”。

富兰克林规定用丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷叫做正

电荷,把用毛皮摩擦过的胶木棒带的电荷叫做负电荷。

为了检验一个物体是否带电,以及带的是正电还是负电,利用电荷之间相互作用的性质,制成历史上第一个验电器。它就是贝内特在 1787 年《哲学汇刊》上描述的金箔验电器,它的构造如图 4 所示,即在一个玻璃瓶或有玻璃窗面的金属圆筒 A 内,穿过软木塞子 B (瓶口涂石蜡),插入金属杆 C,杆的下端粘有两片薄金箔 D。被检验的物体与金属杆 C 顶端接触,如金箔不张开,则表明物体是不带电的;金箔张开,物体就带电。要想知道物体带何种电荷,事先应当给验电器带上已知电荷,

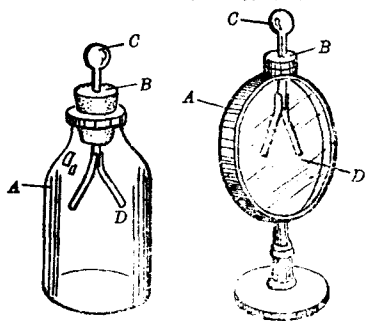


图 4

然后把被检验的带电体与金属杆 C 接触:如金箔张角增大,则表明箔上电荷增多了,可见带电体是把同种电荷加给验电器了;反之,若金箔张角减小,则表明带电体是把异种电荷传给验电器。

由此可知,正电荷与负电荷好象正数与负数的加减运算性质一样,同种电荷在一个物体上能够积累而互相增强,异种的放在一起互相削弱。正电荷与负电荷完全抵消时金箔不张开,这叫做电中和状态。

有时把一带电体接触验电器金属杆,金箔张角先减小,逐渐闭合到零,然后又复张开。请你想一想:这是为什么?最

后金箔上带的电荷与原先带的相同吗？

绝缘体和导体

1730年，英国电学家格雷(1670?—1736年)发现了物体导电性的区别：金属丝是导体，而蚕丝是绝缘体。他还观察到导体会被垫在其下面的树脂块绝缘而做成所谓“绝缘导体”，用来做静电实验的仪器组件。

用一根不带电的塑料筷子与一带电的验电器金属杆接触[图5(a)]，则无论多久几乎都觉察不出金箔张角的变化。

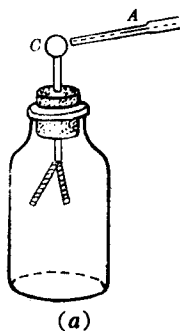


图 5

但是我们另用一足够大的金属球（或乒乓球外表裹着铝箔）装在塑料筷尖端，再让金属球与验电器金属杆 C 接触，则会发现金箔张角明显地变小，而且所用金属球越大，金箔张角就越小[图 5(b)]，这是什么缘故呢？原来是由于金属球取走了验电器上较大部分电荷；而塑料筷却只能取走接触处一点点电荷。验电器原有的电荷在自身与接触物体之间重新分配：若金属球越大，则分走的电荷就越多，剩在验电器上的电荷就越少，所以金箔的张角也越小。又如果用一根金属丝把验电器金属杆 C 与大地连接在一起，即通