21世纪中学物理创新实验设计与探索全书

主　编　王波波　汪　尧

（五）

·内蒙古少年儿童出版社·
1999.11

需要全本请访问 www.ertongbook.com

总 编 委

总 顾 问：季羡林

总 主 编：郭福昌　王文湛

副总主编：蔡克勇　鲁　洁　滕　纯　周长春
　　阎玉龙　刘　芳

编　　委：周长春　林乐远　李炳林　刘哲流
　　王新荣　刘　坤　常相舜　万　库
　　瞿宁远　杨　森　卢俊明　海　帆
　　邢莉娅　刘汉义　吴作诚　向　阳
　　李先明　云传潮　李作松　何小林
　　周亚丽　赵善明　叶尧城　金　明
　　孙枝德　李学坤　夏贵敏　学　坤
　　宏　福　宽　容　泰　斗　广　平
　　陈利中　萧志荣　白金荣　兴　旺
　　马　昆　柯儒杰　王波波　王鹏程
　　谭业武　左庆生　朴哲松　杨邵豫
　　陈　忠　肖　阳　李　威　王　靖
　　齐　和

总 策 划：曹振国　肖忠远　王波波　袁　真

21 世纪中学物理创新实验设计与探索全书
王波波　汪　尧　主编

内蒙古少年儿童出版社出版
（通辽市霍林河大街 24 号）
责任编辑：包宏宇　　封面设计：李呈修
河北省沙河市第二印刷厂印刷
内蒙古新华书店发行　　各地新华书店经销
开本　787×1092 毫米 1/16　印张：115　字数 2200 千字
1999 年 11 月第 1 版　1999 年 11 月第 1 次印刷

印数：1—3000 册
ISBN7-5312-1126-2/G・472 定价（上下卷）：458.00 元
（本书如发现印装质量问题请与承印厂调换）

《21 世纪中学物理创新实验设计与探索全书》

编　委　会

主　编：王波波　汪　尧

编　委：王波波　汪　尧　岑　锋

田维钊　李　巍　古兴光

王小玉　谭业武　李宏光

张　榛　张富民　赵文博

后　　记

经过二年多的艰苦努力，在世纪更替之际本书系终于面世了。

本书系在编写过程中，得到了有关方面的大力支持和帮助，在此特表示深深的谢意，同时，本书系卷帙浩繁，覆盖面广，引用了很多文献资料，其中，绝大多数原作者我们已经联系上，但由于种种原因，无法一一取得联系，在此，我们深表歉意，并希望您能及时与我们联系，我们将以适当的形式向您表示真诚的谢意（我们的联系方法：127 呼 8171637）

尽管在编写过程中力求完美，但由于作者水平有限，本书的缺点乃至错误在所难免，敬请广大读者谅解、指正。

本书系编委会

1999 年 9 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

整体构建中小学创新教育体系，培养学生的创新精神和实践能力

——《创新教育实验》书系出版前言

一、选题背景与意义

在前不久召开的第三次全国教育大会上，中共中央、国务院做出了“关于深化教育改革，全面推进素质教育”的决定。其中特别强调“教育以提高国民素质为根本宗旨，以培养学生的创新精神和实践能力为重点。”这必将成为当前及今后相当长一个时期内指导中国教育发展与变革方向的总体方略。

“素质教育”的核心与本质是“创新教育”，创新意味着探索，意味着变革，其最终目的在于开发、挖掘和培养学生的创造性潜能。“创新教育”新型模式的综合构建作为中国教育、教学观念的整体变革，是一个包含教育观念、教材、课程设置、教学管理、评价机制、师资队伍、教法、学法等在内的系统性工程，“创新教育”体制无疑体现、代表了中国教育未来发展的主流特质，创新教育的实施，必将引起、带来中国的一场深刻而全面的教育变革与革命。

二、选题指导思想与基本内容

基于上述识见，本着总结、整理、推广、宣传、普及近年来中国基础教育各方面综合改革、创新实验设计与探索的丰富成果的宗旨，我们邀请了首都科研机构与高等院校多年来从事教育、教学改革与实验探索和研究方面的近百位专家学者和一线教学工作者，历时近二年多，数易其稿，通力合作，精心编撰了这部大容量、多卷本的探索性大型书系，旨在为推进“创新教育”尽绵薄之力。

“书系”从两方面进行了有益的探索和尝试：

1. 创新“教学实验”：包括教育理念、办学模式、课程、教材、教法、学法等等方面的改革实验设计与探索，为整体构建创新教育体系作了一些探索与尝试。

2. 创新“实验教学”：包括实验室的现代化建设，多层次、多角度、多方法设计创新科学实验，改进一些“经典”科学实验的设计，为培养学生的创新精神和实践能力指引了方向。

三、选题的特色

（一）选题意识前卫，时代特色鲜明

“创新教育”是当前中国教育全面变革的主旋律，本书系立足此一时代背景，目的在于深入学习、领会江总书记关于“创新”的一系列科学论述，从中国教育现实情境着

眼，以“创新教育”为切入点，为全面推进素质教育呐喊助威。

（二）编辑思想科学合理

书系以改革开放 20 多年中小学各科艰辛、曲折的系列教改实验实践为依据，以“教育的目的最终在于培养学生的创新能力”为全新理念，在编辑、整理“创新教学实验与创新实验教学设计与探索”的过程中，大胆坚持、尝试每科均采用“课题”研究的方式，辩证吸取自然科学的研究方式，将每一问题置于特定的“问题域”和实验场景中，严格按科学实验步骤研究每一实验课题，力图使对于该问题的研究科学、权威、可靠、实用。

（三）所选内容具指导性和可操作性

“创新教育”贵在落实。本着这一宗旨，在采编本书内容时，既考虑到了“创新教育”实验特有的超前性、选题意识的前卫性，又尤为注重内容对于各级各类中小学校每一科教师教学实践所必不可少的理论指导性与实践可操作性。有鉴于此，全书在体系设计上，既有理论研究，背景透析，又有实践案例，现状评鉴，更有未来前瞻等极为丰富的极具建设性的创新性构想，真正做到集历史、现实、未来为一体。

四、几点说明

（一）“创新教育实验”书系在编辑过程中，参阅、借鉴了国内外同行专家的一些理论研究成果，得到京、津、沪及各省市教育科研、教育行政部门各级领导及一线从事教育、教学工作的教师的大力支持，内蒙古少年儿童出版社的领导、编辑为全书的出版工作付出了大量心血，提供了许多帮助。值此全书出版之际，一并致以热忱谢意！

（二）“创新教育实验”书系系探索性大型工具书，在编辑过程中，由于时间及编写力量等因素，不可避免地存在着许多不足之处，敬请读者不吝赐教。

编委会

一九九九年九月

目　录

第五篇　电磁学

❖电磁学实验……（945）
摩擦起电……（945）
感应起电……（950）
静电实验的验电……（952）
电荷守恒的演示……（956）
人体带电实验……（959）
电荷的相互作用……（960）
电荷间的作用力跟距离和电量有关系……（963）
库仑定律……（965）
用放电法测量绝缘电阻……（966）
绝缘体变导体……（973）
静电感应起电机简介……（975）
电力线……（978）
静电感应……（986）
静电屏蔽……（992）
电荷分布在导体外表面……（995）
导体表面曲率与电荷的分布关系 ……（1001）
尖端作用 ……（1003）
静电应用 ……（1004）
电场强度 ……（1007）
电子电荷的测定 ……（1009）
阴极射线管的构造和作用 ……（1011）

示波器的应用 …… (1014)
电势和电势差 …… (1023)
描绘电场的等电势线 …… (1026)
导体的电容 …… (1031)
平行板电容器的电容 …… (1033)
测定空气的介电常数 …… (1035)
电容的测量 …… (1037)
电容器的充电和放电 …… (1040)
导体电阻与温度的关系 …… (1041)
电阻定律 …… (1043)
测定导体的电阻率 …… (1046)
验证欧姆定律 …… (1047)
电功 …… (1050)
电源的输出功率和外负载电阻的关系 …… (1050)
用电器串、并联时的功率分配 …… (1051)
串并联电路的电热分配 …… (1053)
电流的功与电流强度及电压的关系 …… (1056)
功热当量的测定 …… (1056)
焦耳定律 …… (1058)
研究电能向内能的转化 …… (1061)
研究小灯泡的伏安特性 …… (1062)
测定小灯泡的功率 …… (1065)
组成串联电路和并联电路 …… (1066)
电流的基本实验 …… (1069)
分流分压电路 …… (1071)
测定电源的短路电流 …… (1075)
检测电路的故障 …… (1077)
观察电压表测电压时对电路的影响 …… (1078)
简易多用电表的设计和校准 …… (1079)
组装双量程毫安表 …… (1081)
装配中值为 12 千欧的欧姆表 …… (1083)
组装双倍率欧姆表 …… (1085)
组装和改装交流电表 …… (1087)
设计和组装并校准区间电压表 …… (1088)
把毫安表改装为安培表 …… (1089)
把毫安表改装为伏特表 …… (1090)
将电流表改装为安培表 …… (1093)
把电流表改装为伏特表 …… (1094)

电表的扩程和校准 …… (1098)
学生型电势差计的使用 …… (1102)
用电势差计校准伏特表 …… (1106)
用电位计校正安培表的刻度 …… (1107)
自组电势差计检测伏特表 …… (1109)
黑盒子实验 …… (1110)
多处控制一个灯的电路 …… (1122)
安装简单的照明电路 …… (1124)
研究电灯泡的电阻和所加电压之间的关系 …… (1125)
安全用电的演示 …… (1126)
研究 RC 电路的充放电 …… (1127)
全电路欧姆定律 …… (1130)
电池的串联和并联 …… (1137)
电源的电压与负载的关系 …… (1142)
研究电源的输出功率 …… (1144)
路端电压跟外电路的电阻有关系 …… (1145)
电动机的电热与电功 …… (1147)
用电势差计测电池的电动势 …… (1147)
用电流表和电压表测电源的电动势和内电阻 …… (1150)
测量电源电动势及内阻 …… (1151)
测定两组干电池电动势的比值 K …… (1153)
用电池废料自制可调内阻电池 …… (1155)
惠斯通电桥测电阻 …… (1156)
用伏安法测定电阻 …… (1161)
用代换法测定电阻 …… (1167)
用电流表、电压表测电阻…… (1172)
万用表测电阻 …… (1175)
测小电阻的方法 …… (1176)
欧姆表的原理 …… (1178)
用欧姆表测电阻 …… (1185)
用补偿法测定干电池的电动势和内电阻 …… (1187)
用电位计测定电池的内阻 …… (1190)
用伏特表测定电池或电池组的内电阻 …… (1193)
测定电流表的内阻 …… (1195)
测定电压表的内阻 …… (1205)
测定电阻率的温度系数 …… (1209)
液体导电 …… (1210)
蓄电池 …… (1213)

原电池实验 …… (1214)
水电解实验 …… (1215)
火花放电 …… (1216)
尖端放电 …… (1218)
稀薄气体中的辉光放电 …… (1220)
气体中的被激导电 …… (1222)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第五篇

电磁学

电磁学实验

摩擦起电

实验一

实验装置　毛皮、硬胶棒、带和不带绝缘柄的金属板（铁板或铝板均可）各一块、尼龙线和验电器等。

演示方法　用毛皮摩擦硬胶棒或手握金属板与有机玻璃摩擦，常常发现硬胶棒和有机玻璃都带电，而毛皮和金属板都不带电，这是它们漏电的缘故。如果在毛皮上拴一根绝缘的尼龙线或在金属板上装有机玻璃柄，摩擦后手持绝缘部分取下毛皮或金属板，则它们都带电了。由此可以说明，任何两物体相互摩擦，各自都会带电，这就是摩擦起电。

注意事项　两物体相互摩擦，究竟哪一个带正电，哪一个带负电，不能预测，要通过实验来决定才是最可靠的。由于影响摩擦起电的原因很复杂，要求把一切摩擦起电的物体排成明确的顺序表是困难的。为了帮助实验者确定大致的顺序，下表列出十几种材料，在一般情况下，前者与后者摩擦，前者带正电，后者带负电。

1. 毛皮	7. 电木	13. 聚丙烯塑料
2. 羽毛	8. 木材	14. 聚乙烯塑料
3. 有机玻璃	9. 尼龙	15. 石蜡
4. 海绵	10. 锦纶	16. 聚氯乙烯塑料
5. 棉纱	11. 金属	17. 橡胶
6. 丝绸	12. 硬橡胶	

上表只备参考而用，在条件改变时（例如，表面清洁度、粗糙度、温湿度的变化等）或组成物体的质料稍有不同，都会出现与上表顺序相反的情况。因此，随时用实验检验才是最可靠的办法。

实验二　摩擦起电时产生等量的正负电荷

实验仪器和元件

指针验电器（或箔片验电器）一个，空心导体一个，起电板（有机玻璃板、硬橡胶板、金属板各一块）一套。

实验装置和方法

将空心导体装在指针验电器的上端并将验电器外壳接地，如图1所示。

取起电板中的任意二块（例如硬橡胶板和有机玻璃板），先用布擦干净，再放在酒精灯火焰的上方略微烘烤一下，以消除板上的残存电荷。将任一块板放入空心导体中，验电器指针不偏转。再换另一块，指针也不偏转。将两块板合起来一起放入，指针仍不偏转。这说明两块板都不带电。

握住起电板的绝缘柄，把二块板互相摩擦几下。再将其中的一块放入空心导体中，验电器指针发生了偏转。换另一块板指针也偏转，而且二次偏转的角度基本上相同，说明两块板上所带的电量是相等的。将二块板合在一起，再放入空心导体，指针则不偏转，说明二块板上所带电荷是异号的。从而说明了摩擦起电是产生等量的正负电荷。

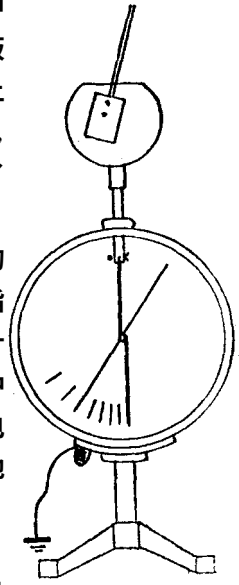


图1

若要检验起电板上所带电荷的种类，可以先使验电器上的空心导体带上已知符号的电荷，例如正电荷。这时验电器的指针将偏转。当将带电的起电板放入空心导体时，验电器的指针偏角增大，说明起电板上所带电荷和空心导体带的电荷是同种的，即正电荷。若验电器指针偏角减小，说明起电板上所带电荷是负的。实验中，起电板上带的电量不宜太大，应当慢慢地放入空心导体，并注意观察指针偏角的变化。

注意事项

起电板应慢慢地放入空心导体，不要使带电的板和空心导体内壁接触。尤其在使用金属起电板时，更要注意。

实验三

实验器材　毛皮、硬橡胶棒、丝绸、有机玻璃棒、自制金箔验电器、纸屑或泡沫屑。

自制金箔验电器的制作方法

为了观察静电荷的存在，常用验电器来演示实验。但市售金箔验电器，如图2

（a）、（b）所示。往往效果不佳。自制一个金箔验电器必须注意如下几个关键问题：

（1）验电器金属棒的支架必须绝缘良好。除了支架必须干燥、清洁外，金属棒离外壳的绝缘距离要尽可能地长一些，可减少实验时出现漏电现象。

（2）金箔最好做成指针状如图 2（c）、（d），不要做成人字状；指针材料必须轻；指针转孔和轴间的摩擦应尽量小；指针重心离轴不宜过远，这样演示的灵敏度就高。

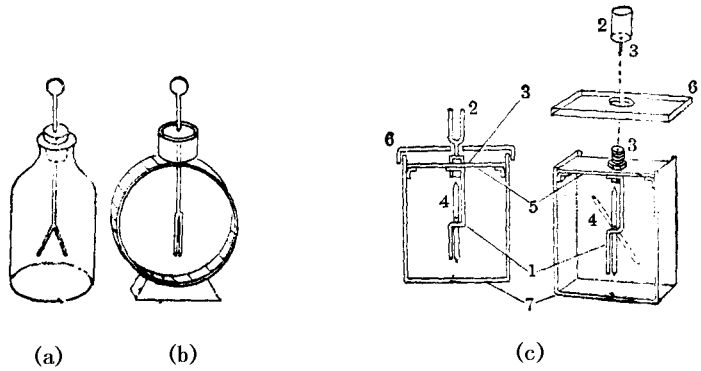


图 2

自制金箔验电器构造如图 2（c）所示。它由下列部分组成：1. 金属棒。2. 金属棒上的顶端杯（顶端杯可根据需要取下，换插入金属球、金属圆盘等）。3. 香蕉扦（分别接在金属棒和顶端杯上，起连接金属棒和顶端杯的作用）。4. 金箔指针。5. 固定金属棒的绝缘支架（用有机玻璃或塑料尺做成）。6. 防尘外壳顶盖（其中心有一圆洞），它可取下，以便清洁绝缘支架。7. 外壳（起支撑前后玻璃板和固定绝缘支架的作用）。它由前后玻璃板和白铁皮或罐头壳做成。

其中金属棒为中部开有矩形槽的金属片弯成图 3（a）的形状，它兼作指针支架用。金箔指针可用香烟锡纸做成图 3（b）的形状。其轴用两端弯成圆头的一股细铜丝做成，见图 3（c）。金属棒、顶杯、轴线和指针整个为一导体。

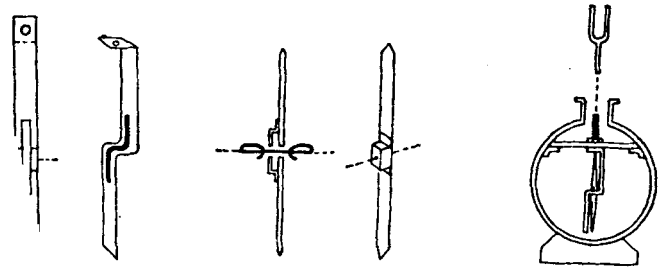


图 3

实验说明

（1）在安装指针时，要注意指针的重心必须在轴下方一点点，以保证不带电时的指针在重力作用下处于垂直的平衡位置。如指针的重心在轴上，会发生随遇平衡。指针如做成人字形时，电荷的作用力要克服较大的重力，故效果不明显。

（2）验电器不一定要自制，把市售的验电器改装一下也会收到良好的效果。只要按下述两点关键要求改装即成：①将固定金属棒的软木塞去掉，改用有机玻璃或塑料尺，同时要把它的位置下移，以增长金属棒和外壳间的绝缘距离；②指针及其支架也要改成图 3*a*、*b* 的结构。改装后整体如图 3*c* 所示。

实验操作

（1）先将毛皮、硬橡胶棒、丝绸、有机玻璃棒等用红外线灯烘烤 10 分钟左右。注意不要烘烤太久，以免使硬橡胶棒及有机玻璃棒变形。

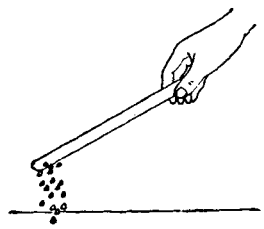


图 4

（2）用丝绸摩擦有机玻璃棒，有机玻璃棒带正电。将摩擦后的有机玻璃棒接近纸屑，能吸引纸屑，说明有机玻璃棒已带电。

（3）将摩擦后的有机玻璃棒逐渐接近（但不接触）验电器的顶端，验电器的金箔张开。拿去有机玻璃棒，金箔又复合。这也表明摩擦后的有机玻璃棒已带电。

（4）用毛皮摩擦硬橡胶棒，硬橡胶棒带负电。重复操作（2）、（3）。表明摩擦后的硬橡胶棒已带电。

（5）把用毛皮摩擦过的硬橡胶棒与验电器顶端相接触，使验电器带电。验电器金箔会张开一定角度。再把用丝绸摩擦过的有机玻璃棒移近验电器顶部，验电器金箔的张角减小。这表明有机玻璃所带电荷与验电器所带电荷的电性相反。

实验四

实验器材　聚四氟乙烯板，金属电容器圆板，氖泡，绸布等。

实验操作

（1）用丝绸摩擦聚四氟乙烯板，使它带负电。再将金属电容器圆板放在聚四氟乙烯板上面，由于静电感应，使圆板下端面带正电，上端面带负电。用手捏住氖泡一端，将另一端接触金属板上端面。可以看到氖泡接触金属板的一端发光，说明金属板电容器圆板上端面带负电。

（2）用手接触金属板的上表面，使它带正电。然后将金属板拿起并远离聚四氟乙烯板。用手捏住氖泡的一端，另一端去接触金属板的上表面。此时，氖泡靠近手的一端发光。说明金属板此时带正电如图所示。

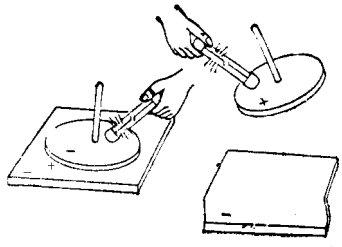


图 5

实验说明

（1）聚四氟乙烯俗称塑料王，其绝缘性能好，易于摩擦起电，而且起电后电荷保持时间长，在一段时间内可以连续取用。

（2）氖泡中的氖气受电场力作用发生电离，正离子向电位低的一端靠近，在与电子中和时发光。所以，氖泡发光的一端是低电位。

需要全本请访问 www.ertongbook.com