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

（六）

·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

弧光放电 …… (1225)
静电除尘演示器 …… (1225)
永久磁铁和电流的磁场 …… (1226)
自制线圈匝数可以改变的电磁铁 …… (1228)
烧摆 …… (1229)
地球磁场的测量 …… (1230)
充磁和退磁 …… (1230)
通电导体周围的磁力线 …… (1232)
磁感应强度 …… (1235)
研究直线电流磁场中的磁感应强度 …… (1239)
通电螺线管的磁场 …… (1241)
用磁强计研究通过长直导线的电流产生的磁场 …… (1243)
匀强磁场 …… (1245)
磁铁绕电流转动演示器 …… (1246)
带电导体绕磁铁实验 …… (1247)
磁场对电流的作用 …… (1248)
通电导体的相互作用 …… (1254)
研究安培力 …… (1258)
磁场对带电粒子流的作用 …… (1265)
电子束在匀强磁场中作圆周运动 …… (1268)
磁场对通电线框的作用 …… (1272)
动能转变电能演示器 …… (1274)
单根闭合直导线切割磁力线产生感生电流 …… (1275)
闭合线圈的一部分切割磁力线产生感生电流 …… (1277)
闭合电路所围面积内磁通量发生变化时的电磁感应现象 …… (1279)

楞次定律 …… (1281)
右手定则 …… (1286)
感应电动机 …… (1288)
自感现象 …… (1292)
自感在日光灯电路中的应用 …… (1300)
测定自感系数 …… (1301)
涡流 …… (1304)
阻尼摆 …… (1306)
交流发电机原理 …… (1308)
交流电的变化规律 …… (1311)
用示波器观察交流电的波形 …… (1313)
交流电的极性变换 …… (1318)
测定交流电的频率 …… (1319)
交流电的最大值和有效值间的关系 …… (1323)
交流电的频率和电路阻抗的关系 …… (1326)
演示交流电路中的滞后和超前 …… (1328)
交流电的相差 …… (1330)
电阻对直流电和交流电的阻碍作用相同 …… (1332)
纯电阻电路中电流与电压同相 …… (1333)
容抗和感抗 …… (1337)
交流电难以通过电感器 …… (1340)
电感器的感抗 …… (1342)
电感器的感抗和频率的关系 …… (1345)
电感器的感抗和自感系数的关系 …… (1350)
电感器对交流电相位的影响 …… (1353)
纯电感电路欧姆定律 …… (1357)
纯电感电路中的电流和电感的关系 …… (1357)
研究感抗 …… (1361)
电容器的隔直通交作用 …… (1365)
电容器的充电与放电 …… (1367)
电容器的容抗 …… (1369)
电容器的容抗和电容量的关系 …… (1375)
容抗与电容和交流电频率的关系 …… (1378)
电容器对交流电相位的影响 …… (1382)
纯电容电路中的电流和电容的关系 …… (1384)
纯电容电路欧姆定律 …… (1386)
电感和电容对电路的影响 …… (1387)
交流电流与电压的相位关系 …… (1388)

电阻、电感、电容串联电路 …… (1391)
电阻与电容串联的交流电路 …… (1395)
交流电的有功功率和视在功率 …… (1396)
用并联电容器的办法提高功率因数 …… (1398)
提高日光灯电能利用率的方法 …… (1402)
电感性负载和电容器并联 …… (1402)
互感实验 …… (1406)
变压器的原理和作用 …… (1408)
稳恒直流电不能用变压器来改变电压 …… (1411)
变压器中铁芯的作用 …… (1413)
变压器电压和匝数的关系 …… (1415)
变压器次级线圈中的感生电动势和线圈匝数的关系 …… (1416)
变压器的效率 …… (1418)
变压器的漏磁和磁屏蔽 …… (1420)
变压器的磁滞现象和磁滞回线 …… (1421)
用升压和降压变压器组成高压输电模型 …… (1423)
安装变压器模型并研究它的工作原理 …… (1424)
感应电动机 …… (1430)
三相交流感应电动机的原理 …… (1431)
三相交流电的变化规律 …… (1436)
三相交流电的连接 …… (1440)
由单相交流电获得三相交流电 …… (1443)
电磁振荡 …… (1444)
演示等幅振荡 …… (1449)
阻尼振荡 …… (1450)
用示波器观察振荡电路中的电磁振荡 …… (1452)
研究 LC 电路 …… (1454)
串联谐振实验 …… (1459)
电磁波的干涉 …… (1462)
电磁波的偏振 …… (1464)
电磁波的屏蔽 …… (1466)
电磁波的发射和接收 …… (1467)
电磁波的调制 …… (1472)
电磁波的检波 …… (1476)
研究振荡电路的共振现象和调谐 …… (1478)
晶体二级管的单向导电性 …… (1479)
用万能电表判别晶体二极管的极性及质量 …… (1481)
研究二极管的伏安特性 …… (1482)

晶体二极管的检波作用 …… (1486)
半波整流 …… (1487)
全波整流 …… (1490)
桥式整流 …… (1493)
晶体二极管的整流电路 …… (1495)
电容滤波 …… (1496)
电感滤波 …… (1500)
兀形滤波 …… (1502)
整流和滤波电路基础实验 …… (1507)
稳压二极管 …… (1509)
晶体三极管的基础实验 …… (1510)
晶体三极管的输入特性曲线 …… (1512)
晶体三极管的输出特性曲线 …… (1515)
三极管管脚和估计 β 值穿透电流 …… (1518)
晶体三极管的电流分配及放大作用 …… (1522)
晶体三极管的放大作用 …… (1526)
晶体管开关特性的应用 …… (1532)
半导体的热敏特性 …… (1534)
半导体热敏特性的应用 …… (1537)
组装热敏电阻温度计 …… (1542)
半导体的光敏特性 …… (1545)
光电自动控制器 …… (1550)
温差电偶 …… (1556)
接触电势差演示器 …… (1558)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

实验三

实验器材　锥形烧瓶，橡皮塞，金属圆板 1 对，铜片，薄铝箔，直流高压电源，导线，火柴等。

实验操作

（1）在锥形烧瓶中装上一铜片和铝箔，平行且下垂（如图 3）。相距 $1cm$ 左右。

（2）接通高压直流电源，金属圆板 A 带正电，瓶中铜片带负电。

（3）点燃一根火柴放在 A、B 两金属圆板间，使空气电离而导电，使金属圆板 B 及铝箔均带上正电。铝箔与铜片间由于异种电荷相互吸引，使铝箔摆向铜片而相互接触，电荷由于被中和而使铝箔重新摆向原来的下垂位置。但又由于 A、B 两金属圆板间空气仍在继续电离，故又重复上述过程。从而出现铝箔在瓶中反复摆动的现象。直至 A、B 两金属圆板间火焰熄灭为止。

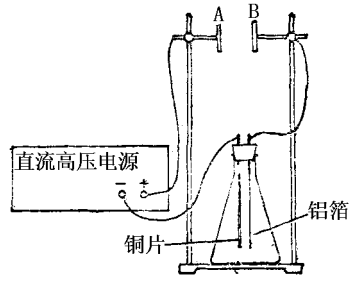

图 3

实验四　气体被激导电实验演示

仪器制做方法

木制座板高 40 厘米，宽 30 厘米，将两块高为 15 厘米，宽为 7 厘米的铜板，各安在木块上，都固定在板座上，竖板的上部放一毫安计，电流计不必固定在板上，其它实验需要时，可随时取下。

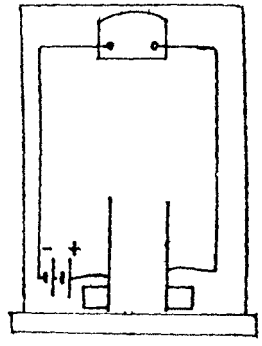

图　4

演示方法

两铜板间的空气被激后，即可导电，激空气的方法，可用火焰、紫外线、X 光或利用起电机放电。两平行铜板间的距离为数厘米。

弧光放电

两碳棒相接触时，由于接触处电阻很大，电流通过产生大量热量，使接触处温度很高。当两碳棒分离后，高温气体发生电离，形成放电，这种现象叫做弧光放电。在大气中产生弧光放电时，两碳棒间的电压并不高，通常仅几十伏，而极间电阻极小，即极间气体有很好的导电性，故电流可达几安甚至几十安。因此，在电路中需有制流电阻器保护电源。制流电阻器（又叫限流器）也可以用功率在 $1KW$ 以上的电炉串接在电路中代用。弧光放电的电极可以是碳极，也可以是金属极。弧光放电在实际中有着广泛的应用，如各种气体放电光源、电炉炼钢和电焊等。

实验器材　碳棒（可以从旧电池中拆出），限流器（$10A$、$0.03H$），交流电源（$50V$、$500W$），支架，导线等。

实验操作

（1）将两碳棒分别安装在铁架台上，作为两电极。两碳棒与限流器串接于交流 $50V$ 的电源上。

（2）接通电源后，调节碳棒接触片刻，随后使两极分开 $1-2mm$，即可看到横跨间隙的极为明亮耀眼的弧光。放电区域温度很高，气体温度可达 $2000K$ 以上。由于电极的不断烧蚀，故需及时调节两极间距，使放电保持稳定。

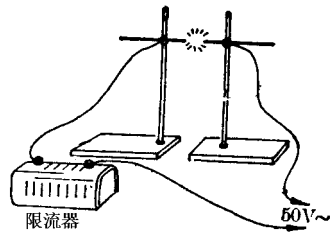

图 1

注意事项　弧光放电时，伴随有大量的紫外线，对眼睛有伤害作用，应注意防护。

实验说明　如果没有 $50V$ 的交流电源，也可用两台低压电源的 $24V$ 交流档串联代用。

静电除尘演示器

实验仪器制作方法

在木座竖板上固定上一个长玻璃管，在管外用导线绕成螺线管作为正极，在玻璃轴的位置上是一根粗导线，上下两端要固定在板上作为负极。

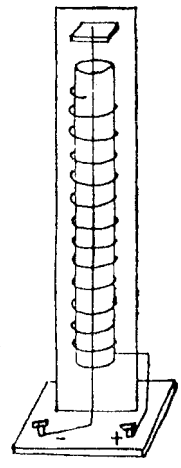

图　1

演示方法

把螺线管接到感应圈的正极，管中心的粗导线接到感应圈的负极。在管的下管口处点燃木屑（锯末子）或卫生香产生烟雾充入管内感应圈开动后在玻璃管内产生电场使空气电离产生电子的离子，电子受到电场力的作用而向正极的管壁运动。电子碰到烟尘微粒上而使烟尘带负电成为

负离子，负离子在电场力的作用下向正极运动并附着在管壁上。

永久磁铁和电流的磁场

为建立磁场的概念，可以用两种方法进行演示：一种是用撒铁屑的方法来观察磁力线的分布情况，一种是用小磁针来证明磁场的存在，并判断空间各处的磁场方向。这两种方法常配合使用。

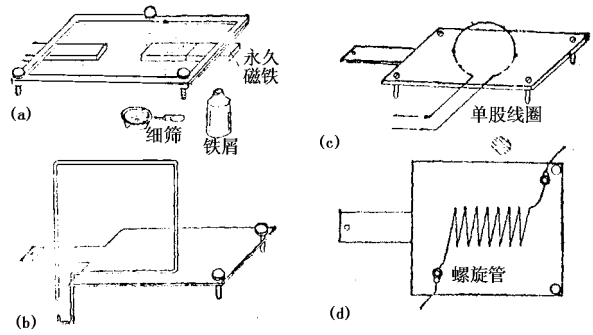

图　1

实验一　用铁屑投影磁力线谱

用有机玻璃板制成如图 1 所示的四个投影器件。图 1（a）、（b）、（c）、（d）分别适用于演示永久磁铁、通电的单根导线、单股线圈和螺旋管线圈的磁力线谱。

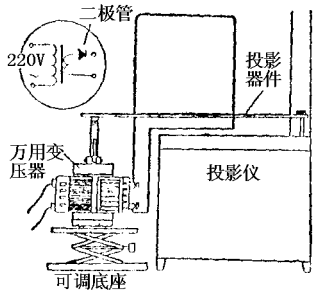

图　2

图 1（a）的方法很简单，只要把永久磁铁放在投影仪上，再把投影器件放在上面，用细筛子均匀地撒上铁屑，敲击振动一下投影台面，磁力线谱即可清晰地显示出来。

使用通电器件演示的装置如图 2 所示。用万用变压器做电源，原线圈用仪器配套的 220 伏线圈，副线圈用 2 毫米以上直径的铜线绕 10 圈制成，或者用 6 伏线圈作副线圈。在输出电路中串一只允许大于 10 安培电流的整流二极管，把器件板放在投影仪上，使板的一端与变压器铁心相连。在器件板上撒上铁屑，只要通入 220 伏交流电，利用变压器自身振动，铁屑即排成磁力线谱被投影出来。

实验二　用石蜡封固法制作磁力线谱标本

这种方法也很简便，制作的步骤如下：

1. 首先将一张白纸覆盖在一盘熔化的石蜡面上，然后将纸徐徐地拖出，纸面的石蜡冷凝以后，蜡纸就形成了。

2. 把蜡纸铺在磁铁或通电导线的台板上，在蜡纸上均匀地撒上铁屑，然后轻微地振动台面，铁屑在磁场的作用下排成了磁力线谱。

3. 用点燃的酒精棉花球从蜡纸上方扫过，使蜡纸表面的蜡熔化，稍停即又冷凝，铁屑就被封固在纸上。把纸夹在两层玻璃之间，用木框或胶布固定起来，就成磁力线谱的标本。它很便于传阅和保存，但学生不能当场看到磁力线谱的形成过程。

实验三　用平面磁针系统投影磁力线谱

这种投影板很象磁分子模型，如图 3 所示。它的外形尺寸是 150×150 平方毫米，

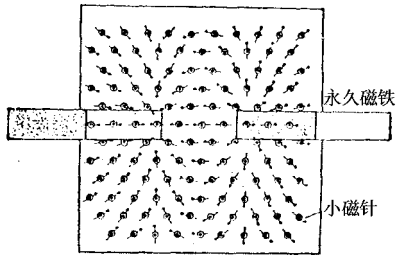

图　3

在上下有机玻璃板之间装有 119 个小磁针，磁针系统是按六角形排列的，即每一个磁针座设置在正六角形的顶角和中心上。

演示时把磁铁放在投影板上，或是让通电导线垂直穿过磁针系统，台板上就出现了清晰的磁力线谱。

实验四　用小磁针判断通电导线和螺旋管中的磁场方向

为了在不具备投影设备的条件下，直接从侧面能看到磁针的转动情况，可以自制一个特别的小磁针。这个磁针是用揿钮、缝衣针、橡皮塞等制成的。用永久磁铁的一个磁极单方向地摩擦缝衣针，使它磁化后插在揿钮的小孔内，在磁针的两端各贴一面小旗，如图 4 所示。这样把它放在导线或线圈的平台面上，只要使电流产生的磁场在这点的方向不与南北向重合，一通电流就能清楚地看到磁针的偏转。

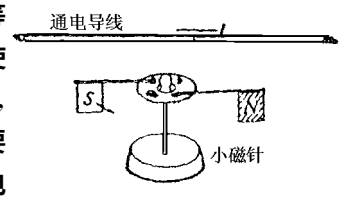

图　4

实验五　永磁体的磁力线

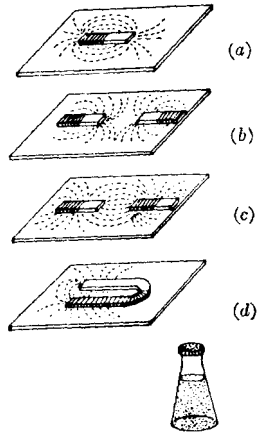

图 5

实验器材　条形磁铁 2 根，蹄形磁铁，铁屑，玻璃板，白纸等。

实验操作

(1) 将铁屑装在盖上有小孔的小瓶中。将白纸贴在玻璃板上。

(2) 将没有贴纸的一面玻璃板向上，条形磁铁放在玻璃板下。在玻璃板上均匀地撒上铁屑后用手轻敲玻璃板，铁屑沿磁力线走向排列，显示出条形磁铁的磁力线，如图 5 (a)。

(3) 将两根条形磁铁同名磁极相隔适当距离相对放置，重复操作 (2)，可显示两同性磁极间磁力线，如图 5 (b)。

(4) 将两根条形磁铁的异性磁极端相隔一定距离相对放置，重复操作 (2)，可显示两异性磁极间的磁力线，如图 5 (c)。

(5) 将马蹄形磁铁水平地放置于玻璃板下面，重复操作 (2)，可显示马蹄形磁铁两极间的磁力线，如图 5 (d)。

注意

实验的关键是铁屑要均匀地撒在玻璃板上，并不在于铁屑多少。铁屑太多，磁力线反而会模糊不清。

实验说明

(1) 如果要用投影仪在屏幕上显示磁力线，则玻璃上不必贴白纸，完成操作 (2) 后将玻璃放在投影幻灯机上即可。

(2) 如果想永久地保留磁力线图，可用如下方法：取一张白色书写纸，将它放入熔化的蜡烛液中浸渍均匀后取出凉干，成为一张白色含蜡纸板。将含蜡纸板放在玻璃板上，用与操作 (2)、(3)、(4)、(5) 相同的方法制成磁力线图。然后用热电熨斗靠近蜡纸板，使蜡熔化。取走电熨斗，蜡液冷却，粘住了铁屑，即成为永久的磁力线图。

自制线圈匝数可以改变的电磁铁

实验材料　漆包线 (可从废电源变压器中取得)、废圆珠笔杆 1 支、磁带盒 1 个 (或塑料板、或有机玻璃板)、粗铁丝一段，接线柱 3 个。

实验制作

1. 制骨架：将笔杆截取 $5cm$ 左右的一段，用废塑料板制成两个圆环，环内径与笔杆粗细相同，外径大于内径约 $8mm$，圆环套在笔杆的两端，用粘合剂粘牢即成。

2. 绕线：将漆包线留出线头连接线柱①后，在骨架上绕 300 匝，再留出抽头连接

线柱②，按原来的方向再绕 200 匝（如果线长可多绕），留出线的尾端连接线柱③，最后用有色胶线在线圈外按绕线的方向绕几匝，用来判断电磁铁的 N、S 极。

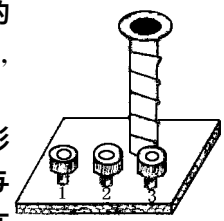

图 1

3. 接线板：将磁带盒板制成一规格为 $3cm \times 5cm$ 的长方形（或三角形）接线板，并在板上钻好一大、三小的 4 个孔，大孔与笔杆粗细相同，小孔根据接线柱螺栓的粗细而定。把接线板套在线圈留有抽头一端的笔杆上粘牢，3 个小孔装上接线柱，连接抽头，每两个接线柱之间标明线圈匝数。

4. 铁芯：找粗细适当的铁丝，截取适当的长度，为防止铁芯漏掉，可将上端弯成环形。

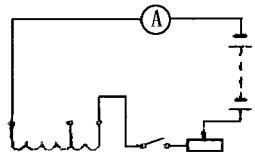

图 2

使用　连接好如图 1 所示的电路即可进行实验，改换接线柱便可得到不同匝数的电磁铁。插入铁丝根数的多少还可改变电磁铁磁性的强弱。

烧　　摆

实验目的　演示铁磁性物质在高温下会失去磁性的现象。

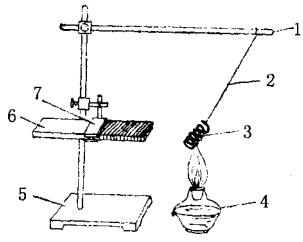

图 1

实验器材　自制镍卷，条形磁铁，酒精灯，铁架台，漆包线等。

镍卷的制作方法

取一段窄长条状镍片（可从废旧电子管的板极上截取）卷成螺旋状。

实验操作

（1）如图 1 所示，用细漆包线把镍卷悬挂起来，调节条形磁铁和镍卷的间距，使镍卷处于近乎临界平衡状态。

（2）用酒精灯焰加热镍卷，不一会儿，镍卷的平衡遭破坏，镍卷下落并脱离火焰区。但镍卷刚往下移过一段距离后又会重新被磁铁吸引，回到原来位置，再次被灯焰加热……如此周而复始，构成一奇特的“烧摆”。

实验说明　通常，人们把铁磁性物质失去铁磁性的临界温度称作“居里点”。铁的居里点温度为 770℃，镍的居里点温度为 358℃。因此，用自制镍卷替代铁质回形针完成“烧摆”实验，较易获得成功（一般书上是以“回形针”为材料完成上述实验的）。

需要全本请访问 www.ertongbook.com