

普通高中课程标准实验教科书(配人教版)

物理实验册

选修3-2

广东省教学教材研究室 编

班级: _____

姓名: _____

广东科技出版社

普通高中课程标准实验教科书（配人教版）

选修 3-2

物理实验册

广东省教学教材研究室 编

广东科技出版社

·广 州·

图书在版编目 (CIP) 数据

物理实验册. 3-2: 选修 / 广东省教学教材研究室
编. —广州: 广东科技出版社, 2005.10
[普通高中课程标准实验教科书 (配人教版)]
ISBN 7-5359-3980-5

I. 物… II. 广… III. 物理课—实验—高中—教
学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 096195 号

出版发行: 广东科技出版社
(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)
E - mail: gdkjzbb@21cn.com
http: //www.gdstp.com.cn
经 销: 广东新华发行集团
排 版: 广东科电有限公司
印 刷: 江门市蓬江区棠下中学印刷厂
(江门市棠下镇棠下大道 8 号 邮码: 529164)
规 格: 787mm × 1 092mm 1/16 印张 5.5 字数 110 千
版 次: 2005 年 10 月第 1 版
2005 年 10 月第 1 次印刷
定 价: 3.60 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

编者的话

本实验册是根据《普通高中物理课程标准(实验)》的要求,配合普通高中课程标准物理实验教科书(选修3-2)的内容来编写的。

本实验的编写体例有两种形式:其一是探究性实验形式;其二是测量或验证性实验形式。前者一般设置有“提出问题”、“参考器材”、“探究过程”、“启发联想”等栏目;后者一般设置有“预备知识”、“实验目的”、“实验过程”、“启发联想”等栏目。两种体例编写的实验最后都编有“课外小实验”和“课外知识”,供学生课后选用。

在本书中,“提出问题”栏目为学生创设一个探究前的物理情景,激发学生的探究意识和创新思维。“参考器材”栏目一般列出较多的实验器材(非全部要采用)供学生选择:对于较容易的实验或能用多种器材完成同一个实验的,则全部以填空的形式让学生选择器材;对于有一定难度的实验,则给出部分器材,让学生选择填写还需要的器材。“探究过程”栏目里,一般编排有“猜想与假设”、“设计与提示”、“操作与记录”、“分析与结论”、“评价与交流”等项目内容。

本书有些实验,根据实验器材取材的难易,编写了两种不同的实验方法:一种是取材较易的,采用传统器材的方法;另一种是采用较为现代化器材的方法,以满足不同层次学校的需要。

本书还编写了“实验综合测试”,分正卷和复卷两种,以供学生自我测评,达到巩固提高的目的。

本书中标有“*”号的实验,供学生选做。

本书由姚跃涌主编,编写的人员有袁怀敏、熊爱平、张碧江。全书由袁怀敏统稿,姚跃涌审稿。

本书的编写力图体现高中物理课程的基本理念和主要特点,加强新课程三维目标的实施,加强科学探究和实验能力的培养,有利于学生的自主学习。希望本书能达到我们的愿望。欢迎老师和同学们对本书的编写提出宝贵意见,以便今后修订。

广东省教学教材研究室
2005年7月

目 录

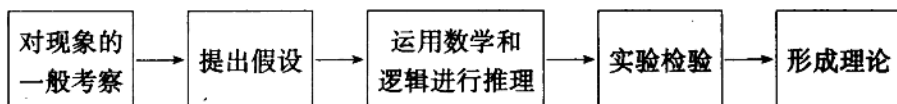
怎样做好物理实验	(1)
科学探究及物理实验能力的基本要求	(5)
实验一 探究电磁感应现象	(7)
实验二 探究影响感应电动势大小的因素	(14)
实验三 探究感应电流的方向	(21)
实验四 研究自感现象	(27)
实验五 观察交变电流的波形	(34)
实验六 探究电感器和电容器对交变电流的作用	(39)
实验七 探究变压器电压与匝数的关系	(43)
实验八 探究传感器的工作原理	(48)
*实验九 研究用传感器制作自控装置	(54)
实验综合测试	(60)
综合测试答案	(71)
附录 中学物理常用电学实验仪器	(75)

怎样做好物理实验

物理学中，概念的形成、规律的发现、理论的建立，都有赖于实验，其正确性要不断受到实验的检验。历史上和现实中有无数事例表明，物理学离不开实验。

一、为什么学习物理要做实验

伽利略研究运动学的方法就是把实验和数学结合在一起，既注重逻辑推理，又依靠实验检验，这样就构成了一套完整的科学研究方法。如果用程序表示，伽利略的方法大致如下：



伽利略把实验与逻辑推理和谐地结合在一起，有力地推动了科学的发展。正如他在《两门新科学》中所说的那样：“我们可以说，大门已经向新方法打开，这种将带来大量奇妙成果的新方法，在未来的年代里定会博得许多人的重视。”

从伽利略开创科学实验的先河，把实验的方法引入科学研究，到法拉第发现电磁感应定律，麦克斯韦在此基础上建立了完整的电磁场理论，预言了电磁波的存在，最后被赫兹用实验证明了电磁波的存在。今天电磁波已经深入到我们生活的各个角落，以前所未有的速度和规模改变着我们的生活。同样在粒子物理领域，物理学家们曾经认为粒子经历的各种过程中宇称都是守恒的，1956年，杨振宁和李政道通过理论分析，认为一个过程中如果只有强相互作用和电磁相互作用，宇称的确守恒；但如果是弱相互作用的过程，例如发射 β 射线的过程，宇称并不守恒。这个论断引起了物理学家们的广泛注意。1956年后期至1957年初，吴健雄和她的同事们一起设计了实验，证明了这个过程中宇称的确不守恒。

物理学的发展就是理论的猜想和实验的证实或否定过程。

中学里的实验说不上推动物理学的发展，但中学生还是要做实验的。虽然学校里的物理实验比较简单，但是它们却已经包括了科学实验的大多数要

素. 学习科学的方法, 不仅在物理学习中有用, 在今后认识不同领域的事物时都将受益. 另外, “事实胜于雄辩, 真理源于实践. 实事求是, 尊重事实.” 这是一种“价值观”, 培养这种价值观是更重要的. 它不仅对于科学研究至关重要, 而且是做人的一条准则.

本书除了介绍使用一般实验器材完成物理实验外, 还介绍了用传感器和计算机进行的物理实验(用*号标头). 如果学校有条件的话, 同学们最好能够亲自做一下, 如果熟悉了这些仪器设备的使用方法, 它们就不那么神秘莫测了. 现代社会是技术化的社会, 各种现代技术深入我们工作生活的方方面面, 当你长大后参加工作时, 就会体会到工作生活处处可做“物理实验”.

二、中学生如何做好物理实验

要做好物理实验, 首先实验之前要明确实验目的. 这个实验我们要做什么? 是探究某个未知的规律还是验证某个已知的规律, 或者是测量某个物理量? 还要明确实验的原理. 不论做哪一类物理实验, 都要搞清楚实验所根据的物理知识.

其次, 要记住实验首先是“实”. 一切必须真实, 实验中观察到的现象、测量的数据、得出的结论, 很可能跟预期不一样、跟其他同学不一样、与已有的知识不一样. 这时, 要记住: 实事求是, 尊重事实. 出现了这种情况, 首先要检查一下, 实验设计是不是有问题? 操作有没有失误? 出现了这种情况是好事, 也许能帮助你找出学习中的弱点, 不管是理论学习上的还是实验上的, 甚至可能导致新的发现. 大可不必因为数据与书本不一致而苦恼, 更不能随意更改记录去“凑数”. 我们的责任是忠实地记录一切原始数据.

实验结果重要, 但经历实验的过程、体会实验的方法、接受科学价值观的熏陶、熟悉技术化的环境, 要比实验的结果更重要.

三、物理实验数据的分析与处理

1. 列表法

直接从仪器上读出而未经任何处理的实验测量数据, 是获得实验结果的依据. 正确完整地记录原始数据是完成实验的重要保证. 在记录数据时, 把实验数据列成表格形式, 可以简单而明确地表示出有关物理量之间的关系, 便于分析和发现数据的规律, 有助于检验规律, 所以列表法是一种重要的实验数据处理方法.

用列表法处理数据时应注意以下几点:

- (1) 合理设计表格，以便于看出相关物理量之间的对应关系。
- (2) 表的栏目中写明代表各物理量的符号和单位。
- (3) 表中所列数据要正确反映测量结果的有效数字。
- (4) 非本实验得到的已知数据或查表得到的单项数据应列在表格的上部。

2. 逐差法

我们将记录的多组数据进行处理求相关物理量时，常用求平均值的方法。但是这种方法不够好，因为在数据处理过程中，上述大量的数据相互抵消，实际只用到了头尾两个数据，其他的数据都没有起作用，失去了多次测量数据中偶然误差相抵消的作用，求得的结果误差较大。为了克服这样的弊端，我们选用特定的数据处理方法，这种方法就叫逐差法。用这种方法处理数据，利用的数据多，可以减少测量中因偶然误差带来的影响。

3. 图象法

用图象法处理数据时应注意以下几点：

(1) 正确选取坐标比例。坐标比例的选取原则是：数据中准确的数位在图上还是准确的，数据中估读的数位在图上还是估读的。坐标比例选取得太小会使数据的精度降低，反之则会人为夸大数据的精度。另外如绘制的是直线，则最好使其倾斜角度在 $30^\circ \sim 60^\circ$ 之间，因此还要合理选取坐标单位。

(2) 坐标轴上必须标明轴的名称、单位以及整数标度。但横、纵坐标的标度不一定从零开始，应使数据在坐标纸上能分布在较大的区域中。

(3) 实验数据点可以用“×”、“·”等符号表示，使交叉点和中心点对应在准确位置上。

(4) 坐标上标注的数据点都包含有误差，因此描出的数据点往往会不在同一光滑曲线（或直线）上。为了尽可能减少误差，使所绘得的曲线更接近于物理量之间的真实关系。在连线的过程中，应尽量使尽可能多的点在曲线上，并使不在曲线上的点尽可能平均地分布在曲线两侧，同时如有明显偏离的点应略去不计。

图象法处理数据具有可以直观地反映规律、减少偶然误差带来的影响、可外推某些规律等优点。它不但可以依据已有的规律从图线上求得要测的物理量，还可以根据图线的形状和变化趋势，分析研究物理量之间存在的规律。图象法处理数据在科学研究中有着非常重要的作用。

在用图象法处理实验数据时，物理量之间可能是各种各样的函数关系，其中一次线性函数关系最容易绘制和进行图线处理，所以我们往往通过进行

适当的坐标变换，将曲线变成直线，这一工作俗称为曲线化直线。比如，已知物理量 y 和物理量 x 之间的函数关系为 $y = k/x$ ，我们要验证物理量 y 、 x 之间的这种关系，如果画出了 x 与 y 之间的函数关系图线，则应该用双曲线进行拟合，才能验证。但用双曲线进行拟合又非常困难。如果我们画出 y 与 $\frac{1}{x}$ 的图线关系，则只要判断所得图线是否是过坐标原点的直线，即可验证，而判断一条图线是否是直线则容易多了。

四、测量误差和有效数字

在一定的条件下，任何一个物理量的大小都是客观存在的，这个客观存在的值称为真值。在测量过程中我们总是希望能测得物理量的真值，但是在实验测量中，由于测量总是依据一定的理论和方法，使用一定的仪器，在一定的环境中进行，由于实验理论、实验仪器、人的实验技能和判断力等因素的影响，使测量值与真值之间总存在着差异，这种差异称为测量误差。测量误差可分为偶然误差和系统误差。

系统误差的特点是在多次重复同一实验时，误差总是同样地偏大或偏小。偶然误差则表现为有时偏大，有时偏小，并且偏大和偏小的机会相同。减小偶然误差的方法，可以多进行几次测量，求几次测量值的平均值，这个平均值比某一次测得的数值更接近于真值。

由于物理量的测量中总是存在误差，所以测量的结果只能是一个近似数。在测量中进行读数时只能准确地读到仪器的最小分度值，然后在最小分度值以下再估读一位数字。从仪器刻度读出的最小分度的整数部分是准确的数字，称为可靠数字，而在最小分度以下估读的一位数字为不可靠数字。这种测量结果中带有不可靠数字的近似数字，叫做有效数字。

科学探究及物理实验能力的基本要求

物理学是一门以实验为基础的自然科学。在高中物理课程的各个模块中都安排了一些典型的科学探究或物理实验。高中学生应该在科学探究和物理实验中达到以下要求。

科学探究要素	对科学探究及物理实验能力的基本要求
提出问题	能发现与物理学有关的问题 从物理学的角度较明确地表述这些问题 认识到发现问题和提出问题的意义
猜想与假设	对解决问题的方式和问题的答案提出假设 对物理实验结果进行预测 认识到猜想与假设的重要性
制定计划与设计实验	知道实验目的和已有条件，制定实验方案 尝试选择实验方法及所需要的装置与器材 考虑实验的变量及其控制方法 认识到制定计划的作用
进行实验与收集证据	用多种方式收集数据 按说明书进行实验操作，会使用基本的实验仪器 如实记录实验数据，知道重复收集实验数据的意义 具有安全操作的意识 认识到科学收集实验数据的重要性
分析与论证	对实验数据进行分析处理 尝试根据实验现象和数据得出结论 对实验结果进行解释和描述 认识到在实验中进行分析论证是很重要的

续表

科学探究要素	对科学探究及物理实验能力的基本要求
评估	尝试分析假设与实验结果间的差异 注意探究活动中未解决的矛盾，发现新的问题 吸取经验教训，改进探究方案 认识到评估的意义
交流与合作	能写出实验探究报告 在合作中注意既坚持原则又尊重他人 有合作精神 认识到交流与合作的重要性

实验一 探究电磁感应现象

提出问题

奥斯特实验告诉了我们通电导线周围有磁场，表明了电能生磁，表明电磁之间存在着联系。

既然电流能在周围产生磁效应，那么磁体也应能在附近导线中感应出电流来。那么怎样才能使磁体在周围或在电路中产生出电流来呢？要感应出电流需要什么条件呢？

参考器材

如表 1-1，请在你需要的器材后面的空格内打“√”，若还不够，就在接排的空格内写上需要的器材名称：

表 1-1

器 材 名 称

(零刻度在表盘中央的)灵敏电流表 1 只		阻值约 $10\text{k}\Omega$ 的定值电阻 1 个	
蹄形磁铁 1 只		导线若干	
电压表 1 只		旧干电池 1 节	
直流电源 (如蓄电池) 1 个		条形磁铁 1 只	
小螺线管 A、大螺线管 B 各 1 个		学生电源 1 个	
开关 1 个		滑动变阻器 1 支	
导体棒 (外皮绝缘) 1 根			

探究过程

【猜想与假设】

(1) 要在电路产生电流，可能需要两个条件，分别是：

- ① _____
- ② _____

可将大螺线管与灵敏电流表用导线连接，组成一_____。

(2) 要利用磁场产生感应电流，可利用的磁场有：

- ①_____的磁场
- ②_____的磁场
- ③_____可产生磁场。

实验方法一：利用条形磁铁的磁场

【设计与提示】

如图 1-1 所示，将螺线管用导线与电流表连接组成闭合电路。

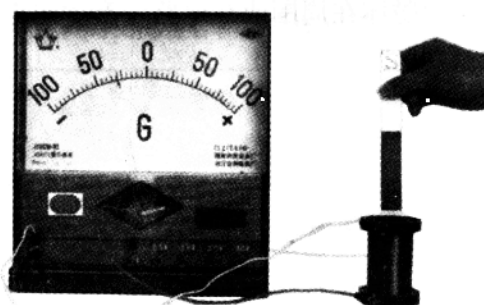


图 1-1 实验装置

【操作与记录】

依次把条形磁体插入螺线管，然后静止在螺线管中，最后从螺线管中拔出来，观察以上 3 个过程中电流表的指针是否偏转。分析螺线管中磁通量变化情况。并将各种情况记录在表 1-2 中。

表 1-2

实 验 记 录

条形磁铁动作情况	电流计指针偏转情况	有无感应电流
插入螺线管。		
静止在螺线管中		
从螺线管中拔出来		
从螺线管中拔出来后		

想一想：若把连接电流表指针的导线拆除，重复以上过程，电流表指针是否偏转？

【分析与结论】

我的结论是：_____

实验方法二：利用蹄形磁铁的磁场

【设计与提示】

如图 1-2 所示，将导体和电流表连接组成闭合电路。

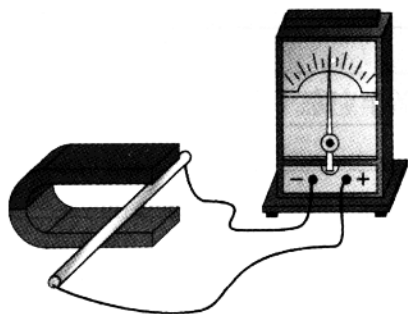


图 1-2 实验装置

【操作与记录】

- (1) 当导体在磁场中做切割磁感线运动时，观察电流表的指针是否偏转。
- (2) 当导体在磁场中做与磁感线平行运动时，观察电流表的指针是否偏转。
- (3) 如图 1-3 所示，分析当导体在磁场中做切割磁感线运动时，穿过由导体和电流表组成的闭合电路的磁通量变化情况。

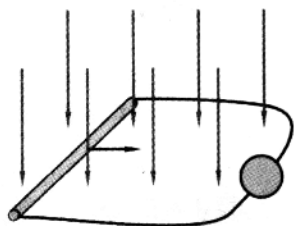


图 1-3 导体在磁场中做切割磁感线运动

在表 1-3 中记录下实验过程。

表 1-3

实 验 记 录

导体运动情况	电流表指针偏转情况	有无感应电流	闭合电路的磁通量变化情况
左右运动			
静止不动			
上下运动			
水平面内转动			

想一想：若把连接电流表指针的导线拆除，重复以上过程，电流表指针是否偏转？

【分析与结论】

我的结论是：_____

实验方法三：利用通电螺线管的磁场产生电流

【设计与提示】

如图 1-4 所示，用导线把一个大螺线管 B 与电流表连接成闭合电路，套在螺线管 B 中的小螺线管 A 通过滑动变阻器、开关与电源连接。

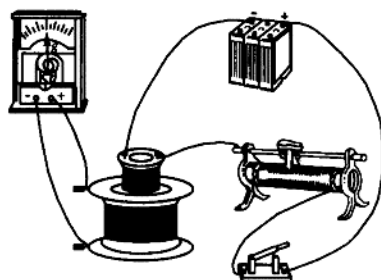


图 1-4 实验装置

【操作与记录】

按图 1-4 连接好电路，按表 1-4 的要求进行实验，注意实验现象并将观察结果填入表中。

表 1-4

实 验 记 录

	电流表指针如何偏转	螺线管 B 中磁通量如何变化	是否有感应电流
开关接通瞬间			
开关接通, 滑片 P 不动			
开关接通, 滑片 P 移动			
开关断开瞬间			

【分析与结论】

我的结论是: _____

归纳以上 3 个实验方法得出的结果, 关于感应电流产生的条件, 你的结论是: _____

启发联想

【课外实验】

用传感器研究电磁感应现象

实验器材: DISLab、计算机、粗铜线、单匝线圈、蹄形磁铁、条形磁铁、稳压电源、开关. 实验装置如图 1-5 所示.

实验过程如下:

- (1) 将微电流传感器接入数据采集器.
- (2) 将微电流传感器的鳄鱼夹连接在单匝线圈两端.
- (3) 选择传感器窗口为“指针”或“示波”显示方式.
- (4) 手持单匝线圈, 在蹄形磁铁形成的磁场中沿不同方向运动, 观察指针或波形变化情况.

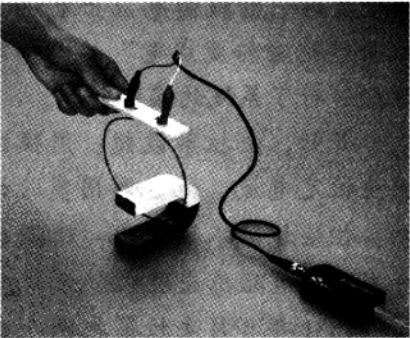


图 1-5 实验装置

(5) 用粗铜线做成 5 匝左右的线圈并与微电流传感器连接, 手持条形磁铁在线圈内做往复运动, 即可获得与“步骤 (4)”类似的实验图线 (图 1-6).

(6) 将传感器与感应线圈的外线圈连接, 内线圈接入 3V 稳压电源并与外线圈套放在一起.

(7) 用开关控制电路反复通断几次, 获得实验图线 (图 1-7).

(8) 总结产生电磁感应现象的条件.

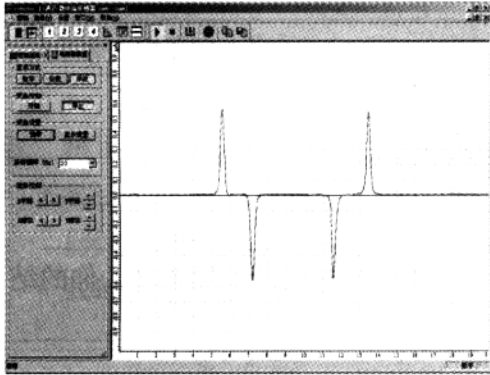


图 1-6 电磁感应现象 1

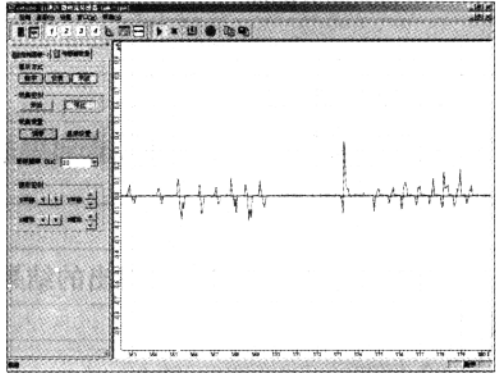


图 1-7 电磁感应现象 2

【课外知识】

法拉第关于电磁感应现象的实验

奥斯特发现了电流的磁效应后, 法拉第仔细地分析了电流的磁效应, 他认为, 既然磁铁可以使靠近它的铁块具有磁性, 静电荷可以使靠近它的导体带电, 那么电流也应当使靠近它的线圈感应出电流. 1822 年法拉第在日记中记载着“把磁转变成电”的光辉思想, 后来, 法拉第对这一课题进行了系统的实验研究.



图 1-8

开始, 法拉第设想: 用强磁铁靠近导线, 导线中就会产生恒定电流, 他企图用实验验证这个设想, 结果没有成功. 但法拉第不怕困难, 顽强奋战了十年, 终于取得了重大突破, 在 1831 年发现了电磁感应现象.

1831 年 8 月法拉第把两个线圈绕在一个铁环上, 线圈 A 接直流电源, 线圈 B 接电流表 (图 1-9). 他发现, 当线圈 A 的电路接通或断开的瞬间,