



中学物理实验 教学经验汇编

福建教育出版社

中学物理实验教学经验汇编

福建省物理学会 编

福建教育出版社

中学物理实验教学经验汇编

福建省物理学会 编

*

福建教育出版社出版

福建省新华书店发行

福州第二印刷厂印刷

*

787×1092毫米 1/32 7 印张 147 千字

1983年11月第一版 1983年11月第一次印刷

印数: 1—5,100

书号: 7159·850 定价: 0.61元

编 者 的 话

为了帮助中学物理教师提高物理实验教学的质量，促进中学物理实验教学经验的总结和交流，我们汇编了福建省二十多位老、中年物理教师多年的教学经验。其中包括演示实验和学生实验教学要求的分析，实验教学方法的改革，实验装置的改进，实验教材的研究意见等。

本书由康锦堂和卞伯达同志负责修改定稿。林应茂教授和孙承梁教授为本书的定稿作了具体的指导。

限于水平，本书难免存在缺点和错误，请读者批评指正。

编 者

一九八三年五月

目 录

通过物理实验培养学生能力的探讨

.....福州一中 林桐緯 (1)

中学物理实验在培养思维能力中的作用

.....福建师大附中 陈荫慈 (14)

实验教材与学生实验能力的培养

.....福州一中 杨章智 (22)

中学物理学生实验的分类与能力培养

.....福建师大附中 郭杰森 (33)

加强和改进高一物理实验教学的体会

.....福州高级中学 杨奕初 (44)

高中物理实验“研究匀变速运动的规律”的教学

——谈学生实验教学中的若干问题

.....福建师大附中 杨玛罗 (55)

把演示实验教学的要求提到新的高度

.....福州一中 朱鼎丰 (75)

让学生学习用科技工作者的姿态做实验

.....厦门八中 赖祖良 (80)

中学物理学生实验技能培养的初探

.....宁德地区民族中学 郭光辉 (90)

怎样改进中学物理演示实验.....厦门七中 林金土 (96)

发挥教具作用, 加强直观教学

..... 宁德一中 邱惠民 杨师孟 (107)

学生分组实验前后的几项教学工作

..... 福州三中 谢永铨 (111)

初中物理起始年级的学生实验教学

..... 福建师大附中 黎华孙 (118)

初中物理起始年段学生实验教学的改革和体会

..... 福州一中 陈 申 (129)

初中十个学生电学实验的教学要求

..... 南平市教师进修学校 柯永晶 (144)

高中上册物理学生实验教学中学生思维方法的训练

..... 福州二中 刘 通 (150)

两个高中电学学生实验剖析..... 福州一中 林应基 (154)

利用直线图象处理实验数据..... 福州三中 郑寿彭 (164)

“应用伏安法测定电源电动势和内电阻”实验误差的

简单讨论..... 莆田一中 黄明哲 (178)

理论对实验的指导意义

——学生实验“测定电源的电动势和内电阻”的探研

..... 福安一中 林柏善 (190)

在闭合电路欧姆定律教学中实验与理论的关系

..... 漳州一中 曾庆文 周云集 (199)

对“用惠斯通电桥测电阻”实验的看法与做法

..... 南平一中 张照生 (206)

提高单摆实验准确度的方法..... 德化一中 王大达 (211)

通过物理实验培养学生能力的探讨

福州一中 林桐緯

物理学是一门以实验为基础的科学。通过实验培养能力是物理教学的重要任务。我们在实验教学中，除了认真训练、培养学生的观察能力和实验能力外，还要有计划地从如下几个方面加强其他能力的培养。

一、有计划地对学生进行物理学研究的实验方法的训练，培养学生设计实验的能力和验证能力以及科学抽象的能力

物理基础知识与物理学的研究方法是不可分割的、紧密联系着的。我们对课本中验证规律的实验，只要条件具备，一般都采用研究性的教学方法，先引导学生弄清实验的设计与构思以及实验的研究方法，培养他们树立以实验为基础的科学研究思想和设计简单实验的能力，让学生逐步学会物理学研究的实验方法，为他们深入学习以及将来从事科研、工作奠定一个好的基础。例如“欧姆定律”的教学，根据教材内容的特点，考虑到学生已经学会并掌握了连接线路和安培表、伏特表、变阻器、电阻箱的正确使用方法的实验操作技能，因此他们已具备设计这个实验的扎实基础。所以这一节课，我们是在引导学生领会实验的设计思想的基础上，让学生设计实验方案，并通过实验和分析得出有关的规律，从而对学生进行设计实验能力和验证能力的训练和培养。讲课开始，教师根据课题内容，先引导学生进

行“科学的猜想”，促进学生定向思维活动，提出：(1)我们已经学过电压是形成电流的原因，那么很自然地会想到在电阻不变的情况下，导体中的电流强度可能跟导体两端的电压成正比；(2)我们还学过电阻是导体对电流的阻碍作用，那么，同样地也会想到在电压不变的情况下，导体中的电流强度，可能跟这段导体的电阻成反比。这些“猜想”的提出，促进学生的思维处于高度激发状态，渴望进一步探索以求得问题的解决。教师应该因势利导，指出，以上只是我们猜想的可能结论，是否正确尚需通过实验来验证（这是科学研究中经常运用的思想方法）；那么应该怎样设计实验来检验上述“猜想”是否正确呢？这就是本节课要研究的课题：“怎样通过实验来研究某一段电路中的电流强度跟它两端的电压和导体电阻这三个物理量之间的关系。”接着引导学生运用“先分析、后综合”的思维方法来研究，使他们明确要研究某一段导体中的电流强度和电压、电阻这三个量之间的数量关系，可以用“控制条件”的实验方法，即先保持一个量不变，研究其他两个量之间的关系，分别得出有关的结论。具体地说，就是：(1)研究电阻保持不变时，加在电阻上的电压跟通过电阻的电流强度的关系；(2)研究在电压保持不变时，电流强度跟电阻的关系。进而引导学生从实验目的和实验方法出发来设计实验线路，考虑应该选用哪些实验仪器和器材？应该怎样装置？这样，学生就能顺利地设计出象课本（初中物理试用本第二册 58 页）图2—29所示的实验线路图，并对实验的设计思想和实验装置的原理以及实验装置中各个仪器和器材的作用获得透彻的理解。然后让学生按实验线路图装接好实验线路，并通过实验，分别得出几组数据。再

分析数据之间的关系，引导学生通过思考、归纳，先得到具体的数值关系式；进而通过推理、概括，再抽象到文字之间的关系式，也就是综合概括电流强度和电压、电阻三个量之间的变化规律，总结出欧姆定律，从而用实验验证了上述“猜想”的正确性，又培养了学生科学抽象的能力。

在欧姆定律的导出过程中运用了分析和综合法，把欧姆定律这个整体，先分解为部分，实验时分别测出三个量。为了研究三个量的关系，先把一个量固定，暂时地孤立起来，以便让另一个量起作用，便于研究两个量之间的关系，这是把整体分解为部分，把复杂事物分解为简单要素加以研究，这是分析法。然后又把三个量联系起来研究，得出欧姆定律，这又是综合法。可见，引导学生导出欧姆定律的过程，也是培养学生运用分析与综合进行逻辑思维的过程，从而培养了学生抽象思维能力。在欧姆定律的导出过程中也运用了归纳法。从学生得出具体数值关系式到得出一般规律 $I = \frac{U}{R}$ ，是从个别事实中概括出一般原理的方法，从而培养学生运用归纳法导出定律的思维能力。

通过实验和分析得出欧姆定律后，教师还要因势利导，启发学生回味实验的设计思想，提出：通过实验如何寻求（或验证）这一定律？这个寻求方法（或验证方法）是怎样提出来的？（这就是实验的设计思想）其思考方法有无典型性？我们提出这些问题是带有引导学生独立探究问题的性质。在学生讨论的基础上，教师总结时着重指出：课本中提出的实验线路不是凭空而来的，而是根据一定的实验目的、一定的研究方法的

要求而设计的。这个实验线路，既能测试出三个量，又可以固定一个量而研究另外两个量之间的关系。所以在实验前教师要揭示出三个量之间的关系的实验方法和实验线路的内在联系，从而培养学生如何在理论指导下设计简单实验的能力和验证能力。

中学物理中很多重要规律，如电阻定律、焦耳定律、牛顿第二运动定律和理想气体状态方程等都是采用这种“控制条件”的实验方法总结得到的。我们有目的地进行“控制条件”的实验方法的教学，既使学生能深刻理解物理规律是怎样在实验和推理的基础上建立起来的，又培养他们的观察能力、分析问题能力，从感性认识上升到理性认识的科学抽象思维能力，而且又从中学习了“控制条件”来探索物理规律的实验方法，进行了基本科学方法的训练，从而提高他们利用实验来解决物理问题的能力。

二、根据教学内容的特点，有计划地指导学生进行探索性实验，培养学生探索能力和总结能力

中学物理的内容，都是前人总结出来的规律。但是，对于学生来讲却是全新的东西。在教学中，教师要是只把这些现成的东西“捧给学生”，即使讲得很清楚，也不过是传授知识而已，没有重视能力的培养。我们认为，教学中应该让学生以“小科学家”的身份，在教师指导下，重新探索这些基本知识，成为科学知识的主动追求者。教师的主导作用是以课本知识为基本内容，用科学家探索客观规律的方法，充分调动学生的主观能动性，激发他们的积极思维，进行“再发现”，让学生主动的掌握这些基本知识，并培养他们的探索能力和总结能力。为

此，我们有目的、有计划地结合教材特点多采用研究性的教学方法，而且让学生课内、外多进行一些探索规律的学生实验。特别是初中物理教学中，我们增加了不少探索性的实验，例如“研究二力平衡的条件”、“研究滑动摩擦”、“研究液体的压强和深度的关系”、“研究浮力（阿基米德定律）”、“研究功的原理”和“欧姆定律”等等。我们在前面介绍过的“欧姆定律”的教学过程，就是采用“研究性教学法”来探索某一段电路中的电流强度跟它两端的电压和导体电阻之间的关系。其主要过程是：提出“科学猜想”→设计实验方案进行有目的的探索→动手实验得出实验数据→分析和处理数据得出数值关系式→推理、概括，抽象得出欧姆定律，从而验证“猜想”的正确性。

这里再以“研究二力平衡的条件”为例来具体阐述“探索性实验”的做法。这一节课，我们把初中物理课本第一册44页图2—18“二力平衡的条件”的演示实验改为探索规律的学生实验，采用“边引导、边实验、边分析”的教学方法，让学生通过实验从二力平衡现象中寻找二力平衡的条件。学生通过观测并读出小车保持静止时，两边小盘里砝码的重量，往往就轻率地、简单地作出结论：“二力平衡的条件是：二力的大小相等，方向相反”。学生总结的这个结论是否正确呢？我们引导学生再仔细地观察如下两个针对学生的片面论断而设计的实验来进一步探索问题：〔实验一〕：两个力大小相等，方向相反，分别作用在两个物体上（即用两个小车拼合在一起来代替图2—18中的小车，进行实验）；〔实验二〕：两个力大小相等，方向相反，作用在同一物体（小车）上，但两力的作用线不在同一条直线上。这两个实验都表明，物体（小车）不会保持静

止状态,从而学生自己否定了上述的片面论断。学生又通过自己的实验观察,发现了在第二个实验中:物体转到两个力的作用线在同一条直线上时,物体才保持静止状态;这时再引导学生将静止的物体用手扭转一个角度,使两力的作用线又不在同一条直线上,一松手,物体又发生转动,失去平衡,直到两力的作用线在同一条直线上时,物体又处于静止状态。学生通过这几个实验的分析、比较,自己“发现”了规律,满意地总结出二力平衡的条件:“作用在一个物体上的两个力,如果在同一直线上,大小相等,方向相反,这两个力就平衡”,从而得出正确的科学的结论。这样学生完成了自己的“发现”,成为知识的“发现者”。因而学生所掌握的知识就不是教师硬灌的或者课本上写的死知识,而是通过学生自己实验、探索、“发现”的有血有肉的活知识,同时还学会探索知识的科学方法。

三、有计划地通过实验的分析讨论,培养学生发现问题的能力

由于一切实验方法测得的值总是有误差的,我们不可能找出一个绝对精确的方法来进行测量,但是,我们要求把误差减小到尽可能小的程度,也就是说,设计的实验方法或方案要合理,要有尽可能高的精确度。因此,根据实验内容的特点,有目的地引导学生运用所学的知识和实验技能来分析实验装置或实验线路和实验方法,找出提高实验精确度、减少相对误差的实验方案和方法,就成为物理实验教学中应该十分重视的课题。为了培养学生发现问题的能力和研究能力,我们从学校实验室的设备条件和学生的实际水平出发,对课本的若干学生实验作某些充实和改进,把实验的要求提高一步。例如我们对初

中“用伏特表、安培表测电阻”的实验分两次来进行。第一次按课本实验的要求让学生设计实验。教师出示一只碳膜电阻或线绕电阻，提出任务：“怎样测出它的电阻值？”要求学生认真思考：需要对哪些物理量进行测量？用哪些仪器和器材？怎样连接线路。这样引导学生就所要解决的任务自己动脑筋构思设计实验方案后，手脑并用地进行实验，从而培养他们设计实验的能力和独立实践能力。第二次是在讲过“导体的串联”和“导体的并联”这两个课题之后，再做如下充实、改进了的学生实验：让学生分别用“电流表内接法”和“电流表外接法”测定一只电阻较大的电阻值。在这个实验里，待测电阻 R_x 用一只 1 千欧的电阻，电流表用毫安表，滑动变阻器用高阻变阻器，要求学生分别用上述两种方法进行多次测量并计算。然后把两种方法测量的结果加以比较。学生实验的结果发现，用电流表内接法测得的电阻值，约是用电流表外接法测得的两倍。他们对实验的结果感到诧异和困惑：为什么两种方法两种线路所测得的电阻值相差如此之大呢？教师要及时指导学生往正确的方向去思考，强调指出：我们第一次“用伏特表、安培表测电阻”的实验中，均忽略了伏特表和安培表接入电路后对电路本身的影响。现在的实验要考虑这种影响，那么应该采用怎样的实验线路才能减小相对误差呢？在此基础上启发学生对实验线路和实验结果作具体分析，引导他们运用学过的串、并联电路的特点和欧姆定律来分析为什么这两个实验线路所测得的电阻值会相差如此之大。实验课后，我们还通过布置实验性作业，再安排一个测定电阻较小（ R_x 用 5Ω ）的电阻值的实验，也分别要求学生用上述两种线路来测定，并比较、分析实验的结

果。学生通过自己的实验、思考、探索、分析和比较，不但培养、提高了发现问题的能力和研究能力，而且对实验的误差问题还获得了新知识：用伏安法测电阻时，为减小测量的相对误差，应选择合适的实验线路，当待测电阻的电阻值较大时，采用“电流表内接法”，测量误差较小；当待测电阻的电阻值较小时，则采用“电流表外接法”，测量误差较小。

四、有计划地布置手脑并用的实验设计作业，把理论分析和实验方法结合起来，培养学生的创造能力和独立实践的能力

我们认为，中学物理的课外练习应该包括实验性作业。也就是说，物理实验不仅局限于课堂实验，还应该包括与课堂教学有紧密联系以及灵活应用教学内容的课外实验。实验是要让学生做的。好的实验思想、实验设计和实验方法，都要让学生通过做来体会。因此，在课外也应当为学生创造更多的设计实验和动手实验的机会。为了有计划地通过实验活动把理论分析和实验方法结合起来进行物理研究方法的训练，我们针对教材内容的特点，有目的地在实验基本功严格训练的基础上，在适当的时候布置一些灵活运用知识和技能的简单实验设计课题。我们所说的实验设计课题是指学生通过课内、外实验性作业灵活运用所学的基础知识和实验方法、实验技能手脑并用地、独立地去完成某一项实验任务或某一特定的实验活动以及通过实验去探索或解决学生力所能及的某一物理问题，完成自己的“发现”，把进行实验性作业的过程变成“模拟的科研过程”，让学生通过独立设计实验并动手做实验进行创造性的学习，培养他们设计、创造能力和独立实践能力。实验设计题是训练学生分析问题、解决问题的能力 and 培养创造性精神和实验能力的

需要，一般的要求是：针对问题（实验课题），经过学生思考和分析后，提出解决问题的设想和实验方案，包括解决这个问题需要哪些基础理论和基础知识；通过理论分析弄清解决这个问题所采用的实验方法和步骤以及所需要的仪器和器材，在实验过程中应注意哪些问题，预想的现象和结论如何；可能出现的问题以及怎样解决等。最后根据学生自己的设计进行实验来检验是否达到预期的效果，得出合理的结论。

实验设计作业题大体有如下几种类型：

（1）验证物理规律的实验设计

编写这类实验设计题的主要目的不仅是使学生巩固所学内容，加深对物理规律的理解与应用，而且还培养学生设计实验的能力。例如初三上学期复习电学时，我们布置了如下一道的实验设计题：“请你设计一个实验方案来验证电阻定律，并动手做这个实验，分析实验数据得出电阻定律的公式。”多数学生都会运用“先分析、后综合”的思维方法并采用“控制条件”的实验方法来设计实验线路、寻找规律。他们从分析导体的电阻跟导体的材料、长度、横截面积有关出发，先令材料横截面积不变，让长度成倍的变化，寻找电阻与长度的关系；再令材料、长度不变，让横截面积成倍的变化，寻找电阻与横截面积的关系；最后再测量比较长度、横截面积都相同而材料不同的几种导体的电阻，寻找电阻与材料的关系。他们所设计的实验线路也不是照搬课本中的电路图（初中物理试用本第二册42页图2—18），而是灵活运用所学“伏安法测电阻”的知识和实验技能来设计实验线路，在干路上串联一个合适的滑动变阻器（实际上就是“伏安法测电阻”的实验线路），既作保护

电阻，又可用以调节电阻线两端的电压。实验过程中，改变电阻线的长度或改变电阻线的横截面积和改变电阻线的种类做实验时，都可以通过调节变阻器的滑动片位置而保持电阻线两端

的电压 U 不变。这样根据导体电阻的量度公式 $R = \frac{U}{I}$ ，就可

以得到 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{U}{I_1} \div \frac{U}{I_2} = \frac{I_2}{I_1}$ 的关系式，从而使实验验证的方法

得以简化，同时科学性也较课本上的实验验证方法为严密，这表明学生不但把知识学活了，而且已具有一定的探索创新能力。最后根据实验数据，抽象、概括、总结出电阻定律。这样学生又学会应用比例函数定量研究物理规律的实验方法。

(2) 探索、寻找物理规律的实验设计

这类实验设计题能使学习过程成为“模拟的科研过程”，变知识的“接受者”为知识的“发现者”，从而发展学生的智力。例如，高中物理讲过“电动势、闭合电路的欧姆定律”这一课题后，给全班学生布置了如下实验设计题：“请你设计一个实验线路，并通过实验来探索电源的路端电压跟外电阻的关系。列出实验器材，画出并装接实验电路，测出几组实验数据，绘出外电路上的电压随着电流强度变化的图象（ $U-I$ 图象），并总结出电源的路端电压的变化规律，再运用闭合电路的欧姆定律加以论证”。学生通过自己动手做实验，并通过实验数据和图象的分析，探索规律和寻找结论，完成自己的“发现”，做到实验分析与推理论证相印证，理论和实践相结合。这样不仅课本上的死知识变成有血有肉的活知识，而且培养了学生分析问题、探求问题的能力和独立工作的能力。这对一个人来说是非常重要的

的，就等于给了一把金钥匙，可以打开各种各样的知识大门。

(3) 完成特定使用目的或特定要求的实验设计

编写这类实验设计题旨在培养学生运用所学知识灵活地分析、解决一些简单的实际问题的能力。例如，初中“电流和电路”的单元复习时，布置了这样一道实验设计题：“医院护士值班室的监视台上安一个电铃、电源以及跟各病房相联系的若干指示灯，每一病房安一电钮。当某一病房的病人按电钮时，电铃就会发声，同时跟该病房相联系的指示灯也发光，试设计并画出这样的电路图。装接模拟电路，并动手做实验来检验自己设计的电路是否正确。”

又如，初中物理讲完“导体的串联”和“导体的并联”之后，我们对学习优秀、学有余力的部分学生，另外布置如下的第二套实验设计题：“给你几个2伏特的蓄电池（可根据电压的需要来选取蓄电池的个数，蓄电池的内电阻很小，可略而不计），一个滑动变阻器（“ 10Ω 、 $2A$ ”），一个电键，两个同规格的小灯泡（“ $3.8V$ 、 $0.3A$ ”）和若干导线，试设计一个控制电路，使这电路中的一个小灯泡逐渐变亮的同时，另一个小灯泡逐渐暗下去。要求每人设计两个符合上述要求的实验方案，分别画出所设计的电路图，装接电路做实验加以验证，并说明工作原理。”实践证明：学习优秀的学生普遍对这样的手脑并用的、思考性强的实验设计题产生了浓厚的兴趣和强烈的求知欲望，设计实验方案和动手实验的积极性很高，而且引起了热烈的议论。他们设计了多种实验方案进行实验，有的失败了，有的效果不明显；经过分析、讨论和实验验证，他们共同议出两种最佳的设计方案：①一种是采用分压器的设计方案，