



TANSUODEMEILI
探索的魅力

夏蒙森高中物理实验教学

XIAMENGSEN
GAOZHONGWULISHIYANJIAOXUE

浙江教育出版社



TANSUODEMEILI
探索的魅力

夏蒙森高中物理实验教学

XIAMENGSEN
GAOZHONGWULISHIYANJIAOXUE

浙江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

探索的魅力: 夏蒙森高中物理实验教学 / 夏蒙森著.
杭州: 浙江教育出版社, 2006.4
(浙派名师丛书)
ISBN 7-5338-6354-2

I. 探... II. 夏... III. 物理课—教学研究—高中
IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 030300 号

浙派名师丛书

探索的魅力

夏蒙森 高中物理实验教学

责任编辑: 郑德文

责任校对: 卢宁

装帧设计: 曾国兴

责任印务: 程居洪

出版发行: 浙江教育出版社

(杭州市天目山路 40 号 邮编: 310013)

图文制作: 杭州富春电子印务有限公司

印刷: 杭州富春印务有限公司

开本: 890×1240 1/32

印张: 7.875

字数: 250000

版次: 2006 年 4 月第 1 版

印次: 2006 年 4 月第 1 次印刷

印数: 0001—3000

书号: ISBN 7-5338-6354-2/C·6324

定价: 20.00 元

联系电话: 0571-85170300-80928

E-mail: zjy@zjcb.com

网址: www.zjeph.com



作者简介

夏蒙森，杭州高级中学物理教师，浙江省特级教师。从1954年开始从事中学教学工作，发表了多篇关于物理教学研究的论文，对中学物理实验教学有独特的研究，改进、研制了大量的实验仪器，退休后仍在主持杭州市中学物理教师实验培训基地的工作。

前言

中学物理教学,从内容到方法当前都面临较大的改革,而物理教学的改革又离不开实验教学的改革.对实验教学研究是中学物理教学改革的重要课题.

然而,从实际情况看,中学物理的实验教学还有许多问题值得大家探索和研究.目前人们对实验在物理教学中的地位 and 作用问题的认识还很不统一,不少学校的物理教学还没有脱离“讲、练、考”这样一种模式,实验往往只作为教学过程的一个附属环节,或是不做、少做实验,或是仅仅搞形式主义地做一些实验,既没有对实验教学的作用、目标、方法等进行深入的研究,也没有完整的教学计划,可想而知,其实际效果就很成问题了.

中学物理教师在大学学习期间,已经受过系统的科学训练,掌握了系统的物理学理论知识和实验方法、技能.但由于他们从事的工作是中学物理教学,教学内容、对象和要求都有它的特殊性.怎样把物理学的理论、实验知识与中学物理教学结合起来,是一个很值得探讨的问题.

近年来,随着科学技术的发展,中学物理实验出现了许多新技术、新材料和新元器件,尤其是计算机技术的普及和发展,更给教学实验的改革开创了全新的天地.因此,加强对中学物理实验教学的研究,既是物理教学改革中的一个十分现实和迫切的问题,又是一个内容十分丰富的永久性课题.

我们可以从不同的角度来对实验教学进行研究.

通常,大家对实验的研究比较侧重于新教具的设计和具体的实验技巧的改进等方面.这些方面的研究当然是很重要的,但如果要把实验的研究深入下去,则实验中的不少问题还得作一些理论上的探

讨.另外,我们还必须注意教学实验的特殊性.教学实验是为物理教学服务的,有它教学上的目的和要求.因此,本书对教学实验的有关问题,一般都尽量从实验的原理、过程、方法和物理实验的教学过程这几个侧面展开论述.当然,在具体章节中,几个方面会有所侧重,但也是互相渗透的.

从20世纪50年代初开始,笔者一直在杭州高级中学从事物理教学工作.杭州高级中学理科教学中追求真理、重视实践的精神,给笔者以很大的影响.多年来,笔者曾在一些刊物上发表了多篇关于实验教学研究的论文,为师范院校物理系的学生作过一些讲座,多次在物理教学学术交流会议上与同行们作交流.最近几年,笔者又主持了杭州高级中学、杭州市物理学会及杭州市教育局教研室共同设立的杭州市中学物理教师实验培训基地的工作,开设了多期物理教师实验培训班.本书的部分内容就是由这些论文、讲座、专题报告、培训班的讲义等补充、整理和归纳而成的.希望本书能为中学物理教学的同行们就实验教学提供一些参考,并引发一些对实验教学问题的讨论.由于笔者学识水平的限制,书中错误或不当之处在所难免,恳切希望专家和同行们批评指正.

本书的编写,得到了杭州市高级中学物理教研组同仁们的许多帮助,特别一提的是陈明华老师,他在百忙中具体参加了本书资料的整理工作.另外,书中还引用了他人的一些成果(资料的出处已在书中列出),在此一并向他们表示诚挚的谢意.

夏蒙森

2005年12月于杭州

目 录

第一章 实验在中学物理教学中的地位

- 一、对中学物理教学任务的理解 1
- 二、实验教学是物理教学研究的永恒课题 5
- 三、中学物理实验教学研究的内容 6
- 四、中学物理教师的实验素养 7

第二章 教学实验的设计和改进行

- 一、深入了解实验中的物理过程 9
- 二、教学实验设计中的科学性问題 35
- 三、掌握教学实验的特点 45
- 四、新技术、新元器件和新材料的应用 53

第三章 物理实验的教学过程

- 一、抓好实验常规的训练 61
- 二、帮助学生掌握实验的全过程 75
- 三、实验中有关数据的采集和处理的教教学目标 100
- 四、使学生理解实验中的物理思想和方法 112
- 五、课堂演示实验 122

第四章 实验专题的研究和实践

- 一、多用电表的原理、结构和使用 132
- 二、示波器的原理、结构和使用 141

三、中学物理实验中数据的采集和处理	154
四、气垫导轨 电子计时器	164
五、分子物理实验	171
六、静电实验	176
七、用双缝干涉仪测光的波长	183
八、用分光镜观察光谱	185

第五章 数字化实验示例

一、研究弹簧振子的运动	194
二、研究碰撞过程	202
三、研究小灯泡的伏安特性	206
四、测量电池的电动势和内电阻	209
五、研究电容器的充、放电过程	211
六、研究电磁感应现象	214
七、研究LC振荡电路	217
八、研究交流电的整流和滤波	220
九、研究自感现象	224
十、交流电有效值的研究	229
十一、交流电路中的电感、电容和电阻	234
十二、测量不导电液体的比热容	239
十三、研究气体的等容过程	243

第一章

实验在中学物理教学中的地位

一、对中学物理教学任务的理解

中学教育是基础教育,中学物理课程能够在受教育者今后生活中长远起作用的,除了具体的物理知识之外,主要是在物理课程的学习中形成的科学观念、养成的科学素养。物理课程由于它研究的内容、方法的特殊性,在受教育者科学观念的形成和科学素质的培养中担负着重要的任务。而物理教学中的实验教学,其作用也是不能替代的。

一般认为,科学素养应该包括科学思想、科学精神、科学态度和科学方法。

1. 培养学生的科学信念和科学精神。

一位物理学家曾说过:“基于现代文明来追求真理的精神,在物理学中体现得最强烈。在我们民族传统中注入这种精神,是民族复兴希望之所在。”这种对真理不断追求和探索的精神,也是我们的科学教育给予学生的终生财富。要使我们物理教学进入这样一种境界,首先要求教师对知识有一种真正的激情和热爱;其次教师必须保持对新事物的敏感和热情,不断更新自己的知识结构,使自己的工作始终充满创造精神;最后教师还必须克服教学中狭隘的功利主义。

物理教学的目标是使学生树立起初步的科学观念,学会用科学的观点来观察和解释世界上的各种事物。在物理教学中,要使学生逐步认识到,世界是物质的,自然界的规律是可以认识的,相信自然界的一切现象都是可以用科学的道理来解释的。这样一种观念,对他们将来从事各种工作,正确地解决现实生活中的各种问题,都将有深远的影响。

事实告诉我们,学了科学知识,并不会自然而然地树立起科学的观

念.因此,教师们在自然科学的教学中,还有责任深入地宣传辩证唯物主义的思想,提高学生对伪科学、反科学的东西的鉴别和批判能力.

2. 培养学生的科学作风和科学态度.

严肃、严格的科学态度,严谨、严密的科学作风,是一名科技工作者必须具备的优良品质,也是从事任何一种工作取得成功的必要条件.物理课程中的实验,正是培养学生这种优良品质的重要阵地.

在实验教学中,要对学生提出严格而适度的要求.包括实验前一定要了解实验的目的、原理,合理选择实验仪器,周密安排实验步骤;实验中严格遵守操作规范,仔细观察现象、记录数据;实验后认真分析实验结果,实事求是地作出结论等.这些要求绝不是在一开始就能达到的,所以教师在教学中就要有计划地进行训练,逐步提高对学生的要求,并在整个教学过程中坚持下去.

在科学的探索道路上没有艰苦、细致、顽强的作风,将一事无成.大家都熟悉高中物理教科书上一个物理学史上的例子:为了解决 α 粒子打击氮核时的径迹是三分叉还是二分叉的问题,科学家研究了2万张威尔逊云室照片里的40多万条径迹,最后从中找到了8条二分叉的径迹,从而弄清了氮核俘获 α 粒子的核反应过程.在实验教学中,也应该有意识地对学生进行这种作风的锻炼.据报道,某高校在普通物理课中,开了一个“描绘粒子做布朗运动的径迹”的实验,要求学生在读数显微镜下,每隔30 s记下粒子的坐标,历时几个小时,最后把记下的坐标逐点连接起来.可以想见,这个实验是十分艰苦和枯燥乏味的,但这种锻炼对学生却是十分必要的,在中学物理实验中,也应对学生提出类似的要求.在实验中,应该给学生设置一定的困难,特别提倡用简陋、粗糙的仪器设备,通过耐心、细致的操作,获得尽可能理想的结果.在实验的准备阶段,例如仪器的选择和调整等方面,教师和实验室工作人员也应给学生留有余地,把一些学生能够完成的工作,留给学生去完成,使学生的实验活动尽量接近实际工作的情况.

教师在演示实验中的表现,对学生的影响是很大的.要求学生做到的,教师在演示实验中首先要做到.对教师的要求,首先是要有严肃、认真和实事求是的态度.教师通过事先认真仔细的准备,在课堂上准确、

熟练、规范地完成了实验的操作,对实验结果和数据进行了实事求是的分析处理,得出了合理的结论,这些对学生都将起到很好的示范作用。如果教师自己在实验前没有充分的准备,实验中故障迭出、手忙脚乱,甚至拼凑数据、含糊过去,就很难对学生提出严格的要求。

在物理课程的教学中,还要重视培养学生理论联系实际的作风。应该使学生了解,物理学所研究的都是自然界客观存在的各种现象,物理学的理论要能用来说明现实世界提出的问题。在物理课程的教学中,不仅要充分重视实验,而且要注意联系生活和生产中的物理现象。关心现象,关心实际,这是从事任何工作,无论是理论工作还是实际工作都必须具备的一种品质。通过物理课程的学习,就要使学生养成随时注意研究物理实验中和生活实际中提出的问题,并自觉地运用所学的理论来解决这些实际问题的习惯和能力。

3. 发展学生最重要、最基本的能力。

这里要特别讨论一下在实验教学中发展学生观察能力的问题。

观察能力是人们为正确地认识世界所需要的最重要和最基本的能力之一。有人把观察能力比喻为“思维的窗口”,达尔文在谈到自己时也曾说:“我既没有突出的理解力,也没有过人的智慧,只是在觉察那些稍纵即逝的事物并对其进行精细观察的能力上,我可能在一般人之上。”教育家夸美纽斯则指出:“一个人的智慧,应从观察天上和地上的实在东西而来。同时,观察越多,获得的知识越牢固。”

教学经验告诉我们,一个班级中优等生和差生往往在观察能力上有较大的差异,在同样的教学活动中,他们获得知识的数量和深度也就有很大的不同。一些学习有障碍的学生,往往缺乏观察周围事物的兴趣,也不懂得如何正确地进行观察。例如笔者曾接触过一些学生,当课堂上讲到地磁场的方向时,弄不清自己在其中生活了几年的教室里的东西南北;测量过许多物体的长度,却说不清米尺上最小的刻度是多少;做了许多电学实验,却没有注意到滑动变阻器上有几个接线柱,每个接线柱是做什么用的等。这些学生虽然记住了许多物理概念、定律,但在他们的头脑中并没有形成物理世界的生动图像,学习物理时感到困难也就不奇怪了。不仅如此,这些学生在学习其他学科或完成学习以

外的其他工作时,也常比别人困难.因此,发展学生的观察能力,是物理实验教学的重要任务之一.

首先,要激起学生观察物理现象和周围世界其他事物的兴趣.除了实验现象之外,日常生活中还可以找到许多和物理知识有关的现象,这些都可以成为引导学生观察的对象.在丰富观察内容的同时,还必须使观察活动有一定的深度,使学生在对陌生的或是日常熟知的事物的观察中,发现前所未知的东西,发现新的奥秘.

夏天中午走在柏油马路上,人们只感到酷热难当.如果提醒学生注意一下,远方路面上的行人、车辆仿佛漂浮在水面上,看起来有晃动的感觉,并且用光的折射规律加以解释,一定会引起学生的兴趣.学生都知道,当把耳朵贴近一个容器的口部时,会听到嗡嗡声,如果要学生试一下耳朵贴近不同容积的容器时所听到的声音的音调有什么不同,并且结合声音的共鸣现象对这个问题作出解释,条件允许的话,还可以补充噪声的频谱问题,学生一定会感到有新的收获.一次笔者在光学课后,布置学生观察小孔衍射的现象,多数学生在观察报告中只说了当通过针孔观察白炽灯泡的灯丝时,看到了彩色的衍射花纹;只有一位学生,在观察报告中详细记录了通过不同大小的针孔,从不同的距离观察白炽灯泡的灯丝时看到的不同结果,还记录了当小孔边缘比较粗糙时看到的现象.笔者对这位学生的做法作了充分的肯定,从此以后,这位学生对物理的兴趣大增,物理学科的成绩很快升到班级的前列.这说明,只要激发起学生深入观察某一事物的兴趣,了解这个事物就不困难了.

其次,要使学生掌握正确的观察方法.关于科学的观察活动的特点及必须遵循的原则,在不少教学研究的资料中多有论及,这里不再重复.需要说明的是,并不是只要有了足够的观察机会,学生就能自然而然地掌握正确的观察方法;另一方面,仅仅依靠说教也是没有用的,关键还在于教师的引导、示范和学生自己的实践.对观察能力的培养,要循序渐进地提出要求,在每次实验观察活动中有计划地逐步落实.一般来说,教学中可以掌握这样几条:第一,要使学生明确研究的课题是什么,问题是怎样提出的.第二,当研究的对象和过程比较复杂时,要排除

干扰,将注意力集中到所研究的主要对象和主要现象上,同时还要注意识别实验中的假象.例如用成品仪器研究气体状态参量间的关系时,由于仪器结构比较复杂(这也是这类仪器的缺点),学生往往不知道应观察什么.这时就要使学生了解,实验中研究的对象是封闭在玻璃管内的气体,要读取的数据是气体的体积、两边管内水银面的高度差以及温度计显示的温度,而如仪器中的恒温装置等,就不必加以注意.第三,观察时要周密、细致、准确.例如观察白光的双缝干涉现象,粗心的学生可能只看到了明暗条纹;细心一点的学生可能注意到了条纹的边沿呈现彩色;更细致一点的学生则可能注意到了每一条纹的内沿和外沿各呈现什么色彩.显然这几种不同的情况,学生从观察中获得的知识和得到的锻炼就不同了.第四,观察活动要和理论思维相结合,也就是说要把观察到的现象和学过的基本理论联系起来,只有这样,才能深入了解所研究的现象的实质,从中养成理论联系实际的习惯.最后,应要求学生用科学的语言把观察到的现象描述出来或记录下来,这反过来也促使学生更周密、更细致地进行观察.

学生有了观察物理现象和周围其他事物的兴趣,并掌握了正确的观察方法,这对他们今后的学习和工作将带来长远的影响.

二、实验教学是物理教学研究的永恒课题

通过中学物理的学习,不仅要使学生更好地掌握物理学的基础知识和一些实验技能,更要帮助学生形成对周围世界的正确认识,掌握科学的思维方法,培养理论联系实际、实事求是、严谨的科学作风和工作习惯,而这一切,离开实验教学是不能达到的.在物理教学改革中,对教学实验及实验教学方法的研究和改进是一个非常重要的课题.

各种新技术、新材料的出现,为中学物理实验的改进提供了物质条件,如何把这些新技术、新材料用到中学物理实验中,设计效果更好、更生动有趣的新的教学实验,如何改进原有的教学实验,也有许多问题值得研究探讨.

中学物理教学,其教学内容、教学对象、教学要求都有它的特殊性,

如何把物理学的理论知识和实验知识与中学物理教学结合起来,也是一个很值得探讨的问题.加强实验、开展实验教学的研究,是中学物理教学研究的永恒课题.

但时至今日,如果我们冷静地思考一下,便不得不承认,目前中学物理教学中还存在着一些很不正常的现象,现实和我们所希望的情况尚有距离,容不得我们乐观.物理教学中脱离实际、轻视实验的现象依然存在,而题海战术仍在盛行,各种习题、资料泛滥成灾.这种教学不是研究物理科学和物理教学本身的规律去发展学生的思维,而是热衷于归纳习题的类型,反复演练,把物理课变成了解题训练课.

上述不正常做法的后果,不仅使学生获得的物理知识更加抽象、僵化,脱离实际,而且实际上还会使学生形成这样的一种印象:物理知识不是从实践中获得的,而是从人们头脑里产生的;研究物理学的目的也不是探索客观世界的自然规律,用以指导人们改造自然的实践,而只是拿来解决一些人们头脑中编造的、现实世界中不可能发生的繁琐的问题.这样就存在一种潜在的危险,即由于我们教学指导思想的错误,在潜移默化中使学生形成一种对客观世界的错误观念和错误的认知模式,这对他们的健康成长会造成十分不利的影响.

三、中学物理实验教学研究的内容

中学物理实验教学的研究,外延很广,当然,实验教学研究和一般理解的教具研制是两件完全不同的事情.

按照统一的教材和教育部门制订的配备目录配备的实验仪器和设备,仪器生产厂商生产的仪器往往赶不上教学改革的发展.设计和改进实验装置或仪器,是物理教师的一个经常性的任务,是实验教学研究中大量的、基本的工作.

但实验教学的研究,还应该包括实验方法的设计和改进,以及实验过程中教学环节的设计和改进.比方说如何利用现有的仪器设备设计出更巧妙的、教学效果更好的实验;如何发挥传统实验的教学功能;如何对实验教学的环节作出合理的安排,对学生的学习活动作出正确的

指导等,而这几个方面又是互相联系、不可分割的。

教学实验设计的依据,首先是物理学的基本理论。设计者对实验所研究的物理过程要有深入的理解,对实验中各个因素之间的关系在数量级上要有正确的估计。教学实验的设计,还必须考虑学生的认识规律,符合教学法的基本要求。设计者必须明确实验所要达到的教学目的,了解学生对所研究问题认识过程的特点。例如教学过程中所研究的问题如何提出和展开;如何引导学生进行观察、探讨,层层深入地揭示所研究问题的物理本质;如何向学生展示研究问题的科学方法;如何对学生进行技能、技巧的训练;如何考查教学的效果等。

四、中学物理教师的实验素养

要做一名称职的中学物理教师,应具有什么样的知识结构和素养呢?

1. 有比较扎实的知识功底,能自觉地运用物理学的基础理论知识分析实验教学中的问题,指导实验教学。

我们知道,一切科学的实验活动,都是在理论的指导下进行的,教学实验也是一样。应该说,中学物理教材中选定的教师演示实验和学生实验,都是经过了长期教学实践的筛选,是比较成熟的。但即使这样,我们在进行实验教学的时候,如果对实验中发生的物理过程缺乏深入的认识,对实验中各因素之间的关系缺乏基本的估计,还是不能取得理想的实验效果的,也不可能对学生的实验活动进行正确的指导。

2. 了解和熟悉常用的实验仪器、设备的原理、结构、特点和在各种条件下的使用方法,有较强的动手能力。

这里所说的“动手能力”,不是从单纯技巧方面来说的,而是指手脑结合,运用理论知识去解决实际问题的能力。此外,最好还要具备一些金工、电工和电子技术方面的知识和技能。只有这样,才能灵活地运用有关知识来解决实验中遇到的各种问题,才能把实验做“活”。也只有这样,才不至于在教学过程中遇到一些偶发事件而束手无策。

3. 了解物理教学实验中蕴含的物理思想、科学方法和学生的认知特点,并能根据实验的内容和学生的学习规律合理地安排实验程序,组织教学活动。

每一个物理实验都蕴含了物理思想和科学方法论,但实际教学的效果如何,最终取决于教师本身的思维方式和科学素养。教师只有对实验所蕴含的物理思想、科学方法及解决实际问题的技能、技巧有深刻的了解和体会,才能充分发掘每个实验的“营养要素”,全面正确地制定教学的目的要求,在教学中有意识地加以贯彻实施,并通过本身的示范作用来潜移默化地影响学生;只有充分了解学生的心理活动特点和认识事物的规律,才能有效地组织教学过程,达到教学的目标。可以设想,教师站在科学方法论和学习心理学的高度来组织和导演实验课的教学和处理教学中的问题,跟只能机械地完成课堂演示或使学生呆板地按照实验要求(即使是非常规范的)完成规定的实验,其效果是完全不同的。

教师的实验素养,还包括很多技能、技巧方面的问题。例如能否熟练地进行实验操作和作出示范,以及灵活地处理实验中的偶发事件;能否根据实验的进程和学生思维的发展组织教学环节和安排进度;如何把全体学生组织到教学活动中来;如何检验教学目标的落实程度等。这些问题都将最终影响到教学的效果,都应认真地加以研究。甚至一些非常具体的问题,例如你在课堂里演示时,有没有把实验的目的、原理、仪器装置和应该观察到的现象都交代清楚了?你的演示全体学生是否都看清了?你在演示时是站在讲台的后面还是前面进行操作?当在讲台前面进行操作时,有没有考虑到左、中、右学生的视线?操作中有没有必要的停顿来给学生进行思考和观察?又如在指导学生进行分组实验时,事先仪器和器材应准备到什么程度?哪些应该由教师或实验室工作人员进行选择 and 调节,哪些应该留给学生自己去做?实验前的指导应该做到什么程度?哪些应该由教师向学生交代,哪些应该由学生通过阅读教材或者通过尝试来找到答案?对实验中出现的哪些可以由教师帮助解决,哪些应该由学生自己去摸索?所有这些问题,都是很具体的,也是同样重要的。

教学实验的设计和改进行

实验是物理教学的一个环节. 在课堂教学特定的环境里和有限的时间内, 通过理论分析和实验活动, 要达到规定的教学目标. 对中学物理实验教学进行研究的时候, 首先要注意教学实验的这种特殊性.

对物理课的教学实验来说, 重要的不是获得某一项具体的结果, 而是实验的过程, 其目的是使学生通过实验活动认识物理现象和物理规律, 得到科学思维和研究能力的锻炼. 为了充分展示实验中的物理现象, 我们可以牺牲实验的精度而采用比较粗糙直观的仪器装置; 为了使学生在整个实验过程中处于积极的状态, 在能力上得到充分的锻炼, 我们宁可选择那些操作上看似繁琐、笨拙但构思巧妙的方法, 而不使实验者过于轻易地就得到实验结果. 这一切都说明教学实验与科学研究或生产过程中的实验是不同的.

我们在进行教学实验的设计、改进的时候, 不仅要深入了解实验中的物理过程, 处理好实验中各个因素间的关系, 提高实验的效果, 还要注意发掘实验的教学功能, 充分发挥实验在教学中的作用. 要开发新的实验, 也要注意研究原有的实验.

一、深入了解实验中的物理过程

在实验教学的研究中, 首先应该运用物理学的基本原理来分析实验中发生的物理过程, 处理好内、外各种因素间的关系, 使实验取得理想的效果, 灵活地解决实验中发生的问题, 对学生的实验活动进行正确的指导.