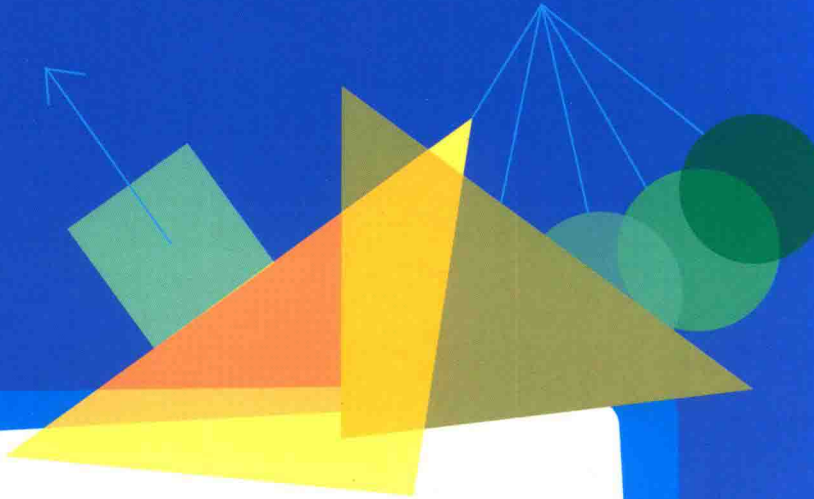




中学物理实验 技能训练教程

付丽萍 ◎主编



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

中学物理实验 技能训练教程

主 编 付丽萍

副主编 叶兴梅 李秀燕 罗运文

编写者 郑锦良 唐为民 方玉宏

林传金 陈景东 陈锦旗



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

中学物理实验技能训练教程/付丽萍主编. —厦门:厦门大学出版社,2019.6
ISBN 978-7-5615-7327-3

I. ①中… II. ①付… III. ①中学物理课—实验—教学法—高等学校—教材
IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 117665 号

出版人 郑文礼
责任编辑 眭蔚
出版发行 厦门大学出版社
社址 厦门市软件园二期望海路 39 号
邮政编码 361008
总编办 0592-2182177 0592-2181406(传真)
营销中心 0592-2184458 0592-2181365
网 址 <http://www.xmupress.com>
邮 箱 xmup@xmupress.com
印 刷 厦门市万美兴印刷设计有限公司

开本 787 mm×1 092 mm 1/16
印张 10.25
字数 245 千字
版次 2019 年 6 月第 1 版
印次 2019 年 6 月第 1 次印刷
定价 32.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换



厦门大学出版社
微信二维码



厦门大学出版社
微博二维码

内容提要

本书是闽南师范大学物理系及基础物理实验中心在长期教学实践的基础上总结教学经验编写而成的。

全书共分三章。第一章“中学物理实验基础知识”，第二章“初中物理实验”，第三章“高中物理实验”。全书共编入 19 个实验，每个实验又分为基础篇和提升篇。基础篇由实验目的、实验器材、实验装置、实验原理、实验过程等模块组成，主要培养学生实验操作的基本能力；提升篇以培养学生物理学科核心素养为宗旨，强化实验操作技能和实验教学能力的双重训练。本书可作为高等院校物理学专业(师范)实验技能训练的教材，也可作为学科教学(物理)研究生及中学物理教师提升物理实验教学能力的辅助教材。

前 言

物理实验是物理教学中的重要内容,中学物理实验是培养师范生教学实践能力的有效途径。本书共分为三章,第一章“中学物理实验基础知识”,主要介绍中学物理实验方法、中学物理实验类型及演示实验、学生分组实验的教学组织;第二章“初中物理实验”,共9个实验项目;第三章“高中物理实验”,共10个实验项目。初、高中实验项目选择的标准是基于课程标准要求以及培养学生实践能力的课程理念。我们在每一个实验的开篇都提供了一定的背景知识,篇尾给出了相关课题的文献,目的是拓展学生的学习视野。为了使学生在课前预习时就能对实验仪器有一个直观的了解,教材中的实验仪器设备基本上都配有相应的实物照片。

本书编写的具体分工为:付丽萍编写第一章及实验7、16;叶兴梅编写实验2、3、13、14,李秀燕编写实验4、5、10、11,罗运文编写实验8、9、17,郑锦良编写实验1、15,方玉宏、林传金、陈景东编写实验6、12,唐为民编写实验18,陈锦旗编写实验19;全书由付丽萍组织编写和统稿。

本书在编写的过程中得到了闽南师范大学教务处的资助及物理与信息工程学院的重视和支持,也广泛地参考了兄弟院校的相关教材,吸收了其中许多优秀思想和内容,在此一并表示衷心的感谢!

我们衷心期望得到广大读者、同行专家的批评指正!

编 者

2019年5月

目 录

第一章 中学物理实验基础知识	1
第一节 物理实验与实验方法	1
第二节 中学物理实验的类型与教学组织	6
第三节 误差分析在物理实验教学中的应用	14
第二章 初中物理实验	20
实验 1 探究海波与石蜡的熔化特点	20
实验 2 探究平面镜成像时像与物的关系	26
实验 3 探究凸透镜成像的规律	29
实验 4 测量水平运动物体所受的滑动摩擦力	35
实验 5 测量滑轮组的机械效率	41
实验 6 用电压表、电流表测量电学中的物理量(一)	45
实验 7 DIS 数字化系列实验(一)	57
实验 8 教具制作实践(一)	67
实验 9 教具制作实践(二)	74
第三章 高中物理实验	79
实验 10 探究加速度与物体受力、物体质量的关系	79
实验 11 验证动量守恒定律	87
实验 12 用电压表、电流表测量电学中的物理量(二)	93
实验 13 测量玻璃的折射率	107
实验 14 用双缝干涉实验测量光的波长	111
实验 15 用油膜法估测油酸分子的大小	116

实验 16	DIS 数字化系列实验(二)	120
实验 17	演示实验系列	132
实验 18	教具制作实践(三)	145
实验 19	乐高(LEGO)积木搭建实验	150

第一章 中学物理实验基础知识



第一节 物理实验与实验方法

物理学是研究物质结构、物质相互作用和运动规律的自然科学。物理学作为自然科学的重要分支,不仅对物质文明的进步和人类对自然界认识的深化起重要的推动作用,而且对人类的思维发展也产生了不可或缺的影响。从亚里士多德时代的自然哲学,到牛顿时代的经典力学,直至现代物理学中的相对论和量子力学等,是物理学家科学素养、科学精神以及科学思维的体现。物理学由实验和理论两部分组成。物理实验是人类认识世界的一种重要活动,是科学研究的基础。物理实验是有目的、有计划地运用仪器、设备,在人为控制的条件下,使物理现象重现,从而进行观测,并获取资料的一种科学研究方法。物理实验主要有两个特点:一是可控性,二是可重复性。实验是物理学产生和发展的科学基础,是检验物理理论是否正确的标准,对物理学的发展具有巨大的推动作用,在物理学的发展中具有重大的意义。

一、物理实验在教学中的作用

实验教学既是物理教学的基础,又是物理教学的重要内容、方法和手段,它在物理教学中起着重要作用。教学实验是有选择地把一部分研究或探索物理现象、规律的实验和事实,在集中的时间里呈现给学生。实验是了解、研究自然规律的重要方法,它的作用不只是为了获取信息,应该让学生认识到实验操作是在相关原理的指引下进行的,要学会把实验获得的信息归纳成结论。在物理实验教学中应该重视学生对物理实验的理解。在观察演示实验时,应该尽量让学生了解实验装置的工作原理,不仅要学生关注所观察的现象,同时更要让学生理解该物理现象背后的物理原理;在进行学生实验时,应该让学生在明确实验目的、理解实验原理的前提下独立操作实验。物理实验重要作用主要体现在以下几个方面。

(一)激发学生的好奇心、求知欲

实验具有真实、形象、生动的特点。中学生喜欢动手,实验时其注意力高度集中,新奇的实验现象常常出乎他们的意料,使他们兴趣盎然,容易唤起他们的好奇心,激发他们的求

知欲望。实验是一种有目的的操作行为,学生在观察的基础上,很自然会产生一种自己动手操作的欲望。让学生自己动手实验,有利于激发学生主动学习的欲望,学生变被动接受知识为主动获取知识,这样对学生个性的发展具有不可替代的作用。

(二)提供符合认知规律的学习情境

现象是物理学的起源。在学习物理过程中,形成概念、发现规律直至建立物理知识体系,首先要有一定的感性认识。这种感性认识一部分来源于学生对自然现象的观察及生活环境,一部分来源于实验提供的物理事实。对学生缺少感性认识的现象,运用实验则可以提供精心选择的、简化的、纯化的素材,使学生获得明确、具体的认识。

例如讲解大气压强时,首先应该让学生感受到大气压强的存在,通过覆杯实验,帮助学生认识大气压强的现象。又如学生对静摩擦力的方向常常难以理解,如果用毛刷实验,通过观察刷毛的形变方向,则有助于学生理解、突破学习中的难点。

(三)发展学生的能力,使其掌握科学方法

物理课程应改变过分强调知识传承的倾向,让学生经历科学探究过程,学习科学研究方法,通过观察、操作、体验等方式,逐步学习物理规律,构建物理概念,学习科学方法。实验能培养学生的多种能力:实验之前阅读相关实验资料,能培养学生的阅读、自学能力;实验中组装、操作仪器,能培养学生的动手操作能力;实验过程中通过感觉器官接收数据信息,并传递到大脑,一方面进行思维加工,另一方面输出反馈信息,控制和操作仪器,这个过程可以培养学生的思维能力、观察能力和手脑并用的能力;实验结论用语言和文字的形式表达出来,能培养学生的表达能力。因此,实验过程是学生综合能力的培养过程。

(四)培养求真、求实的科学态度和科学精神

实验过程本身是一个严谨的科学过程,通过实验,学生经历基本的科学探究过程,学习科学探究方法,发展初步的科学探究能力,形成尊重事实、探索真理的科学态度。要想获得实验的成功,必须一丝不苟,注意到每个细节,这对培养学生实事求是的科学态度和严谨的科学作风十分有益。此外,实验过程中通过重现物理学发现,可以帮助学生学习科学方法,培养科学的探索精神,关心科技发展的动态,关注技术应用带来的社会进步和问题,进而树立正确的科学观。

二、物理实验方法

物理教育的任务,一类是物理学知识体系,即学习物理知识和运用物理知识去分析、解决物理问题,另一类是观念和方法。中学物理实验主要包括验证性实验(即再现物理现象)和探索性实验(探求物理规律)。进行各类物理实验均需使用一定的科学方法,在实验教学过程中,物理实验中的科学方法是中学物理实验教学技能训练的重要目标和内容。在中学物理实验中,常见的科学方法如下:

(一)观察法

观察是物理实验中有目的、有计划且比较持久的感知活动,是学生获得感性认识的条件。在物理实验的观察中,学生常用的感觉是视觉和听觉,有时还可以运用触觉和味觉。物理观察的步骤是:①确定物理观察的目的、对象和内容;②选择、调整观察方法;③进行观察记录;④提出疑问或新的观察计划。据此,将物理观察能力分成五个基本层次:①对学习物理知识器具的观察;②对物理现象和物理过程的观察;③养成自觉观察物理现象的习惯;④在物理观察中提出疑问;⑤制订物理观察计划,表达观察结论。所以,在中学物理实验中,教师要注意引导学生观察实验仪器,引导学生养成观察的意识,对物理现象以及数据、图表、图像的变化能提出问题,能相互交流、表达观察的结论。

(二)控制变量法

物理学中对于多因素(多变量)的问题,常常采用控制因素(变量)的方法,把多因素的问题变成多个单因素的问题。每一次只改变其中的某一个因素,而控制其余几个因素不变,从而研究被改变的这个因素对事物的影响,这种方法叫控制变量法。例如探究影响滑动摩擦力的因素,如果要探究滑动摩擦力和压力的关系,应控制接触面粗糙程度不变;如果要探究滑动摩擦力和接触面粗糙程度的关系,应控制压力不变。又如欧姆定律实验,研究导体中的电流与导体的电阻和导体两端电压的关系,可以先保持电阻不变,研究电流与电压的关系;再保持电压不变,研究电流与电阻的关系,从而得出导体中的电流与导体两端的电压成正比、与导体的电阻成反比的结论。探究声音的响度和音调的关系、力与运动的关系、影响压力作用效果的因素、影响液体压强大小的因素、影响浮力大小的因素、影响滑轮组机械效率的因素等都应用了控制变量法。

(三)放大法

在物理实验中,为了更好、更方便地对实验中一些微小量进行测量与显示,有时需要对一些量进行适当的放大。放大法有机械放大、电放大和光放大,通常运用在力学、热学、电学、光学等实验中。螺旋测微计就是利用机械放大的方法,通过由较大周长的可动刻度盘显示微小进退。对于一些微小电流(或是微弱电动势)可以通过光放大式低电阻检流计来放大显示。光学放大法常用平面镜、凹面镜、放大镜、显微镜、幻灯、投影、望远镜等来展示微小物理量或细微变化。

(四)比较法

比较是确定研究对象之间差异点和共同点的思维过程和方法。各种物理现象和过程都可以通过比较来确定其差异点和共同点,为进一步抽象概括做好准备工作。例如在研究液体内部压强的实验中,主要通过比较 U 形管两边液面的高度差,得出同一深度处液体向各个方向压强相等、液体压强随深度增加而增大、同一深度处液体密度越大压强越大的规律。中学物理中对长度、质量、时间、温度等物理量的测量,以及对事物进行定性鉴别和定量分析,用的都是比较法。

(五)转换法

对某些不容易直接测量的物理量,实验中常借助于力、热、电、光之间的转换关系,用某些能直接测量的量来代替。根据研究对象在一定的条件下有相同的效果做间接的观察、测量。例如把用油膜法估测分子的直径转换为测量油膜的面积,电磁铁磁性强弱可以用吸引大头针的多少来反映。又如液体压强也是非常抽象的物理量,在研究液体对容器底部或侧壁的压强时,通过观察容器上的橡皮膜形变的程度来直观反映液体压强的存在及变化。传感器是转换法常用的器件。

(六)模拟法

有时候由于物理现象比较复杂或实验技术的难度较大,一些物理现象难以直接观察或物理量难以直接测量,可改用与之有一定相似性、比较容易操作的实验,通过模拟比较间接地去认识和研究。如静电场中的等势线,就是根据稳恒电流场与静电场的相似性,改用描绘稳恒电流场的等势线模拟静电场,加深对静电场电势分布的理解。又如在讲静摩擦力的方向时,用长毛板刷来模拟物体的运动趋势;研究微观分子的热运动特点时,难以让学生直接观察,可以利用花粉颗粒来间接反映其运动的无规则性;在确定磁场中磁感线的分布时,可以用铁屑的分布来模拟磁感线的存在。

(七)留迹法

利用物理原理,把转瞬即逝的现象(位置、轨迹、图像等)直接记录下来,以便能直观和长时间地保留、比较和研究。例如在纸带上打出小车运动过程中不同时刻的位置,用描迹法画出平抛物体的轨迹,用示波器显示变化的电流、电压等。又如演示简谐运动的图线,通过摆动漏斗漏出的细沙落在匀速拉动的硬纸板上而记录下各个时刻摆的位置,能方便、直观地研究简谐运动的图像;插针法测定玻璃砖的折射率时,在白纸上留下针孔的位置,用直尺连线作出光路图,研究光的传播路径,再通过测量求出其折射率;在描绘电场中等势面的实验中,用探针通过复写纸在白纸上留下痕迹来记录等势点的位置。

(八)理想化方法

实际物理现象中的研究对象、外部因素往往复杂多变,因此,实验时可采用忽略其次要因素或假设一些理想条件的办法,以便能突出现象的主要因素,取得实际情况下合理的近似结果。研究主体借助逻辑思维和想象力,根据所研究问题的需要和具体情况,有意识地突出研究对象的主要本质因素,在思维中排除次要因素和非本质因素及无关因素的干扰,构造理想化实验,创建理想化模型,以简明扼要地揭示物理现象的本质。

中学物理教学中常用的是理想化模型,可分为对象模型、过程模型、条件模型。所谓对象模型,就是用来等效代替研究对象实体的理想化模型。例如质点、弹簧振子、点电荷、理想变压器、纯电阻、理想气体等都属于对象模型。它们都是实际物体在某种条件下的近似和抽象。人们根据其物理性质用理想化图形来模拟的概念也属于理想化对象模型,如光线、电场线、磁感应线。对象模型的建立会使要解决的问题大为简化。实际的物理过程都

是由诸多因素共同作用的结果,忽略次要因素的作用,只考虑主要因素引起的变化过程叫作过程模型。例如在空气中自由下落的物体,在高度不高时,空气阻力比起重力可以忽略不计,因而可抽象为自由落体运动。又如单摆实验中,理想化的单摆假设摆线不可伸长,质量远小于摆球质量(可忽略),摆球为匀质小球,悬点的摩擦和空气阻力均不计。在用油膜法估测分子直径的实验中,假设形成的是单分子层油膜,分子与分子紧挨着排列等都做了理想化处理。

(九)累积法

某些微小量的测量,在现有仪器的精确度内难以测准,可以通过将这些微小量积累,然后求平均值以减小误差。例如,测量均匀细金属丝直径时,可以采用密绕多匝的方法;分析打点计时器打出的纸带时,可隔几个点找出计数点进行分析。

(十)替代法

研究物理问题时,有时为了使问题简化,在效果等同的前提下,把实际的、复杂的物理过程变成理想的、简单的等效过程来处理,既可使计算大为简化,又可加深对物理概念、规律的理解。替代法是将测量中某些较难准确测定的物理量和易测量进行相互交换。通过替代,可以使不可直接感知的物理现象变成可感知的,使变化微小的物理现象可见,使不容易直接测量的物理量易于测量。等效替代法替代的必须是同一个量。例如测量不规则物体的体积时,可以将物体放入装满水的烧杯中,用溢出水的体积替代不规则物体的体积来测量。

按等效效果的形式,通常分为模型等效替代、过程等效替代、作用等效替代。模型等效替代就是用简单的、易于研究的模型来代替复杂的物体或某种运动、相互作用。如中学物理中的质点模型、刚体模型、理想气体模型、点电荷模型、线电流模型。它们都是在一定的精度范围内对实际物体忽略次要因素,抓住主要因素,通过抽象、概括等思维过程形成的物理模型。中学物理中我们还会用实物模型去替代实际物体。例如我们教学中用到的发电机模型、内燃机模型、电动机模型都是用来模拟实际发电机、内燃机、电动机的工作过程,从而使学生更好地理解其工作原理的。

所谓过程等效替代,就是用一种或几种简单的过程来替代一种复杂过程的物理方法。一般主要表现在以下两方面:①用理想过程等效替代实际过程。理想过程是对实际过程的抽象,但其目的在于通过对理想过程的研究以了解实际复杂的过程。例如研究物体下落,我们忽略了空气阻力、风的吹力、物体自身转动等次要因素,认为是自由下落。通过对理想过程的研究,学生能对实际物体下落的速度规律、位移规律有很好的理解。如果不用过程替代,而是考虑这么多因素的影响,那么我们中学阶段就不能够研究这种运动了。②用简单过程替代复杂过程。例如“平均速度”概念引入时,就是把变速运动等效为一种匀速运动,从而把复杂的变速运动转变为最简单的、易于掌握的匀速运动来处理。又如平抛曲线运动可分解成水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动,斜抛运动可分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的上抛、下抛运动。任何一种复杂的振动都可以等效为几个振幅、频率不同的简谐运动的合运动。所以,我们只要通过研究简谐运动就可以认识

复杂的振动。

所谓作用等效替代,是指从某种过程对外界产生的作用及效果相同出发,研究物理事物的本质和规律,分析和处理物理问题的一种方法。例如在矢量的合成和分解中,“合成”和“分解”的概念的建立实际上就是从作用等同性出发的。如力的合成是用一个力来代替几个力,并且使这个力作用的效果与那几个力同时共同作用的效果相同,我们把这个力叫作那几个力的合力;力的分解则是用几个力同时共同作用的效果来替代一个力作用的效果。交流电有效值的定义也用等效替代法,让交流电在一定时间内通过一电阻所产生的热量与某一直流电在相同的时间内通过同一电阻所产生的热量相等,则该直流电的电流与电压值就是该交流电的电流与电压的有效值。另外,还有等效电源、等效重力加速度等都是作用效果的等效替代。

(十一)外推法

中学物理常用的外推法是在图像法的基础上,将图线经过适当延长,使之与坐标轴相交,然后研究其交点所包含的物理意义及由此说明物理原理。例如在伽利略的理想斜面实验中,伽利略把斜面逐渐外推到极限位置——水平面,提出“小球再也达不到原来的高度,而是沿着水平面以确定的速度持续运动下去”。又如在用电流表和电压表测定电池的电动势和内阻的实验中,可从图像与电压轴的交点求出电动势。

第二节 中学物理实验的类型与教学组织

一、中学物理实验的类型

中学物理实验有不同的类型,也有不同的教育功能。根据不同的分类标准,中学物理实验教学有不同的分类。

(一)根据训练的目的和功能分类

1. 技能训练性实验

技能训练性实验有两种类型。一类是基本仪器使用训练性实验,主要掌握一些基本仪器,如刻度尺、天平、滑动变阻器、温度计、测力计、量筒、压强计、电流表、电压表、示波器等仪器的调整、操作、使用方法以及注意事项。做好这类实验要引导学生了解并学会使用实验器材,知道在什么条件下使用什么样的实验仪器,掌握其操作规范和要领。另一类是让学生应用所学物理知识,提高理论联系实际的能力以及训练学生的实际操作技能的实验,如安装简单的照明电路、组装显微镜、组装望远镜、安装收音机等。做好这类实验,要引导学生明确实验任务、实验的基本原理、操作的基本要领。

2. 测量性实验

测量性实验不同于技能训练性实验。虽然技能训练性实验也能直接测量物理量或直接观察物理现象,但其主要功能是基本实验技能的操练。而测量性实验是学生在具备基本实验技能的条件下,对未知的物理量或物理常数进行测定。大量的测量性实验是根据已知的规律用能直接测量的物理量来求得待测的物理量,即间接测量物理量,并要进行误差分析,或进行测量方法的比较,以期用最佳的实验方法和途径精确测得物理量,如测定物质的密度、测定固体的比热、测定重力加速度、用伏安法测电动势和内电阻等。做好测量性实验的关键是教师要引导学生明确实验的任务、掌握所依据的理论,兼顾实验仪器的选择、组装及测量精确度等因素。

3. 验证性实验

验证性实验是在学生学习了物理规律之后做的实验,目的在于验证所学规律的正确性,如学生学习了平抛运动的规律后做实验验证平抛运动规律的正确性,学习了动量守恒定律后用气垫导轨做实验验证两个物体碰撞前后动量守恒,学习了机械能守恒定律后做实验验证机械能守恒定律。做好验证性实验的关键是教师要引导学生设计好实验的教学活动,切不能让学生照葫芦画瓢般地机械操作,而是要让学生明确实验的设计思想和实验原理,自己设计实验方案,控制实验条件,排除干扰因素,在实验中准确测量数据,对数据进行有效的分析处理,归纳得出实验结论,从而验证实验规律。

4. 探索性实验

探索性实验亦称为探究性实验,这类实验一般安排在学生在学习物理知识或物理规律之前,是指学生在不知道所求知识或规律的前提下,通过设计实验、进行实验操作、记录实验结果、分析实验数据,得出结论的实验形式。现行中学物理课程十分重视探究性实验的教学,如通过实验探究摩擦力大小与哪些因素有关,探究并理解透镜成像的规律,通过实验探究物体加速度大小与物体质量、物体受力的关系,通过探究理解楞次定律,都可以根据教学的实际情况,把实验安排成探究性实验。进行探究性实验教学的基本过程是:创设情境—提出问题—实验探究—形成结论—交流讨论。教学中先创设问题情境,让学生发现并提出探究的问题,通过实验探究活动研究物理量之间的关系,总结出物理规律,从而领会科学探究的一般过程并学会科学探究的一般方法。

(二)根据教学组织形式分类

1. 演示实验

演示实验主要是由教师在课堂上操作演示的实验,也可以由学生参与,配合教师操作。通常用物理仪器或实物进行操作演示,包括教师出示的模型演示、用投影教具和模拟教具进行的操作演示,也包括放映物理录像片、电影片、幻灯片等声像教学资料以及利用计算机进行的模拟实验等,如研究大气压强时教师做的“纸片托水”实验、研究自由落体运动时教师做的“牛顿管实验”。

2. 学生分组实验

学生分组实验是学生在教师指导下,在实验室中利用整节课的时间,独立操作或小组配合操作完成的实验。它有利于发挥学生学习的主动性,激发学生强烈的求知欲和浓厚的

学习兴趣,培养学生的创造性思维和实验动手能力。这类实验从组织形式上可分为课内实验和课外实验;根据实验目的可分为技能训练性实验、测量性实验、验证性实验和探索性实验。

学生分组实验的要求比较高,教师应根据学生的不同情况,提出不同的教学要求,使每一个学生都能在分组实验中有所收获。

3. 随堂实验

随堂实验也可称作边学边实验(或称为边教边实验),是指教师一边教学一边指导学生进行实验的一种教学方式。随堂实验既非教师动手的演示实验,也不同于学生的分组实验。根据实际需要,实验时间可长可短,实验可大可小,不一定使用正规实验室,也不必履行“预习—实验(操作)—报告”的完整实验步骤,可以在情境创设中、科学探究中、巩固训练中使用。例如研究通电导线在磁场中的运动、学习楞次定律时研究条形磁铁插入或拔出线圈时感应电流的方向,都可以采用随堂实验的方法。这类实验可以很好地调动学生学习的积极性,相比于演示实验、学生分组实验有其独特的优点。

二、中学物理实验的教学组织

(一)演示实验的教学组织

演示实验是指在课堂上主要由教师操作,并通过教师的启发引导,帮助学生对实验进行观察思考,以达到一定教学目的的实验教学方式。演示实验可以用于课堂教学的各环节。引入课题的演示,其目的在于引起学生对即将研究问题的兴趣,激发学生的求知欲望,因而应当具有引人入胜、发人深省的特点;对于建立物理概念和研究物理规律的演示,其目的在于提供感性材料,借以形成概念、建立规律,因而应当具有实验条件明确、观察对象突出、演示层次分明的特点;对于深化和巩固物理概念和规律的演示,其目的在于加深理解、强化记忆,因而其特点应当是在原有实验的基础上改变一些条件,以利于扩展和推广。

1. 演示实验的特点和作用

(1) 引入课题,激发学生的探究欲望

教师可以选择一些生动、有趣、新奇和使学生感到意外的演示实验来引入课题,从而有效地激发学生的求知欲望。例如教师在讲解动量定理之前可以先做一个演示实验,让一个生鸡蛋从高处落下,落在垫有厚泡沫塑料的玻璃杯里,鸡蛋没有破损;再将鸡蛋在玻璃杯边沿上轻轻一磕,鸡蛋破碎,蛋清流入玻璃杯。随后教师提出问题:“为什么鸡蛋从高处落下没有破碎而在玻璃杯边沿轻轻一磕就破碎了?”教师运用这个演示实验,创造了一个愉快的学习情境,使学生的思维活动处于积极状态。

(2) 提供必要的感性素材,帮助学生形成概念和认识规律

在课堂教学中,教师常用演示实验展示物理现象和变化过程,特别是学生日常生活中难以见到的或者和学生的经验相违背的现象和过程,使学生获得丰富的感性知识,为学生形成正确的概念、认识规律创造条件。

(3) 进行观察和思维训练,巩固和运用物理知识

由于演示实验由教师控制,教师能够有意识地选择和设计实验内容和程序,得心应手地把需要的现象展示出来,从而在学生运用知识的过程中发挥很好的作用。例如电学实验中,通过观察电流、电压的变化,经过认真分析思考,推断电路结构;滑轮黑箱实验中,通过观察力的关系,分析推断滑轮组的结构。

(4) 提供示范,为学生训练实验技能创造条件

在演示实验中,教师的示范作用表现在两个方面:一是通过演示实验介绍学生将要使用的仪器和进行实验的方法、步骤、技能;二是通过操作过程中表现出的实事求是的态度、严肃认真的作风,潜移默化地影响学生,培养学生良好的科学作风和习惯。

2. 演示实验的教学要素

(1) 告知目标,引起注意

演示实验用于课堂教学的不同环节,有不同的目的,因此有不同的教学要求。有无必要演示,选择什么样的演示实验,怎样进行演示,都必须从具体的目的出发。在演示实验前,教师要进行充分的引导并告知目标,可以通过创设一定的物理情境来提出问题,以明确演示的目的,明示学生要观察的要点。

(2) 注意引导学生观察和思考

在演示实验过程中,对现象明显、易得结论的实验,先引导学生分析后演示;对学生没有前认知的实验,先演示,引导学生观察后再分析;对复杂的实验,可以边演示边分析。演示实验的观察指导是培养学生观察能力的重要途径。这里所说的观察指导包含两层含义:一是演示本身应能吸引学生的观察和注意,二是教师在演示过程中应及时指导。及时指导并不是说教师指到哪里,学生就看到哪里,而是指教给学生观察的方法。在演示前,一定要让学生明确为什么要做这个实验以及打算怎样做,出示仪器并对仪器的作用有所交代。实验前教师应提出问题或启发学生提出问题、做出猜想、预示现象的发生过程,告诉学生观察什么、怎样记录数据、怎样推理等。教师引导学生交流讨论,通过对各种现象的分析、比较、抽象、概括、归纳、演绎和判断,弄清因果关系,寻找规律,得出结论。例如在演示液体内部压强规律时,应当首先使学生认识 U 形管压强计的构造及功能,知道液体内部压强与 U 形管两端液面高度差的关系。可以先靠直觉,如在橡皮膜上用手或重物压,使学生了解 U 形管两侧液面高度差越大,橡皮膜上受到的压强越大。在此基础上再做演示实验,观察同一深度处各个方向、同一液体不同深度处、同一深度处不同液体这些情况下液面的高度差,进而推断出液体内部压强的规律。

演示实验教学中,要引导学生观察条件的差异,发现条件差异与产生结果差异之间的联系;要注意训练学生的观察思路,从局部到整体,再从整体到局部,或纵横对比,把握事物的特征。教师还要注意使学生的观察活动和思维活动紧密结合,用观察促进思维活动的展开,用思维指导观察活动的进行,使学生逐步提高观察和思维能力。一般情况下学生按照教师的演示程序思考,比较容易解决问题,而独立地思考物理现象的本质时常常会发生困难。例如水的沸腾条件的演示实验,在一个大烧杯中放入大半杯水,再插入一个不接触杯底的试管,试管内也放入适量的水。先让学生思考:给烧杯加热,使大烧杯里的水沸腾,试管中的水是否沸腾?学生的回答可能各不相同。这时,给学生演示,结果表明大烧杯里的

水沸腾了,试管里的水虽然达到 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$,但并没有沸腾。再启发学生回顾沸腾的条件,指出判断失误的原因是没有确切地掌握沸腾的两个条件——达到沸点及大量吸热,让学生看到自己思维的不足。

(3)常用的基本教学组织形式

①观察—归纳:教师通过改变实验条件进行多次演示,从而引导学生在观察的基础上归纳总结出物理规律。

②分步—剖析:有的实验不能一步直接演示完毕,而要分步演示,逐层深入,如演示感应电动机的原理、常用电容器的结构原理等。

③模拟—建构:限于实验条件,有些演示实验可以借助模型、挂图及多媒体技术模拟演示。恰当地运用模拟演示甚至可以达到实物达不到的效果。特别是多媒体技术,可以演示实物不能做到的实验,如天体的运行、电流的形成、风洞的模拟等。通过恰当的模拟演示,启发学生建构正确的知识体系。

3. 演示实验教学中的注意事项

(1)演示现象要清楚,效果要明显

演示实验往往是教师一人操作,所有学生都在观察。为了让课堂上所有学生都能看清楚演示实验的现象,效果必须明显直观。在设计演示实验时应注意以下问题:

第一,仪器的尺寸尤其是观察部分的尺寸要足够大,测量仪表的刻度线要适当粗些,灵敏度要高,必要时可采取适当放大的手段,如电放大、光放大、机械放大等,以增强演示效果。

第二,物理过程的变化要显著,被观察的主体要对比强烈,易于分辨,可采用染色、生烟、衬托背景、照明等方式来增强对比效果。

第三,注意放置仪器的位置,要有足够的高度,不要平堆在桌面上,运动物体所在的平面应与黑板面平行,必要时可借助投影仪、演示板、磁性黑板等。如用投影仪观察发波水槽中两列波的叠加。

第四,仪器简单,过程明了。演示实验的目的在于突出要观察的物理现象和物理过程,减少无关因素的干扰,特别是在一些为建立和巩固物理概念的定性演示实验中,没有必要选择精密复杂的实验装置。例如用墨水瓶演示微小形变,其实验效果要比用复杂的光杠杆系统装置好。

(2)演示操作要安全可靠

演示实验在课堂上进行,要确保学生的安全和身体健康。课堂上的教学时间是极其宝贵的,如果教师在演示中出现失误,不仅会耽误课堂教学时间,而且会引起学生对所得结论的怀疑;因此,教师在课堂上的演示实验必须确保成功。教师要做到以下几点:

①做好充分的准备工作。这是确保演示实验成功的关键。教师在课前要选择好所需的仪器和材料,仔细地进行检查,并按照课堂上的实际程序预做几遍。熟悉仪器的使用性能,了解实验的准确程度,估计实验的时间,观察教室环境等,并在教案中写明演示所需的每一件物品,以免课堂上演示失败。

②课堂演示时必须确保安全。演示时,教师必须按照安全操作规程去做,认真仔细,确保人身安全和仪器设备的安全;对可能存在不安全因素的实验,一定不要让学生上台操作。例如需要用到 220 V 或 380 V 电压的实验,或者用到高压感应圈、水银的实验,应当由教师