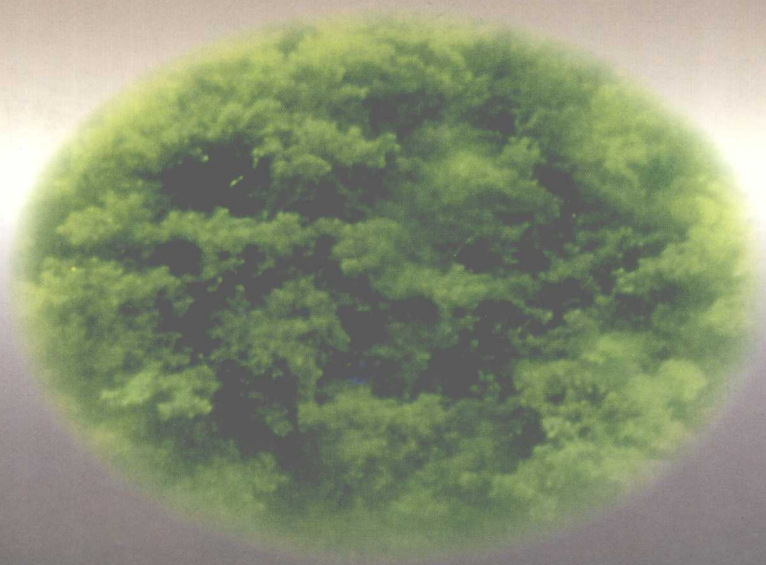


WULI SHIYAN SHEJI
YU ZHIDAO

全国中小学教师
继续教育教材

物理实验设计与指导

徐荣亮 主编



东北师范大学出版社

04
420

全国中小学教师继续教育教材

WULI SHIYAN SHEJI YU ZHIDAO

■东北师范大学出版社

长 春

物理实验设计与指导

■主 编 徐荣亮

(吉) 新登字 12 号

☐ 出版人：贾国祥

☐ 策划编辑：杨华云 唐东梅

☐ 责任编辑：廖永新

☐ 封面设计：未 名

☐ 责任校对：弓龙植

☐ 责任印制：张允豪 栾喜湖

全国中小学教师继续教育教材

物理实验设计与指导

徐荣亮 主编

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街 138 号 (130024)

电话：0431—5695744 5688470

传真：0431—5695744 5695734

网址：<http://www.nenu.edu.cn>

电子函件：Chubs@ivy.nenu.edu.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版

长春市第九印刷厂印刷

1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月第 1 次印刷

开本：850×1168 1/32 印张：8.125 字数：192 千

印数：0 001 — 5 000 册

ISBN 7 - 5602 - 2470 - 9/G · 1390 定价：9.00 元

中小学教师继续教育教材编写委员会

主 任：史宁中 盛连喜

委 员：张贵新 何艳茹

梁忠义 李 全

贾国祥 李殿国

陆志平

中小学教师继续教育物理教材编委会

主 任：陆志平

副 主 任：王泽农 李 容

编 委：陆志平 王泽农 李 容

王 瑜 虞澄凡 张朴成

王兆鸿 徐荣亮 赵超先

学 科 主 编：王泽农

学科副主编：李 容

本册撰稿：徐荣亮

出版说明

历史将翻开新的一页，人类即将跨入 21 世纪。21 世纪是充满机遇和挑战的世纪，是一个科学技术更加发达，竞争更加激烈，社会对人的素质要求更高的世纪。提高人的素质的关键在教育，振兴教育的关键在教师，只有造就一支高素质的教师队伍，才能满足 21 世纪教育发展的要求。而建立和完善适应 21 世纪需要的中小学教师继续教育制度，则是造就高素质中小学教师队伍的根本措施。

1998 年 6 月，国家教育部师范教育司制定并印发了《中小学教师继续教育课程开发指南》（以下简称《指南》）。《指南》对中小学教师继续教育的教学内容和课程体系作了原则规定，对现阶段中小学教师继续教育提出了基本要求，这标志着我国中小学教师继续教育教学内容和课程体系的确立。

我们组织编写的这套教材是以《指南》为指导，按《指南》所规定的课程和内容要求而编写的。我们目前出版的这些教材，大部分都是《指南》中规定的必修课。根据中小学教师继续教育开展的情况，我们还将陆续组织编写出版《指南》中规定的其他教材。

在教材编写过程中，我们认真汲取了“八五”期间全国各地开展中小学教师继续教育的宝贵经验，坚持从中小学教师队伍建设

设计的需要和中小学校的实际出发,力求反映先进的教育思想、教育理论,反映最新的学科知识发展动态、教育教学改革实践和研究成果,反映现代教育技术和先进教学方法,在确保科学性的前提下,进一步突出了教材内容的针对性、实效性、先进性和时代性,体现了中小学教师继续教育的特点和要求。

由于时间仓促,加之中小学教师继续教育教材建设尚处在起步阶段,缺乏足够的经验,缺憾之处在所难免,恳请广大读者不吝赐教,并在研究和探讨方面与我们进行更多的合作。

希望本教材能对广大中小学教师完善自我,提高自身素质,顺利地跨入 21 世纪,助一臂之力。

东北师范大学出版社

1999 年 7 月

总 序

为了造就一支高素质的中学教师队伍,根据终身教育的思想,建立和完善适应新世纪需要的中小学教师继续教育制度,教育部师范教育司制定了《中小学教师继续教育课程开发指南》(以下简称《指南》)。《指南》的制定无疑对全国中小学教师继续教育工作的开展起了推动作用,但是如何编写一批可供各地教师选择的教学用书,确实是一项浩大的工程。虽然《指南》提出了课程开发的基本原则和依据,但是中国幅员辽阔,地区差异很大,教师本身学历和经历差距也很大,这样一套教学用书的编写更是一项艰巨的工程。

东北师范大学出版社委托江苏省有关同志编写适合中学物理教师继续教育使用的六本书,它们是:《初中物理教学大纲及教材分析》、《高中物理教学大纲及教材分析》、《物理典型课示例》、《物理课堂教学技能训练》、《物理实验设计与指导》、《物理教学论与物理教学改革》。接到这个任务,我们首先想到的是要搭好一个写作班子。这个班子应该由三部分人组成,一是长期在中学教学第一线工作的高级、特级教师,二是在中学教学研究岗位上的高级研究人员,三是在高等学校,特别是多年承担中学教师培训任务的高等学校里的教授、专家。如果组织编写得好,这套书就可

以既有理论高度,又能联系实际,适合中学教师继续教育的需要。为此,除了我和李容同志担任总主编之外,还邀请了南京师专、教育学院物理系主任赵超先同志,南京师专、教育学院物理系副教授王兆鸿同志,南京一中特级教师徐荣亮同志,常州市教研室副主任张朴成同志,常州市教研室物理教研员高级教师虞澄凡同志,扬州市教科所所长王瑜同志分别担任各册书的主编。编写分工时,大家认真讨论了编写意图和要求,提出了:编写应有创新意识,体现先进的教育理论;应注意理论联系实际,反映教育研究创新成果;应面向全体在职教师,通俗易懂、实用,便于自学;每章应设思考题或练习题,供学员思考;编写内容要参照《指南》所提出的各门课程的“目的要求”,“基本内容”和“教学建议”,重点内容要全部覆盖,但也要有自己的特色和见解;可根据目前中学教师的实际和教育改革的实践选择重点;篇幅不宜过长。各书的编者们都是在努力按照以上意见去做的,各本书的前言部分还介绍了自己的编写思想和特点,这里就不重复了。

这六本书可供在职中学物理教师进修使用,也可供师范院校物理系的师生参考。编写这几本书,凝聚了编著者们长年教学实践和研究的成果,也参阅和借鉴了不少国内外学者的研究成果,在此一并表示感谢。在编写过程中,江苏省教研室的领导和有关同志给予了指导、关心和许多帮助,也应深表感谢。

编著者们虽有学术造诣和实践经验,但毕竟时间较紧,不妥之处欢迎读者批评指正。

王泽农

1998年8月于南京

前 言

笔者从事中学物理教学三十余年，在毕生的耕耘中深感物理实验是物理学发展的基础，也是中学物理教学的基础和重要内容之一。它有利于培养学生的辩证唯物主义世界观，有利于培养学生的观察、分析、综合能力，有利于培养学生的动手能力和创新能力。作为中学物理教师，注重实验，加强实验研究是教学工作的重点之一。

在三十余年的实践中，感受颇多，主要有以下几方面：

1. 正确的教育理论对实验教学起决定性的作用。

笔者从师朱正元教授数年，他老人家“坛坛罐罐当仪器，拼拼凑凑做实验”的思想，陶行知先生“手脑并用”、“教、学、做合一”的理论，及近年来关于教学改革的最理论，对培养学生的人格，让学生成为学习的主人，在探索未知的过程中使自身认知结构得到发展，以及对实验教学的研究起着指导性的作用。

2. 团结和谐、勤奋创新的教学群体对实验技术水平的提高能起良好的催化作用。

笔者毕生工作于南京一中，在两代人的共同努力下，我们在不同的历史时期设计、制作了百余件自制教具，既注重简易教具的制作，又注意高新技术在教学中的应用。不论实验创新或实验

管理,多次在全国和省级获奖,在全市起着实验教学的示范作用。这些也是物理教学质量提高的坚实基础。

3. “积沙成塔”,“集腋成裘”。

只有在教学实践中做有心人,才能随时发现问题,提出问题,在研究、解决问题的过程中改进原有实验,发明新的实验装置,使实验技术水平上升到一个新的高度。本书涉及的不少实验都是在这一过程中创新出来的。

4. “他山之石,可以攻玉”。

只有虚心学习,取长补短,才能使自己的实验技术水平得到提高。本书涉及许多点滴实验教学经验,是取他人经验之道,对于尚能记忆的已署名,注有出处;由于年代较长,对于记忆不清的同行们在这里一并感谢。

由于成书时间仓促,书中错误难免,欢迎同行们指正。

最后谨以此书献给恩师朱正元教授,培养我的母校苏州大学和南京一中,以及广大年轻的物理同行,三十余年中为实验改革共同努力的同事们和同学们。

徐荣亮

1996年6月于南京一中求是楼

目 录

前 言/1

第一章 实验在中学物理教学中的地位和作用/1

第一节 实验在中学物理教学中的地位/1

第二节 实验在中学物理教学中的作用/3

思考与练习/9

第二章 物理实验设计和指导的原则/10

第一节 基本原则/10

第二节 演示实验设计和指导的原则/17

第三节 学生实验设计和指导的原则/24

第四节 边教边实验设计和指导的原则/26

第五节 课外实验和小制作设计和指导的原则/29

思考与练习/31

第三章 物理实验的指导/32

第一节 关于实验的几个问题/32

第二节 学生实验的指导/43

第三节 演示实验的指导/131

思考与练习/154

第四章 物理实验的设计和制作/156

第一节 演示实验的设计和制作/156

第二节 边教边实验的设计与制作/204

第三节 课外小实验的设计与制作/222

思考与练习/228

第五章 撰写实验报告/230

第一节 撰写物理实验设计报告/230

第二节 撰写学生实验报告/240

思考与练习/244

主要参考文献/245

第 一 章

实验在中学物理教学 中的地位和作用

第一节 实验在中学物理 教学中的地位

一、实验是中学物理教学的基础

物理学是一门研究自然界各层次物质运动规律的科学，从数百亿光年外的宇宙天体到 10^{-15} m 范围内的基本粒子，离开了对它们的观察和分析，将无从研究。物理实验可将自然现象去伪存真，由表及里，摒弃次要因素，突出主要矛盾，从而揭示事物的本质。如 1820 年奥斯特关于电流磁效应的著名实验说明，电流周围存在磁场；罗兰实验不仅表明运动的电荷对磁极有作用力，而且启示电流是由电荷运动形成的，从而使人们对电和磁的联系与本质有了深入的认识；“托马斯·杨双缝干涉”实验和“泊松亮斑”则直接摒弃旧的光的微粒说建立了光的波动说； α 粒子散射实验又推翻了汤姆生的原子“枣粒模型”，建立了“核式结构”。因此，实验是物理学的基础，是物理学前进的动力。

中学物理教学的主要内容可由物理概念、物理规律及物理实验技能等部分组成，这些内容和物理实验也是密不可分的。

许多物理概念是建立在实验的基础上,如密度和压强等概念的建立,浮力为什么会产生,大气对浸在其中的物体有压强,导体对电流有阻碍作用。这些问题离开了实验,学生只能死记硬背,被动接受,而不能体会到物理现象的客观实在性和物理概念建立的必然性。

物理规律反映自然界物质运动的本质,物理实验是自然现象在实验室中的重现,如串联电路中电流处处相等,碰撞中的动量守恒等。没有实验的研究,相应的定律就不能建立。1992年版《九年义务教育全日制初级中学物理教学大纲(试用)》明确指出:“初中物理教学要以观察、实验为基础。观察现象,进行演示和学生实验,能够使学生对物理事实获得具体的、明确的认识,这种认识是理解物理概念和规律的必要的基础。”1990年版《全日制中学物理教学大纲(修订本)》也明确指出:“物理是一门实验科学,通过演示和学生实验,能够使学生理解物理概念和规律的建立与实验的关系,培养学生一定的实验能力。”因此,实验是中学物理教学的基础。

20世纪世界教育理论经历了“知识传授”、“能力培养”和“人格形成”三个发展阶段,对教育的要求越来越高。50年代以前,学校教育以传授知识为主,在物理教学中物理技能的传授也是课堂教学所必备的。80年代前后明确要求“要培养学生的观察实验能力、思维能力、分析解决实际问题的能力”,而物理实验的开设为这些能力的培养提供了条件。当前教育的主流思想是引导学生“人格的形成”,发挥学生学习的主动积极作用,使他们在教师的引导下通过自我探索和研究去认识自然,掌握改造自然的本领。而随堂实验的应运而生和课外小实验的设计与制作为这些教学目的的实现创设了主动、自觉学习的教学形式,利于培养学生的创新意识和实践能力。

二、实验是中学物理教学的内容

教学大纲明确规定初中物理的教学目标是：“培养学生初步的观察、实验能力”；“培养学生学习物理的兴趣、实事求是的科学态度和良好的学习习惯”。“学生应该初步具备的实验能力，主要是学会正确使用仪器进行观察、测量和读数，会分析实验数据并得出正确的结论，了解误差的概念，会写简要的实验报告”。因此，实验是中学物理教学的内容之一，它应包含以下几个方面：

1. 基本测量仪器的认识和使用。中学阶段学生涉及的测量仪器有刻度尺、天平、量筒、秒表、测力计、温度计、电流表、电压表、多用电表、滑动变阻器、电阻箱、电池、光具座等。教学中应强调认识和使用各种仪器的共性（四条）及个性（各自特定的法则）。

2. 认真组织好初中 13 个学生实验和高中 17 个学生实验的教学实施。

3. 5 个年级规定的演示实验应按要求组织实施，条件较差、没有现成的实验仪器时应自力更生，“土法上马”，采用替代器件进行实验。

4. 课本列举的课外小实验和小制作要力争组织学生开展课外活动，进行设计、制作和实验，可采用制作比赛、演示、实验晚会等形式，使课外活动生动活泼，引导学生健康发展。

第二节 实验在中学物理教学中的作用

一、能创设情景，激发兴趣，提高教学效率

“兴趣是最好的老师”，兴趣是产生动机的重要条件，学生只

有对学习的对象发生了兴趣,才能提高学习的积极性、主动性和创造性。物理实验具有直观、真实、形象和生动的特点,能激发矛盾,使学生注意力高度集中。实验又能提供定量测量的方法,使人们对自然的认识从定性了解提高到定量分析的水平,从而对自然本质给予深入的揭示。

例如,讲解“自由落体运动”时,若不安排实验,按照课本顺序平铺直叙也能把课文讲完,这就是灌输式的教学方法。若安排以下三个实验对激发兴趣,提高教学效率均能起到较好的作用。

(1) 拿一张纸片和一段粉笔头,使它们同时下落,粉笔头先落地,纸片后落地;然后把纸片捏成纸团,同时松手,两者几乎同时落地。激发矛盾,提出问题:轻和重的物体可能下落一样快吗?在日常生活中看到下落不一样快是受空气阻力的影响。

(2) 提出问题后就要解决问题,怎样克服空气阻力对运动的影响呢?自然引出“钱毛管”实验。通过对“钱毛管”现象的观察,同学们相信自由下落运动的物体,下落得一样快。到底多快呢?引出第三个实验。

(3) 利用电子计时器、光电门、铁架台测定自由落体运动的物体通过不同位移时加速度的大小,证明这一加速度保持不变,且等于 9.8 m/s^2 ,引入自由落体加速度的概念。

由生命科学研究可知,不同的信息对人体大脑中不同的部位产生刺激作用,如文字信息传向左半脑,引起抽象思维,形成概念,完成数字计算和演绎;而实验观察所产生的形象信息和图景信息将传向右半脑,引起形象思维,形成空间图景。因而,实验教学的加强,可使教学活动中的文字信息和图形信息交替传递到大脑的左半部和右半部,使大脑皮层的兴奋中心和抑制部分在左、右半脑交替出现并互相补充,思维品质能得到极大的提高,学习效率也就相应地提高。