

高等学校教学用书

中学物理 教学法实验

李桂福 段金梅 霍立林



ZHONGXUEWULI
JIAOXUEFASHIYAN

北京师范大学出版社

高等学校数学用书

中学物理 教学法实验

陈维明 编著 王正华 审校

ZHONGXUE WULI
JIAOXUE FASHI YANLIU

中学物理教学法实验

北京邮电大学出版社

高等学校教学用书

中学物理教学法实验

李桂福 段金梅 霍立林

北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中学物理教学法实验/李桂福,段金梅编. —北京:北京师范大学出版社,1993.6(1997重印)

高等学校教学用书

ISBN 7-303-02111-6

I. 中… II. ①李… ②段… III. 物理课-教学法-实验-师范大学-教材 IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 20437 号

北京师范大学出版社出版发行

(100875 北京新街口外大街 19 号)

北京桥中印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:8.25 字数:202 千

1993 年 6 月北京第 1 版 1997 年 9 月北京第 3 次印刷

印数:6 001~10 000 册

定价:10.00 元

前 言

随着教育的不断深入发展，人们逐步认识到，实验不仅是物理学研究的基础，也是物理教学的基础，要使广大的中学物理教师都能认识到物理实验的重要性，并能付诸实验，只从技术角度出发研究中学物理实验的改进是远远不够的，必须从教学的角度出发，全面而有重点地研究中学物理实验教学的目的、任务、内容、方法、特点等；必须下大功夫培养未来的教师——师范生。使他们牢固地树立起以实验为基础的思想，掌握必需的实验技术、技巧，具有较强的实验动手能力和从事实验教学的研究能力。因此认真研究高师物理专业的教学法实验的内容、方法，使它进一步完善，适合目前形势的要求，是很必要的。

北京师范大学物理系开设教学法实验课已有几十年历史，讲义经多次修改，印刷数千册，在此基础上，为了进一步推动中学物理教师和师范院校学生开展实验教学研究，我们编写了这本《中学物理教学法实验》，力求以物理学的理论、思想、方法和教育学的教学理论为指导，探讨实验教学的理论问题和研究方法。全书共分四章：一、中学物理教学法实验总论。本章概述了物理教学法实验的目的、任务、类型及要求；二、中学物理实验教学研究。在这章中重点概述了中学物理演示实验的作用、要求，学生分组实验的目的、要求和管理等；三、中学物理实验技能训练。集中选列了16组有代表性的训练实验；四、物理实验基本技术与常用仪器。本章概述了教学法实验上经常用到的基本技术和中学物理实验常用仪器。

全书在编写过程中，吸取了兄弟院校的经验及长处，因未一

一注明，在此表示谢意。

本书由北京师范大学物理系教材教法教研室李桂福、段金梅、霍立林、李春密编写。

全书最后由阎金铎教授审阅，并提出中肯的修改意见，在此表示真诚的谢意。

本书的出版得到了北京师范大学自然科学处、物理系及出版社有关负责同志的关怀和支持，在此向他们表示感谢。

由于编者水平所限，本书不当之处在所难免，期望得到同行和读者的指正。

编 者

1991.12

目 录

第一章 中学物理教学法实验总论	(1)
§1.1 中学物理教学法实验的目的、任务	(1)
§1.2 中学物理实验教学的重要作用	(2)
§1.3 中学物理教学法实验的类型和要求	(6)
§1.4 误差理论在教学法实验教学中的应用	(8)
§1.5 中学物理教学实验的设计和仪器的研制	(22)
第二章 中学物理实验教学研究	(30)
§2.1 中学物理演示实验的作用	(30)
§2.2 中学物理演示实验的要求	(33)
§2.3 学生分组实验的教学目的与要求	(37)
§2.4 学生分组实验的基本程序与管理	(44)
§2.5 加强实验课的备课工作	(46)
第三章 中学物理实验技能训练	(49)
实验一 研究匀变速直线运动的规律	(49)
实验二 气垫导轨上的一组演示	(60)
实验三 频闪摄影与暗室技术	(74)
实验四 使用抽气机的一组演示	(93)
实验五 物质的熔解与凝固	(99)
实验六 静电实验研究	(101)
实验七 演示电表的使用与改装	(118)
实验八 电磁学实验研究	(128)
实验九 电路综合实验	(140)
实验十 研究交流电路中的感抗和容抗	(150)
实验十一 示波器在演示实验中的应用	(154)
实验十二 几何光学实验研究	(167)

实验十三	感应圈和分光镜的应用	(177)
实验十四	使用激光器的一组演示	(195)
实验十五	光的双缝干涉实验研究	(200)
实验十六	投影技术	(207)
第四章	物理实验基本技术与常用仪器	(217)
§4.1	玻璃器皿的洗涤和干燥	(218)
§4.2	简单的玻璃工技术	(220)
§4.3	泡沫塑料的简易加工	(223)
§4.4	有机玻璃的简易加工	(224)
§4.5	怎样认识物理实验仪器	(225)
§4.6	万用电表的使用及检修	(232)
§4.7	照相的基本知识	(240)
§4.8	物理实验常用电源	(247)
参考文献		(257)

第一章 中学物理教学法实验总论

§1.1 中学物理教学法实验的目的、任务

在高等师范院校物理专业中学物理教材教法教学大纲（人民教育出版社1980年8月版）上说明了这一课程的教学目的是：

“以党的教育方针为依据，以辩证唯物主义为指导，把物理专业知识、教育理论和教育实践有机地联系起来，系统地研究中学物理教学过程的规律和教学方法、中学物理教材和实验。通过教学，使学生明确中学物理教学的目的任务，初步掌握中学物理教学的一般规律、方法和中学物理实验的基本技能，并培养学生具有分析和处理中学物理教材及选择教法的能力。”（中学物理教材教法课教学大纲将进行修订。从近些年教学改革的发展趋势看，毫无疑问，关于中学物理实验的理论及实践，仍将是教材教法课的重要组成部分，而且在这一课程的教学目的中，会更加强调要使高等院校物理专业的学生掌握中学物理实验的基本技能）。

物理教学法实验是教学法课的组成部分。在中学物理教学法的概论部分中，一般都包括涉及到实验教学的章节，其内容主要是从理论上阐明中学物理实验教学的作用、要求和方法，而中学物理实验技术则需另外开设课程，以便使学生进行操作、训练。在多数高等师范院校中，中学物理教学法实验和中学物理教材教法课平行开设，为达到教材教法课的总目的，为培养合格的中学物理教师打下基础。具体地说，在教学法实验部分，应将物理教育理论与实践紧密结合起来，研究中学物理实验中的常用仪器的构造及使用，基本技术及训练，其中包括演示实验，学生实验和

课本上的“小实验”及课外活动有关实验的内容等；此外还应对一些重要的、较难的中学物理演示实验和学生实验进行探讨，为改进、创新做出努力，为中学物理教学改革做出应有的贡献。开设物理教学法实验应达到以下目的：

1.使学生进一步认识、掌握基本仪器的构造、使用方法，形成一定的实验技能。

2.掌握演示实验常用仪器的结构及使用方法。例如静电起电机、大型演示电表、手摇抽气机及两用气筒、感应圈等。

3.掌握常用电化教具，如录相机、幻灯机、投影仪等的使用方法。

4.使学生在进行操作训练的同时，考虑、研究中学物理实验的特点，考虑、研究怎样配合讲解进行演示、怎样指导学生做实验。

5.使学生具有初步的设计实验、改进仪器的能力以及初步的维修能力。

物理教学法实验中所用的仪器及操作方法有它自己的特点。高师院校的学生在本科基础课中虽然学习过普通物理实验课、近代物理实验等，但它们都不能代替物理教学法实验。最后还应指出，培养学生严肃认真、实事求是的科学态度和作风也是物理教学法实验的教学目的之一。

§1.2 中学物理实验教学的重要作用

物理学是一门以实验为基础的科学、物理规律的发现，必须以科学实验为基础；物理学家们所提出的理论是否正确，也必须通过科学实验和生产实践来检验。物理学的发展历史可以证明这一观点的正确性。大家知道，由伽利略用实验研究自由落体运动以来，物理学的研究发展到了一个新的阶段，奠定了物理科学的

实验研究方法的基础。近代物理学的兴起和发展特别是一些边缘科学的建立，与物理实验的关系更为密切。没有实验工作，就没有物理学的发展。

实验不仅是物理学的重要研究方法，也是物理教学的重要组成部分。这里所说的物理实验包括演示实验、学生分组实验、课堂上的“边学边实验”、课外实验及实验作业、实验习题等。

在物理教学中，为使学生学好，应该有一个“物理环境”，物理实验是不可缺少的。

1. 教学过程实质上也是一种认识过程。学生学习的知识虽然是前人经过实践总结出来，又经过实践证明了的，是正确的，但对学生来说，要想掌握这些知识，还必须按照认识论，由感性到理性，再回到实践中检验、应用。首先在物理教学中，应指导学生充分的观察物理现象，要观察大自然界中的物理现象和进行生产参观，但自然界的物理现象是千变万化的，生产实际又比较复杂。因此在中学物理教学中，物理教学实验是十分必要的。在物理教学实验中可根据教学需要，把自然界中的物理现象，有控制地重现在课堂上，给学生以感性知识。特别是中学阶段所讲的物理概念和规律，大都直接来自实践。要使学生建立起物理概念，确切掌握物理规律，必须以丰富的感性材料为基础。另外在得出规律以后，通过实验验证理论、应用理论知识指导实验，有利于使学生深刻地掌握物理概念和规律。再有，由学生亲自动手做物理实验，对巩固知识、使所学的知识能更好地在实践中应用显然是很有帮助的。

2. 通过物理实验培养学生的观察、实验能力，发展学生的思维能力。

中学物理教学大纲中，明确指出要培养学生的观察、实验能力，思维能力，分析和解决实际问题的能力。学生观察、实验能力的培养途径主要是物理实验。复杂的物理现象、物理过程，要

求观察者具备细致性、全面性、灵敏性等观察品质。这些都要通过在物理教学中有计划、有目的的培养。通过学生实验，将训练学生的实验操作能力，如正确选择仪器、使用仪器，正确读数并记录、处理数据，实验设计等能力。实验能力不能靠讲实验来培养，正如人们常说的，要在游泳中学会游泳。只在岸上讲道理是不行的。因此要让学生亲自动手操作。进一步讲，也并不是说只安排了实验课就一定能达到目的，学生实验操作的规范化，实验能力的灵活性、创造性品质，还必须经过有目的、有计划的培养，才能形成。

通过演示实验和学生实验，引导学生从观察和测量的结果来认识物理现象和物理过程，找出物理现象的特征以及产生这一物理现象，过程的条件，进行思考，有利于培养学生的思维能力。特别是在学生操作的过程中，手脑并用，如果善于引导，必将能有效地发展学生的思维能力。在有些心理学的书籍中，把各种能力及它们的关系用图1-1来表示。其中观察、实验能力是基础，没有感知材料，思维就成了无源之水，无本之木，无法进行物理学习；思维能力是能力的核心。在手脑并用过程中，既发展学生的观察实验能力，又发展他们的思维能力，可见物理实验在培养学生能力方面的突出作用。

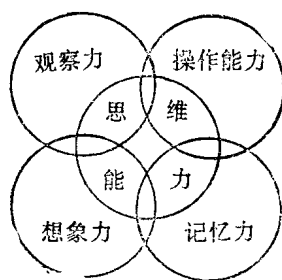


图 1-1

3. 通过物理实验，使学生学习物理研究的基本科学方法。

在物理教学中，通过演示和学生实验使学生学习对物理现象、物理过程进行认真的观察，并动手操作，取得资料、数据，在此基础上再进行分析、概括等思维活动，得出结论（或验证规律），这不仅可以使学生更好地获取知识，训练实验技能，而且使

学生从中得到启迪，认识物理学的基本研究方法。认识物理学是一门什么性质的科学；怎样研究物理；怎样学习物理。抓紧科学方法的教育，将为学生日后的学习奠定基础，对发展学生的创造力是十分有益的。

4.物理实验能引起学生的兴趣，调动学生学习的积极性、主动性。

潘菽先生在他编著的《教育心理学》中论述了学生认识自然现象的兴趣发展水平。文中讲到，一般学生都乐于感知客观事物，对感知客观事物感到满足；有的学生则有操作的兴趣，他们不满足于观察某种自然现象，而要通过自己的活动去对它施加影响。他们有了了解如何引起或改变自然现象的要求以及进行种种实践活动的尝试。开始注意现象与条件的变化。不少有经验的教师都说，有些学生认为物理难学，主要原因之一是太抽象，如果加强实验，就把一堆枯燥的概念、规律变成为生动有趣的内容，多数学生都会喜欢它。例如巴斯卡裂桶实验，纸杯烧水的实验，电磁感应现象的演示，光导纤维的作用的演示，都能引人入胜，并发人深思，学生一定会想：“加入那么一小点水，怎么桶就被胀裂了？”，“我们用的锅都是金属的呀，怎么纸锅在火上不被烧着？”在那个有电表的电路里并没有电池呀，怎么会电表指针摆动？”……。中学生好奇、好动，新奇、有趣的演示实验就吸引着他们，使他们跃跃欲试。学生动手操作，则能引起更浓厚的兴趣，如在北京师大二附中今年的科技节上，学生们在操场上放飞了数十个自制的“热气球”。制作时一个个废寝忘食，放飞时一个个兴高采烈，争先恐后，场面激动人心。物理实验能激发学生的学习动机；带着浓厚的兴趣，学生自然会主动，积极地进行学习、探索。

5.通过物理实验培养学生严格的科学态度和科学作风。

实事求是、按客观规律办事，是科学的态度。这种态度需要在实践活动中逐步培养。通过物理实验可以培养学生的尊重事

实、严谨认真，不怕困难、敢于创造的精神。可以培养学生爱护仪器、遵守纪律、团结友爱的优良作风。物理教师要在教学中言传身教，使学生受到教育、受到熏陶，在潜移默化中形成良好的态度和作风。

总之，在中学物理教学中加强物理实验决不能单纯看成是为了使学生学好物理知识而采取的手段，它在发展学生的能力方面，甚至在学生的非智力因素的开发方面都起着非常重要的作用。因此，在物理教学中千方百计地创造条件，多做演示实验，且使学生能有更多机会亲自动手，是每个物理教师的责任。

§1.3 中学物理教学法实验的类型和要求

实验是中学物理教学的基础，按照教学大纲的规定，整个中学物理教学过程中有几百个课堂演示实验，几十个学生分组实验和上百个课外小实验、小制作。物理教师要熟悉大纲和教材中要求的每一个实验，掌握实验方法和实验关键。

做为中学物理教师不仅要会使用物理仪器，而且要知道它们的原理、构造，会检查和排除一般的故障。

不同的学校实验室仪器的配备情况不同，有的学校仪器多，能基本满足课堂教学要求，但也有相当多的学校仪器不够，而且在现有的仪器中，特别是演示仪器中，有一些在实验中使用时效果不理想，要求教师根据需要因陋就简研制实验教具。因此物理教师要具备一定的设计和加工能力。

根据对中学物理教师实验能力的要求，教学法实验可分为三类：演示实验训练，学生实验研究，为准备教学实验所必须的基本实验技术及常用的基本教学仪器的使用。

与物理系中其它实验相比，教学法实验课中所安排的实验都比较简单。如果只是匆匆做一遍，满足于自己看到了实验现象，只需几十分钟即可完成。但这就失去教学法实验的作用了。学生走进教学法实验室应该像中学物理教师走进实验准备室一样，要认真研究每一个实验，反复操作，比较熟练地掌握所做的实验。

下面具体谈谈各类实验的特点及要求。

一、演示实验训练

演示实验是教师为了达到一定的教学目的而做给学生看的实验。在教法实验课中安排了一些力、热、光、电各部分中典型的演示实验，如匀变速直线运动、气体定律、静电、透镜成像等典型的演示实验，其目的是为了将来的教师了解演示实验的特点、要求以及演示实验与一般物理实验的区别。

在做这类实验时，要求同学同时参看中学物理课本中相应的章节，明确实验目的；练习合理地操作方法和程序，设法使其他人看清楚实验现象和数据；考虑如何引导学生观察，边实验、边讲解。有的实验是用不同的仪器来演示同一物理内容，要比较各种方法的优缺点，并考虑是否有更简便的实验方法。

二、学生实验研究

在教学法实验中安排了几个典型的中学生分组实验，目的是为了学习如何准备学生实验课。

在做这类实验时，要求学生通过反复实验找做该实验的关键，发现容易产生误差或其它问题的地方，并考虑在中学生实验课开始时如何讲解，以使中学生能够顺利完成实验。

三、实验基本技术和常用仪器的使用

实验基本技术是指教师在准备演示实验，研制简易教学仪器时所需要的一些基本技能，如简单的加工技术，要求学生在做这些实验时尽量多实践，学习基本方法。

中学物理实验中有一些常用或通用的仪器，要求学生通过实

验学会使用它们。这类实验主要是给出仪器说明书和所要完成的实验，要求学生按照说明书并参照课本中的有关内容进行实验。

§1.4 误差理论在教学法实验

教学中的应用

一、误差理论对物理实验的指导作用

物理实验离不开对物理量的测量，由于测量仪器、实验条件以及种种因素的局限，测量是不能无限精确的，测量结果与客观存在的真值之间总有一定差异，也就是说总存在测量误差，测量结果误差的大小反映我们的认识接近于客观真实的程度。

误差理论问题与物理实验的各个方面都有密切关系。

实验总是根据所要求的精确度，也就是对测量结果误差限度的一定要求，来制定方案并选用仪器的。在一定的要求下，还要以最小的代价来取得最好的结果。不能要求仪表是越高级越好，环境条件是越稳定越好，测量次数是越多越好等等。这样要求是不切实际或是浪费的。测量结果的误差是各个因素所引起的误差的总和。减小某些因素所引起的误差，代价较小；而减小另一些因素所引起的误差，所需的代价可能很大。为了提高测量的精确程度，往往着力于减小某一、二项主要的误差。于是，就要根据要求和误差的考虑进行合理的设计以及选择方案和仪器。作为物理教师运用误差理论，对合理配置实验器材，确定误差范围，把握实验成功的关键，判断实验结果，解决实验中出现的問題，都有积极意义。✓

在选择实验方案、设计实验装置时，总是要突出所要研究或测量的对象，排除干扰，也就是要尽量地提高“讯噪比”，更不能使测量淹没在误差之中。

在确定实验方法时，常常采用一种相对测量法，即比较法。只要保持在同样条件下进行实验，就可以消除许多项误差的影响，设法采用这种或者那种的测量方法，如替代法、复称法等等，无非也是为了减小测量误差，对测量公式进行这种或那种的修正，也是为了排除某些误差的影响。

在调整仪器时，如调铅直、水平，要考虑调到什么程度才能对实验结果造成的影响可以忽略不计。在使用仪器时，如用伏特计测电压，就要考虑接入电表后引起电路改变所带来的误差，以及对结果是否有影响等。仪表量程的选用也与误差考虑有关。

在做实验时，要心中有数，根据误差分析，对于结果影响大的关键量就要努力把它测准；有的量测不太准对结果没有影响，就不必花大力气。要在现有的条件下使实验得出最好的结果来。要精心测量，合理安排，选择适宜的参量，如用混合量热法做实验时，初温、终温如何选择可以减少误差等。

对物理实验进行误差分析，是物理实验教学技能的一个重要组成部分，也是物理实验的特点和要求，是不容忽视的。在对实验数据进行处理时，有如何充分利用、合理取舍测量数据的问题，个别异常的数据根据一定判据可以取舍，但又不能随便乱来，对于实验所取得的有限数据，怎样最充分地发挥其作用？处理数据时既不能引进误差来，也不必作白费力气的工作。如计算时常数取到哪一位？运算过程中及结果写下几位？近似公式用到哪一级近似？作图时坐标比例尺大小的选取等，怎样做到既不影响结果，又能节约时间及工具？由图上求直线斜率，怎样作误差最小等？都需要应用误差理论来认真考虑。

二、测量误差的基本知识

1. 什么是测量误差

在测量中，^①任何测量结果，由于各种原因，测量值与真值之间总是存在差异的，测量值 N 与真值 N' 之差就称为测量误差用