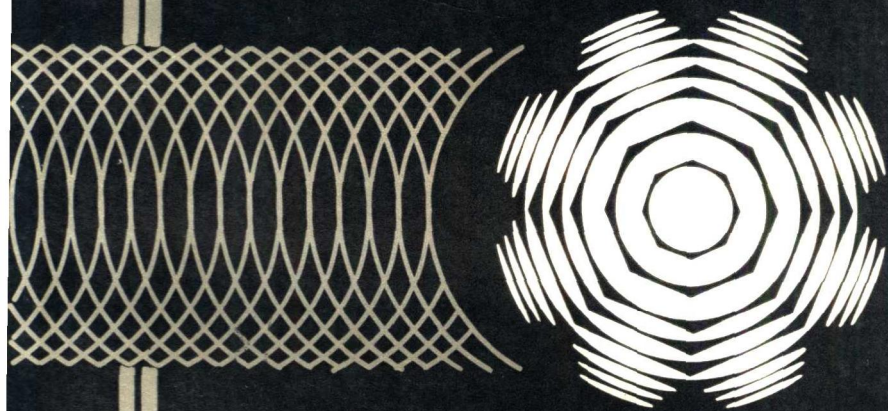


中学物理教学 演示和研究



浙江人民出版社

中学物理教学演示和研究

王维耀

浙江人民出版社

中学物理教学演示和研究

王 维 耀

*

浙江人民出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张11.375 插页1 字数260,000

1983年8月第 一 版

1983年8月第一次印刷

印数：1—6,400

统一书号：K 7103·1255

定 价： 0.99 元

前 言

物理是一门实验科学。演示和学生实验在中学物理教学中十分重要。如何搞好物理实验，是教师普遍关心的问题，在教学中遇到的困难也较多，尤其是农村学校，受师资和设备条件的限制，困难就更大。

笔者是中学物理教师，在长期教学实践中积累了点滴经验，在教育界许多师友的鼓励 and 帮助下，经过整理，终于写成《中学物理教学演示和研究》，目的是抛砖引玉，希望能引起大家的研究和讨论。

本书在编写时，遵循全日制六年制不分科的《重点中学物理教学大纲》（征求意见稿）和中学《物理》课本的要求，以演示实验为主，讨论和研究它的基本手段。从目前多数学校的设备条件出发，介绍教学演示的一般方法和各种演示用基本仪器设备，讨论几乎包括全部高、初中物理实验演示仪器的优缺点，并提出改进意见。鉴于农村学校设备条件较差，为使它们也能顺利完成教学演示，特地给各种实验提供某些简便易行、可以自制的教具，还为不少实验同时设计了几种装置和演示方法，为读者自行设计演示和制作教具，创造一些条件。对于那些教学参考资料中提到过的，杂志或书籍中容易找到的演示则尽量不列入或从简叙述。

演示实验的基本仪器设备是研究和设计演示的重要依据，也是学校添置设备和教学仪器生产单位首先应该考虑的部分，

为此本书在第二编中作专题阐述。

本书承浙江师范学院桑志治副教授和杭州师范学院钟霄参同志审阅，并得到宁波市教育局教研室徐日新、韩玉山两同志及宁波一中戴燮如同志等支持和帮助，特此致以谢意。

拙著若有不当甚至错误之处，恳切希望读者批评指正。

王维耀 于浙江宁波

1980年9月

目 录

前 言	(1)	七、示波器	(36)
第一编 总论	(1)	第二章 各种演示用“源”	(38)
一、教学演示	(1)	一、旋转设备	(39)
二、教学演示是教学活动的 一部分	(2)	二、振源	(40)
三、演示仪器的基本特点	(2)	三、热源	(43)
四、教学演示进行的位置	(4)	四、高压电源	(43)
五、定量和定性演示实验	(7)	五、直流电源	(47)
第二编 演示实验的 基本仪器设备 ...	(13)	六、交流电源	(54)
第一章 各种量具	(15)	七、光源	(58)
一、计时器	(15)	八、抽气和压气设备	(59)
二、尺——测量长度和距离	(20)	第三章 幻灯机	(62)
三、秤——测量力和质量	(21)	一、幻灯的光学系统	(63)
四、压强计和压力表	(25)	二、利用幻灯的部分演示 实验	(65)
五、温度计	(29)	第三编 演示实例	(70)
六、检流计和电表	(33)	第一章 运动学	(70)
		一、匀速直线运动	(70)
		二、匀变速直线运动	(74)
		三、自由落体运动	(84)
		四、平抛运动	(86)
		五、斜抛运动	(90)
		六、运动的合成	(91)

七、阿特武德机	(93)
---------------	--------

第二章 力和物体的

平衡	(99)
----------	--------

一、力的合成和分解的平行

四边形法则 共点力

作用下物体的平衡

.....	(99)
-------	--------

二、力矩	(104)
------------	---------

三、桁架	(109)
------------	---------

四、简单机械	(110)
--------------	---------

五、平行力	(111)
-------------	---------

六、摩擦力	(112)
-------------	---------

七、物体的三种平衡	(115)
-----------------	---------

附录 张力指示器	(117)
----------------	---------

第三章 牛顿运动定律

.....	(120)
-------	---------

一、惯性现象	(120)
--------------	---------

二、作用力与反作用力

.....	(121)
-------	---------

三、反冲	(123)
------------	---------

四、牛顿第二定律	(126)
----------------	---------

五、碰撞	(132)
------------	---------

六、功和能	(134)
-------------	---------

七、圆周运动	(137)
--------------	---------

八、超重与失重	(142)
---------------	---------

第四章 机械振动和波动

.....	(143)
-------	---------

一、单摆	(143)
------------	---------

二、弹簧振子	(149)
--------------	---------

三、振动图线及图线的记录

.....	(151)
-------	---------

四、受迫振动和共振	(154)
-----------------	---------

五、共鸣——声振动的共

振和拍	(159)
-----------	---------

六、声波的干涉	(162)
---------------	---------

七、演示波动的模型	(163)
-----------------	---------

八、发波水槽的研究	(168)
-----------------	---------

第五章 物质的性质

.....	(171)
-------	---------

一、固体的性质	(171)
---------------	---------

二、液体的性质	(173)
---------------	---------

三、气体的性质	(178)
---------------	---------

第六章 热学

.....	(179)
-------	---------

一、固体	(179)
------------	---------

二、液体	(187)
------------	---------

三、气体	(194)
------------	---------

四、物态变化	(202)
--------------	---------

五、热和功	(208)
-------------	---------

第七章 静电场

.....	(210)
-------	---------

一、概述	(210)
------------	---------

二、起电设备	(213)
--------------	---------

三、验电设备	(217)
--------------	---------

四、演示实例	(221)
--------------	---------

第八章 直流电路

.....	(230)
-------	---------

一、欧姆定律	(230)
--------------	---------

二、示教板	(237)
-------------	---------

三、通用示教板的零件制作	
--------------	--

.....	(251)
-------	---------

四、几个直流电路实验示例	(252)
--------------	-------

第九章 磁场和电磁感应	(261)
--------------------	-------

一、磁场	(261)
二、磁感应强度	(266)
三、洛伦兹力	(268)
四、电磁感应	(273)
五、直线电流的磁场中的 磁感应强度	(286)

第十章 交流电	(290)
一、变压器演示实验的研究	(290)

二、输电	(299)
三、线圈在磁场中旋转产 生交流电	(301)

四、观察交流电的波形	(303)
------------	-------

五、交流电路中的阻抗	(304)
------------	-------

六、交流电的功率	(307)
----------	-------

附录一 小型变压器的设计	(310)
---------------------	-------

附录二 万用变压器	(312)
------------------	-------

第十一章 电磁振荡和 电磁波	(314)
---------------------------	-------

一、电磁振荡	(314)
二、电谐振	(316)

附录 无线电原理说明器 简介	(318)
---------------------------	-------

第十二章 光学	(325)
一、光源	(325)

二、几何光学	(328)
三、光的干涉和衍射	(333)

四、光的偏振	(336)
五、复色光和单色光	(341)

六、红外线	(346)
七、紫外线	(347)

八、光电现象	(348)
--------	-------

附录 哈特利光盘简介	(349)
-------------------	-------

第十三章 原子结构	(352)
------------------	-------

一、云室	(353)
二、盖革计数器	(356)

三、闪烁镜	(357)
-------	-------

第一编 总 论

一、教学演示

在中学教学过程中，演示是教学的有机组成部分，是教学中的重要手段之一。如果把教学演示当作教师的口述和板书的补充部分，或者，以为教师的“生动而富有艺术性的”讲课也可以代替教学演示，显然都是错误的。

物理教学演示可分为两大类：第一类是实验演示，第二类是模拟演示。

实验演示是把物理实验在教室里表演给学生看。这种实验又称为演示实验。演示实验是实验的一种，这种实验曾经在前人手中进行过无数次。尽管如此，要将它进行演示并非只是把实验搬进教室，放在演示台上就能成功。这是许多教师都知道的常识。本书任务之一，就是将实验改进为演示实验。

模拟演示并不是演示真实的物理现象，而是利用模型、图画、幻灯片、教学电影片等把物理现象、实物外形和内部结构、机器运行过程等模拟地反映出来。利用模拟演示通常是由于实际现象或实物太小，例如分子模型；实际现象或实物运行过快，例如内燃机模型；学生对实物或实际现象缺乏感性知识，例如原子反应堆的图片或电影片。虽然模拟演示反映的不是真实现象、实际过程和实物，它却在教学中起着非常重要的作用。例如利用内燃机模型演示，会留给学生内燃机四个冲

程间的联系，各个部件（进气阀，排气阀，活塞，……）的作用和位置等感性知识。教学电影片不但能记录实际现象和实物，而且还可以通过特技摄影方法和动画片技术起到模型、图片、幻灯片等所无法起到的演示效果。

二、教学演示是教学活动的一部分

教学演示是物理教学的一个组成部分。教师的全部教学活动中都应该有它的地位。教师在制订一学期，一单元教学计划时，应该详细地制订出演示计划，还要考虑如何添置、改装、修理所用的仪器和教具。在备课时，要慎重地考虑进行哪些演示，要求是什么？并估计操作上的困难和进行的时间。无论新教师或有教学经验的教师，演示的预演是不可少的。预演时应考虑到在实验中需要选择的数据和可能存在的误差范围，仪器可能出现的故障，是否需要备件以及演示所需时间，演示位置，仪器排列等等。课堂上，教师应该引导学生注意演示的目的，观察现象的本质，引导他们积极思考，最后共同进行总结。即使演示偶然失败了，也不应该轻率地重做，要让学生知道演示失败的原因以后再进行。

三、演示仪器的基本特点

学校实验室应该准备的仪器很多，根据在教学过程中的功能来分类，有下列几种：

- (1)演示用的仪器和设备；
- (2)学生实验用仪器和设备；
- (3)辅助仪器和器具；
- (4)实验室专用仪器，工具设备。

由于教学演示所担负的教学任务的特点，对演示仪器和教

具有特殊要求，所以在它们的外形、结构、特性等各个方面往往区别于其它仪器设备。

1. 外形尺寸要适当增大 由于学生只能在座位上观察教学演示，所以增大仪器、模型的外形尺寸，可以弥补上述限制所造成的缺陷。

2. 结构要简单坚固便于操作 教学演示仪器和模型是经常要搬动的，坚固是不可缺少的条件之一。在不影响教学效果的前提下结构简单，不仅可以降低仪器和模型的成本，同时还可以防止分散学生的注意力。操作简便是根据课堂演示时，教师往往缺乏助手的情况提出的。

3. 应该适当选择演示仪器的精密度和灵敏度 仪器的精密度和灵敏度本来是仪器品质的标志，但在提高精密度和灵敏度的同时，往往会使仪器变得“娇嫩”，并且增加调整时间，延长阻尼时间，而演示实验又往往受到时间的限制，因此，必需恰当地选择仪器的精密度和灵敏度。

4. 演示仪器和模型的直观性要强 演示有时间的局限性，观察者又无条件直接参加操作，因此，许多物理量只能通过它们的外形来直接判断。例如只能用体积来判断砝码质量，用导线色泽来判断金属的种类……等等。尽管这种做法并不十分妥当，在演示过程中还是应用它。例如，演示电阻定律时，不同导线平行排列，要比把不同导线绕在相同直径的圆柱体上好得多，显然这是因为学生容易从前者得出导线是“等长”的结论，而不容易从后者得出同样的结论来。又例如，为了比较两个物体的重量，往往利用它们体积的差别直观地加以判断，体积大则重量也大。为了说明木料和铅的密度，最简单而又有说服力的办法是利用15块同体积的木块和一块铅块（跟一块木块一样大小）放在天平的两边进行比较，使之平衡（当然还要加

一些砝码才会使天平平衡)。这种演示仪器的特殊性称为直观性或者直觉性。

总之，演示仪器和演示装置必须具备：显示现象明显，具有说服力，使用方便等条件。

组成演示装置除了演示仪器外，还有一些辅助仪器（例如抽气机、蓄电池，……等）和辅助器具（各种支架和夹具等），它们不必具有演示仪器的那些特殊性，而只要具备这类仪器应有的特性就可以了。比如抽气机，它们的外形尺寸就不必增大，只要求有一定的排气量和真空度。

特别应该指出的是：实验演示和模拟演示必须注意科学性。演示实验不允许用假的现象代替真实现象，更不能用牵强附会的解释，代替实验结果的近似性。一般地说，不符合科学性的仪器在商品仪器中是少有的，自行设计和制造时应加注意。

模拟演示还要注意真实性。显示外形的模型，尺寸的比例尽可能符合实际。显示分解动作的模型，各部件的协调性很重要。显示内部结构的模型，剖面应取得合理，模拟的真实性就是它的科学性。

四、教学演示进行的位置

演示用的仪器设备放在教室的什么位置最为合适？演示的传统做法是：供演示用的仪器设备放在教师前面的演示台上，演示台通常被放在黑板前面，它比一般教师用桌的结构较坚固，台面较大而且光洁，如图1—1所示是其中的一

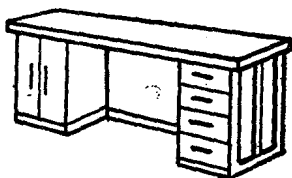


图1—1

种。其实这个位置并不理想。理由是：

1. 演示仪器设备往往体形较大，直接影响黑板的使用面积，而演示又同时需要利用黑板。

2. 许多演示实验，特别是那些定量实验，事先必须经过仔细的调整，经调整后又无法再搬动了。让这些仪器从一节课的开始就陈列在那里直到演示结束，除了妨碍利用黑板以外，也会分散学生的听课注意力。

3. 即使暂时移去了已经演示完毕的仪器设备，下一节如果是平行班级的课，又得重新搬回来，再进行调整，这样也妨碍了教师休息。

4. 在上述位置的演示台上进行演示时，教师必须站在黑板跟演示台之间，面对学生进行操作。由于许多仪器只能在它们的正面显示读数或现象，因此，教师不得不把他的身体弯过来，或把仪器转过来进行观察，很不方便。有时稍一忽视教师所指示现象的方向（顺时针或逆时针、向左或向右，向里或向外等等），恰恰跟学生所观察的相反，也会造成一定的混乱。

5. 演示仪器放在演示台上，前排最旁边的学生只能从侧面观察，看到仪器的面板部分就少了，类似电影院前排两边的几个座位上的观众一样，看到银幕上的人、物都变得狭长了。如图 1—2 所示的电流

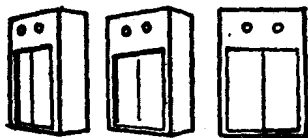


图 1—2

表，就是一个例子，在斜视的情况下，会使读数不准确。

总之，这种传统演示位置，存在许多缺点，是不够理想的。

实践证明，将演示位置选择在黑板的左边（以学生观察为

准)的墙角上较妥,如图1—3所示的 P 点。这样的演示位置具有很多优越性,这是因为:

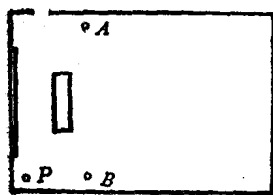


图1—3

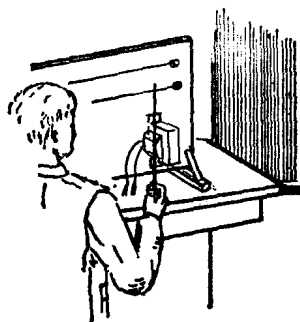


图1—4

1. P 点是在黑板的旁边,无论从教室的任何位置去观察,都不会妨碍教师使用黑板。

2. P 点不在黑板与演示台之间,因此,教师的观察方位跟学生一致,给教学带来方便。如图1—4所示。

3. 教师和学生一样同时都能观察到演示的过程和结果,在演示全过程中即使发生了一些故障也能够及时发现,便于纠正。

4. 由于演示仪器不再影响师生利用黑板,那么,仪器的安装和调整都可以在课前准备就绪,保证效果。而且,学生上下课可以避免经过演示台的周围,不会影响仪器的调整,或者损坏它们。

5. 演示台可以在 P 点选择一个适当方向,使全班学生都便于观察,如图1—5所示。在演示台的下面或旁边还可以装上专用设施,如高、低压电源和交、直流电源等等(图中无法画出)。一般采用的演示台分为两层,第一层离地约1.4

米，长2米，宽0.6米。第二层比第一层高0.4米，长度和宽度都应小些。第二层主要安放电表等测量仪器。

这种演示台可以简化成两块木板。在普通教室的左墙角上预先安装4根木条，使用时把木板搁上，就成为简易的演示台。

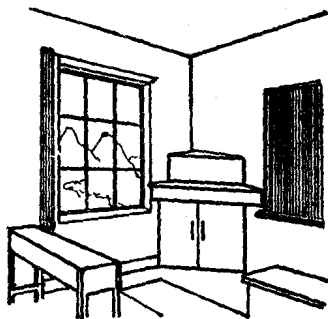


图 1—5

五、定量和定性演示实验

根据演示实验在教学中的地位 and 需要，可以把演示实验分为两类：一类是检验定律、原理、公式等各物理量之间的数量关系。例如胡克定律、帕斯卡定律、阿基米德定律、匀变速运动公式等等都是。通常称为定量演示实验。另一类是检验在什么条件下才能形成某种物理现象，如果其中某一条件改变了，现象将发生何种变化（现象是明显变化了，还是没有变化，或变化不明显）；如果使其中一个量增大，另一量是同时增大，还是减小；某些量之间有关系还是没有关系等。例如金属导体的电阻值跟金属种类是否有关；又例如验证液体蒸发时要向附近物体吸收热量；验证光在进入第二种媒质时要发生折射现象等等。以上各例，实验只要求验证某物理量跟另一物理量（或者另一些物理量）有关或无关，并不要求得出它们之间的函数关系。或者仅要求验证在一定的具体条件下，某一物理现象将必然产生。类似这些实验称为定性演示实验。在中学物理学里定量演示是很少的，而且要比定性演示难得多。

（一）定量演示 定量演示往往是测定某一个物理量（例如

重力加速度)，或者研究某些物理量之间的关系（例如阻值一定的导体中的电流强度跟导体两端的电压关系）。由于要获得较为精确的数值，有时还要进行必要的计算，这就会使演示时间增多。其实，定量演示也是属于验证式的。教师在预演时应该把基本数据都选择妥当，在演示时做到心中有数。一般地说，数据应尽可能选用整数，至少也得应用简单的分数或小数。

定量演示中的物理量不一定容易测量，即使可以测量，也许会费时过多，在这种情况下，可改用其它方法。其中一种可称为“重合法”。这种方法一般是选择待测的某物理量的值 A 恰是另一物理过程中同一种物理量的值 B 的整数倍，($A=nB, n=1, 2, \dots$) 如果 B 量是已知时， A 量也就被测得了。举一个物体运动演示的例子，节拍器的节拍声是等时的。小球从斜面上滚下来，碰上放在斜面上的阻挡物，也会发出响声来。无论是用调节节拍器的周期 B ，或调节小球跟阻挡物之间的距离 s 来调节小球在这段距离 s 所经历的时间，总可以得到 $A=nB$ 的关系。演示时，让小球在节拍器某一响声时开始运动，那么小球与阻挡物撞击声必然会跟节拍器第 n 次响声重合的。我们利用听觉能够相当准确地判断它们的重合程度。定量演示匀加速运动公式 $s = \frac{1}{2}at^2$ ，往往就是利用这种方法。所以，重合法是

利用两种物理现象有共同起始信息和结束信息的重合。又例如验证单摆周期和其摆长的关系也是利用重合法。

除了重合法演示外，定量演示也可以用仪器直接显示物理量的数值。随着电子技术的发展，电子元件价格下降，数字显示的应用将会逐渐普遍起来，所以直接测量法也将随着增加。另外还可以应用对照法，见后一节。

(二)定性演示 定性演示可以采用的方法较多,其中对照法(又称对比法或比较法)效果较好。科学实验中,对照实验法是经常应用的方法之一。它的方法是选择两个物体,或者两组物体,除了一个条件不同外,其它因素则完全相同。认真观察由于这个不同因素将使两个物体,或者两组物体产生什么不同的现象。

教学演示的特点是在有限时间内在学生面前显示出结果,对照演示是一种很好的方法,特别在定性演示中,它的应用更为合适,因为它能够明显地反映出演示结果,得出演示的结论来:所比较的两个物理量(或现象)是相同或者不同,甲大于乙还是乙大于甲,这个因素的改变对现象有影响还是没有影响,影响显著还是不很显著,……等。从下面所举实例来看,对照演示显然是有其独特效果的。

单摆的周期 T 和重力加速度 g 有关的演示,它能定性地证明公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 指出的函数关系。在通常条件下要改变重力加速度 g 是办不到的。如果在铁质物体下面有一块电磁铁,物体增加了一个竖直向下的磁力 F ,这个力模拟地改变了物体的重力,从而使重力加速度 g' 发生变化,即 $g' = g + \frac{F}{m}$ 。这样的模拟是有效的。利用同时对照法,它的装置如图1—6所示。图中 A 为软铁球, B 为铜球, C 为电磁铁的较大端面,两摆的摆长相等。演示时,分别使电磁铁不通电流,通以弱电流或通以强电流,则

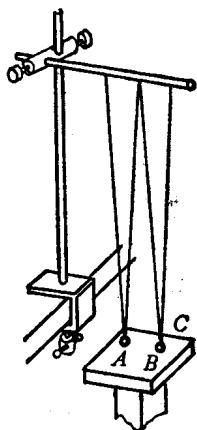


图1—6