

13.3-16/265

中学物理 演示实验与自制教具

YAN SHI SHI YAN YU ZI ZHI JIAO JU

南京师范学院物理系编

库存书

中 学 物 理

演示实验与自制教具

南京师范学院物理系编

1980年

前 言

当教师在课堂上进行着一个成功的演示实验的时候，全室鸦雀无声，几十双晶莹的眼睛注视着变化的现象，学生们的脑筋全开动起来，当教师由此而提出一个思考问题时，学生们就会显得异常活跃，当明显的现象证实了正确的结论的时候，许多学生又会恍然大悟……。许多的科学家和学者，当他们闻名于世的时候，是不会忘记自己的启蒙教师曾经用生动的演示将他们领入探索自然之门的。

显然，演示实验对传授物理基础知识，培养学生的科学态度，教给学生获得物理知识的方法以及发展学生的思维能力，都有很重要的作用。

为提高中学物理教学质量，培养合格的物理教师，及鉴于高师函授和我系教学法课的需要，由我系朱凤德、刘炳升老师编写了这本《中学物理演示实验与自制教具》。本书中的大部分自制教具是由教学法教研室的教师在学习兄弟院校经验的基础上设计、改进和自制的。本书不准备编成一本中学物理现成仪器的汇编，编者的意图主要是希望给在比较困难条件下的教师打开一些思路，给教师们研究改进演示实验起一点抛砖引玉的作用。由于时间仓促以及能力的限制，书中一

定存在许多毛病，请读者批评指正。

本书的编写曾得到多方的支持，例如，复旦大学物理系刘贵兴老师为本书提供了“动力学演示的通用实验台”一文，“运动独立性原理的演示”一节中两球同时落地的教具取材于江浦师专陈伯欣老师的创造成果，在此一并致谢。

南京师院物理系

1980年8月

目 录

一、胡克定律的演示	(1)
二、物体微小形变的演示	(2)
三、固体压强的演示	(4)
四、液体对压强的传递	(5)
五、液体内部压强的演示	(9)
六、空气有重量的演示	(13)
七、大气压强的演示	(14)
八、离心水泵模型	(20)
九、轴流泵模型	(25)
十、阿基米德定律的演示	(27)
十一、物体浮沉的演示	(30)
十二、简易比重计	(34)
十三、物体惯性的演示	(37)
十四、摩擦力的演示	(39)
十五、力的合成的演示	(42)
十六、力的分解的演示	(44)
十七、平行四边形法则说明器	(47)
十八、有固定转动轴物体的平衡	(49)
十九、物体稳度的演示	(51)
二十、双玻璃管斜槽	(54)
廿一、简易落棍	(57)
廿二、簧片扫描计时定位器	(58)
廿三、用电铃改装电磁打点计时定位器	(61)

廿四、用频闪照相法研究物体的运动规律	(63)
廿五、牛顿第三定律的演示	(69)
廿六、反冲运动和动量守恒的演示	(73)
廿七、碰撞演示器	(75)
廿八、运动独立性原理的演示	(79)
廿九、相对性原理的演示	(81)
三十、向心力演示器	(82)
卅一、超重失重演示器	(85)
卅二、振动的演示	(91)
卅三、横波演示器	(97)
卅四、纵波演示器	(100)
卅五、水波演示器	(105)
卅六、势能和动能相互转化的演示	(111)
卅七、动力学演示的通用实验台	(113)
卅八、液体的流速与压强的关系	(119)
卅九、气体的流速与压强的关系	(122)
四十、物体在流体中运动时所受阻力的演示	(124)
四一、机翼举力的演示	(126)
四二、热膨胀的演示	(127)
四三、热胀冷缩应力演示器	(131)
四四、双金属片演示器	(132)
四五、热传递的演示	(134)
四六、物质比热的演示	(138)
四七、沸点与压强关系的演示	(139)
四八、理想气体定律的演示	(143)
四九、饱和汽与未饱和汽性质的演示	(144)
五十、分子的间隙和引力的演示	(150)

五一、液体和气体扩散的演示	(153)
五二、表面张力的演示	(154)
五三、毛细现象的演示	(156)
五四、布朗运动的显微投影	(158)
五五、统计分布现象的演示	(160)
五六、机械能和内能转换的演示	(162)
五七、验电器和起电盘	(163)
五八、两种电荷的相互作用	(166)
五九、电力线的演示	(170)
六十、导体上电荷的分布	(174)
六一、静电感应现象的演示	(176)
六二、平行板电容器的演示	(179)
六三、静电植绒和除尘的演示	(180)
六四、投影式静电演示仪	(182)
六五、投影式大型电流计	(185)
六六、金属电阻随温度变化的演示	(187)
六七、半导体电阻热敏和光敏特性的演示	(188)
六八、电学综合演示箱	(188)
六九、离子迁移的演示	(196)
七十、闭合电路欧姆定律的演示	(197)
七一、永久磁铁和电流的磁场的演示	(200)
七二、磁场对直流电流作用力的演示	(203)
七三、电磁感应的演示	(206)
七四、自感现象的演示	(207)
七五、电容器充放电的演示	(210)
七六、容抗和感抗的演示	(212)
七七、纯电容电路中的电流和电压相位差的演示	(216)

七八、三相电机原理演示器	(218)
七九、晶体二极管整流滤波的演示	(226)
八十、晶体三极管组合演示板	(228)
八一、用示波器做的几个演示	(233)
八二、光的反射和折射的演示	(239)
八三、光路的显示	(244)
八四、用简易光具座观察成象的规律	(246)
八五、简易显微镜模型	(249)
八六、光的干涉和衍射的演示	(250)
八七、光偏振的演示	(256)
八八、光电效应的演示	(260)
八九、最小偏向角的演示	(263)
九十、钠光谱的观察	(265)

附 录

一、提盒式演示台	(269)
二、复用演示架	(269)
三、摺叠式挂图架	(271)
四、磁性黑板	(272)
五、尼龙搭扣演示架	(273)
六、简易天平和砝码	(273)
七、简易测力计	(276)
八、简易量杯	(277)
九、玻璃管的截断	(278)
十、玻璃管的拉伸、弯曲和熔接	(280)

十一、水银清洁法	(284)
十二、简易充磁器	(287)
十三、弹簧的手工绕制法	(288)
十四、小型电磁铁的自制方法	(289)
十五、小马达调速用直线变阻器的自制	(291)
十六、介绍几种粘合剂	(292)
十七、有机玻璃板的加工	(293)

一、胡克定律的演示

(一) 用弹簧演示

用钢丝绕一个弹簧(制法见附录), 把它挂在木支架上, 弹簧的下端固定一个指针, 未挂重物时, 在针尖位置画出记号作为 0 线。演示时, 依次在弹簧钩上挂一个、两个、三个……砝码, 并每次划线记出弹簧下针尖的位置, 可以看出每挂一个等重的砝码, 弹簧伸长一段相等的距离。只要选用的砝码, 不超过弹簧的弹性极限, 都能比较精确地显示出弹簧的伸长与外力成正比的关系。

(二) 用橡皮筋演示

在一木框架横梁上装三个铁钩, 取七根长短粗细相同的橡皮筋, 按下面的方法结好挂在铁钩上。

①挂一根橡皮筋; ②挂两根串联的橡皮筋; ③挂四根两两并联再串联的橡皮筋(如图 1—1 所示)。每一组橡皮筋下端, 用线横着系一根细木棍, 棍上贴◇形红纸做指针, 框架后面贴白纸, 并标出三个指针的起始点 A、B、C。

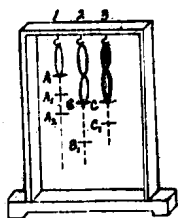


图 1—1

(1) 演示时, 先用一个 20 克钩码挂在第 1 钩的橡皮筋下端, 观察指针移动的位置, 用笔记下 A_1 , 然后再挂一个等重的砝码, 又记下 A_2 , 可以明显地看出 $AA_2 = 2AA_1$, 说明橡皮筋原长和截面一定时, 它伸长量 l 与外力 F 成正比, 即 $l \propto F$ 。

(2) 用一个20克钩码挂在第2钩的橡皮筋下端，记下拉伸后指针的位置 B_1 ，可以看出 $BB_1 = 2AA_1$ ，说明在外力和横截面一定时，伸长量 l 与原长成正比，即 $l \propto L$ 。

(3) 用20克钩码挂在第3钩的橡皮筋下端，记下拉伸后指针的位置 C_1 ，可以看出 $CC_1 = \frac{1}{2}BB_1$ ，说明在外力和原长一定时，伸长量 l 与横截面积 S 成反比，即 $l \propto \frac{1}{S}$ 。

综合上面三次实验的结果，可以验证胡克定律，并写出关系式 $l \propto \frac{F \cdot L}{S}$ ，如果引入杨氏模量 E ，可写成公式

$$l = \frac{F \cdot L}{E \cdot S}。$$

(三) 说 明

橡皮筋伸长明显，演示效果较好，既便宜又容易买到，但是橡皮筋的弹簧限度很小，如果用较重的砝码演示，它的伸长量明显地不与外力成正比。如果砝码用的太轻，伸长量太小，演示效果也不好。因此应先通过实验，选用适当橡皮筋的长度（用串联个数调节）及砝码重量。

二、物体微小形变的演示

(一) 用大墨水瓶演示

在一只扁形的大墨水瓶上，加个橡皮塞并穿进一段长约30厘米的毛细管，先在瓶内装满红色水（可在清水中滴入红墨水，要使颜色鲜明可见），然后盖紧瓶塞，使水沿毛细管上升到液面略高出瓶口一段，在毛细管后面，衬一张白纸以

便观察毛细管内红水柱的升降，如图2—1(a)所示，箭头表示手捏瓶子用力的方向。

演示时，用手对扁瓶截面的短径方向挤压，如图2—1(b)所示，瓶的容积减小，管中液面上升；若对扁瓶的长径方向挤压，如图2—1(c)所示，则瓶的容积增大，管中液面下降。这就说明扁瓶在不同方向的外力作用下，发生微小形变，而引起瓶的容积减小或增大。

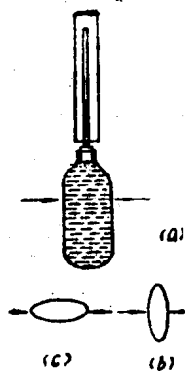


图 2—1

选用圆形玻璃瓶也可以，但只能观察到微小形变时引起容积减小，液柱上升的一种情况。毛细管的长短粗细要通过实验来选择，管子粗了液面升降变化较小，管子细了液面升降变化不容易看清。

(二) 用细钢丝演示

取一段长约2米的细钢丝A（或铁丝），上端挂在墙壁的弯钩上，下端绕在长约1米的箭状指示杆B的尾部，指示杆B的支轴D距尾部约5厘米，用铁钉穿过D钉在墙壁上，靠近箭头处的墙上钉一个标尺C。先将钢丝拉直，并在它的末端拴一重槽码（例如0.5公斤），使钢丝拉紧时，尽量调节指示杆B，使它处于水平，就以这时箭头所指的位置为0线（如图2—2所示）。

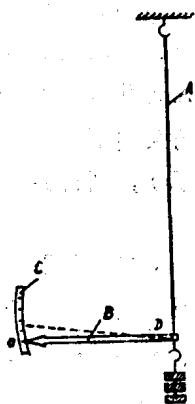


图 2—2

演示时，依次在钢丝下端加槽码，例如，每次加 0.5 公斤（或用尼龙网袋加放砖石也可），指示杆 B 的箭头就逐步随之向上偏移（图中虚线表示挂槽码后 B 的偏移），这时由于杆 B 的右端随钢丝的伸长而下降，通过杠杆的放大，显示出钢丝受力而产生的微小形变。

算出杠杆的放大倍数，即可求得钢丝的实际伸长量。如果再分别量出钢丝的长度和截面积，即可求得钢丝的杨氏模量。

三、固体压强的演示

（一）取一块方木板，在四个角上各钉一个竹杆（或长铁钉），制成小桌 A。取一略大于 A 的纸匣（例如粉笔匣）在上面糊一张薄纸。

演示时，先将小桌 A 倒放在纸匣的薄纸面上，并在 A 板上放一适当的重物 B（如图 3—1(a) 所示），此时纸面微微下陷而不破裂。然后把 A 桌翻正过来，也加上重物 B，

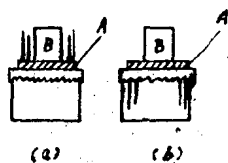


图 3—1

使竹尖向下放在纸上（如图 3—1(b) 所示），则竹尖立即扎破纸而下陷，直到板面接触纸面为止。

（二）如果另做一个大小相同的木匣，正面装玻璃，并在匣内装入适量的细砂或干土。

演示时，先将小桌 A 和重物 B 按图 3—2 那样放置在砂上，几乎看不出小桌有下陷的现象。如果使竹尖向下放在砂面上，则竹尖将深深陷在砂中，直到 A 板接触砂面为止，只要

把玻璃面朝外，就可以清楚地看到竹尖下陷的过程。

以上的演示，可以说明：在压力一定时，受力面积越小，压强越大，受力面积越大，压强越小。

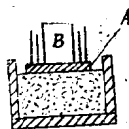


图 3—2

四、液体对压强的传递

(一) 用水枪演示

取一头有竹节的竹筒做个水枪，先用烧红的钢针或锥子在竹节四周和正面上钻一些小孔，做为喷头A，如图4—1所示，另用布条缠绕在竹竿一头作成活塞B。演示时，先用水枪将水抽进筒内，然后推压活塞B，水即从喷头A各小孔喷出。

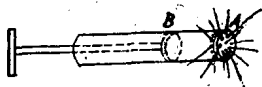


图 4—1

(二) 用简易帕斯卡球演示

在一乒乓球上等距离地扎一些小孔，另扎一稍大的孔，将一针筒的注射口紧紧嵌入，并用万能胶或蜡烛油密封，不使漏气，做成简易帕斯卡球。吸水时，应将球和针筒口一起没入水中，抽拉活塞几次，直到球和针筒内灌满水为止。演示时，推压

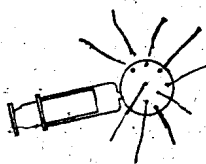


图 4—2

针筒活塞，水即从球各小孔喷出。如图4—2所示。

以上两个演示都可以说明，在密闭容器内，液体可向各个方向，大小不变地传递压强。

应注意，演示时竹筒或球内都应抽满水，否则会出现上部分的小孔不喷出水的现象。

(三) 用广口玻璃瓶演示

取一个带橡皮塞的大口玻璃瓶，在瓶塞上打四个孔，插入四根玻璃管（粗

细可以不同），如

图4—3(a)和(b)

所示。三根竖直的

玻璃管，露出塞子

外面约长20厘米，

三管下端形状不

同，B管弯成直角，

管口朝向一侧，

C管是直的，

管口朝下，D管弯转管口朝上，同时将管口没入水中在同一

平面（不在同一平面亦可）。管A弯成直角，下端管口在液面

以上。瓶内装红色水，将塞子盖紧，不使漏气。

演示时，在A管口用橡皮管接一针筒分次打入空气，可以观察到三根玻璃管内的液柱同时上升，并每次静止在同一高度上。这个实验可以比较有说服力地验证帕斯卡定律。

操作时，推动活塞不宜太猛，以防红水从管口喷出。又玻璃瓶内的水面不要高过A管口的下端，以免在打进空气时出现翻泡的现象。但水面也不宜太低，以免三管在液面上升

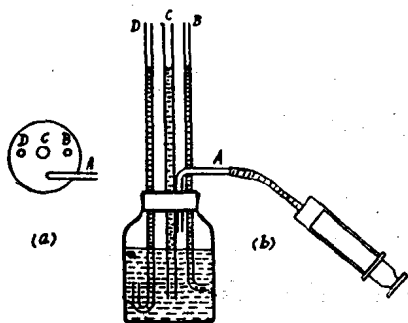


图 4—3

时，下管口露出水面。有时也会出现在打入空气后三管中液面高度不同的现象，应检查一下管内是否存有气泡，排除气泡后就可以恢复正常。

(四) 用热水袋演示

取一只大号的热水袋 A，袋口紧塞一只穿一段短玻璃管的橡皮塞 B，短管口接一段一米多长的橡皮管 C，C 管上接一段约长 60 厘米内径约 1 厘米（太细则灌水排气不便）的玻璃管 D。实验前使整个装置灌满水（可先给热水袋灌满水，加塞再向管中灌水排气），把热水袋放在两块木板中间备用。如图 4—4 所示。

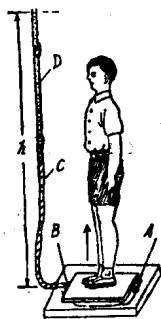


图 4—4

演示时，先把长玻璃管口抬高，并在上面的木板上放约 10 公斤的重物，（例如砝码或砖头）。这时管口的水不见流出，然后降低并倾斜玻璃管，当逐渐降低管口到一定高度时，水会从管口冒出，说明这时管中水柱的压力已不能支持热水袋上的木板和 10 公斤的重物，只要稍稍抬高管口，又可以使管中水不再冒出，而支持住热水袋上的重物。如果这时观察一下玻璃管内水面的位置，并用细线（或橡皮筋）做上记号，再继续抬高管口，发现长管中的水面降低了，说明管内的水柱把重物抬高了（因抬高甚微，观察不出热水袋和重物的变化）。

如果我们取下 10 公斤重物，在热水袋和木板上站一个 50—60 公斤的人，只要我们把长管举高，使管内的水面高出热

水袋的水面约达 2 米时, 管中的水柱就可以支持一个 50—60 公斤的人, 并把他抬高起来 (参看图 4—4)。

根据帕斯卡定律计算一下。如果长玻璃管水面高出热水袋水面为 2 米时, 左边水柱的压强约为 $0.2 \text{ 公斤}/(\text{厘米})^2$, 右边热水袋的面积约为 $20 \text{ 厘米} \times 16 \text{ 厘米} = 320 (\text{厘米})^2$ (常用大号热水袋尺寸), 那么热水袋受到的举力 $F = 0.2 \text{ 公斤}/(\text{厘米})^2 \times 320 (\text{厘米})^2 = 64 \text{ 公斤}$ 。可以说明支持和抬高 50—60 公斤的人是完全可能的。

本实验支持和抬高十公斤左右的重物比较方便。而人站在热水袋上面的板上不稳, 容易滑下来。

(五) 水压机原理演示器

将两个粗细不同的针筒 A 和 B, 按图 4—5 所示装在木架上, 用橡皮管 (或塑料管) 连通起来, 不使漏气。装水时, 先要将活塞拔出来, 两针筒都装满水, 先放进大针筒的活塞 A, 把水从 B 筒排出, 直到活塞 A 几乎压到底为止, 然后贴着水面轻轻地把手活塞 B 压进一段即可。这样操作两活塞内就不会留有空气。为了防止小活塞被压出, 可用短绳把小活塞拴在木架上。

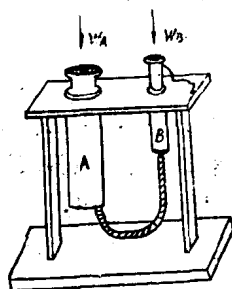


图 4—5

演示时, 先将重物 W_A 放在活塞 A 上, 再将重物 W_B 放在活塞 B 上, 可以观察到 W_B 能将 W_A 举起来。选取两重物时, 应使 W_A/W_B 稍小于两针筒截面之比 (即 S_A/S_B)。结合分