

WULIXUEYANSHISHIYANSHOUCE

物理学演示实验手册

山东教育出版社

物理学演示实验手册

段吉辉 徐从兰 孟昭敏等编译

余寿绵 主审

山东教育出版社

一九八七年·济南

物理学演示实验手册

段吉辉 徐从兰 孟昭敏等编译

余寿绵 主审

*

山东教育出版社出版

(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 济南印刷厂印刷

*

850×1168毫米32开本 22.5印张 478千字

1987年5月第1版 1987年5月第1次印刷

印数 1—1,740

ISBN 7—5328—0085—7

O·4

书号 7275·594 定价 3.75 元

出版说明

本手册是为加强物理演示实验教学而编辑出版的。其内容涉及中学物理、大学普通物理学、理论力学及部分近代物理学等范围,包括力学、流体力学、热学、电磁学、声学、光学、近代物理学等七百四十多个演示实验。

为简明起见,对本手册收录的演示实验,只是重点地介绍了实验所需器材与装置,操作方法和演示效果,并适当地介绍了某些元件和装置的制作数据和工艺过程。由于大多数演示实验的原理都可以在教科书中查到,故没有单项进行说明,只是对少数新的实验题目,适当地介绍了它的工作原理。

本手册除可供大、中学物理教师及物理实验室工作人员在安排设计课堂演示实验时参考外,也可供教学仪器厂的工程技术人员在设计新仪器时参考。

本手册所收录的演示实验题目是以G. D. Freier和F. J. Anderson合编的《A DEMONSTRATION HANDBOOK FOR PHYSICS》(1981年版)一书为基础,同时还参考了其他书籍,增添了编者及兄弟院校的部分研究成果而编译成的。参加本书编译工作的有山东大学段吉辉(力学、声学、光学部分)、徐从兰(电磁学、近代物理学)、孟昭敏(热学、流体力学),苏州大学周志坚、莫战松、李泳梧(旋转式光学综合实验仪)。

山东省物理学会顾问、高等院校理科物理教材编审委员会委员、山东大学物理系教授余寿绵对本书的编译给予了大力的支持和指导，审定了全书，并写了序言。对此，谨致谢忱。

山东教育出版社

一九八六年八月

序

物理课的教学是一个相当复杂的过程,通常包括课堂讲授、课堂讨论、小测验以及实验和考试等教学环节。整个过程的目的,一是要使学生掌握本课程的基本内容,二是要培养学生探索自然规律的兴趣和能力。为了实现这个愿望,一位教学效果好的教师必然会尽可能去引导学生细心观察物理现象,主动发现问题,通过思考、讨论,再加以必要的讲解;让学生积极主动地去获得新的知识,并进一步引起探索新现象,追求新规律的强烈的兴趣。这就是启发式的教学方法。为了做到这一点,演示实验无疑是一个物理教师的最好的助手。

演示实验可以在讲解一个物理概念、原理或定律以后做,用最直观的方法、最有兴趣的现象来验证理论,以加强理解,加深印象。也可以在讲解以前或讲解的同时做,使学生在自己的脑海中形成一个问号,抓住学生的注意力,开展积极的思维活动,使得教师的讲解真正成为师生之间的思想交流,自然而然地使课堂气氛活跃起来。演示实验对于其它教学环节也同样能够发挥积极作用。讨论课、习题课、小测验甚至期末考试都可以应用演示实验的方式提出问题,也可在课堂上做过的演示中提出一些更深入的问题让学生自己去分析。

当然,演示实验不能代替系统的讲解,不可能单凭演示实验来培养把物理现象抽象为数学模型的能力。同样,单凭系统

的讲解也不可能培养学生善于观察，乐于实践，并能从实践中提出问题的能力。正因为如此，演示实验向来深受大、中学校教师和学生的欢迎。我国老一辈物理学家以及很多大、中学校的物理教师对演示实验都给予高度重视。然而，也有不少学校，由于条件限制或其它各种原因，目前对演示实验还没有给予足够的重视，以致于注入式的教学方法多年来没有得到明显的改进。因此，在物理教学中推广应用课堂演示，促进它的提高和发展，目前仍然是教学改革中的一个重要方面。而且，随着科技现代化和教育体制改革的深入发展，物理课面临着两个新问题，一是在较短的学时内让学生学到更多的内容，二是学科的互相渗透使得非物理专业的学生也要求学习不同程度的物理课。解决问题有两种相反的途径，一种是减少或取消课堂演示以节约时间，保证在较少的课时内讲完必要的内容；另一种则是加强演示，改变注入式的教学方法。无疑，后者才是正确的。对于非物理专业的教师和学生，尤其是这样。

作为一本手册，本书选题有以下几个特点：

一、实验个数多，共740多个。问题相同，但演示方法不同的都被收集起来，以便教师根据各自现有的条件选用。同时，不同的演示方法各有其特点，对于自制新教具有启发意义。

二、选题内容所涉及的物理问题的深浅和复杂程度覆盖面较大，目的是使大专和中学的教师都能够运用这本手册，从中找到适合自己应用的实验。

三、从纵的方面说，选题既包括近代常用的演示实验，也包括一些比较古老而至今仍有意义的实验。总之，选题的标准不在于实验是否现代化，主要看演示的效果是否好，操作是否

简便，说明的问题是否有深刻的意义。

四、本书选题大部分根据美国的G. D. Freier和F. J. Anderson合编的《A DEMONSTRATION HANDBOOK FOR PHYSICS》(1981年版)，同时也参考了国内兄弟院校自制的实验装置，其中也包括了编者自己的工作。

五、对于应用现代技术，如教学电影、闭路电视、微处理机等等进行演示，近年来正在兴起。但是由于条件限制，能普及的目前还为数不多，因此本书未能一一列入。当然把新技术应用于物理学的演示实验中来，肯定是演示实验发展的方向之一。但是对于已经有简易办法达到演示目的的实验，则不一定必须用新技术来取代。在演示实验中应用新技术的方向，应该是更复杂的现象、更微观的系统、和更定量的结果。

本手册的编者段吉辉等同志在山东大学物理系从事普通物理教学和物理实验工作二十余年，有丰富的教学经验和精湛的实验技巧。他们在从事教学的同时，为亲自改进旧实验，设计制造新实验装置付出大量的辛勤劳动。这种专心致志于改进教学方法，提高教学质量的精神值得赞扬。

本手册在选题和内容上肯定会有不少缺点，我们衷心希望同行专家们不吝赐教，以便今后改进。希望这本手册的出版能对各类学校的物理教师有所帮助。

余寿绵

1985年10月

目 录

一、力 学

1. 基本量	(1)
1—1 长度	(1)
1—2 质量	(1)
1—3 时间	(2)
1—4 时间——太阳日和恒星日	(2)
2. 运动学	(4)
2—1 位移的加法	(4)
2—2 合位移	(4)
2—3 旋轮线(摆线)运动	(5)
2—4 转动和平动	(6)
2—5 距离和时间间隔	(6)
2—6 匀速运动和加速运动	(7)
2—7 物体下落的时间间隔	(8)
2—8 同时落下	(8)
2—9 炮击猴子	(9)
2—10 弹道模型	(10)
2—11 重力加速度的测量	(11)
2—12 用水流演示抛射体的运动轨迹	(12)
2—13 子弹的速度(一)	(13)
2—14 子弹的速度(二)	(14)
2—15 弹簧炮和隧道	(15)
2—16 科里奥利加速度	(15)
2—17 水的科里奥利加速作用	(16)

2—18	地球上的科里奥利加速度	(17)
2—19	被加速的坐标系	(18)
2—20	向心加速度	(18)
2—21	相对速度	(19)
2—22	速度和向心加速度	(19)
2—23	匀速运动	(20)
3.	静止物体的惯性	(21)
3—1	惯性球	(21)
3—2	惯性块	(22)
3—3	惯性柱	(23)
3—4	上紧锤柄	(23)
4.	力和加速度	(24)
4—1	反作用车	(24)
4—2	力、质量和加速度	(25)
4—3	磁力反作用车	(26)
4—4	气垫车的作用和反作用	(27)
5.	运动物体的惯性	(27)
5—1	物体运动的持续性	(27)
5—2	气桌和圆盘	(28)
6.	重量	(29)
6—1	重量和质量的关系	(29)
6—2	突然消失的重力	(30)
7.	线动量	(31)
7—1	碰撞球	(31)
7—2	气垫车的弹性碰撞	(32)
7—3	气垫车的非弹性碰撞	(33)
7—4	反作用车	(34)
8.	火箭	(36)
8—1	火箭车	(36)
8—2	飞向太空的火箭	(36)
8—3	水火箭	(37)

8—4	滚珠反作用车	(38)
8—5	水流的反作用	(39)
9.	线动量守恒	(40)
9—1	垒球的速度	(40)
9—2	炮的后坐	(41)
9—3	冲击摆	(42)
9—4	利用气垫车测定子弹的速度	(43)
10.	力的分量	(44)
10—1	力的矢量和	(44)
10—2	斜面上的物体所受的力	(45)
10—3	拉断铁丝	(45)
11.	摩擦	(46)
11—1	摩擦力	(46)
11—2	滚动摩擦和滑动摩擦	(47)
11—3	斜面上的滑块所受到的摩擦力	(48)
11—4	湿摩擦	(49)
12.	张力和压力	(49)
12—1	绳中的张力	(49)
12—2	钉床	(50)
13.	向心力和惯性离心力	(51)
13—1	向心力	(51)
13—2	在转台上的悬球	(52)
13—3	向心力	(53)
13—4	滚动的链子	(54)
13—5	离心机	(54)
13—6	小球在离心轨道上翻筋斗	(56)
13—7	在转台上的物体	(56)
13—8	旋转着的液体的表面	(57)
14.	万有引力	(58)
14—1	卡文迪许扭秤	(58)
15.	转动力矩	(58)

15—1	有负载的杠杆	(58)
15—2	力盘	(59)
15—3	滚动的线管	(60)
15—4	翻转木块	(60)
15—5	握棒	(61)
15—6	有负载的横梁	(62)
15—7	梯子的平衡	(63)
15—8	固体与液体之间无静摩擦	(64)
16.	重心的测定	(64)
16—1	形状不规则的薄板的重心	(64)
16—2	马铃薯的重心	(65)
16—3	扫帚的重量	(66)
17.	质心的运动	(66)
17—1	气垫车上的双锤摆	(66)
17—2	跷跷板上的反作用车	(67)
17—3	气桌上的质心运动	(68)
17—4	刚体的平面平行运动	(69)
17—5	地球—月球系	(70)
17—6	手榴弹和铁饼的运动	(70)
18.	重心和稳度	(71)
18—1	三种平衡状态	(71)
18—2	物体稳度演示器	(72)
18—3	比萨斜塔	(73)
18—4	走钢索的单轮车	(74)
18—5	平衡马	(75)
18—6	凳子的重心	(75)
18—7	向上坡滚动的圆盘	(76)
18—8	圆柱上的木块	(76)
19.	势能和动能的转换	(77)
19—1	能量守恒	(77)
19—2	制动摆	(78)

19—3	麦克斯韦摆	(78)
19—4	角运动	(79)
19—5	双锥体滚斜坡	(80)
19—6	滚动的线管	(81)
20.	转动惯量在转动中的作用	(82)
20—1	转动惯量	(82)
20—2	竞赛的圆盘	(82)
20—3	线量和角量	(83)
21.	滚动物体与滚动表面之间的力	(85)
21—1	滚动物体与滚动表面之间的力	(85)
22.	动量矩	(86)
22—1	飞球节速器	(86)
22—2	动量矩守恒	(87)
22—3	反冲力矩	(87)
22—4	草坪洒水器	(88)
22—5	急速转动的钮扣	(88)
22—6	冲击特性	(89)
22—7	自行车轮	(89)
23.	陀螺和回转仪	(90)
23—1	老式陀螺	(90)
23—2	杆回转仪	(91)
23—3	进动的陀螺	(92)
23—4	手提箱里的回转仪	(92)
23—5	自旋和转动	(93)
23—6	瞬时转动轴	(94)
23—7	回转仪的转向	(95)
23—8	自行车的转向效应	(95)
23—9	平衡的梯子	(96)
23—10	麦克斯韦陀螺	(97)
23—11	自旋方向的改变	(97)
23—12	单轨车	(98)

23—13	转动的稳定性	(99)
23—14	不同物体的旋转	(100)
23—15	蛋的旋转	(101)
23—16	易翻倒的陀螺	(101)
24.	功和功率	(102)
24—1	打桩机	(102)
24—2	拆去胶带所做的功	(103)
24—3	功率	(103)
24—4	发电机和灯泡	(104)
25.	碰撞过程中的几个量	(104)
25—1	能量损失与恢复系数	(104)
25—2	能量损失	(105)
25—3	碰撞时间摆	(106)
26.	简谐振动	(106)
26—1	简谐振动	(106)
26—2	弹簧上的质量	(108)
26—3	力和位移	(108)
26—4	受迫振动	(109)
26—5	时钟发条摆	(110)
26—6	由气垫车和弹簧构成的振动系统	(111)
26—7	机械共振的图解表示	(111)
26—8	阻尼振动	(112)
26—9	耦合摆	(113)
26—10	耦合振动器	(114)
26—11	三个摆的耦合振动	(115)
26—12	纵振动与简单振动的相互转变	(116)
26—13	纵振动与扭转振动的相互转变	(116)
26—14	共振簧片	(117)
27.	复摆	(118)
27—1	振动环	(118)
27—2	瓶塞复摆	(119)

27—3	可倒摆	(119)
27—4	凯他可倒摆	(121)
27—5	打击中心和摆动中心	(122)
27—6	打击中心	(123)
27—7	棒球棒的打击中心	(123)
28.	其他类型的振动器	(124)
28—1	扭摆	(124)
28—2	惯量天平	(125)
28—3	振动的链子	(126)
28—4	振动的汞柱	(126)
28—5	傅科摆模型	(127)
28—6	傅科摆	(127)
29.	固体的弹性	(128)
29—1	晶体模型	(128)
29—2	密堆积晶体	(128)
29—3	晶体的结构	(129)
29—4	晶体的点阵	(129)
29—5	晶体中的层错	(131)
29—6	压碎一块食盐晶体	(131)
29—7	厚书的切变	(132)
29—8	海绵的切变	(133)
29—9	固体的弹性形变模型	(133)
29—10	弹性限度	(134)
29—11	剩余形变	(134)
29—12	棒在伸长时其横截面的变化	(135)
29—13	弯曲时的伸长和压缩	(135)
29—14	扭转模量	(136)

二. 流体力学

1.	压强	(137)
1—1	压强的性质	(137)

1—2	帕斯卡瓶 (一)	(138)
1—3	帕斯卡瓶 (二)	(139)
1—4	等高器	(139)
2.	压强的传递	(140)
2—1	帕斯卡球 (一)	(140)
2—2	帕斯卡球 (二)	(141)
2—3	压力和压强	(142)
3.	压强的变化	(142)
3—1	水的压强	(142)
3—2	希罗喷泉	(143)
4.	大气压	(144)
4—1	大气把铁筒压扁	(144)
4—2	马德堡半球实验	(145)
4—3	气压计的重量	(145)
4—4	低气压	(146)
5.	虹吸现象	(147)
5—1	普通虹吸管	(147)
5—2	间歇虹吸管	(148)
5—3	马略特瓶与虹吸	(148)
6.	压强的测量	(149)
6—1	布尔顿压力计	(149)
6—2	无液气压计	(150)
6—3	水银气压计的稳定性	(150)
7.	浮力	(151)
7—1	阿基米德定律	(151)
7—2	热水的浮力与冷水的浮力	(152)
7—3	空气的浮力	(153)
7—4	物体在水中的重量	(154)
7—5	木块的漂浮	(155)
7—6	浮沉子	(155)
7—7	尼克尔森秤	(156)

8. 液体的比重	(157)
8—1 液体比重的测量	(157)
8—2 液体的比重	(157)
9. 表面张力	(158)
9—1 水面下的浮标	(158)
9—2 湿毛笔	(159)
9—3 肥皂泡内的压强	(159)
9—4 圆柱形的肥皂膜	(160)
9—5 跳动的水银珠	(161)
9—6 表面效应	(162)
9—7 肥皂膜的收缩	(162)
9—8 毛细现象	(163)
9—9 水在两片玻璃之间的上升	(163)
9—10 粘在一起的玻璃片	(164)
9—11 润湿现象与不润湿现象	(165)
9—12 油滴的自然形状	(165)
9—13 肥皂膜上的破洞	(166)
9—14 水滴的尺寸	(166)
9—15 水滴尺寸的测定	(167)
9—16 筛子的漂浮	(168)
9—17 表面张力拖船	(168)
10. 稳流中的压强	(169)
10—1 伯努利管(一)	(169)
10—2 伯努利管(二)	(170)
10—3 喷雾器	(171)
10—4 旋转球的运动轨迹	(171)
10—5 漏斗和乒乓球	(172)
10—6 被吸住的盘子	(173)
10—7 吹不开的纸片	(174)
10—8 急流中的漂浮物	(174)
10—9 转圈的纸筒	(175)