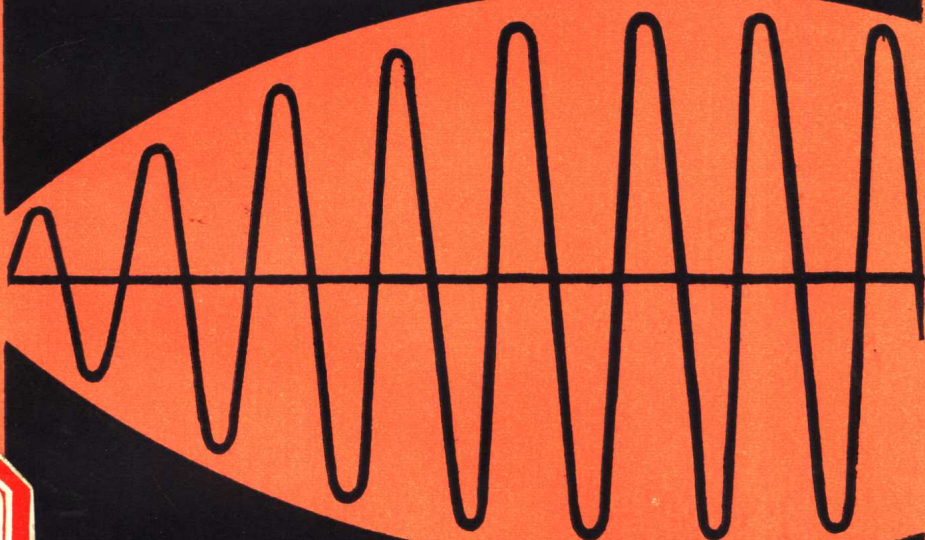


物理 演示实验精选

(供中学、中专、技校用)

朱凤德 刘炳昇 高 玉 编著



上海科学技术出版社

物理演示实验精选

(供中学、中专、技校用)

朱凤德

刘炳昇 编著

高 玉

上海科学技术出版社

内 容 简 介

本书按我国现行中学物理教学大纲的要求,介绍了260多个演示实验,其中包括适合各类中等技术学校的演示实验项目。为适应教学改革的需要,书中还介绍了电子计算机在物理演示实验中的应用示例。本书着重于阐明提高演示效果的设计思想和途径,以及做好这些演示实验的关键;在部分实验中,介绍了几种不同的演示方法,对物理教学有一定的帮助。

本书可供各类中学、中等技术学校和职工学校的物理教师及实验员阅读,也可供大学基础物理实验参考,对师范院校的学生也有一定的参考价值。

物理演示实验精选

(供中学、中专、技校用)

朱凤德

刘炳昇 编著

高 玉

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

总发行所上海发行所发行 江苏溧水印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张11.5 字数252,000

1986年12月第1版 1986年12月第1次印刷

印数: 1—4,800

统一书号: 13119·1396 定价: 1.65元

前 言

作为一个物理教师常常有这样的感受：当你在课堂上进行一个成功的演示实验时，学生们鸦雀无声，几十双晶莹的眼睛注视着变化的现象，他们的脑筋全开动起来；当你进而提出一个个思考题时，学生们就会显得异常活跃，常会有各种不一致的思路；当明显的现象证实了正确的结论时，思路对头的同学尝到了实验的乐趣，一时不解的同学又会恍然大悟……。

显然，演示实验对传授物理的基础知识，培养学生的钻研精神，引导学生掌握学习物理的科学方法，以及发展学生的观察能力、思维能力、手脑并用的能力等，都有很重要的作用。

本书分为五篇：第一篇力学，第二篇热学和分子物理学，第三篇电学，第四篇光学和原子物理学，第五篇是电子计算机在演示实验中的应用。全书选编了108项共计260多个演示实验，其中不少的实验和教具是我们吸取了国内外物理工作者的经验，在编者三十多年教学实践中自己设计或改进的。中学物理演示实验的项目很多，不可能一一列入，选入本书的实验是以精选为原则，除要求现象明显、直观性强外，还有一定的趣味性和较强的启发性。我们力求把自己体会比较深刻的实验及其成功的关键介绍出来，以期取得较好的教学效果。书中不少实验结构简单，自制方便，可为新建学校和条件较差的学校提供教学演示。为考虑到电子计算机的应用日趋广泛的前景，书中又介绍了微电脑在演示实验中的应用。此外，有的实验同时介绍了几种实验装置和演示方法，以便读者根据不

同的条件和自己的需要选用。

由于时间仓促和水平有限，书中不足之处和缺点在所难免，请读者批评指正。

在本书编写过程中，承南京师范大学何汝鑫副教授提出许多宝贵意见，孙杭嘉、吴航和朱琦三位同志协助绘制插图，在此一并致谢！

编 者

目 录

第一篇 力学	1
一、坚硬物体的微小形变.....	1
二、验证胡克定律.....	2
三、静摩擦力的方向.....	4
四、摩擦桩.....	6
五、固体的压强.....	8
六、共点力的合成和分解.....	9
七、用平行四边形法则说明器演示力的合成和分解.....	12
八、用力矩仪演示物体的平衡.....	14
九、物体稳度的演示.....	15
十、密闭液体对压强的传递.....	18
十一、液体内部的压强.....	20
十二、容器底面压强与液体深度有关的演示.....	23
十三、证明大气压强的存在.....	24
十四、用托里拆利实验演示器测定大气压强.....	27
十五、虹吸现象.....	29
十六、离心泵.....	30
十七、浮力的产生和消失.....	34
十八、阿基米德定律适用于液体的演示.....	36
十九、阿基米德定律适用于气体的演示.....	38
二十、物体浮沉的演示.....	39
二十一、流体的流速与压强的关系.....	42
二十二、用闪光照相研究物体的运动.....	45
二十三、匀加速运动和即时速度的演示.....	48

二十四、用簧片扫描器做落棍实验·····	51
二十五、牛顿第二定律的演示·····	53
二十六、超重和失重现象·····	56
二十七、抛体运动和运动的独立作用原理·····	59
二十八、相对性原理的演示·····	65
二十九、向心力·····	68
三十、凹桥和凸桥的演示·····	70
三十一、牛顿第三定律的演示·····	73
三十二、有关动量定理的演示·····	76
三十三、动量守恒定律的演示·····	77
三十四、弹簧振子·····	83
三十五、匀速圆周运动的投影是简谐振动·····	85
三十六、简谐振动的图象·····	86
三十七、受迫振动·····	91
三十八、同一直线上简谐振动的合成·····	95
三十九、互相垂直的两个简谐振动的合成·····	100
四十、横波的演示·····	101
四十一、纵波的演示·····	104
四十二、水波的演示·····	106
四十三、用活动幻灯片模拟波的现象·····	112

第二篇 热学和分子物理学····· 114

四十四、温度的显示·····	114
四十五、固体的热膨胀·····	117
四十六、热胀冷缩应力的演示·····	119
四十七、双金属片演示器·····	120
四十八、热辐射的演示·····	122
四十九、物质的比热·····	123
五十、气体在绝热过程中温度的变化·····	125

五十一、分子间引力的演示·····	130
五十二、扩散现象·····	133
五十三、布朗运动·····	136
五十四、统计分布现象·····	141
五十五、表面张力·····	143
五十六、毛细现象·····	146
五十七、萘的熔解和凝固·····	149
五十八、饱和汽和未饱和汽性质的演示·····	152
五十九、液体沸腾时饱和汽压等于外部压强·····	160
六十、沸点随外部压强的增减而变化·····	163

第三篇 电学 ····· 167

六十一、静电实验的起电·····	167
六十二、静电实验的验电·····	172
六十三、电荷守恒的演示·····	178
六十四、电荷的相互作用·····	181
六十五、点电荷的电场·····	182
六十六、电力线·····	183
六十七、电势和等势面·····	187
六十八、电势能的变化与做功的关系·····	188
六十九、电荷分布在导体外表面的演示·····	189
七十、导体表面曲率与电荷的分布关系·····	192
七十一、尖端作用·····	194
七十二、静电屏蔽·····	196
七十三、电容·····	198
七十四、静电植绒·····	199
七十五、静电除尘·····	200
七十六、电阻·····	201
七十七、欧姆定律·····	203

七十八、电功和电功率·····	207
七十九、永久磁铁和电流的磁场·····	213
八十、磁场对电流和运动电荷的作用·····	216
八十一、电磁感应·····	221
八十二、自感现象·····	228
八十三、电容器的充电与放电·····	231
八十四、容抗和感抗·····	235
八十五、交流电流与电压的相位关系·····	240
八十六、安全用电的两则演示·····	245
八十七、三相电机原理的演示·····	247
八十八、 LC 电路中的电磁阻尼振荡现象·····	252
八十九、无阻尼电磁振荡现象·····	255
九十、电磁波的发射和接收·····	257
九十一、晶体二极管的整流和滤波·····	261
九十二、晶体三极管的放大作用·····	263
九十三、晶体管开关特性的应用·····	267

第四篇 光学和原子物理学 ····· 271

九十四、光路的显示·····	271
九十五、光的反射现象·····	276
九十六、光的折射现象·····	277
九十七、全反射和光导纤维·····	279
九十八、用磁性光盘和光具的演示·····	281
九十九、用简易光具座观察成象的规律·····	283
一〇〇、眼睛的光学模型·····	287
一〇一、光的干涉和衍射现象·····	289
一〇二、光的偏振现象·····	295
一〇三、观察钠的吸收光谱·····	299
一〇四、外光电效应·····	303

一〇五、内光电效应·····	307
一〇六、用盖革计数器演示放射性现象·····	308
第五篇 电子计算机在演示实验中的应用 ·····	311
一〇七、概述·····	311
一〇八、应用示例·····	314
附录 ·····	331
一、提盒式演示台·····	331
二、复用演示板·····	331
三、电路组合示教板·····	332
四、可升降的垫凳·····	336
五、折叠式挂图架·····	336
六、磁性演示板·····	338
七、尼龙搭扣演示架·····	339
八、有机玻璃板的加工·····	340
九、玻璃管的截断和玻璃板的钻孔·····	342
十、玻璃管的拉伸、弯曲和熔接·····	344
十一、长玻璃管的洗涤和干燥·····	348
十二、水银清洁法·····	349
十三、蓄电池的充电·····	352
十四、充磁·····	353
十五、介绍几种粘合剂·····	356

第一篇 力 学

一、坚硬物体的微小形变

学生对弹性体(如钢板、弹簧等)或柔软的物体受力会发生形变是有感性认识的,但对坚硬的物体受力也发生形变则是难以理解的。

实验装置

在一只扁形的大墨水瓶上(容积约1升),加个橡皮塞并穿进一段长约30厘米、内径约1~1.5毫米的毛细管,先在瓶内装满红色水,然后压紧瓶塞,使水沿细管上升到液面略高出瓶口一段。为了便于观察红液柱的升降,在玻璃管后面衬白色纸屏,并在白色屏上画标度线,如图1-1(a)所示。

演示方法

用手对扁瓶截面短径方向挤压,如图中(b)所示(箭

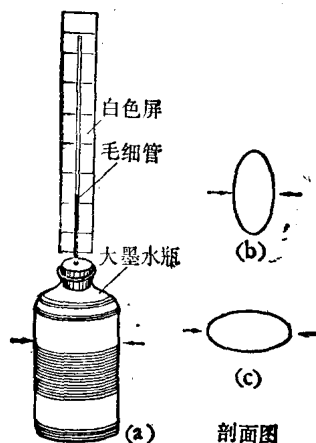


图 1-1

头表示手捏瓶子用力的方向), 瓶的容积减小, 管中的液面上升; 若对扁瓶的长径方向挤压, 如图中(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, 都能发生微小形变, 并引起瓶的容积减小或增大。

注意事项

选用圆形玻璃瓶也可以, 但只能观察到微小形变引起容积减小液柱上升的一种情况。有的学生看到液柱上升会惊奇, 而往往误认为是手接触瓶子使红水受热膨胀引起的, 用扁瓶演示则可消除这种误解。玻璃管的长短、内径的粗细要通过实验来选择, 管子内径过粗, 液柱升降变化不明显, 过细则液柱不容易看清。

二、验证胡克定律*

验证胡克定律常用弹簧测力计、橡皮筋等的伸长来演示, 也可以用同一个弹性体, 既做伸长又做压缩的演示。

实验装置

用 16 号的粗铁丝绕六、七环, 环的直径约为 12 厘米, 制成一个既可伸长又可压缩的两用弹簧。将弹簧上端 A 弯成环状, 固定在一个带标尺支架上部的横杆上(如用金属丝扎紧), 在弹簧下端 B 处焊一根竖直的细铁丝, 两端弯成钩子 C_1 和 C_2 , C_2 的上端固定一个指针。在未挂重物时, 调节标尺使指针恰在零线上。如图 1-2(a)所示。

演示方法

每次在 B 端弹簧钩 C_2 上挂一个、两个、三个……等重砝

* 江苏省新沂县阿湖中学王厚昌设计。

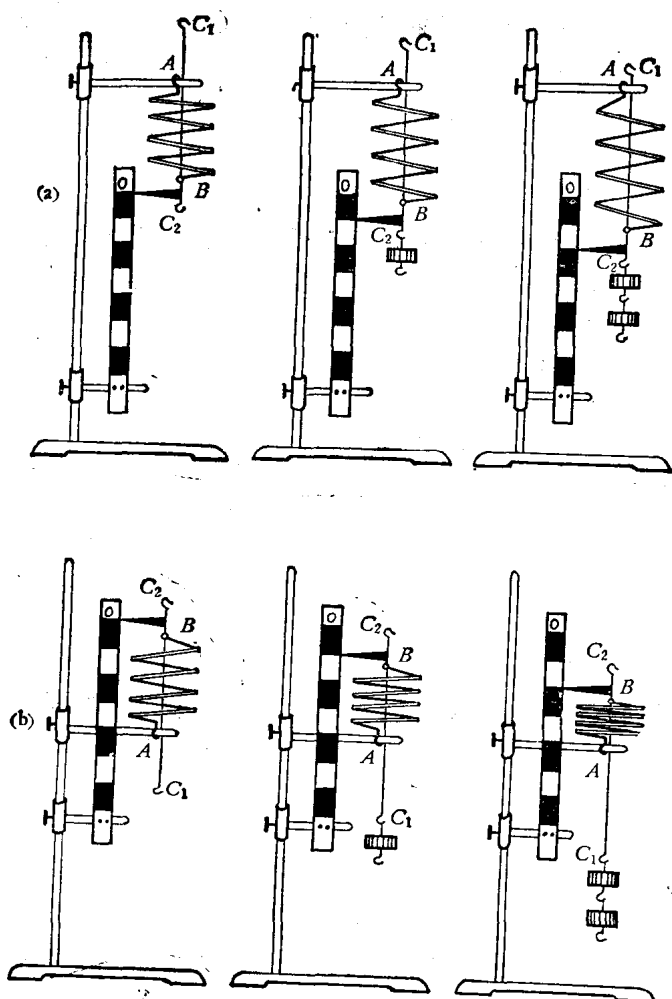


图 1-2

码(例如 100 克),依次记下弹簧指针的位置。由实验可知,弹簧每次都伸长相等的距离。

如果把弹簧倒置过来,使 B 端朝上, A 端朝下,并仍将它固定在支架上,如图中(b)所示。这时同样依次在 C_1 钩上挂等重砝码,并记下每次指针的位置。由实验可知,弹簧每次被压缩的距离也是相等的。

注意事项

演示弹簧伸长或压缩时所选用的砝码,都不得超过弹簧的弹性极限。如果选用的铁丝粗些,则弹簧的直径要相应加大,环数应减少;反之,选用稍细的铁丝,则弹簧的直径可相应减小,环数增多几圈。

三、静摩擦力的方向*

静摩擦力是由相互接触的物体具有相对运动趋势时产生的,由于这时物体还没有发生相对运动,因此相对运动趋势的方向很难判别,这是学生学习静摩擦力感到十分困难的原因所在。为了突破这个教学难点,我们可以把物体的接触层模拟放大,通过观察接触层发生形变的情况,来判断静摩擦力的方向。

实验装置

如图 1-3 所示,取一块长方木块 M ,上、下各装一块长方薄板作为木块的模拟接触层,木板通过橡皮筋与木块联系在一起。为了增大接触面的摩擦力,上薄板的上面和下薄板的下面各贴一张砂纸。当接触层受到阻力形变时,接触层就与

* 北京市 166 中学李九如设计。

木块产生错位,指示的箭头错开,从错开的方向就可以判别摩擦力的方向了。另取圆筒测力计和斜面装置备用。

演示方法

1. 把整个木块装置 M 放在水平台面上, 用一圆筒测力计钩住木块的小钩。在未施力时, 接触层与木块上的箭头是对齐的; 当向右施适当的拉力而木块未发生滑动时, 可以看到下面的接触层向左方向发生错位, 如图 1-4 所示, 从而说明木块受到台面对它的静摩擦力的方向是向左的。

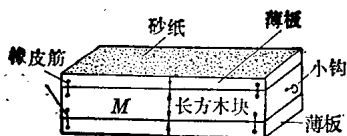


图 1-3

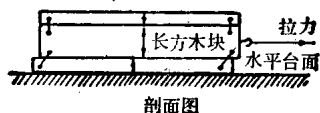


图 1-4

2. 把另一个这样的带接触层的木块装置 N 和 M 叠在一起, 并放在水平台面上。当施力向右拉下面的木块 M 而未发生滑动时, 如图 1-5(a) 所示, 可以看到下面的接触层向左发生错位, 说明木块 M 受到台面对它一个向左的静摩擦力; 而上、下木块之间的接触层并不发生错位, 说明它们之间不存在摩擦力。如果施力向右拉上面的木块 N , 如图 1-5(b) 所示, 可以看到上木块 N 的接触层向左错位, 下木块 M 上部的接触层向右错位, 木块 M 下部的接触层向左错位。由此可以分析各木块所受静摩擦力方向的各种情况。

3. 把这两块带接触层的木块叠起来放在倾角为 θ 的斜面上, 其现象如图 1-6 所示。由此说明上木块 N 受到静摩擦力方向为沿斜面向上, 下木块 M 受到上木块 N 对它的静摩擦

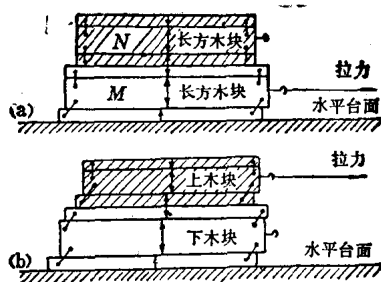


图 1-5

力方向为沿斜面向下，而斜面对它的静摩擦力方向则为沿斜面向上。

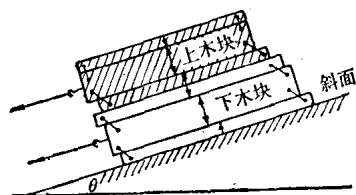


图 1-6

注意事项

斜面的角度应调节适当，若倾角 θ 太小则接触层与木块产生错位很小，就无法判别静摩擦力的方向。

四、摩擦桩*

有些江河底面的砂石、粘土、淤泥等疏松沉积物厚达数百米，而下面的岩层则埋藏更深，如果采用打入岩基的支承桩则困难很大。在这些江河上（例如上海的黄浦江）造桥常采用“摩擦桩”。“摩擦桩”就是利用砂石、土层的巨大摩擦力来支承大桥的桥桩。下面的实验可以说明它的原理。

* 参看《物理演示实验与自制仪器》实验 34，朱正元编著。

实验装置

取一个约 10 厘米深的铁罐(例如装糖水桔子的罐子),里面盛满湿的细砂。另取一根木棒作桩,桩上画好标尺,一头削尖,另一头装木板,用以支承重物。

演示方法

先把木桩竖放在铁罐外壁,量出木桩插到铁罐底部时埋入砂层的位置,并做上标记,如图 1-7 所示。再把木桩用力插入细砂中一半以上的深度(从标记上看),用手压紧细砂,特别是木桩四周的砂,这时用手提木桩,竟能把超过一千克力的装砂铁罐一并提起,如图中(a)所示。这是因为木桩受细砂的挤压,正压力很大,则细砂与木桩和铁罐内壁

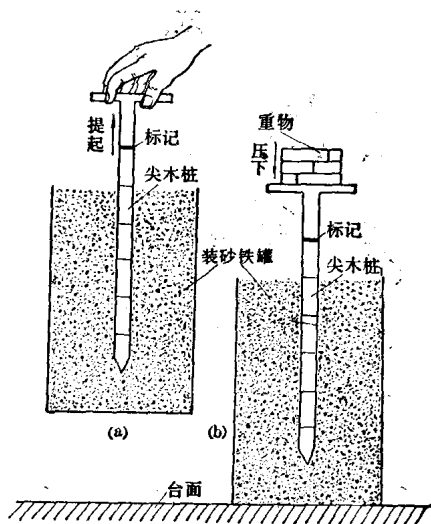


图 1-7

的静摩擦力也很大,因此木桩能提起铁罐和砂。由于手提木桩的力方向朝上,可知细砂对木桩的静摩擦力的方向是向下的。

如果当压紧细砂时,在木桩上加重物,例如加 2~3 千克的槽码,从标记可以看出,木桩仍停在原来的高度而不下沉,如图中(b)所示。这同样是因为木桩与细砂之间的静摩擦力很大的缘故。由于木桩和砝码的重力方向向下,可知细砂对