

物理教学演示实验

馮鍾泰 韓宗懿 編

高等教育出版社



物理教学演示实验

馮鍾泰 韓宗銘 編

高等教育出版社



本书是北京师范大学物理系厲鍾泰、韓宗懿二位同志根据該系几年来在讲授普通物理課时所用的課堂演示实验編写的。内容分为力学、声学、热学、电学、光学等五部分。其中包括 147 个实验。可供高等师范学校以及普通中学、师范学校的物理教师在選擇課堂演示实验时参考。

物理教学演示实验

厲鍾泰 韓宗懿 編

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市书刊出版业营业許可證出字第 054 号)

京华印书局印装 新华书店发行

統一书号 13010·607 开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印張 $3 \frac{13}{16}$

字数 85000 印数 0001—7,500 定价 (8) 洋 0.45

1959 年 8 月第 1 版 1959 年 8 月第 1 次印刷

序

在偉大的中国共产党领导下，在全民大跃进向科学进军的形式下，我們鼓足了干劲、破除了迷信，利用 20 天的時間写出一本物理教学演示实验，在 1958 年国庆节向党献礼。

这本书是根据几年来我系讲授普通物理課时所做过的一些演示实验編写成的，其中包括：力学、声学、热学、光学、电学五部分，由于編写的時間仓促，因而写得不很完整，只能供参考。

希望大家給我們多提意見，以便及时改进和提高。

北京师范大学物理系 馮鍾泰 韓宗懿

1958.9.24

目 录

序	iv
---------	----

一、力学

位移的合成	1	稳定平衡和不稳定平衡	20
斜抛	2	摩擦力和压力	21
斜面	2	迴轉器	21
牛頓第二运动定律	3	切变模型	22
阿特武德机	5	扭轉模型	22
牛頓第三运动定律	6	恢复系数	23
相对性原理	7	浮力和重力	24
降落摆	9	自由面	24
动量守恒	9	流綫	25
冲击摆	10	流速和压强	26
功率	11	皮托管	27
力矩的作用	11	湍流和片流	28
竞赛的滚子	12	馬格諾斯效应	29
轉动的基本公式	13	机翼的升力	30
平行軸定理	14	螺旋桨的拉力	31
轉动的稳定軸	15	环形渦旋	32
离心节速器	16	水輪机(一)	33
动量矩守恒	17	水輪机(二)	34
物体的平衡	18		

二、声学

簡諧振动	35	波的合成	43
等效单摆的长度	35	橫駐波	44
振动的合成(一)	36	波的迭加原理	45
振动的合成(二)	37	波的干涉	45
阻尼振动	38	惠更斯原理	45
受迫振动和共振(一)	39	波的反射	46
受迫振动和共振(二)	40	波的衍射	46
橫波	40	共鳴和拍音	46
縱波	41	弦的振动	47

声波的干涉	48
声速的测定	48
克拉尼图形	49

音频输	50
倒听的声音	51
多普勒效应	52

三、热学

肥皂膜的表面张力	53
盐水中的油滴	53
肥皂泡的胀大和缩小	54
渗透压	54
定容气体温度计	55
定压气体温度计	55
线胀	56
膨胀系数不同的金属	57
体膨胀	58
水的最大密度	58
饱和汽压	59
蒸发致冷	59
汽和气	60

水汽汽压	60
压强对沸点的影响	61
熔点和压强	62
膨胀致冷	62
液化 CO_2	63
导热性	63
水的三相点	64
气体扩散	64
气体的内摩擦	65
伽尔顿板	66
旋转式抽气机模型	67
低温下的几种现象	68
混合物的爆炸	68

四、电学

起电盘	69
电屏	71
电力线	71
静电感应	71
法拉第圆桶实验	72
等势面	73
电量和电势	74
大小金属球的电势	74
导体上电荷的分布	75
电容和面积的关系	76
平行板电容器	76
电容器的并联	77
电容器的串联	78
电势降落	79
欧姆定律	80
电阻和温度的关系	81
热电偶(一)	82
热电偶(二)	82
电流热效应	83

蓄电池	84
电极上析出的物质(一)	84
电极上析出的物质(二)	85
长直导线周围的磁场	86
环形电流的磁场	86
螺旋管内的磁场	87
磁场中的滚轮	88
直流电动机模型	89
楞次定律	90
电磁感应	90
交流和直流发电机模型	92
涡电流(一)	93
涡电流(二)	94
感应电动机原理	94
自感	95
顺磁体和反磁体	96
螺旋管对铁心的吸引力	97
充磁和消磁	98
变压器	98

被激导电.....	99
輝光放电.....	100

阴极射线.....	100
-----------	-----

五、光学

光线在无反光物质中的情况下，具 有不可見性.....	102
光的反射.....	102
光的折射和全反射(一).....	103
光的折射和全反射(二).....	104
全反射和部分反射.....	105
水球的反射和折射.....	106
薄膜的彩色.....	106
牛頓环.....	107
衍射(一).....	107

衍射(二).....	108
光的色散.....	108
透鏡的色差.....	109
透鏡的球差.....	110
象散性.....	111
畸变.....	111
偏振光(一).....	112
偏振光(二).....	113
溶液的旋光性.....	114
“太阳紅”.....	114

一 力学

位移的合成

目的：观察一物体同时沿两个不同方向的运动。

仪器：参看图 1，木框内有一斜杆，它的上下两端各装小轮。可以沿着横框左右滑动，斜杆上穿着一球体 P 。有一根细线沿斜杆跨过固定于杆顶的滑轮。细线的一端，与小球相结，另一端固定于框上的 C 点(如图 1)。

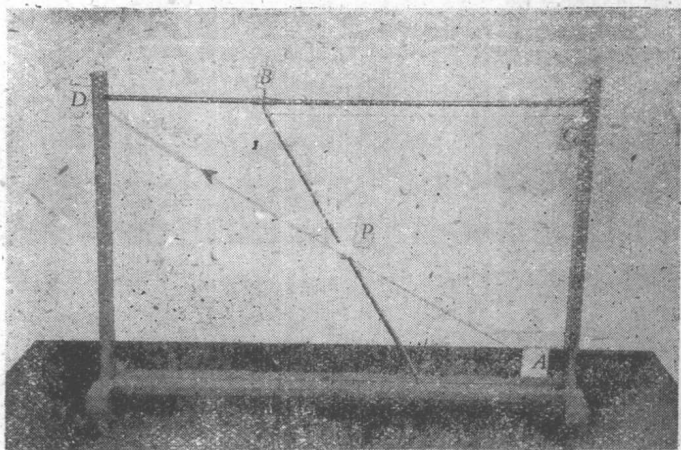


图 1

操作：用手向左方推动斜杆，则 P 球由于细线的牵引，沿斜杆方向向上滑动，但又随杆向左方运动。清楚的看到 P 球沿 AD 路线进行。 AD 就是合成位移。

注意事项：线长 $CB + BP = CD$ 。

斜 抛

目的：觀察斜向拋出物體的軌迹。

儀器：水桶，底部有長約3米的橡皮管，管端有噴水嘴（有栓），噴水嘴可繞角度盤中心旋轉，高約2米的豎直支架。

操作：

(1)將水桶吊在豎直支架上。

(2)扭開水嘴栓。看到水自嘴口噴出，看到射程和高度都隨着拋射角的大小而改變。當拋射角 $=45^\circ$ 時，射程最大。當拋射角 $=30^\circ$ 或 60° 兩者的射程相同。但高度不同。

注意事項：用水桶作水源可得穩定的初速度，改變桶高可得不同的初速度，射程和高度也因而改變。

斜 面

目的：驗證沿鉛直圓各弦滑下的小球同時到達弦的末端。

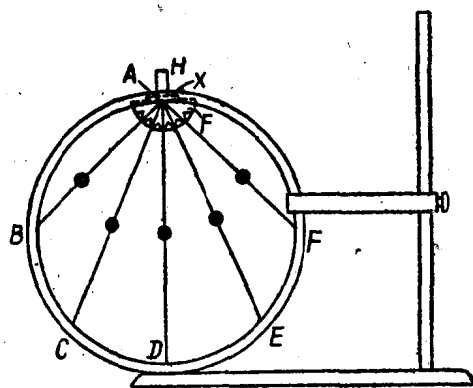


圖 2 F—鐵爪 H—爪柄 X—轉軸

儀器：參看圖 2。

自一個直徑約為60厘米的鐵環上任一點A，用細鋼絲連成AB、AC、AD……弦，各弦上分別穿着直徑約1.5厘米的小鐵球，它們可沿鋼絲滑動。

在A處有一個用鐵皮制成的鐵爪，它可以

向沒有鋼絲阻擋的一面轉動，它的轉動軸是 A 點的切綫。我們用這個鐵爪來托住穿在鋼絲上的球。

操作：用鐵爪抓住小球，把鐵環沿鉛直方向支立，并使 A 點處于最高的一點，用手撥動爪柄，使小球同時滑下。可見諸小球的連綫是一圓形，而且它們在同一時刻滑到弦的底端。

注意事項：綫和球間的摩擦力愈小愈好。

牛頓第二運動定律

目的：利用可以同時開動，同時停止的兩個小車，演示牛頓第二運動定律。

器材：四輪小車二個（一為白色，一為紅色，質量皆為 500 克），滑輪四個。立杆兩根，夾子四個。砝碼（500 克一個，50 克的四個）。制動器（參看圖 3， B_1 、 B_2 是兩個粗面的木塊，凭借彈簧 L_1 、 L_2 壓住拉綫， A 為操縱柄， R_1 、 R_2 為支點）。

操作：參看圖 4，將系在小車前方的細綫各自繞過立杆上的兩個滑輪，並且在繩端懸上砝碼（白車懸 50 克，紅車懸 100 克）。小車後方細綫分別壓在制動器的木塊下來控制小車的行止。

(1) 使兩小車并排的靠近制動器，然後用手壓下制動器的操縱

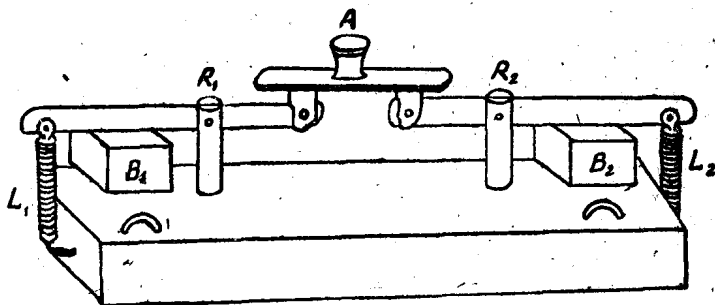


圖 3.

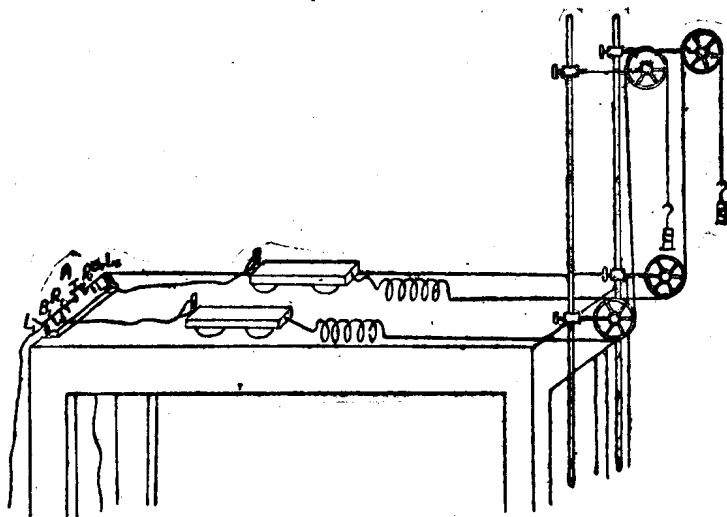


图 4

柄A，两小車分別受着 50 克砝碼和 100 克砝碼的拉力（实际上的拉力是比砝碼重力小些，因为砝碼有加速度，但这个加速度比重力加速度小的多，此处可忽略不計）。它們同时开动，但以不同的加速度前进。待进行較快的車子（紅車）經过路程約 1 米多些，立即放下 A 柄（动作要快）压住車后之繩，两車同时停止。看到快車（紅車）經过的路程是慢車（白車）的两倍。（由于 $s = \frac{1}{2} at^2$ ），今 t 相等，則知快車的加速度是慢車加速度的两倍。

从而验证同质量的物体受不同力的作用，它们的加速度和力的大小成正比。

(2) 两車棧端所悬砝碼都用 100 克，而在白色車上加上 500 克砝碼，仍按(1)的操作法，看到白車所經路程仅为紅車之半，这表示不同质量的物体虽受相同之力而加速度和它們的质量成反比。

注意事项：为了两小車在实验桌上保持平行前进，要使两组滑輪間距离和制动器 B_1 、 B_2 間距离相等。

阿特武德机

目的：利用阿特武德机验证牛顿第二定律。

仪器和装置：参看图 5，电动的大秒表 A ，用导线经过两个电键 K_1 和 C 将它的电动机接在 8 伏特的蓄电池两极上。把两个砝码 m_1 和 m_2 分别挂在一根跨过滑轮 P 的细线的两端，另加 5 克小砝码在大砝码 m_1 上边。用托盘 D 托住 m_1 ，小铁勾支住托盘，当小勾被电磁铁 M 吸引时即离开托盘，而托盘即行落下。电磁铁通过导线和电键 K_2 与蓄电池相连。

电键 C 是特制的，装在砝码所经路线的附近，待砝码落下时恰好能够把它撞开，使表停止。

操作：使表的秒针指着零点。把 m_1 放在托盘 D 上，把电键 C 移在距托盘 D 为 100 厘米之处。

同时按下电键 K_1 和 K_2 ，表针和砝码同时开始运动。待 m_1 落到预定终点把电键 C 撞开，表针停止。读出所历时间，根据 $S =$

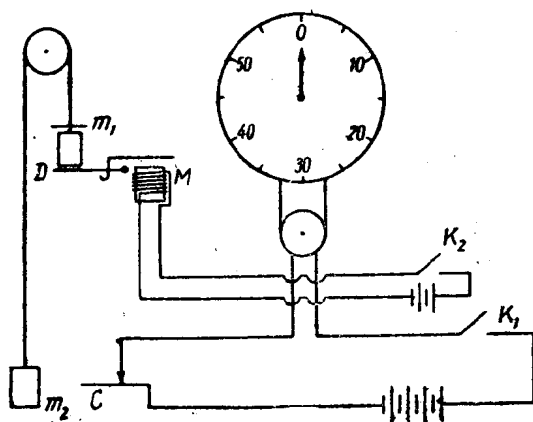


图 5

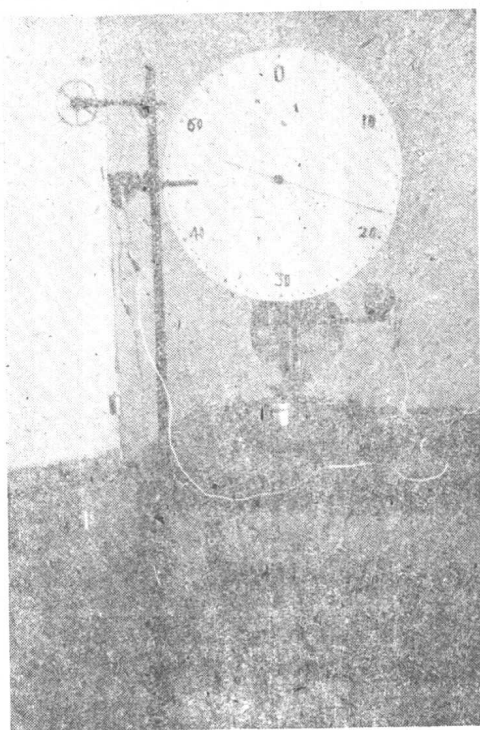


图 6

$= \frac{1}{2}at^2$ 算出加速度 a ，再用 $a = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$ 算出 a 来，如两个结果大致相同，就验证从实验测得的加速度和由牛顿第二定律算出来的加速度值是一致的。验证第二定律是正确的。

注意事项：(1) m_1, m_2 及小砝码的大小要事前配好。(2) 滑轮的摩擦要尽量设法减小。

牛顿第三运动定律

目的：观察质量相等的小车在互相牵引时所进行的路

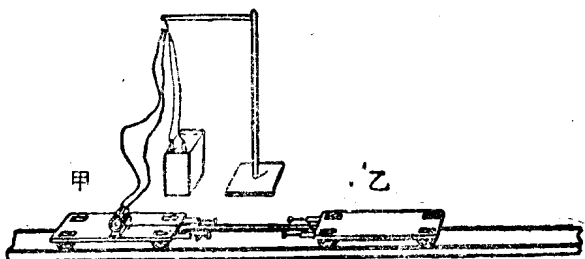


图 7

程, 来验证作用力与反作用力相等。

器材: 一个装有电动机的四轮小车(甲车)和一个载着砝码的四轮小车(乙车)二者总质量是相等的(各为 1000 克), 车前装有防碰弹簧, 电动机有一绕着细线的轮轴, 线的他端结在乙车上。

另备 1000 克的砝码一个, 蓄电池(8 伏特)一个, 电键一个。

操作: 参看图 7, 用长约 1 米的导线把甲车电动机经电键连在电池上。将两车相向的放在桌上, 相距约 100 厘米, 按下电键, 电机转动, 由于线的牵引, 使得两车相向运动, 待碰到一起, 可以看到它们所经路程是相等的, (各为 50 厘米)。这显示它们的加速是相等的, 就是相互作用力是相等的。打开电键, 用手将两车再送到原来位置, 加 1000 克砝码在甲车上, 再按下电键, 看到两车相碰时, 甲车所经路程为乙车之半, 这表示甲车加速度是乙车的 $\frac{1}{2}$, 但是甲车质量是乙车的 2 倍, 可知两者的相互作用力是相等的。

注意事项: 必须保证两车沿直线相向进行。

相对性原理

目的: 观察匀速运动小车上落下的物体, 演示相对性原理。

器材: 参看图 8, 四轮小车一辆(长 30 厘米, 宽 10 厘米), 车上有一根带横梁的立柱(高 40 厘米)横梁的端点有一电磁铁 E, 它的

电键 K 装在立柱下部伸到車外, 当車进行时, 路綫旁竖立的細杆 F 可将电键撞开。

在車板上有一个向上开口的布袋, 它裝置在电磁鉄的正下方 (为接球用)。交流电动机 M , (有調速裝置) 它装有繞綫的輪軸 A 。直徑約 2 厘米的小鉄球, 电源: (蓄電池, 2 伏特, 交流插口)。

操作:

(1) 首先用长导綫 (2 米) 把車上电磁鉄的电键和車外蓄電池相連, 当电流接通时鉄球被电磁鉄吸住。此时車子仍处于靜止状态, 然后打开电键, 試驗鉄球是否可以落在袋內, 并可借此演示当小車在靜止状态时, 鉄球受重力作用时的运动情况。

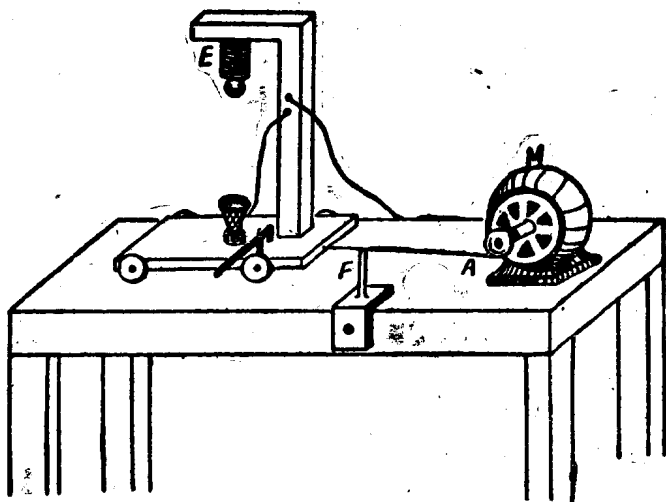


图 8

(2) 把电动机輪軸上細綫的他端結在車子前方的环上。关好长把电键, 小球放在电磁鉄下面 (被吸住)。开动电机, 輪軸轉动繞綫拉車前进。

开始时小車作加速运动, 稍候即匀速进行, 待車至中途, 长把

电键被路旁細杆撞开,球由上方落下,仍落到下面的布袋中,显示在匀速运动車上自由落体是隨車前进的,和車子不动时候一样,这就是相对性原理。

注意事项: 电机上的輪軸轉动不可过快。

降落摆

目的: 观察自由落下的物体的重力被慣性力抵消的情况。

仪器: 一块木板可以沿豎直拉紧的两条鉄絲滑下。板上挂着一个单摆。如图 9 所示。

操作: 左手持板,右手将摆向一边拉开然后放手,它就开始摆动。当摆的位置偏得最大时,将板放下,看到在降落途中摆对板的位置并不改变。这就說明在自由落下时,重力被慣性力抵消了。

注意事项: 鉄絲下端放置一个沙箱,以免落板被地面碰撞的太厉害。



图 9

动量守恒

目的: 观察人在小車上的运动驗證动量守恒原理。

仪器: 四輪車一輛(长约 1.2 米)。

操作:

(1)一人立于車上,人向前走則見車子向后运动,两者动量和为零。

(2)人以均匀的速度从靜止的車子上面走过去,車子不动,人的动量不变,車的动量仍为零。

注意事项：进行第(2)实验，人的速度要保持均匀，不可过快亦不可过慢。

冲击摆

目的：利用冲击摆测定弹簧枪子弹的速度从而熟习动量守恒原理和能量守恒原理的应用。

仪器：双綫摆(悬綫长 $l=50$ 厘米, 摆的质量为 $M=600$ 克), 記位的装置(玻璃管中有一細鉛条), 彈簧枪及子彈(子彈質量为 $m=10$ 克)。

操作：

(1)在摆靜止不动时把記位器鉛条一端和冲击摆右端靠紧, 显示冲击摆的原来位置, 如图所示。

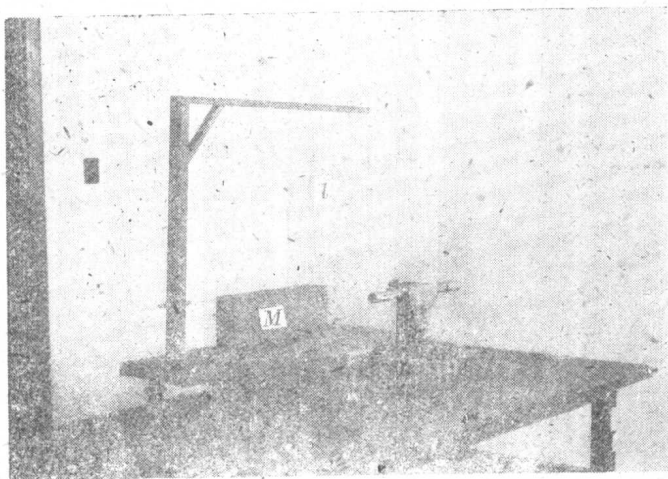


图 10

(2)把子彈装入彈簧枪內, 使枪对正摆的左端, 执平枪身然后撥机发射子彈, 把子彈打入摆內, 子彈撞摆向右方摆动, 由于鉛条