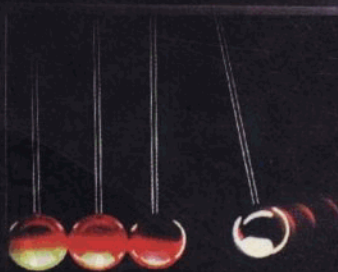


# 普通物理

---

# 演示实验新编

王秉超 主编



高等教育出版社

# 普通物理演示实验新编

王秉超 主编

高等教育出版社

(京)112号

**图书在版编目(CIP)数据**

普通物理演示实验新编/王秉超主编.—北京:高等教育出版社,1997.12

ISBN 7-04-006332-8

I. 普… II. 王… III. 普通物理学-实验-高等学校-汇编 IV. 04-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17976 号

\*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码: 100009 传真: 64014048 电话: 64054588

高等教育出版社发行

化学工业出版社印刷厂印装

\*

开本 850×1168 1/32 印张 14.5 字数 370 000

1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷

印数 0 001—3 158

定价 14.10 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

**版权所有,不得翻印**

## 前 言

早在 1981 年,高等教育出版社就出版了由陈熙谋先生主编的《物理演示实验》一书.该书是在北京大学和南京大学物理系演示实验室原有工作基础上整理出来的.现在看来,这本书无论从内容,还是从系统上都是一本非常好的物理演示实验教学参考书,对提高我国普通物理教学质量具有重要意义.

近十余年来,我国高校广大物理教师结合物理教学,研制了一大批物理思想新颖、又有一定特色的,适用于课堂演示、课下实习以及走廊陈列等方面的示教实验和仪器,在教学使用中都收到了良好的效果,大大促进了我国物理演示实验教学水平的提高.

为了适应物理教学改革的需要,我们早在五、六年前就着手编写此书.具体作法是:首先向全国各校物理教师征稿,在广泛征稿的基础上经过筛选后,按力热、电学和光学等三部分进行分类,分别由张瑞明(北京大学)、龙烈之(华南师范大学)和韩长明(东北师范大学)审查力热部分,由刘贵兴(复旦大学)、吴志贤(南京大学)和段吉辉(山东大学)审查电学部分,由潘维济(南开大学)、孙荣山(北京师范大学)和陈名正(武汉大学)审查光学部分;经审查后,对那些具有一定特色而物理思想新颖的稿件,确定为应征稿件,提出修改意见后返回原作者进行修改;最后,书稿统一集中在王秉超(吉林大学)处再次进行修改、加工和编辑.所以此书是集中全国物理教师的智慧、大家通力合作、集体劳动的结果.在此向所有为本书投稿、审稿付出辛勤劳动的同志表示深深的谢意.

本书共收入了近些年新研制出的约 90 个演示实验题目,包括力学、分子物理和热学、电学、光学和综合等五部分.其中大部分是配合课堂教学的示教实验,也有少部分用于课后实习和走廊陈列

的实验。

这本书不是系统完整的物理演示实验教材,它只是陈熙谋主编的《物理演示实验》一书的补充和发展.它的出版对从事物理演示实验工作的教师和实验技术人员、主讲理论课的教师和正在学习的学生都会有所帮助.

在编辑本书的过程中,得到了吉林大学物理系领导和广大教师的支持和帮助,特别是吉林大学普通物理教研室的梁浩、孙敬姝,参与部分稿件的审查、校对和绘制了部分插图,我们谨对他们一并致谢.高教出版社曹建庭同志亲赴长春初审了大部分文稿,借此机会也向她表示谢意.

由于编者水平所限,疏漏和错误之处在所难免,恳请读者批评指正.

编 者

1993年6月

责任编辑	张思攀
封面设计	季思九
责任绘图	李维平
版式设计	焦东立
责任校对	温淑兰
责任印制	宋克学

# 目 录

## 一、力 学

1.1 运动叠加原理的演示 .....	1
1.2 开普勒二定律的模拟演示 .....	10
1.3 角速度矢量合成 .....	14
1.4 科里奥利力演示 .....	16
1.5 振动能量与转动能量相互转换的演示 .....	20
1.6 微珠平台 .....	21
1.7 角动量综合演示仪 .....	31
1.8 双单摆振动示波显示装置 .....	36
1.9 几种驻波现象的演示 .....	44
1.10 线形驻波特性的演示 .....	49
1.11 用驻波法演示振动的合成 .....	52
1.12 弹簧片的强迫振动与共振的演示 .....	56
1.13 板的振动模式的演示 .....	58
1.14 磁性弹簧振子振动的示波器显示 .....	60
1.15 水面波波带板 .....	68
1.16 水波相干条件的演示 .....	70
1.17 声波系列演示实验 .....	75
1.18 压电晶体在力学中应用的系列演示 .....	86

## 二、分子物理与热学

2.1 气体扩散的投影演示 .....	95
2.2 用激光散射演示布朗运动 .....	98

2.5	水筒模拟法演示布朗运动	98
2.6	范德瓦耳斯气体分子的模拟演示	101
2.7	可投影式伽耳顿球	104
2.8	翻转式双向伽耳顿球	105
2.7	模拟演示分子物理学现象	108
2.8	气体动理论的模拟演示	113
2.9	橡胶辐条热机	120
2.10	气体导热性演示	124
2.11	球形液面内外压强差演示	127
2.12	热机效率、热力学第二定律和塞贝克效应的演示	129

### 三、电 学

3.1	库仑定律的投影演示	134
3.2	滴水自激静电感应起电机	141
3.3	静电现象的系列演示	144
3.4	珀耳帖效应的演示	155
3.5	制冷系数、珀耳帖效应演示实验	159
3.6	平行电流间相互作用的演示	163
3.7	二电子束之间电力的演示	166
3.8	安培环路定理的演示	169
3.9	高温超导磁悬浮演示	175
3.10	绝热退磁及物质磁性的演示	179
3.11	磁致伸缩演示仪	184
3.12	铁磁质磁化现象演示仪	186
3.13	热磁轮演示仪	191
3.14	磁滞回线的激光显示	195
3.15	巴克豪森效应演示	199
3.16	单相旋转磁场的演示	202
3.17	电磁感应现象系列演示	205



3.18	趋肤效应演示实验	209
3.19	互感现象的系列演示	213
3.20	电磁波演示仪	217
3.21	电磁波基本性质的演示	224

#### 四、光 学

4.1	模拟渐变折射率光波导	231
4.2	蜃景现象的演示	234
4.3	模拟蜃景及现象分析	239
4.4	主平面性质的演示	247
4.5	光瞳的演示	251
4.6	梅斯林干涉条纹	254
4.7	对切透镜的实验装置与双光束干涉现象观察	258
4.8	菲涅耳双面镜干涉	266
4.9	修饰过的牛顿环	273
4.10	用法布里-珀罗干涉仪进行干涉环光强 互补的演示	277
4.11	平面干涉仪演示装置	280
4.12	相干光波必有平行电振动分量的演示	283
4.13	空间相干性的演示	288
4.14	光干涉、衍射演示仪	291
4.15	对切透镜在光学演示实验中的应用	296
4.16	衍射极小处的相位 $\pi$ 突变	302
4.17	多缝夫琅禾费动态衍射图样	305
4.18	全息波带片的制作与成像	315
4.19	夫琅禾费衍射与菲涅耳衍射区别的演示	320
4.20	从菲涅耳衍射到夫琅禾费衍射	326
4.21	多晶体对 X 光衍射的模拟演示	333
4.22	超声光栅衍射图样的演示	338

4.23	塔尔博特效应的演示	340
4.24	蜻蜓眼睛光栅	343
4.25	偏振光的演示	345
4.26	会聚偏振光的干涉	355
4.27	菲涅耳-阿喇果定律的实时显示	359
4.28	旋光效应与旋光色散的演示	361
4.29	法拉第效应演示	366
4.30	电光效应的演示	370
4.31	液晶电光效应的演示	376
4.32	黑体辐射与玻尔兹曼定律的验证	380
4.33	光电效应的演示	385
4.34	纹影法实验	388
4.35	相衬法实验	390
4.36	用涤纶膜演示光波导	394
4.37	白光通讯的演示	396
4.38	光学模型演示仪系列	403
4.39	用液晶器件观察物理光学现象	422
4.40	圆偏振光动态矢量模型演示仪	427

## 五、综合部分

5.1	投影仪上系列物理演示实验	430
5.2	利用肥皂液演示的物理现象	439

# 一、力 学

## 1.1 运动叠加原理的演示

### 一、演示目的

演示物体在重力场中做平抛或斜抛运动时在两个互相垂直方向上的分运动是独立进行的,使学生深入理解和掌握运动叠加原理.

### 二、装置与原理

#### 1 装置

面板式运动叠加原理演示仪示意图如图 1.1.1 所示.它是由面板和支架、自由落体装置、平抛装置、斜抛装置、光控装置和系统控制电路 6 部分组成.

(1) 面板和支架 将一块尺寸为  $0.7\text{m} \times 0.8\text{m}$  的五层胶合板固定于支架上,使面板与水平面相垂直,支架上备有铅垂吊线⑥,水平尺④和调水平用的地脚螺栓⑤.见图 1.1.1.

(2) 自由落体装置 如图 1.1.2 所示.它是由电磁铁①、电磁铁底座②,竖直长孔③和水平导板④(带正、负电极的复铜板)等 4 个部分组成.

(3) 平抛装置 如图 1.1.3 所示,它是由电磁铁①,滑道②,光源③和光窗④组成.其中滑道尾端要保持水平,以保证小球在抛

出的瞬时速度  $v$  沿水平方向(即沿  $v_x$  方向). 在忽略转动动能和机械能损失的情况下, 由机械能守恒定律可得瞬时速度  $v = v_x = \frac{m}{s} \sqrt{2gh}$ , 改变式中  $h$  值, 可得需要的不同  $v_x$  值.

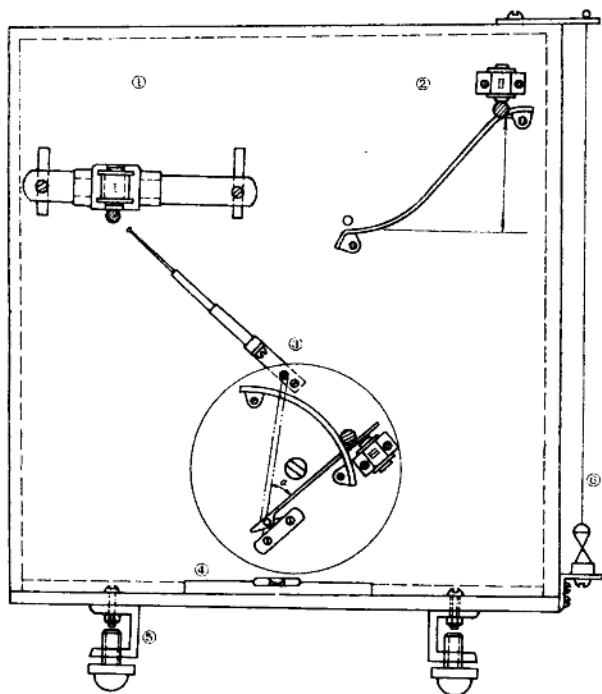


图 1.1.1

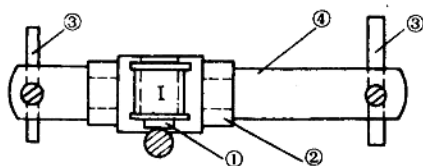


图 1.1.2

(4) 斜抛装置 图 1.1.4 是斜抛装置图. 它是在一个可绕中心轴转动的竖直圆盘上装一电磁铁③, 弹簧发射器④, 圆弧形球架②

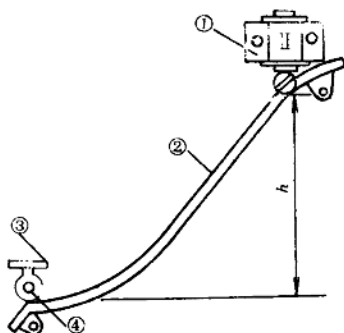


图 1.1.3

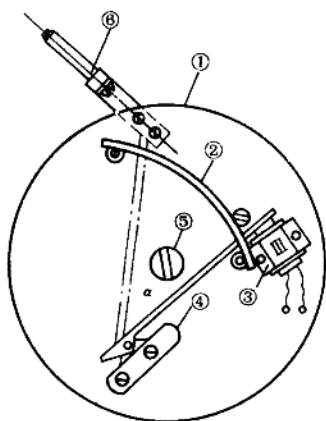


图 1.1.4

②和瞄准器(拉杆天线)⑥. 瞄准器所指的方向就是斜抛小球的初速度的方向. 瞄准器的指向可通过转动圆盘来改变. 拉杆天线必须笔直, 不能弯曲. 这样, 无论落体球在哪个位置上都能使斜抛的小球对准要击中的小球, 从而实现两球在空中相碰.

(5) 光控装置 如图 1.1.5 所示, 在平抛滑道⑥的尾端小球出处正对球心装一光电二极管(3DV5)③, 其位置在面板⑤的对面正对着光窗②, 正面安装一小光源①.

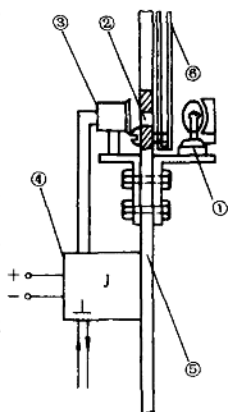


图 1.1.5

光电管③与光电继电器“J”组成光电开关④. 光电继电器系用晶体管元件组装的常开式自控开关, 其电路图如图 1.1.6 所示. 它的工作原理是: 当强光照在光电管上时, 由于光电流的作用使 BG2 三极管导通, BG1 三极管截止, 这时继电器闭合电路导通. 当光电管被遮光时, BG1 导通, BG2 截止, 使被控电路处于断路状态.

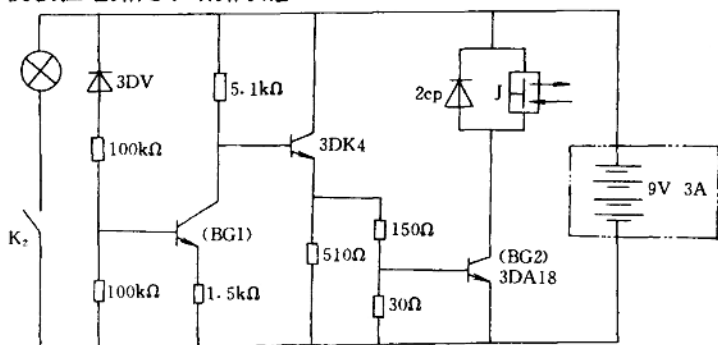


图 1.1.6

(6) 系统控制电路 图 1.1.7 是系统控制电路图;图 1.1.8 是直流稳压电源,输出电压为 9V,电流为 3A.平抛装置的电磁铁是通过电键  $K_1$  直接与电源相连,电键  $K_2$  是光源开关,用它直接控制光电门.

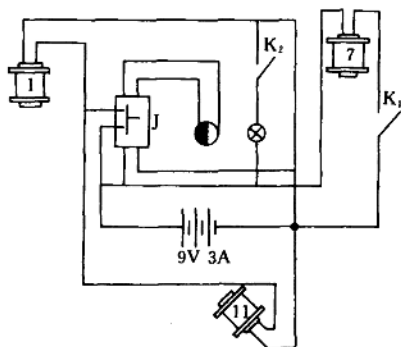


图 1.1.7

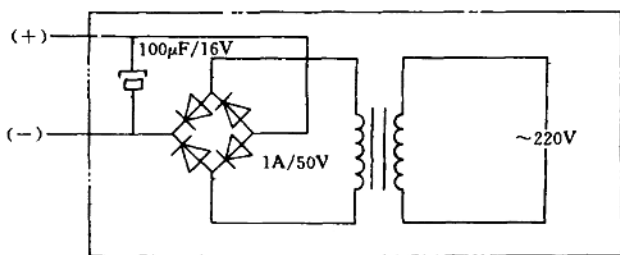


图 1.1.8

## 2 原理

一个运动可以看成几个各自独立进行的运动叠加而成.这个结论称为运动的叠加原理.如图 1.1.9 所示,我们利用运动叠加原

理分析一下,在  $O$  点用弹簧发射器瞄准  $P$  点的靶,当斜抛小球以仰角  $\theta$  射出时,靶球通过自控装置而自由下落,小球正好击中靶

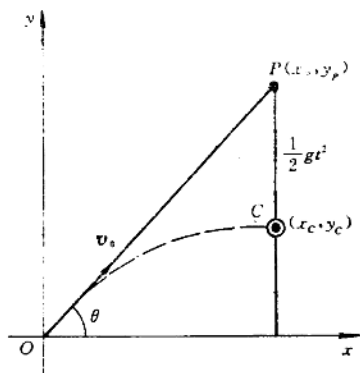


图 1.1.9

球的情况.靶球的悬挂位置为  $P(x_p, y_p)$ ,斜抛小球沿抛物线轨道到  $C$  点  $(x_c, y_c)$  所需时间为  $t$ , 于是

$$x_c = v_0 \cos \theta t$$

$$y_c = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2,$$

靶球释放后经  $t_s$  时下落的纵坐标为

$$\begin{aligned} y_p - \frac{1}{2} g t^2 &= x_c \operatorname{tg} \theta - \frac{1}{2} g t^2 \\ &= v_0 \cos \theta t \operatorname{tg} \theta - \frac{1}{2} g t^2 \\ &= v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2 \end{aligned}$$

这正好是斜抛小球在  $t_s$  时所到达的位置,所以斜抛小球正好击中靶球.



演示装置提供了斜抛球、平抛球和自由下落小球相互能击中的三个条件:(1)在面板上,平抛、斜抛和竖直下落三个装置安装时,充分保证了三个球的运动轨迹共面;(2)平抛球和斜抛球的初速度方向能精确对准下落小球;(3)光电门能准确地控制三个小球的释放机构,使三个小球同时释放.

### 三、演示现象与操作

#### 1 演示落体球(A)与平抛球(B)相碰

- (1)调 A、B 两球的即时高度相同,水平距离适当.
- (2)关闭电键  $K_1$  和  $K_2$ .
- (3)将 A、B 两球分别吸在两电磁铁“Ⅰ”和“Ⅱ”上(见图 1.1.1).

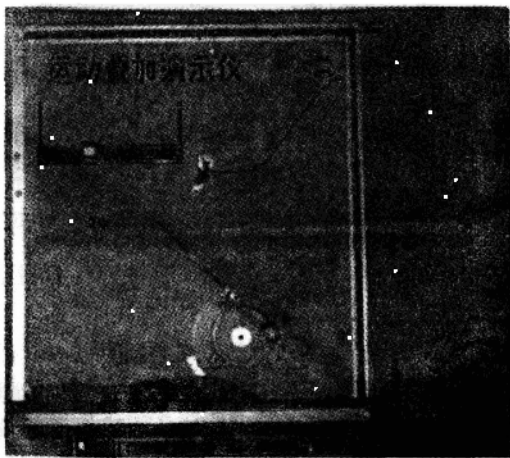


图 1.1.10

(4)断开电键  $K_1$ ,即可观察到 A、B 两球相碰的情形.见图 1.1.10所示的照片.