

路峻岭 秦联华 编著



# 物理演示 实验手册

路峻岭 秦联华 编著

清华大学出版社  
北 京

## 内 容 简 介

本书是在清华大学“大学物理课”课堂演示实验教学的基础上编写的,内容包括课堂演示实验部分和相关教学内容的音像资料目录。课堂演示实验按我校实际教学的顺序编排,包括力学、热学、电磁学、振动与波、光学与近代物理学共计 258 个实验。对每个实验都分别按实验目的、实验装置、实验原理、实验步骤、注意事项等几部分进行介绍。本书可作为理工科大学物理课的教学参考用书,也可供具有大学物理知识的读者参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

物理演示实验手册/路峻岭,秦联华编著.--北京:清华大学出版社,2015  
ISBN 978-7-302-40728-7

I. ①物… II. ①路… ②秦… III. ①物理学—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 161913 号

责任编辑:朱红莲 赵从棉

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.25 字 数:539 千字

版 次:2015 年 8 月第 1 版 印 次:2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:59.00 元

产品编号:058207-01

物理学是实验的科学,这决定了物理教学,特别是基础物理教学的基本特征。杨振宁先生谈到物理教学时指出:“很多学生在学习中形成了一种印象,以为物理学就是一些演算。演算是物理学的一部分,但不是最重要的部分。物理学最重要的部分是与现象有关的,绝大部分物理学是从现象中来的,现象是物理学的根源。一个人不与现象接触不一定不能做重要的工作,但是他容易误入形式主义的歧途;他对物理学的了解不会是切中要害的。”(《杨振宁文集》,华东师范大学出版社,第508页)。

现象是物理学的根源,通过观察现象来学习物理是一条有效的学习途径。有些现象,例如力学中的陀螺螺旋进,不通过实验演示是很难在学生头脑中形成清晰的物理图像的。演示实验能起到激发兴趣、促进思考的作用,而饶有兴趣和勤于思考是学好物理的先决条件。一个精彩的演示实验往往会给学生留下深刻的印象,例如每当做“超导磁悬浮列车”演示实验时,学生都兴趣盎然,并引起热烈的讨论。演示实验是培养学生探索未知的创新精神和解决问题的实践能力的实践教学环节,这已成为物理教育界的共识。

借助演示实验讲授物理课,是清华大学基础物理教学的传统,课堂演示实验是大学物理课程的重要组成部分。通过几代物理教师和技术人员的努力,清华大学物理演示实验的仪器设备、音像资料 and 教学经验都有一定的积累,形成包括课堂演示和展厅演示的物理演示实验体系,其中多数实验装置都是我校自主研制开发的。这套由路峻岭教授和秦联华高级实验师等编撰的《物理演示实验教程》(第2版)和《物理演示实验手册》,就是对这些成果和经验的整理和总结。

这套书包括了清华大学目前正在使用的全部物理演示实验,对每一个实验的原理、装置、操作步骤和注意事项都给出了较详细的说明,对于从事基础物理教学的教师、技术人员和正在学习物理课的学生来说,都有很好的参考价值。

清华大学物理系 陈信义  
2014年11月

## 序 二

课堂演示实验对基础物理教学有特别重要的意义。我们知道,大学基础物理教学内容都是物理学研究的经典成果,它们揭示了众多现象背后的基本规律。事实上,正是丰富多彩的物理现象引发了人们的好奇心,启发了思考,进而形成系统的科学研究,达到目前对大自然的认知程度。所以,观察现象是科学研究至关重要的第一步。一种对认知规律的共识是:科学发现(后来都成为科学知识)的进程基本与学习或认识这些知识的过程相一致。既然科学研究建立在观察现象的基础上,毋庸置疑,学习科学知识过程、观察现象也一定是不可或缺的环节。物理演示实验走进课堂,可以在最恰当的时机给学生展示物理现象,引发学生的求知欲,激发他们的学习热情。

清华大学基础物理课程分几个不同层次:面向物理类专业学生的普通物理课程,面向广大工科学生的大学物理课程,以及面向文科类学生的物理学导论或概论课程。尽管这些课程的教学目标、教学内容以及学时有很大差别,但都有一个共同特征,就是大量使用课堂演示实验。课堂演示实验是几乎所有基础物理课堂内容的一部分,每次上课把若干个演示实验引进课堂,几乎是清华大学基础物理教师常态化的程式。

路峻岭、秦联华教授的这本书汇集了清华大学课堂演示实验的大部分内容。书中不仅清楚地描述了演示内容以及演示步骤,还详细分析了实验原理,并配有照片和原理图。对于教师,这是类似手册一样的书,通过它可以很快地了解演示内容,并认识演示的意义以及其中的原理。对于学生,这是一本学习参考书,他们可以仿照设计课外实验进行学习,也可以通过了解演示实验原理学习物理知识,学习分析问题和解决问题的方法。对于实验技术人员这是一本技术指导书,他们可以照此设计和制作演示实验,也可以在此基础上改进演示实验,发展新的演示实验。

书中展现的演示实验中,有些内容比较自然,看起来合情合理,有些则会呈现出与多数人的直觉不相符合的情形。杨振宁先生回忆其学习物理过程时,曾特别强调遇到这种情况恰好是用心学习的时刻。有些演示实验原理并不简单,即使比较笼统地了解了大致的原理,其中一些细节也不都是能非常清楚地得到解释。但这恰恰提供了教学研究的题材,教师或学生可以进一步进行研究和探

索,学生也可以借此做课程论文,做研究训练。

改版以后,本书内容更加丰富,讲解说明更加清晰简洁。这本书曾是同类书中在国内影响比较广泛的一本,相信改版以后能为进一步推动物理课堂中广泛利用演示实验出一份力,同时为普遍提高大学基础物理课堂教学质量作出贡献。

清华大学物理系 安宇  
于清华园

2014 年 11 月

# 前

# 言

---

《物理演示实验教程》第1版出版以来,清华大学的大学物理教学发生了很大变化,无论是在教学内容方面还是在教学组织的形式方面皆然。为了适应大学物理教学和读者使用方便的需要,特编写《物理演示实验手册》。本书与《物理演示实验教程》的区别是:它只包括大学物理课堂演示实验部分,并且精炼缩减了实验原理的冗长推导,使实验内容简捷易读。同时保留了实验步骤和注意事项,便于实验者顺利完成实验。

清华大学的物理课堂演示实验是在不断地更新变化中运行的,本书较《物理演示实验教程》第1版的相关部分,更加简明适用,删去了少量不太适合课堂演示的实验,增添了许多新的实验,以满足课堂演示实验教学的需要。课堂演示实验部分现已增加到有实验258个。我校的大学物理教学继续保持着几乎每堂课都有演示实验,几乎每位教师都做演示实验的传统。

本书是清华大学物理课堂演示实验教学的反映。我校课堂物理演示实验教学的成果,是多年来许多老师集体努力的结果。参加课堂物理演示实验建设的,既有大学物理授课的教师,也有在实验室工作的老师,值本书出版之际,作者谨向所有对我校物理演示实验教学作出过贡献的老教师们表示由衷的感谢。

本书主要由路峻岭执笔编写,秦联华参与编写了部分内容,并提供了许多相关照片。秦联华(主审)、任乃敬审校了全书。由于编著者水平所限,书中难免存在错误,欢迎读者不吝赐教。

编 者  
2015年2月

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第 1 章 力学(51).....                | 1  |
| 实验 1.01 平抛与自由落体运动独立性演示 .....     | 1  |
| 实验 1.02 角速度的矢量性演示 .....          | 2  |
| 实验 1.03 喷水演示科里奥利力 .....          | 3  |
| 实验 1.04 滚球演示科里奥利力 .....          | 4  |
| 实验 1.05 傅科摆模拟演示实验 .....          | 5  |
| 实验 1.06 滚摆(麦克斯韦轮) .....          | 6  |
| 实验 1.07 锥体上滚 .....               | 8  |
| 实验 1.08 载摆小车演示动量守恒 .....         | 9  |
| 实验 1.09 质心运动演示(杠杆) .....         | 10 |
| 实验 1.10 超弹性现象演示动量定理(垂直冲突球) ..... | 11 |
| 实验 1.11 大小两钢球对心碰撞实验 .....        | 12 |
| 实验 1.12 五联球碰撞演示 .....            | 13 |
| 实验 1.13 两相同钢球碰撞实验 .....          | 14 |
| 实验 1.14 逆风行舟 .....               | 15 |
| 实验 1.15 转动定律的定性演示 .....          | 16 |
| 实验 1.16 荡秋千演示实验 .....            | 17 |
| 实验 1.17 抡绳有心力小球演示角动量守恒 .....     | 18 |
| 实验 1.18 投影有心力小球演示角动量守恒 .....     | 19 |
| 实验 1.19 茹科夫斯基转椅演示角动量守恒 .....     | 20 |
| 实验 1.20 转台车轮演示角动量守恒 .....        | 21 |
| 实验 1.21 离心节速器演示角动量守恒 .....       | 22 |
| 实验 1.22 摩擦转盘演示角动量守恒 .....        | 23 |
| 实验 1.23 流水瓶演示角动量守恒 .....         | 24 |
| 实验 1.24 直升机演示仪 .....             | 25 |
| 实验 1.25 力矩突变角动量守恒演示实验 .....      | 26 |
| 实验 1.26 角动量合成演示仪 .....           | 27 |
| 实验 1.27 车轮演示进动 .....             | 28 |

|              |                                 |           |
|--------------|---------------------------------|-----------|
| 实验 1.28      | 手提式车轮进动 .....                   | 29        |
| 实验 1.29      | 曲面桌滚盘演示仪 .....                  | 30        |
| 实验 1.30      | 导轨滚球演示仪 .....                   | 33        |
| 实验 1.31      | 导轨滚柱演示仪 .....                   | 33        |
| 实验 1.32      | 柱状刚体平面平行运动演示实验 .....            | 35        |
| 实验 1.33      | 磁矩陀螺在磁场中的回转运动 .....             | 37        |
| 实验 1.34      | 陀螺仪 .....                       | 38        |
| 实验 1.35      | 离心力演示仪 .....                    | 39        |
| 实验 1.36      | 翻身陀螺 .....                      | 40        |
| 实验 1.37      | 悬链线 .....                       | 41        |
| 实验 1.38      | 最速下降演示实验 .....                  | 43        |
| 实验 1.39      | 冲力实验 .....                      | 45        |
| 实验 1.40      | 小混沌摆 .....                      | 47        |
| 实验 1.41      | 气体流速与压强的关系 .....                | 48        |
| 实验 1.42      | 流体虹吸实验 .....                    | 49        |
| 实验 1.43      | 用软管演示伯努利方程 .....                | 51        |
| 实验 1.44      | 吹气浮球和吹气吸球实验 .....               | 52        |
| 实验 1.45      | 流体的粘滞和伯努利效应的演示 .....            | 54        |
| 实验 1.46      | 湍流的形成 .....                     | 56        |
| 实验 1.47      | 空气涡旋实验 .....                    | 57        |
| 实验 1.48      | 层流演示实验 .....                    | 58        |
| 实验 1.49      | 魔力弹簧翻滚下楼梯实验 .....               | 60        |
| 实验 1.50      | 魔力弹簧自由落体实验 .....                | 61        |
| 实验 1.51      | 弹簧的串联与并联 .....                  | 62        |
| <b>第 2 章</b> | <b>热学与分子物理学(25) .....</b>       | <b>64</b> |
| 实验 2.01      | 气体压强的模拟演示 .....                 | 64        |
| 实验 2.02      | 肥皂泡中的压强与半径的关系 .....             | 65        |
| 实验 2.03      | 肺模型 .....                       | 66        |
| 实验 2.04      | 液体汽化制冰实验 .....                  | 67        |
| 实验 2.05      | 布朗运动模拟投影仪 .....                 | 68        |
| 实验 2.06      | 受热孔胀缩辨析实验 .....                 | 69        |
| 实验 2.07      | 空气粘滞演示 .....                    | 70        |
| 实验 2.08      | 伽尔顿板 .....                      | 71        |
| 实验 2.09      | 速率分布演示实验 .....                  | 73        |
| 实验 2.10      | 双金属片 .....                      | 74        |
| 实验 2.11      | 叶片热机 .....                      | 76        |
| 实验 2.12      | 热磁轮 .....                       | 77        |
| 实验 2.13      | 记忆合金热机 .....                    | 78        |
| 实验 2.14      | 记忆合金趣味实验(热胀弹簧,热缩弹簧,热开冷闭花) ..... | 80        |

|                            |                         |           |
|----------------------------|-------------------------|-----------|
| 实验 2.15                    | 饮水鸟永动机 .....            | 81        |
| 实验 2.16                    | 斯特林热机 .....             | 82        |
| 实验 2.17                    | 低温差热源空气热机 .....         | 83        |
| 实验 2.18                    | 手摇循环空气热机实验(制冷与制热) ..... | 84        |
| 实验 2.19                    | 声驻波空气热机 .....           | 85        |
| 实验 2.20                    | 汽油机模型 .....             | 87        |
| 实验 2.21                    | 内聚力 .....               | 89        |
| 实验 2.22                    | 绝热压缩实验 .....            | 91        |
| 实验 2.23                    | 非永动机 .....              | 91        |
| 实验 2.24                    | 乙醚的临界态 .....            | 93        |
| 实验 2.25                    | 热管实验 .....              | 95        |
| <b>第 3 章 电磁学(68)</b> ..... |                         | <b>98</b> |
| 实验 3.01                    | 摩擦起电 .....              | 98        |
| 实验 3.02                    | 感应起电机 .....             | 99        |
| 实验 3.03                    | 点电荷的电力线 .....           | 101       |
| 实验 3.04                    | 平面电荷的电力线(单板两侧) .....    | 102       |
| 实验 3.05                    | 平面电荷的电力线(双带电平板间) .....  | 103       |
| 实验 3.06                    | 静电跳球 .....              | 104       |
| 实验 3.07                    | 静电摆球 .....              | 105       |
| 实验 3.08                    | 静电滚筒 .....              | 106       |
| 实验 3.09                    | 静电除尘 .....              | 107       |
| 实验 3.10                    | 避雷针原理 .....             | 108       |
| 实验 3.11                    | 滴水起电 .....              | 110       |
| 实验 3.12                    | 范氏起电机 .....             | 111       |
| 实验 3.13                    | 电风轮演示尖端放电 .....         | 113       |
| 实验 3.14                    | 电风吹火演示尖端放电 .....        | 114       |
| 实验 3.15                    | 日光灯的静电启辉 .....          | 115       |
| 实验 3.16                    | 辉光球点亮日光灯 .....          | 116       |
| 实验 3.17                    | 高压带电操作 .....            | 117       |
| 实验 3.18                    | 异形导体表面电荷分布演示 .....      | 118       |
| 实验 3.19                    | 曲面导体网表面电荷分布演示 .....     | 119       |
| 实验 3.20                    | 鸟笼演示静电屏蔽 .....          | 120       |
| 实验 3.21                    | 空心球壳演示静电屏蔽 .....        | 121       |
| 实验 3.22                    | 极间电介质对电容的影响 .....       | 122       |
| 实验 3.23                    | 纸条演示电介质的极化 .....        | 124       |
| 实验 3.24                    | 拾音法演示压电效应 .....         | 125       |
| 实验 3.25                    | 闪光灯演示电容器储能 .....        | 126       |
| 实验 3.26                    | 测温热电偶 .....             | 127       |
| 实验 3.27                    | 温差电磁铁 .....             | 128       |

|         |                              |     |
|---------|------------------------------|-----|
| 实验 3.28 | 冷热水温差电机 .....                | 130 |
| 实验 3.29 | 帕尔贴效应实验 .....                | 131 |
| 实验 3.30 | 奥斯特实验(电流产生磁场) .....          | 132 |
| 实验 3.31 | 亥姆霍兹线圈 .....                 | 133 |
| 实验 3.32 | 磁力线投影(直流电,圆电流,螺旋管,螺绕环) ..... | 134 |
| 实验 3.33 | 载流平行直导线的相互作用 .....           | 135 |
| 实验 3.34 | 安培力 .....                    | 137 |
| 实验 3.35 | 通电线圈的磁现象(用吸引铁片演示) .....      | 138 |
| 实验 3.36 | 通电线圈的相互作用(相互吸引或排斥) .....     | 139 |
| 实验 3.37 | 阴极射线管演示洛伦兹力 .....            | 140 |
| 实验 3.38 | 直流电动机实验 .....                | 141 |
| 实验 3.39 | 发光二极管演示电磁感应 .....            | 142 |
| 实验 3.40 | 电磁感应(三色发光二极管显示) .....        | 143 |
| 实验 3.41 | 电磁感应(用大线圈) .....             | 143 |
| 实验 3.42 | 楞次定律 .....                   | 145 |
| 实验 3.43 | 自感现象 .....                   | 146 |
| 实验 3.44 | 互感实验 .....                   | 147 |
| 实验 3.45 | 涡流加热 .....                   | 149 |
| 实验 3.46 | 涡流跳圈 .....                   | 150 |
| 实验 3.47 | 涡流的阻力(磁体在铝管内运动) .....        | 151 |
| 实验 3.48 | 涡流阻尼摆 .....                  | 152 |
| 实验 3.49 | 电磁驱动与电磁阻尼 .....              | 153 |
| 实验 3.50 | 电磁驱动弹簧振摆实验 .....             | 154 |
| 实验 3.51 | 磁极屏蔽式感应电动机 .....             | 155 |
| 实验 3.52 | 一维限位磁悬浮实验 .....              | 156 |
| 实验 3.53 | 超导磁悬浮列车 .....                | 157 |
| 实验 3.54 | 地球仪的常温磁悬浮 .....              | 159 |
| 实验 3.55 | 磁滞回线 .....                   | 160 |
| 实验 3.56 | 居里点 .....                    | 162 |
| 实验 3.57 | 磁畴的磁化现象 .....                | 164 |
| 实验 3.58 | 磁性表座工作原理 .....               | 165 |
| 实验 3.59 | 旋转磁场演示异步电动机原理 .....          | 166 |
| 实验 3.60 | 电磁波的发射与接收(灯泡演示) .....        | 167 |
| 实验 3.61 | 电磁波的发射与接收(收音机演示) .....       | 168 |
| 实验 3.62 | 趋肤效应实验 .....                 | 169 |
| 实验 3.63 | 高斯面模型 .....                  | 171 |
| 实验 3.64 | 圆电流轴线上的磁场模型 .....            | 171 |
| 实验 3.65 | 均匀带电圆环轴线上的电场模型 .....         | 172 |
| 实验 3.66 | 磁场中电流受力模型 .....              | 173 |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 实验 3.67 电磁波模型 .....                 | 173        |
| 实验 3.68 单相手摇发电机 .....               | 174        |
| <b>第 4 章 振动与波(45) .....</b>         | <b>175</b> |
| 实验 4.01 旋转矢量模型 .....                | 175        |
| 实验 4.02 啄木鸟演示自激振动 .....             | 176        |
| 实验 4.03 竖直弹簧振子演示简谐振动 .....          | 177        |
| 实验 4.04 水平弹簧振子演示简谐振动 .....          | 179        |
| 实验 4.05 球缺摆 .....                   | 180        |
| 实验 4.06 柱偏摆 .....                   | 181        |
| 实验 4.07 不同质同形状圆环摆 .....             | 182        |
| 实验 4.08 同质圆弧摆 .....                 | 183        |
| 实验 4.09 共振减震实验 .....                | 184        |
| 实验 4.10 锯条马达演示受迫振动 .....            | 185        |
| 实验 4.11 受迫振动演示仪 .....               | 186        |
| 实验 4.12 马达弹簧演示受迫振动 .....            | 187        |
| 实验 4.13 多谐共振仪 .....                 | 188        |
| 实验 4.14 玻尔共振仪(简谐振动,阻尼振动,受迫振动) ..... | 190        |
| 实验 4.15 音叉演示共振 .....                | 193        |
| 实验 4.16 双喇叭演示“拍” .....              | 194        |
| 实验 4.17 耦合摆球演示共振 .....              | 195        |
| 实验 4.18 耦合摆 .....                   | 197        |
| 实验 4.19 共振耦合摆 .....                 | 199        |
| 实验 4.20 竖直弹簧振子演示共振耦合 .....          | 199        |
| 实验 4.21 振转耦合振子实验 .....              | 201        |
| 实验 4.22 音叉演示“拍” .....               | 202        |
| 实验 4.23 共振音箱实验 .....                | 203        |
| 实验 4.24 简谐振动合成仪 .....               | 205        |
| 实验 4.25 示波器演示“拍”和李萨如图 .....         | 206        |
| 实验 4.26 激光演示李萨如图 .....              | 208        |
| 实验 4.27 横波模型 .....                  | 209        |
| 实验 4.28 细弹簧纵波实验 .....               | 210        |
| 实验 4.29 声谱演示实验 .....                | 210        |
| 实验 4.30 行波与驻波(筷波仪) .....            | 211        |
| 实验 4.31 纵波模型 .....                  | 213        |
| 实验 4.32 波动投影器 .....                 | 214        |
| 实验 4.33 金属管(杆)声驻波实验 .....           | 215        |
| 实验 4.34 载流导线弦驻波(安培力激励) .....        | 217        |
| 实验 4.35 马达激励绳索弦驻波 .....             | 218        |
| 实验 4.36 气体火焰驻波 .....                | 219        |

|              |                          |            |
|--------------|--------------------------|------------|
| 实验 4.37      | 二维驻波演示实验 .....           | 221        |
| 实验 4.38      | 钢板尺和柔链驻波演示实验 .....       | 222        |
| 实验 4.39      | 圆环弦驻波 .....              | 224        |
| 实验 4.40      | 多普勒效应(抢蜂鸣器) .....        | 225        |
| 实验 4.41      | 鱼洗 .....                 | 226        |
| 实验 4.42      | 水波盘 .....                | 227        |
| 实验 4.43      | 超声喷泉 .....               | 229        |
| 实验 4.44      | 变音钟 .....                | 230        |
| 实验 4.45      | 昆特管实验(空气声驻波) .....       | 231        |
| <b>第 5 章</b> | <b>光学与近代物理(69) .....</b> | <b>233</b> |
| 实验 5.01      | 光导纤维工艺品 .....            | 233        |
| 实验 5.02      | 白光经三棱镜的色散分光 .....        | 234        |
| 实验 5.03      | 白光经透射光栅的衍射 .....         | 235        |
| 实验 5.04      | 白光经反射光栅的衍射 .....         | 237        |
| 实验 5.05      | 导光水柱 .....               | 238        |
| 实验 5.06      | 白光经肥皂膜的干涉(经透镜成像到墙) ..... | 239        |
| 实验 5.07      | 白光牛顿环 .....              | 240        |
| 实验 5.08      | 等倾干涉模型 .....             | 242        |
| 实验 5.09      | 空气薄膜干涉 .....             | 243        |
| 实验 5.10      | 等倾干涉(激光) .....           | 244        |
| 实验 5.11      | 等倾干涉(钠光, F-P 标准具) .....  | 246        |
| 实验 5.12      | 迈克尔逊干涉仪演示实验 .....        | 247        |
| 实验 5.13      | 平台式迈克尔逊干涉仪的激光实验 .....    | 248        |
| 实验 5.14      | 可调单缝衍射 .....             | 250        |
| 实验 5.15      | 细丝衍射 .....               | 252        |
| 实验 5.16      | 单缝双缝衍射(多缝板 A) .....      | 253        |
| 实验 5.17      | 单缝多缝衍射(多缝板 D) .....      | 255        |
| 实验 5.18      | 各种单孔的衍射(多缝板 B) .....     | 256        |
| 实验 5.19      | 双缝双孔的衍射(多缝板 C) .....     | 258        |
| 实验 5.20      | 圆屏衍射 .....               | 259        |
| 实验 5.21      | 圆板上光阑的衍射 .....           | 260        |
| 实验 5.22      | 一维光栅衍射(激光光源) .....       | 261        |
| 实验 5.23      | 正交光栅衍射(激光光源) .....       | 262        |
| 实验 5.24      | 各种气体元素的光谱 .....          | 263        |
| 实验 5.25      | 分光计实验(汞灯光栅衍射) .....      | 264        |
| 实验 5.26      | 微波分光计演示单缝衍射 .....        | 265        |
| 实验 5.27      | 立体照片 .....               | 266        |
| 实验 5.28      | 白光全息(卡尺) .....           | 267        |
| 实验 5.29      | 激光再现全息照相 .....           | 268        |

|         |                                |     |
|---------|--------------------------------|-----|
| 实验 5.30 | 白光再现全息照相 .....                 | 269 |
| 实验 5.31 | 偏振片(起偏与检偏、马吕斯定律) .....         | 270 |
| 实验 5.32 | 偏振画 .....                      | 271 |
| 实验 5.33 | 蜡纸消除偏振演示实验 .....               | 272 |
| 实验 5.34 | 反射起偏与检偏模型 .....                | 273 |
| 实验 5.35 | 椭圆偏振光模型 .....                  | 274 |
| 实验 5.36 | 圆偏振光模型 .....                   | 275 |
| 实验 5.37 | 布儒斯特仪(玻璃堆起偏) .....             | 276 |
| 实验 5.38 | 黑猫变白猫趣味实验 .....                | 277 |
| 实验 5.39 | 视频台上的演示实验组合(偏振光的产生和检偏) .....   | 279 |
| 实验 5.40 | 视频台上的演示实验组合(椭圆偏振光的产生与检验) ..... | 279 |
| 实验 5.41 | 视频台上的演示实验组合(圆偏振光的产生与检验) .....  | 281 |
| 实验 5.42 | 视频台上演示方解石的双折射 .....            | 283 |
| 实验 5.43 | 视频台上的演示实验组合(石英晶体的旋光现象) .....   | 284 |
| 实验 5.44 | 视频台上的演示实验组合(精密确定偏振面) .....     | 285 |
| 实验 5.45 | 方解石模型 .....                    | 286 |
| 实验 5.46 | 方解石的双折射实验 .....                | 287 |
| 实验 5.47 | 二分之一波长片实验 .....                | 288 |
| 实验 5.48 | 四分之一波长片实验 .....                | 290 |
| 实验 5.49 | 双丝衍射与双缝衍射实验的比较 .....           | 292 |
| 实验 5.50 | 应力双折射 .....                    | 293 |
| 实验 5.51 | 等厚显色偏振实验 .....                 | 294 |
| 实验 5.52 | 偏振光的干涉 .....                   | 295 |
| 实验 5.53 | 晶体偏振光干涉 .....                  | 296 |
| 实验 5.54 | 显色、应力双折射演示仪 .....              | 298 |
| 实验 5.55 | 蔗糖水溶液的旋光实验 .....               | 299 |
| 实验 5.56 | 白光的散射 .....                    | 300 |
| 实验 5.57 | 电子衍射 .....                     | 301 |
| 实验 5.58 | 夫兰克-赫兹实验 .....                 | 303 |
| 实验 5.59 | 光电效应 .....                     | 304 |
| 实验 5.60 | 黑体辐射 .....                     | 305 |
| 实验 5.61 | 绝对黑体模型(开孔黑木盒) .....            | 307 |
| 实验 5.62 | CO <sub>2</sub> 激光器 .....      | 308 |
| 实验 5.63 | 气体激光管的结构 .....                 | 309 |
| 实验 5.64 | 激光倍频 .....                     | 310 |
| 实验 5.65 | $\theta$ 调制 .....              | 311 |
| 实验 5.66 | 劈尖模型 .....                     | 312 |
| 实验 5.67 | NaCl 晶格模型 .....                | 313 |
| 实验 5.68 | 金刚石晶格模型 .....                  | 314 |

---

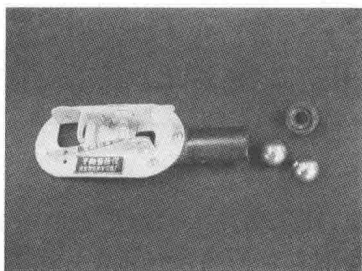
|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 实验 5.69 铜镜 .....              | 315 |
| 附录 A 质心运动定理的推导 .....          | 317 |
| 附录 B 克尼希定理和质心系的角动量定理的推导 ..... | 318 |
| 附录 C 耦合微分方程组的求解 .....         | 320 |
| 视频文件目录 .....                  | 323 |
| 参考文献 .....                    | 338 |

## 实验 1.01 平抛与自由落体运动独立性演示

## 实验目的

1. 演示在线性相互作用(力为位置和速度的线性函数)下,质点在竖直和水平两个方向运动的独立性。
2. 演示物体在重力场中作平抛运动时,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。

## 实验装置



实验装置照片

## 实验原理

力学是研究物体机械运动的学科。要确切地描述一个物体的运动,必须在一定的空间框架中进行讨论,这种空间框架就是参照系。物体在参照系中的位置用位置矢量(位矢) $\mathbf{r}$ 来表示。如果知道了物体任意时刻的位矢 $\mathbf{r}(t)$ ,就可以说物体的运动规律已为我们所完全掌握,位矢 $\mathbf{r}(t)$ 称为物体运动的解。与位矢 $\mathbf{r}$ 相关联的是速度 $\mathbf{v}$ (位矢 $\mathbf{r}$ 对时间的变化率),加速度 $\mathbf{a}$ (速度 $\mathbf{v}$ 对时间的变化率)及受力 $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ 。任意空间矢量都可以分解成在相互正交的三个方向的分矢量的合成,任一运动(可用 $\mathbf{r}$ 、 $\mathbf{v}$ 表示)均可分解成三个分运动的叠加。在任一方向的运动不受其他(与它正交)方向运动的影响时,各分运动相互独立。例如,在地球表面附近不太大的范围内,重力加速度 $g$ 可看作常数,若忽略空气阻力或设空气阻力与速

度成正比,则斜抛物体在竖直方向和水平方向的运动相互独立。

### 实验步骤

1. 如图 1.01.1 所示,用 A、B 簧片夹住球甲,同时托住球乙。

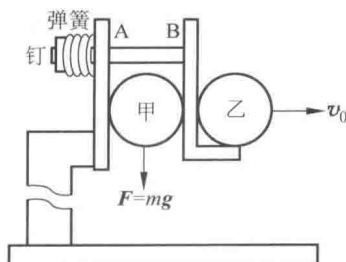


图 1.01.1 运动的独立性实验装置示意图

2. 打击或推压与簧片 B 连接的钉端,球甲由静止自由下落,球乙有一水平初速度  $v_0$ ,沿抛物线下落。
3. 在相同的时间内,两球下落的高度相同。说明水平初速度的大小不影响竖直方向的运动。
4. 将仪器由水平改为向上倾斜,再做相同操作,此时两球落地的时间不同。

### 注意事项

实验时用力要轻微,以免用力过猛损坏仪器。

## 实验 1.02 角速度的矢量性演示

### 实验目的

通过角速度矢量合成演示仪,演示角速度物理量是一个矢量,其合成角速度矢量与两个分角速度矢量之间遵守矢量合成的平行四边形法则。

### 实验装置



实验演示仪照片