



九年义务教育

# 中学物理 实验手册

初中(试验本)

上海教育出版社

九年义务教育

# 中学物理实验手册

初中（试验本）

上海教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

九年义务教育中学物理实验手册. 初中：试验本 / 上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会编. —上海：上海教育出版社，  
2015.7(2024.7重印)  
ISBN 978-7-5444-6319-5

I.①九... II.①上... III.①中学物理课—实验—初中—教学  
参考资料 IV.①G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第143774号

物理学是一门以实验为基础的科学，实验是物理理论的基础和源泉，是物理学发展的不竭动力。物理实验不仅是学生构建物理学科核心概念的重要手段，而且也是提升科学素养、培养创新精神和实践能力的重要载体。物理实验提供了丰富的感性材料，创设了多样化的教学情景，可以激发学生对物理现象的兴趣和求知欲，感悟科学探究的过程和方法，培养学生的观察能力，增强动手操作技能，启迪学生的创新思维，提升对生活和社会的热爱。

《中学物理实验手册》是一本关于中学物理实验教学的工具书和参考书。它以上海二期课改的中学物理教材为依据（上海教育出版社的初中物理教材、上海科技出版社的高中物理基础型教材和华东师范大学出版社的高中物理拓展型教材），按照课程标准的要求，对教材中的实验进行全面梳理和认真解读，可以帮助教师更清晰地理解实验目的和原理，更顺利地完成实验操作，更顺畅地优化实验过程，确保实验的可靠性和成功率，从而提高实验教学的有效性和针对性。

本书将教材中的实验分成三类：演示实验、学生实验和随堂实验。演示实验主要是供教师在课堂上演示使用，目的是为了帮助学生认识、理解核心概念或重要规律。学生实验是中学物理课程标准中规定的“学生实验”，是完成中学物理课程的必做实验。随堂实验

是为了引入新课或激发学生兴趣而设计的小实验，教师可以根据教学的实际情况来决定是自己演示，还是让学生动手操作。其中，标注了“\*”的实验属于选学内容。

每个实验通常包含实验目的、实验地位与作用、实验原理、实验过程、实验说明、实验改进与创新、器材维护等 7 项内容。

**实验目的：**在学生实验中从知识与技能、过程与方法、情感态度价值观三维目标的角度，清晰而明确地表明了本实验应该达到的目标。

**实验地位与作用：**分析该实验在本章节、甚至整个课程中的地位和作用，阐明与前后知识的联系，并且指出了该实验的学习水平。

**实验原理：**除了探究性实验外，每个实验都以准确精炼的表述给出了所应遵循的规律。

**实验过程：**它是实验的主体部分，从实验器材、实验装置、实验步骤和实验结论等方面，详细而具体展现了整个实验操作过程的全景。实验测量数据用绿色进行了标注，供教师参考。

**实验说明：**给出了本实验的教学建议和实验操作成功的关键点，以及注意事项。

**实验改进与创新：**从实验装置的简化、实验过程的优化、实验手段的多样化等方面，提出了许多创新性的建议和方法，可以使实验效果更显著。

本实验手册突出了实验技能的指导功能、实验设计的思维功能、实验过程的教学功能，以及科学素养的培育功能。

# 目 录

# 目 录



## 第1部分 八年级

1. 练习用天平测质量(随堂实验) /003
2. 用打点计时器测量时间(随堂实验) /007
3. 观察声波使烛焰晃动(演示实验) /010
4. 用长弹簧模拟声波(演示实验) /012
5. 演示声音无法在真空中传播(演示实验) /015
6. 用音叉演示响度与振幅的关系(演示实验) /018
7. 用发声齿轮演示音调与频率的关系(演示实验) /021
8. 探究光的反射定律(随堂实验) /024
9. 探究平面镜成像的特点(学生实验) /027
10. 探究光的折射规律(随堂实验) /032
11. 观察凸透镜的会聚作用和凹透镜的发散作用(演示实验) /036
12. 探究凸透镜成像规律(学生实验) /038
13. 观察白光通过三棱镜后的色散现象(演示实验) /044
14. 观察三原色光的合成(演示实验) /046
15. 演示匀速直线运动(演示实验) /050
16. 观察力使物体产生微小形变(演示实验) /052
17. 练习用弹簧测力计测力(学生实验) /056
18. 探究重力与质量的关系(随堂实验) /060

19. 探究同一直线上二力合成(随堂实验) /063
20. 用 DIS 探究二力平衡条件(学生实验) /066
21. 用悬挂法找物体的重心(随堂实验) /073
22. 观察惯性现象(随堂实验) /076
23. 探究杠杆平衡的条件(学生实验) /080
24. 蜡烛跷跷板(演示实验) /084
25. 认识定滑轮的特点(随堂实验) /086
26. 认识动滑轮的特点(随堂实验) /089
- \*27. 演示滑轮组的特点(演示实验) /092
- \*28. 演示轮轴的特点(演示实验) /095
- \*29. 斜面机械效率的测定(学生实验) /097
30. 练习使用温度计(随堂实验) /100
31. 观察水温对扩散快慢的影响(随堂实验) /102
32. 演示分子间存在引力(演示实验) /104
33. 探究不同物质的吸热本领大小(随堂实验) /106
- \*34. 测定物质的比热容(学生实验) /109
35. 演示做功使内能变化(演示实验) /112
- \*36. 用 DIS 研究晶体的熔化和凝固过程(学生实验) /114
37. 演示内能与机械能的转换(演示实验) /117
38. 用模型演示内燃机的工作过程(演示实验) /120

## 第2部分 九年级

1. 探究物质的质量与体积的关系(学生实验) /125
2. 测定物质的密度(学生实验) /129
3. 认识压力的作用效果(随堂实验) /133
4. 演示液体对器壁的压强(演示实验) /135
5. 探究液体内部压强与哪些因素有关(学生实验) /137
6. 验证阿基米德原理(学生实验) /143
- \*7. 探究物体的浮沉条件及应用(随堂实验) /147
- \*8. 用帕斯卡球演示液体对压强的传递(演示实验) /150
9. 用马德堡半球演示大气压强的存在(演示实验) /152
10. 用模型演示离心式水泵的工作原理(演示实验) /155
11. 模拟人体腹式呼吸过程(演示实验) /157
- \*12. 演示虹吸现象(演示实验) /160
- \*13. 探究气体(液体)压强与流速的关系(学生实验) /162
- \*14. 演示机翼升力原理(演示实验) /165
15. 用电流表测电流 用电压表测电压(学生实验) /168
16. 探究导体中电流与电压的关系(学生实验) /171
17. 演示电阻的大小跟哪些因素有关(演示实验) /174
18. 认识滑动变阻器的结构(随堂实验) /177

19. 用滑动变阻器改变电路中的电流(学生实验) /179
- \*20. 观察旋转变阻器(随堂实验) /181
21. 探究串联电路中电流、电压的规律(随堂实验) /183
22. 用电流表、电压表测电阻(学生实验) /186
23. 用灵敏电流计测量通过人体的微小电流(演示实验) /189
24. 探究并联电路中电流、电压的规律(随堂实验) /191
25. 演示电功与哪些因素有关(演示实验) /194
26. 测定小灯泡的电功率(学生实验) /196
27. 观察电能表(演示实验) /199
- \*28. 定性演示焦耳定律(演示实验) /201
29. 观察磁铁周围磁感线的分布(演示实验) /204
30. 观察通电直导线周围的小磁针指向(演示实验) /207
31. 观察通电螺线管周围的磁感线分布(演示实验) /210
- \*32. 演示电磁铁的结构和工作原理(演示实验) /213
33. 演示电铃的工作原理(演示实验) /216
34. 观察发电机模型(演示实验) /218
35. 模拟高压输电(演示实验) /220

## 第3部分 DIS 传感器介绍

-  ▶ 力传感器 /226
-  ▶ 压强传感器 /229
-  ▶ 磁传感器 /231
-  ▶ 温度传感器 /233
-  ▶ 光电门传感器 /235
-  ▶ 位移传感器 /237
-  ▶ 声传感器 /238
-  ▶ 电压传感器 /240
-  ▶ 电流传感器 /241
-  ▶ 微电流传感器 /242
-  ▶ 光敏电阻 /243
-  ▶ 热敏电阻 /244
-  ▶ 压电陶瓷 /245

参考文献 /246

索引 /247





第1部分  
八年级

第 1 部分  
八年级



## 1. 练习用天平测质量(随堂实验)●

### 实验目的

#### 实验地位与作用

“练习用天平测质量”是八年级第一学期《让我们启航》“3 测量的历史”第二课时的教学内容。它是本章的重要知识点，也是九年级“探究物质的质量与体积的关系”“测定物质的密度”等实验的基础。实验中调节天平水平平衡，是学习“探究杠杆平衡条件”时调节杠杆平衡的基础。除了托盘天平，也可以使用电子天平测量物体的质量。

本实验的学习水平为B级，技能要求是：会正确操作砝码和游码；学会调节天平横梁使其平衡；能正确读出被测物体的质量。

本实验是测量性实验。在测量过程中，养成规范操作实验和遵守实验室纪律的习惯，为以后的实验课奠定基础。学生在科学课中已经学过用电子天平测质量，《让我们启航》是物理学科的启蒙内容，在了解了测量的历史之后，学习如何正确使用托盘天平，强调物理实验必须按照规范进行操作，初步养成严谨的科学态度。

1. 学会正确使用天平测量固体和液体的质量。
2. 通过阅读天平的使用说明，对照实物自己尝试操作，并在与同伴的交流、讨论中，初步认识天平的使用方法和注意事项。
3. 在测量物体质量的过程中，养成爱护仪器的习惯，形成严谨、规范、实事求是的科学态度。

#### 实验原理

天平是实验室中测量物体质量的仪器。托盘天平由托盘、横梁、平衡螺母、刻度尺、指针、刀口、底座、标尺、游码、砝码等组成。横梁在中心处被支起而形成两个等臂，每个臂上托着一个盘，其中右盘放砝码，左盘放待测物体。

当天平水平平衡时，横梁左右两端受到的向下的压力分别等于左右托盘内物体所受的重力。此时，托盘天平可看成是一种等臂杠杆，其原理如图1-2所示。动力 $\times$ 动力臂=阻力 $\times$ 阻力臂，即 $F_1l_1=F_2l_2$ 。因为 $l_1=l_2$ ，所以 $F_1=F_2$ 。由此可得出两盘中物体的重力相同，故砝码的质量即为左盘中待测物体的质量。若游码不在零刻度位置，那么待测物体的质量应等于砝码质量与游码位置示数之和。



### 【安全提示】

烧杯易碎，小心使用；防止液体溅落。

### 【实验器材】

托盘天平，砝码，橡皮，烧杯，水。

### 【实验装置】



①指针 ②分度盘 ③托盘 ④平衡螺母  
⑤标尺 ⑥底座 ⑦游码 ⑧砝码

图 1-1

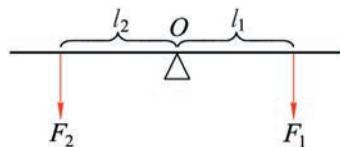


图 1-2

### 【实验步骤】

#### • 准备阶段

##### 认识器材及构造

1. 在小学阶段和初中科学中，学生不再使用托盘天平，而是使用电子天平测量物体的质量，因此需要引导学生对照说明书重新认识托盘天平的构造。
2. 引导学生观察托盘天平的铭牌、标尺与砝码，认清托盘天平的称量（即量程）、感量（即最小分度值）。
3. 介绍天平各部分的作用。指针与横梁连为一体，故指针所指的位置能反映横梁是否水平平衡，当指针指向分度盘中央或左右等幅晃动（即格数相等）时，表示横梁处于水平平衡。托盘一般用塑料制成，因此腐蚀性物品不能直接放在托盘上。标尺上可以移动的砝码称为游码，向右移动它相当于向右盘中增加砝码。游码、标尺、砝码均用金属制成，容易生锈，使用时应该用镊子夹取。

子夹取砝码或移动游码。为了准确称量，实验前应先将游码移动到标尺左端的零刻度线处，再调节平衡螺母，使托盘天平水平平衡。

### 调节托盘天平水平平衡

1. 将托盘天平放在水平桌面上，轻轻晃动横梁，看能否自由晃动，以防卡住。
2. 观察游码是否置于标尺左端的零刻度线处，若没有应先将游码置于标尺左端的零刻度线，然后再调节平衡螺母，直至天平水平平衡。
3. 引导学生能区分天平的平衡与水平平衡。为了得出准确的结果，本实验要求天平水平平衡。天平水平平衡的标准：指针指在分度盘中央或左右晃动的格数相等。

## • 测量过程

### 测量固体的质量

1. 将被测物（橡皮）放在已调节平衡的托盘天平左盘（若被测物为腐蚀性物品，则应垫上称量纸）。
2. 用镊子从大往小依次向天平右盘加砝码；同时注意观察指针是否指在分度盘中央或左右晃动的格数相等。
3. 若右盘中砝码加多了，应该去掉最小的砝码；若天平仍不能平衡，应该向右移动游码，直至天平水平平衡。
4. 读出并记下测量结果，被测物质量 = 砝码总质量 + 游码所示质量。
5. 移去上述测量中的被测物（橡皮），用镊子将砝码放回砝码盒，然后将游码置于标尺左端的零刻度线处。

### 测量液体（水）的质量

6. 测出空烧杯的质量，记作  $m_1$ 。
7. 往烧杯中注入半杯水，测出烧杯与水的总质量，记作  $m_2$ 。
8. 计算出水的质量  $m = m_2 - m_1$ 。
9. 移去烧杯，用镊子将砝码放回砝码盒，然后将游码移动到标尺左端的零刻度线处。

## • 测量结果

每次测量结束后，提醒学生将测量结果记入学习活动卡的相应位置。

## • 整理与报告

整理实验器材，完成实验报告。

 实验说明

1. 本实验建议用时 30 分钟，安排在质量的概念、单位之后。
2. 可因地制宜测量身边其他小物体的质量。
3. 若即使将游码置于标尺左端的零刻度处，调节平衡螺母后，托盘天平还是无法平衡，可能是由于天平长期使用不当，导致托盘与天平不配套。所以，实验前应认真做好检查。

 器材维护

器材名称	维护保养
托盘天平	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 保存：天平和砝码应置于包装盒内并放在干燥处，平时用橡皮垫圈撑住两边托盘底座，防止其上下摆动而损坏横梁。</li><li>2. 校准：天平与砝码如发生不准或轻重问题时，应由专业计量人员修理，经计量鉴定机构检定合格后方能继续使用。</li></ol>

## 2. 用打点计时器测量时间(随堂实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是八年级第一学期《让我们启航》“3 测量的历史”第三课时学习活动卡 3c 中的内容。打点计时器与频闪照片都可以记录较短的时间，用于研究物体的运动情况，是初中物理研究匀速直线运动规律的主要仪器。匀速直线运动是研究机械运动的基础，也是高中学习匀变速直线运动的基础。

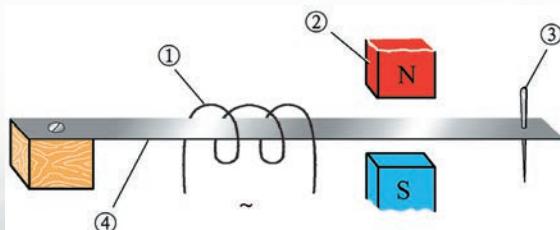
本实验对应内容的学习水平为 A 级。

本实验可以让学生了解计时工具的多样性，知道打点计时器是一种可以测量较短时间的仪器。在测量过程中，学生可以感受间接测量的科学方法，养成严谨的科学态度和团队合作的意识。



#### 实验原理

1. 当线圈通以 50 赫兹的交流电时，线圈产生的交变磁场使振片（由弹簧钢制成）磁化，振片的一端固定，另一端连接振针并置于永久磁铁的磁场中。由于振片的磁极随着电流方向的改变而不断变化，在永久磁铁的磁场作用下，振片将上下振动，如图 2-1 所示。振片的振动频率与线圈中电流的频率一致，为 50 赫兹，即振片振动的周期为 0.02 秒。



①线圈 ②永久磁铁 ③振针 ④振片

图 2-1

2. 振片的一端装有打点针(即振针),当被研究的运动物体拖着纸带从针尖与复写纸之间通过时,纸带上便留下一系列点。任意相邻两点之间的时间间隔均为0.02秒,据此可判断运动物体通过任意两个位置所用的时间。

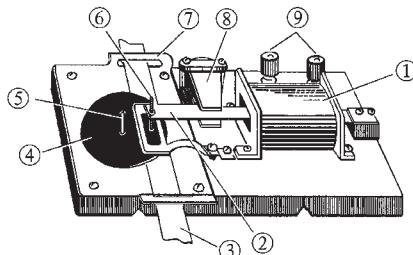


### 实验过程

#### 【实验器材】

学生电源,电磁打点计时器,纸带,复写纸,导线,节拍器。

#### 【实验装置】



①线圈 ②振片 ③纸带 ④复写纸 ⑤定位轴  
⑥振针 ⑦限位孔 ⑧永久磁体 ⑨接线柱

图 2-2

#### 【实验步骤】

##### • 准备阶段

###### 模拟打点计时器

1. 两人一组模拟打点计时器的工作过程。一人负责尽量匀速拉动白纸,另一人用笔跟着节拍器的节奏上下打点。教师负责调整节拍器的节奏,直至学生能跟上。

2. 引导学生观察白纸上留下的点,给出节拍器每秒振动发声的次数,看看学生能否根据白纸上留下的点算出打点时间。打点计时器的打点原理也是如此。

###### 认识器材及构造

1. 展示实验装置,引导学生计算相邻两点间的时间间隔,讨论其作用。

2. 引导学生观察打点计时器的结构，对比模拟过程思考，并认识各部件的作用。

3. 电磁打点计时器应接6~9伏交流电；为了能在纸带上留下清晰的点，纸带应压在复写纸下方；限位孔的作用是保证纸带沿直线运动而不致损坏。

### 练习使用打点计时器

1. 将纸带平整地穿过限位孔，轻拉纸带，检验纸带是否紧贴打点基板移动。压纸框架不要压得太紧，以免增大纸带通过打点器时受到的阻力。

2. 在交流电6~9伏范围内调整电压，检查振针是否能在纸带上正常打出清晰的点。若振针振幅太小，可适当加大电压。若振针打点不能打在复写纸上，要将定位轴推向振针方向。

3. 手拉纸带的末端将纸带快速拉出，振针在纸带上打下一系列点。

### • 测量过程

1. 手拉纸带末端将纸带快速拉出，振针在纸带上打下一系列点。

2. 将打好点的纸带粘贴在学习活动卡上相应位置，标出纸带上能辨别的第一个点和最后一个点。数一下间隔数，算出时间间隔，并将数据填写在学习活动卡上相应位置。

### • 整理与报告

整理实验器材，完成实验报告。



1. 若条件允许，可将此实验改为分组实验，让学生观察打点计时器的结构，并练习使用打点计时器打出能够分析的纸带。

2. 为了使纸带上的点便于分析，以较快的速度拉动纸带。



器材名称	维护保养
打点计时器	打点计时器若长期不用，应取下复写纸。

**实验目的**

观察烛焰随声信号变化而晃动的现象，知道声波是声源的振动通过空气向外传播。

**3. 观察声波使烛焰晃动(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第一章 声》“1.1 声波的产生和传播”学习活动卡 1.1a 中的内容，安排在学生已经知道声音源于发声体的振动后进行。本实验通过观察离扬声器一定距离的烛焰随声信号变化而晃动，体会声波是声源的振动通过空气向外传播；同时知道声波向外传播的是声源振动的信息和能量，为理解声波的传播作铺垫。所以，本实验具有承上启下的过渡作用。

本实验对应内容的学习水平为 A 级。

本实验通过烛焰的晃动来间接显示肉眼无法看到的声波的传播，这是转换方法在中学物理中的一种应用。

**实验原理**

声波将声源振动的信息和能量以疏密波的形式向外传播。

**实验过程****【安全提示】**

小心使用火柴，用过的火柴梗应熄灭后再丢入指定容器。

**【实验器材】**

电源，音频信号发生器，导线，扬声器，蜡烛，火柴。

## 【实验装置】

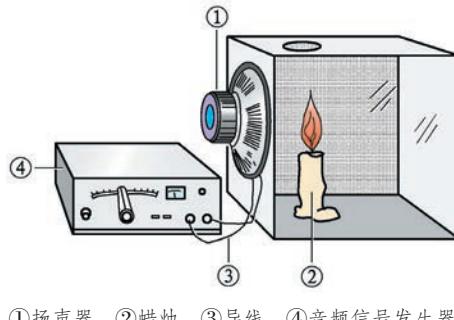


图 3-1

## 【实验步骤】

1. 介绍实验装置。音频信号发生器是声源，能产生有规律的声音；为使实验效果更好，可先通过音频放大电路将信号放大。提醒学生观察蜡烛与扬声器之间是否有空隙，引导学生想到这个空隙里充满着空气。
2. 用导线将音频信号发生器与扬声器连接起来，将蜡烛固定在扬声器前3~5厘米处，注意使烛焰与扬声器的中心等高，如图3-1所示。
3. 点燃蜡烛，观察烛焰的燃烧情况。
4. 打开电源，调整音频信号发生器的频率，将音频信号发生器与扬声器的音量调至足够高但又不震耳的程度。提醒学生注意观察，扬声器发出声音后烛焰的“表现”。
5. 实验完毕，关闭电源。
6. 请学生描述观察到的现象，引导学生思考，为什么烛焰会随着声源的振动而晃动。最后交流得出结论。

## 【实验结论】

空气可以传播声源的振动，且传播该声源振动的信息和能量。



1. 本实验建议用时5分钟。

2. 扬声器宜采用大口径低音纸盆，音频信号发生器要能产生10赫兹以下的信号。也可以用电子节拍器代替音频信号发生器和扬声器，还可以用计算机或MP3播放一段节奏感强的音乐代替音频信号。

**实验目的**

观察长弹簧上疏密相间传播的波，初步认识声波类似于这种波。

**4. 用长弹簧模拟声波（演示实验）****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第一章 声》“1.1 声波的产生和传播”学习活动卡 1.1a 中的内容。它是理解声波在介质中的传播情况的基础，也是高中学习纵波的基础。

本实验对应内容的学习水平为 A 级。

本实验通过与长弹簧的疏密波进行类比，理解声音的振动是通过介质以疏密波的形式向四周传播，介质并没有随着疏密波的传播向前移动，而是在原地振动。

**实验原理**

振源的振动引起附近弹簧圈的振动，又由于相邻弹簧圈之间的相互作用，这种振动会依次传递下去。每一圈弹簧的振动方向与振动的传播方向在同一直线上，使弹簧圈的间距出现疏密相间的分布，且这种疏密相间的形状从振源逐渐传向另一端。弹簧振动形成弹簧圈间的疏密分布与声波传播中介质的疏密分布（疏密波）类似，前者是对后者的一种模拟，如图 4-1 所示。

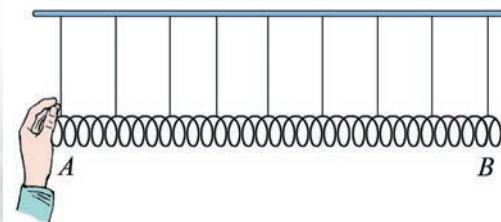


图 4-1

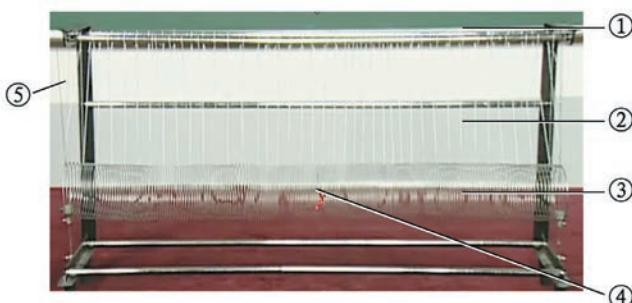


## 实验过程

## 【实验器材】

长弹簧，细线，支架，红丝带。

## 【实验装置】



①支架 ②细线 ③长弹簧 ④红丝带 ⑤弹簧片

图 4-2

## 【实验步骤】

1. 将长弹簧用细线悬挂在支架上，调整细线的距离，使弹簧每一圈的间距相等。在其中的一圈系上红丝带，如图 4-2 所示。
2. 引导学生观察弹簧圈的间距是相等的。
3. 如图 4-3 (a) 所示，拨动弹簧片（若无弹簧片，可轻推弹簧圈），引导学生观察并描述弹簧圈间距的变化。可以看到弹簧圈呈现疏密相间的分布，如图 4-3 (b) 所示，且疏密相间的形状向前传播，从而建立疏密波的概念。



图 4-3

4. 再次拨动弹簧片，引导学生观察系红丝带的这圈弹簧是否随疏密波的传播向前移动，思考弹簧的疏密波传播的是什么。
5. 在上述分析思考的基础上，再迁移到声波传播，通过交流讨论得出结论。

### 【实验结论】

声源振动，引起周围空气振动，就像弹簧中发生的情况一样，空气的振动以疏密波的形式向四周传播，便形成了声波。就像弹簧的每一圈没有随疏密波的传播向前移动一样，振动的空气在声波传播过程中也没有随着声波向前移动，只是在原处振动。声波实际上传播的是声源振动的信息和能量。



### 实验说明



图 4-4

1. 为了更清晰、持久地观察长弹簧上的疏密波，应尽量减小弹簧振动过程中受到的阻力。因此若长弹簧形如图 4-4 所示，需要如图 4-2 所示悬挂起来。

2. 由于长弹簧上的疏密波传播得较快，可将传播过程拍摄下来，讲解时配合视频慢放、暂停等手段，以便学生更清楚地了解传播过程。

3. 此实验可用如图 4-5 所示装置，将两个玩具弹簧连接在一起，改为随堂实验。



(a)



(b)

图 4-5



### 器材维护

器材名称	维护保养
长弹簧	<p>1. 若弹簧圈较细，可以将相邻的几个弹簧圈绑定，以免弹簧圈在移动过程中缠绕在一起而无法使用。</p> <p>2. 长弹簧不用时，应保持干净，并在弹簧上涂上防锈剂，以免生锈。</p>

## 5. 演示声音无法在真空中传播(演示实验)

### 实验目的



### 实验地位与作用

本实验是八年级第一学期《第一章 声》“1.1 声波的产生和传播”学习活动卡 1.1b 中的内容。做本实验既能复习前一课时的知识，又可以引出后续内容，即不同介质中声音的传播速度不同，具有承上启下的作用。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

本实验可以让学生亲身感受到声波的传播需要介质，对于声波本质的理解更加深刻。

知道声波的传播需要介质。



### 实验原理

声波是一种压力波：当演奏乐器、拍打一扇门或者敲击桌面时，这些物体振动会引起介质分子有节奏地振动，并使周围的介质产生疏密变化，形成疏密相间的波，这样就形成了声波。因此声波的传播需要介质，真空没有可以传播振动的介质，所以声波无法在真空中传播。



### 实验过程

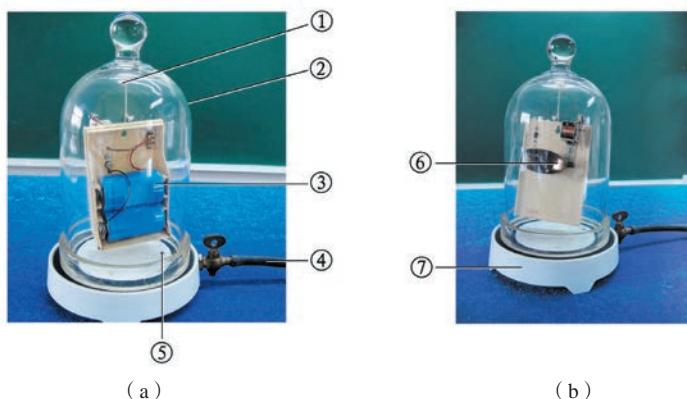
#### 【安全提示】

使用抽气机时注意用电安全；钟罩为玻璃制品且较重，要小心使用。

#### 【实验器材】

抽气机，电铃(附挂钩)，玻璃钟罩(附挂钩与抽气底座)，直径约 2 毫米的小钢珠(可涂成彩色)，干电池。

## 【实验装置】



①挂钩 ②玻璃钟罩 ③干电池 ④阀门与抽气管 ⑤抽气孔 ⑥电铃与钢珠 ⑦底座

图 5-1

## 【实验步骤】

1. 介绍实验装置：在玻璃钟罩顶部用热熔胶固定一个挂钩。电铃与干电池分别固定在一块板的两面，再把此板悬挂在钟罩顶部的挂钩上，最后将小钢珠放置在电铃的凹槽内（在电铃的凹槽内放置小钢珠的目的是为了将电铃的振动放大）。电铃带有干电池，闭合开关后可以听到电铃的声音并同时观察到电铃凹槽内钢珠的振动；玻璃钟罩的底座附有抽气孔，并与抽气机相连，通过抽气机可以抽出钟罩内的大部分空气。
2. 闭合电铃开关，让学生再次确认电铃正在发出声音。
3. 将电铃挂在玻璃钟罩内的挂钩上，然后将钟罩放置在底座上。打开玻璃钟罩底座上的阀门，闭合抽气机开关开始抽气。
4. 随着抽气的进行，引导学生注意听电铃的声音。随着空气逐渐被抽掉，听到的声音越来越微弱。引导学生观察钢珠的振动，判断电铃是否振动，思考为什么电铃在振动，但听到的声音却越来越微弱。
5. 停止抽气，慢慢打开阀门，让空气逐渐进入玻璃钟罩内，听到的声音又越来越强。
6. 现象分析：随着空气逐渐被抽掉，传播声音的空气越来越少，听到的声音也就越来越微弱；重新逐渐充入空气，听到的声音又越来越强。这说明声波的传播需要介质，由此推理：若玻璃钟罩内的空气完全被抽掉（即抽成真空），将听不到声音，也就是说声音不能在真空中传播。

## 【实验结论】

声波的传播需要介质，声音无法在真空中传播。



## 实验说明

1. 本实验建议放在第二课时的引入环节。
2. 若有条件，可以用如图 5-2 所示的旋片式真空泵，抽气效果会更好。



图 5-2



## 器材维护

器材名称	维护保养
旋片式真空泵	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 泵应水平放置在干燥、清洁、通风的场所，长时间不使用泵时，应清理污物，盖好进、排气帽，防止灰尘和杂物落入，套好尼龙袋存放。</li><li>2. 严禁无油运转，泵运行时严禁堵塞排气口，开机前要特别注意。经常观察油位是否在中心，油是否清洁，确保运转正常。</li><li>3. 更换新油时，先开泵运转 30 分钟，使油变稀薄后停泵。从放油孔放油，然后敞开进气口运转 1 分钟，此间可从进气口加入少量清洁的泵油，以便更换泵腔内的存油。反复几次，确认泵内已清洁后，装上放油螺丝，要拧紧否则油会渗出来。</li></ol>

**实验目的**

知道响度与发声体振幅的关系。

**6. 用音叉演示响度与振幅的关系（演示实验）****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第一章 声》“1.2 声音的特征”学习活动卡 1.2a 中的内容。本实验是在学习了声音的产生和传播之后，进一步研究声音的特征——响度而进行的演示实验。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

本实验通过听声音强弱，看声源的振动幅度和示波器上的波形幅度三者结合，让学生自主归纳出响度与发声体振幅的关系。

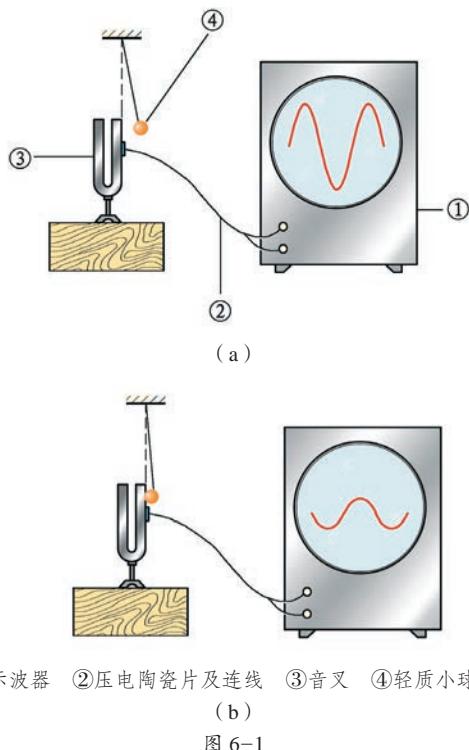
**实验原理**

1. 示波器能动态显示输入信号随时间的变化，其原理是将电压加在电极板上，极板间形成相应的变化电场，进入该变化电场的电子运动情况就会发生变化，最后电子运动的偏转情况在荧光屏上显示出来。
2. 利用悬挂的轻质小球将看不清楚的音叉振动放大，通过观察轻质小球的振动幅度变化，间接了解音叉的振动幅度变化。

**实验过程****【实验器材】**

音叉，小锤，悬挂的轻质泡沫塑料小球（可用乒乓球代替），话筒（或压电陶瓷片），示波器。

## 【实验装置】



(b)

图 6-1

## 【实验步骤】

如图 6-1 (a) 所示, 将压电陶瓷片紧贴在音叉上(或将话筒对着音叉, 话筒的连线接入示波器的 Y 输入端); 再将一悬挂的轻质小球靠在音叉臂上。

### 1. 用音叉、轻质小球探究响度与发声体振幅的关系

分别轻、重两次敲击音叉, 听声音响度变化的同时观察音叉振动的幅度变化。结果显示: 轻敲音叉, 轻质小球弹开的幅度较小, 说明音叉的振幅较小; 重敲音叉, 轻质小球弹开的幅度较大, 说明音叉的振幅较大。这说明响度与发声体的振幅有关, 振幅越大, 响度越大。

### 2. 观察示波器上的波形变化

(1) 介绍实验装置。话筒可将音叉发出的声音通过连线输入示波器, 通过示波器上的波形变化形象地显示声音的变化。

(2) 轻敲音叉, 观察示波器上波形幅度的变化。

(3) 重敲音叉, 观察示波器上的波形, 并与轻敲音叉时的波形进行比较。观察声音变弱过程中小球弹开幅度的变化和示波器屏幕上波形幅度的变化。

(4) 将声音较响和较弱时的波形, 分别画在学习活动卡相应位置。

(5) 观察方框中波形的幅度变化, 结合声音的强弱, 归纳得出结论。

**【实验结论】**

响度与发声体的振幅有关，振幅越大，响度越大。

**实验说明**

1. 本实验建议用时 7 分钟。
2. 学习音调后，换用大小不同的音叉进行实验，将观察到的波形疏密情况记录在学习活动卡相应位置，这样可以探究音调高低与发声体频率的关系。
3. 由于压电陶瓷片十分灵敏，为了能比较出轻敲和重敲音叉的振动波形，压电陶瓷片应贴在音叉臂下端一些。
4. 使用示波器时，按键、旋钮的操作力度要适中；当信号幅值未知时，先设为最大幅度，测量过程中再根据实际情况调整量程；不要用力拉探头芯线，不要随意弯折，尽量少移动探头芯线。
5. 若没有示波器，可以用计算机里的虚拟示波器代替，界面如图 6-2 所示。

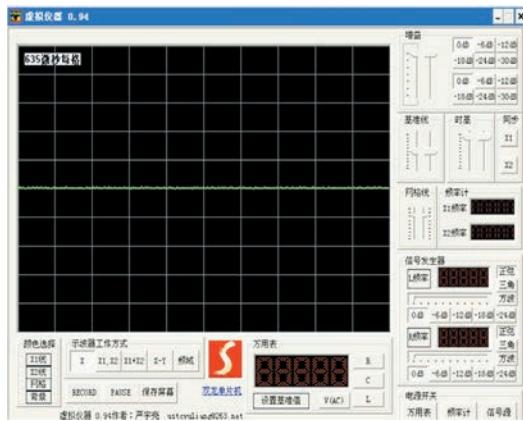


图 6-2

**器材维护**

器材名称	维护保养
示波器	要保持仪器表面干燥、清洁。

## 7. 用发声齿轮演示音调与频率的关系 (演示实验)

### 实验目的

观察发声齿轮的结构及发声过程，比较两个齿轮发声的音调，知道音调的高低与发声体的振动频率之间的关系。

### 实验地位与作用

本实验是八年级第一学期《第一章 声》“1.2 声音的特征”第二课时学习活动卡 1.2b 中的内容，是为了探究音调的高低与发声体的振动频率有关而进行的演示实验，这是本节的重点。做本实验的目的之一是为了引出频率概念，它既可以巩固《让我们启航》中打点计时器的知识，又是学习九年级第二学期“无线电波和无线电通信”及高中“机械振动及机械波”等知识的基础。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

本实验通过观察发声齿轮的结构，倾听发声的过程，让学生自主归纳出音调与频率的关系。

### 实验原理

- 声源振动的频率越高，音调越高。
- 发声齿轮采用铝合金板作齿板，如图 7-1 所示，四个齿板共轴，直径相同，但齿数不同。当轴转动时，四个齿板以相同的角速度与线速度转动。用一张硬胶片接触齿轮时，硬胶片会因振动而发声，相同时间内，不同的齿轮与硬胶片接触的次数不同，所以硬胶片振动次数不同，从而导致发声频率不同，音调高低不同。

### 实验过程

#### 【安全提示】

齿轮轴上的螺母必须与转台连接牢固，以防转动时松动、甩出伤人。

### 【实验器材】

硬胶片(或塑料尺)两个,发声齿轮(齿板、轴),转台(底座、主动轮、皮带、从动轮)。

### 【实验装置】

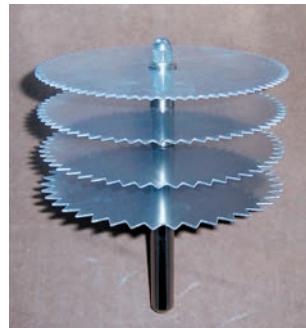
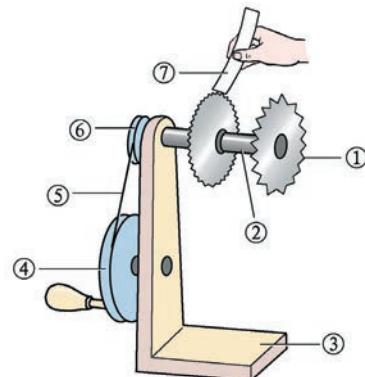


图 7-1



①齿轮 ②轴 ③底座 ④主动轮  
⑤皮带 ⑥从动轮 ⑦硬胶片

图 7-2

### 【实验步骤】

1. 介绍实验装置。
2. 以恒定的转速转动齿轮组,用同一张硬胶片分别接触齿数不同的两个齿轮。注意听两次胶片的发声情况。与一个齿轮接触的胶片会发出“哒、哒、哒、哒”的声音,而与另一个齿轮接触的胶片会发出“吱——”的刺耳的声音。基于此,提出音调的概念。“哒、哒、哒、哒”的声音音调低,“吱——”的刺耳的声音音调高。
3. 让学生观察齿轮的区别:齿数多少不同。告诉学生四个齿板的齿数分别为40齿、50齿、60齿、80齿。引导学生思考齿轮运动一周硬胶片的振动次数是多少,从而提出频率的概念。
4. 用一张硬胶片接触其中一个齿轮,听胶片的发声。应用音调与频率的知识猜想:若齿轮转速加快,胶片发出的声音是否会有所不同?会有怎样的不同?接下来进行验证:快速转动手柄,使齿轮转速加快,注意听胶片的发声情况是否与猜想一致。

### 【实验结论】

转速相同时，齿轮齿数越多，胶片振动发声的音调越高；同一个齿轮，转速越快，胶片振动发声的音调越高。

音调的高低跟发声体的振动频率有关，发声体的振动频率越高，音调就越高。



### 实验说明

实验前必须检查皮带是否老化，是否紧固，是否打滑；调整皮带至能正常带动发声齿轮转动为止。



### 器材维护

器材名称	维护保养
转台	不用时应将皮带卸下，防止其因长期紧绷而老化。

**实验目的**

通过探究得出光的反射定律。

**8. 探究光的反射定律( 随堂实验 )****实验地位与作用**

“光的反射定律”是八年级第一学期《第二章 光》“2.1 光的反射”第一课时教学内容，它是本节的重点内容，同时也是第二课时平面镜成像的基础。

本实验对应内容的学习水平是 B 级。

本实验中学生第一次在物理课里接触自变量与应变量，所以要用通俗易懂的语言使学生理解因果关系的重要性，为以后通过实验归纳得出符合逻辑的结论奠定基础。

**实验原理**

光在同种均匀介质中沿直线传播；当光射到两种介质的界面上，被反射回原来的介质中时，反射光线仍然沿直线传播。

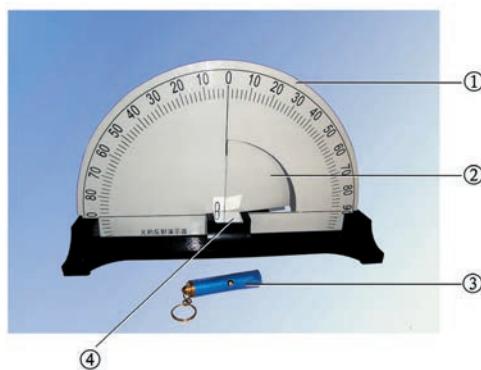
**实验过程****【安全提示】**

禁止激光笔发出的光线射向眼睛，以免造成伤害。

**【实验器材】**

激光笔，平面镜，光具盘( 带角度和转动小门的光屏 )。

## 【实验装置】



①光具盘 ②小门 ③激光笔 ④平面镜

图 8-1

## 【实验步骤】

### • 实验操作

- 打开激光光源，让入射光线从法线的一侧沿着光具盘的某一刻度线位置投射到平面镜上。引导学生观察反射光线的位置，思考反射光线、入射光线与法线的位置关系并得出结论。
- 改变入射角的大小，读出相应的反射角，并填入表格。注意保持每次的入射点不变。

实验数据表

入射角	30°	50°	80°	0°
反射角	30°	50°	80°	0°

分析实验现象及上表中的数据，得出“反射光线和入射光线分居法线两侧，反射角等于入射角”的初步结论。

- 引导学生知道，可以通过小门上是否有反射光线来判断反射光线是否在入射光线和法线所确定的平面内。接下来打开激光光源，保持入射光线位置不变，观察小门上是否有反射光线。转动小门，观察小门上是否有反射光线。小门上没有反射光线，但在光具盘上小门外的原来位置仍有反射光线，如图 8-2 所示。再次闭合小门，观察小门上是否有反射光线。说明反射光线与入射光线、法线在同一平面内。



图 8-2

### • 进一步探究

- 在光具盘的平面内改变入射角的大小，使入射光线向法线靠拢，观察反射光线的方向如何变化。结合反射角的定义，得出相关结论。
- 当入射角为  $30^\circ$  时，记录入射光线与反射光线的位置。用激光光源在光具盘上逆着反射光线的方向，射向法线与平面镜的交点，观察此时的反射光线与原来入射光线的位置关系，思考并得出结论。
- 关闭激光光源，整理实验器材，完成实验报告。

### 【实验结论】

光发生反射时，反射光线、入射光线与法线在同一平面内；反射光线和入射光线分别位于法线两侧；反射角等于入射角。

进一步探究表明：入射光线向法线靠拢，反射光线也向法线靠拢；在光的反射中，光路是可逆的。

### 实验说明

- 本实验建议用时 25 分钟，安排在学习了光的反射、入射角、反射角、法线、入射光线、反射光线、入射点等概念之后。
- 若实验器材有限，可以用如图 8-3 所示的硬纸板与量角器代替光具盘。可将硬纸板沿法线对折向后转，代替小门向后打开。
- 可以用夹子夹在激光笔的开关上来控制激光光源的通断。

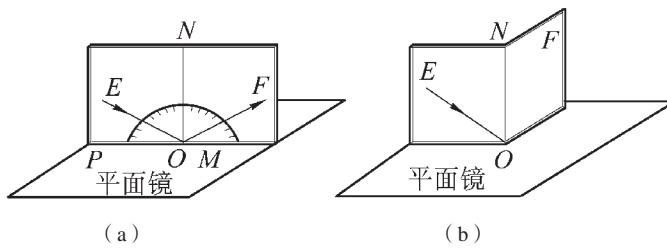


图 8-3

### 器材维护

器材名称	维护保养
光具盘、激光笔	光具盘不用时，应关好小门，与相关零件一起放入包装盒。激光笔长期不用时，应该将电池取出。

## 9. 探究平面镜成像的特点(学生实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

“平面镜成像的特点”是八年级第一学期《第二章 光》“2.1 光的反射”第二课时教学内容，它是本节的重点、本章的重点，是本节前一课知识的深化及实例。本实验是初中物理的第一个探究性实验，通过探究活动，经历猜想（假设）、验证和归纳、交流等科学探究基本环节，为以后的探究实验打下基础。

本实验的学习水平为B级，技能要求是：先猜想物体在平面镜中所成像的性质和位置，然后选择、使用已设计的几个实验方案，实验时应多次改变物体的位置，并正确测量物体和像到镜面的距离，最后能根据现象和数据归纳得出实验结论。

本实验是探究性实验，要利用玻璃既能透射又能反射的特点，用实物在镜后与像重合，找到像的位置，技能要求较高。学生首次经历探究实验，有一个逐步适应的过程。

- 理解平面镜成像的特点。
- 通过对平面镜成像特点的探究，感受探究过程的一般方法，即：猜想（假设）、验证、归纳的方法。
- 通过该实验的探究过程，初步养成严谨、求真的科学态度和踏实、认真的学习习惯。



#### 实验原理

光的反射定律。



#### 实验过程

#### 【安全提示】

小心使用火柴，用过的火柴梗应熄灭后再丢入指定容器。小心实验中烛泪滴落烫伤；玻璃板要轻拿轻放，防止划伤。

**【实验器材】**

玻璃板，白纸，完全相同的蜡烛2支和粗细长短明显不同的蜡烛1支，刻度尺，支架，火柴。

**【实验装置】**

①玻璃板 ②完全相同的蜡烛2支 ③白纸 ④支架

图9-1

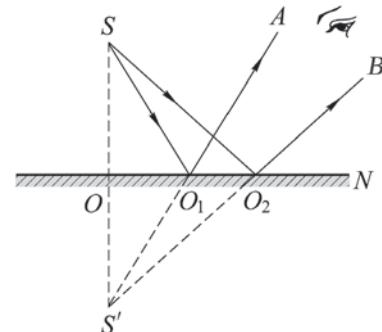


图9-2

**【实验步骤】****• 提出问题**

平面镜所成的像在大小、距平面镜的距离等方面有什么特点？

**• 猜想假设**

1. 根据生活经验让学生猜想平面镜成像的特点。

2. 提出假设：

像的大小：平面镜所成的像与物大小相等，或者物离平面镜越远，像越小。

像的距离：像到平面镜的距离与物到平面镜的距离相等。

**• 设计方案**

本实验可以在教师的引导下完成实验方案的设计。

**实验器材的选取**

1. 引导学生思考，怎样验证像与物的大小是否相等？操作上需要把像与物的大小测出来，看是否相等；关键的问题是如何找到像。给学生一块玻璃板、一块平面镜，让学生试试看哪一个能找到像。

给学生2支相同的蜡烛与另外一支粗细、长短明显不同的蜡烛，让学生选择应该用什么样的蜡烛。

2. 引导学生思考, 怎样验证像与物到平面镜的距离相等? 操作上需要测出距离。

### 实验步骤的设计

1. 所有的器材需放在水平桌面上, 为了方便找像, 平面镜应该放在支架上以保证竖直且不易翻倒。可以先让学生试一下, 若平面镜没有垂直水平面放置, 像会在什么地方? 这样是否能方便地找到像的位置、测量像到平面镜的距离?

2. 引导学生思考找到像的方法。

3. 为了使实验结论更具有普遍性, 应该改变物体的位置, 多次实验; 为了验证无论距离远近, 像与物都是大小相等, 应该改变蜡烛到玻璃板的距离。

### • 实验步骤

1. 在水平桌面上铺一张白纸, 纸上垂直放一块玻璃板作为平面镜。

2. 在白纸上记下平面镜的位置  $OO'$ , 并用铅笔连起来。

3. 在玻璃板前面放一支点燃的蜡烛 1, 玻璃板后面放一支没有点燃的同样的蜡烛 2。

4. 移动玻璃板后面的蜡烛 2, 直到从玻璃板前面不同位置看去, 玻璃板后面的蜡烛 2 好像点燃似的。这样蜡烛 2 就与蜡烛 1 的像重合, 也就是找到了蜡烛 1 的像的位置, 如图 9-1 所示。在纸上将蜡烛 1 与蜡烛 2 的位置分别记作  $A$  与  $A'$ 。

5. 换一支粗细、长短不一样的蜡烛 3, 放在  $A'$  位置, 重复实验步骤 4 的操作, 看蜡烛 3 是否能与蜡烛 1 的像重合。

6. 改变蜡烛 1 到玻璃板的距离, 重复实验步骤 3 与 4, 在纸上将此时蜡烛 1 与蜡烛 2 的位置分别记作  $B$ 、 $B'$ 。观察随着距离的变化, 蜡烛 1 的像的大小是否随蜡烛 1 到玻璃板距离的变化而变化。

7. 观察比较蜡烛 1 与蜡烛 2、蜡烛 1 与蜡烛 3 的大小, 并结合步骤 6 的现象, 综合分析、总结, 得出平面镜所成的像与物的大小关系的实验结论。

8. 为了使实验结论更具有普遍性, 可以再做一次, 改变蜡烛 1 到玻璃板的距离, 重复实验步骤 3 与 4, 在纸上将此时蜡烛 1 与蜡烛 2 的位置分别记作  $C$ 、 $C'$ 。

9. 用直线连接  $AA'$ 、 $BB'$ 、 $CC'$ , 观察这些连线与  $OO'$  之间有什么关系, 用刻度尺量出它们到平面镜的距离, 并填入下表。

实验数据表

实验次数	蜡烛 1 到平面镜的距离 / 厘米	蜡烛 2 到平面镜的距离 / 厘米
1	3	3
2	5	5
3	9	9

10. 归纳得出关于像与物到平面镜的距离间关系的结论。
11. 提出问题：为什么照镜子时能看到像却摸不着？用实验探究，移开蜡烛 2，从镜前观察像是否还在，然后将手放在蜡烛 1 的像的位置，问学生是否能摸到像，还能看到什么？（手好像在烛焰上烧）再问学生手是否会烧痛。引导学生思考为什么看到手在烛焰上却感受不到痛。
12. 将一张白纸放在蜡烛 2 的位置，引导学生从蜡烛 1 的一侧透过玻璃板观察白纸上呈现的烛焰的像；再引导学生从侧面、不经过玻璃板直接观察白纸，问学生是否还能在白纸上观察到烛焰的像？然后介绍虚像概念。
13. 让学生猜测：若贴着玻璃板在靠近蜡烛 2 一侧挡一张黑纸，从镜前观察是否还能成像？接着让学生观察实验现象，此时他们会发现不仅能成像，而且所成的像更清楚了。从而揭秘平面镜所成的像是通过平面镜反射所形成的，同时可以告诉学生平面镜通常是用玻璃板镀膜而成的。
14. 画出平面镜成像的光路图，如图 9-2 所示，并作出解释。

### • 实验结论

平面镜所成的像与物大小相等；像与物到平面镜的距离相等；像与物的连线与平面镜垂直；平面镜所成的像是虚像。



### 实验说明

1. 本实验建议用时 1 课时，安排在学习平面镜成像原理之前。
2. 发光物可以用蜡烛灯或小电珠代替。用蜡烛时，建议根据实际情况决定学生实验桌上火柴的数量。
3. 该实验配置的玻璃板厚约 4 毫米，学生在实验时产生实验误差的可能原因如下：

① 由于玻璃板较厚，前后两个面都是反射面，实验时会出现重影，影响学生确定像的位置，从而产生误差。因此，应将玻璃板上贴有膜的一面对着烛焰。

② 玻璃板的位置(反射面)在白纸上是用一条直线表示，而玻璃板本身有一定厚度，定位不准也会产生误差。

③ 物距、像距较小时，产生的误差相对较大。

**实验目的**

1. 知道光的折射规律。
2. 通过与光的反射定律进行比较，感受类比法在科学探究中的作用。
3. 经历光的折射规律的探究过程，体验交流合作完成任务的乐趣。

**10. 探究光的折射规律( 随堂实验 )****实验地位与作用**

“光折射现象”是八年级第一学期《第二章 光》“2.2 光的折射”教学内容。它是本节课的重要知识，也是学习凸透镜成像规律和光的色散的基础，同时也为高中光学相关内容的学习打下基础。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

本实验是探究性实验，通过观察、记录、归纳得出普遍规律，并在此过程中体验交流合作完成任务的乐趣。

**实验原理**

光在同种均匀介质中沿直线传播；光从一种介质斜射入另一种介质时传播方向将发生改变，而垂直界面入射时，不改变传播方向。

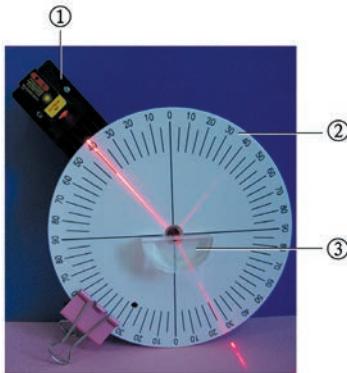
**实验过程****【安全提示】**

禁止激光及其反射光线射向眼睛造成伤害；小心玻璃砖因磁性不够而掉落。

**【实验器材】**

光具盘，半圆形玻璃砖，激光源，水槽，干电池。

## 【实验装置】



①激光笔 ②光具盘 ③玻璃砖

图 10-1

## 【实验步骤】

### • 实验操作

#### 光从空气射入玻璃

1. 介绍光具盘的结构。
2. 将半圆形玻璃砖如图 10-1 所示紧贴光具盘，放置在光具盘中央。注意使玻璃砖的直径与  $90^\circ$  刻度线重合，此时  $0^\circ$  刻度线对应法线的位置。
3. 打开激光光源，让一束激光从空气斜射向半圆形玻璃砖的中心 O 点，观察并记录激光束射入玻璃砖后的偏折方向。
4. 改变入射角大小，记录对应的折射角大小，填入表一。注意，折射角是折射光线与  $0^\circ$  刻度线之间的夹角。

表一

入射角	$70^\circ$	$60^\circ$	$50^\circ$	$40^\circ$	$20^\circ$	$0^\circ$
折射角	$40^\circ$	$37^\circ$	$32^\circ$	$27^\circ$	$15^\circ$	$0^\circ$

分析表一中的数据及相关现象，得出初步结论。

#### 光从玻璃射入空气

5. 如图 10-2 所示，使激光束沿半圆形玻璃砖的半径方向斜射入玻璃砖的中心 O 点，观察并记录激光束射入空气后的偏折方向。
6. 改变入射角大小，记录对应的折射角大小，填入表二。



图 10-2

表二

入射角	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$
折射角	$15^\circ$	$32^\circ$	$48^\circ$	$70^\circ$	无

归纳表二中的数据及相关实验现象，得出初步结论。

### • 进一步探究

1. 如图 10-3 所示组装光具盘与透明水槽，注意使  $90^\circ$  刻度线与水面重合， $90^\circ$  刻度线即为界面，法线为  $0^\circ$  刻度线。

2. 使激光束沿光具盘先后以表三中给出的不同入射角射向 O 点，观察并记录激光束射入水中后的偏折方向，并将数据填入表三。



图 10-3

表三

入射角	$70^\circ$	$60^\circ$	$50^\circ$	$40^\circ$	$20^\circ$	$0^\circ$
折射角	$46^\circ$	$43^\circ$	$35^\circ$	$30^\circ$	$15^\circ$	$0^\circ$

分析比较表一与表三中的数据，得出初步结论。

3. 整理器材，完成实验报告。

## 【实验结论】

(1) 光在两种透明介质的界面上发生折射时，折射光线、入射光线和法线在同一平面内，折射光线和入射光线分别位于法线两侧。折射角随入射角增大而增大。

(2) 当光从空气斜射入玻璃时，折射角小于入射角；当光从玻璃斜射入空气中时，折射角大于入射角。

(3) 当入射光线逐渐向法线靠拢时，折射光线也向法线靠拢；入射光线与法线重合时，折射光线与法线重合，入射角为  $0^\circ$ ，折射角为  $0^\circ$ 。

(4) 进一步探究表明，不同介质对光的折射本领不同。当光以相同的人射角入射时，玻璃对光的偏折程度比水大，也就是说玻璃对光的折射本领比水大。



## 实验说明

1. 本实验建议用时 30 分钟，在建立了折射概念后再做此实验。
2. 若条件不够，可用如图 10-4 所示的装置代替，光具盘与玻璃砖可以通过磁铁固定在相应位置，也可用双面胶将玻璃砖贴在相应位置。
3. 为节约时间，并养成合作交流的习惯，可让学生分组同时完成：有的小组做光从空气斜射入水中，有的小组做光从空气斜射入玻璃中，有的小组做光从水斜射入空气中，有的小组做光从玻璃斜射入空气中。



图 10-4



## 器材维护

器材名称	维护保养
光具盘、激光笔	光具盘使用完毕，应擦干水分，与相关零部件一起放入包装盒，避免硬物刮划刻度。激光笔长期不用时，应该将干电池取出。

**实验目的**

知道凸透镜的会聚作用和凹透镜的发散作用。

## 11. 观察凸透镜的会聚作用和凹透镜的发散作用 (演示实验)

**实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第二章 光》“2.3 透镜成像”第一课时教学内容，它是凸透镜成像规律及应用的基础。

本实验对应内容的学习水平是A级。

本实验通过观察并结合生活中的光现象总结得出凸透镜与凹透镜对光的作用，有利于提高学生的观察、归纳能力。

**实验原理**

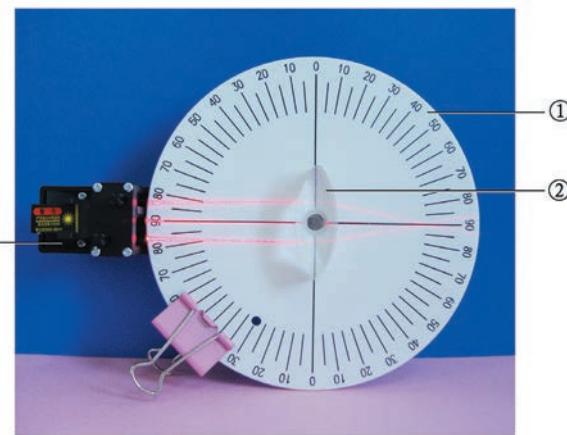
光的折射规律。

**实验过程****【安全提示】**

禁止激光及其反射光线射向眼睛造成伤害。

**【实验器材】**

光具盘，凸透镜，凹透镜，平行光源，干电池。

**【实验装置】**

①光具盘 ②凸透镜 ③平行光源

图 11-1

## 【实验步骤】

### • 准备阶段

1. 打开光源，旋转旋钮，使激光源发出的光变为三条平行光，关闭光源。
2. 将凸透镜插入光具盘，调整角度，使透镜紧贴光具盘，并使  $90^{\circ}$  刻度线与凸透镜的主光轴重合。

### • 操作过程

1. 打开光源，调整光线方向，使平行光的中间一条与凸透镜的主光轴重合。
2. 观察光线经凸透镜折射后发生会聚，会聚的光线交于一点，这一点就是凸透镜的焦点，焦点与透镜光心之间的距离就是焦距。
3. 根据观察结果完成学习活动卡上的光路图。
4. 将凸透镜换成凹透镜，重复上述步骤 1、2。观察到平行光线经凹透镜折射后会发散。
5. 根据观察结果完成学习活动卡上的光路图，并将折射光线反向延长，这些反向延长线交于一点，这一点称为凹透镜的虚焦点。
6. 整理实验器材。

## 【实验结论】

凸透镜对光线有会聚作用，凹透镜对光线有发散作用。



### 实验说明

本实验建议用时 10 分钟，安排在凸透镜、凹透镜的概念建立之后和主光轴、光心、焦点与焦距的概念建立之前。

**实验目的**

1. 会正确进行实验操作，能初步得出凸透镜成像的规律。
2. 经历凸透镜成像规律的探究过程，感受观察、比较、归纳、推理等科学方法，养成交流合作的习惯。
3. 在探究过程中，初步形成严谨、求真的科学态度和踏实、认真的学习习惯。

**12. 探究凸透镜成像规律(学生实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第二章 光》“2.3 透镜成像”第二课时教学内容，它是本节的主要内容、本章的重点，是前一节“光的折射”内容的延伸和深化，是本节后续学习内容“凸透镜成像规律的应用”的基础。

本实验的学习水平为B级，技能要求是：知道实验目的、器材和装置，能根据实验现象归纳出实验结论；能识别实像和虚像，能确认光屏上的像是否清晰，能读出物距和像距；会调节光源、凸透镜、光屏在光具座上的位置与高度。

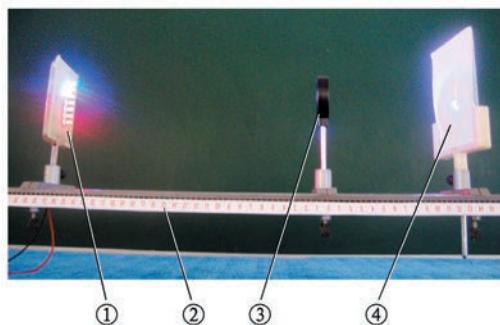
课标中本实验虽然属于验证性实验，但它可以让学生经历较完整的探究过程，有利于培养探究精神和实验能力，因此改为探究性实验。

**实验过程****【安全提示】**

若发光物为蜡烛，小心使用火柴，用过的火柴梗应熄灭后丢入指定容器，防止实验中烛泪滴落烫伤。若发光物为二极管，注意选择合适的电压。

**【实验器材】**

凸透镜，发光物，光屏，光具座（或刻度尺）。

**【实验装置】**

①发光物 ②光具座 ③凸透镜 ④光屏

图 12-1

## 【实验步骤】

### • 提出问题

凸透镜既可以成放大的像，也可以成缩小的像，那么凸透镜成像有什么特点？

### • 准备阶段

1. 介绍实验器材。发光物可以用点燃的蜡烛，也可以用带电池的发光二极管。用发光物作为“物”是为了使入射光线增多，容易观察到像。光屏用来接收像。光具座是专用的光学实验器材，可以固定光学仪器，附有刻度尺，可以读出物距与像距。

2. 实验仪器的调试和安装。提醒学生思考，为使发光物能通过凸透镜在光屏上成像，凸透镜、发光物与光屏应该按照什么顺序放置？可以把凸透镜调到特别高或者光屏特别高（低）使它们的中心不在同一高度，试试看能否在光屏上找到像。由此总结出正确的安装步骤——把发光物、凸透镜和光屏依次放置在光具座上，将它们的中心调到同一高度。

为了快捷地调节发光物、凸透镜、光屏的中心等高，可以先把三者集中在一起，调好后再移动到相应位置。

### • 初步探究

1. 在光屏上找最清晰的像，并练习读物距、像距。首先记下凸透镜的焦距，将发光物放在离凸透镜一定距离处，移动光屏，注意观察光屏上的像，若出现像，继续左右移动光屏，直到像最清晰时停下。记下此时的物距与像距。若无论如何移动，光屏上都找不到像，只看到亮斑，记下此时的物距，提醒学生思考，光屏上找不到像的原因是什么？指导学生在光屏一侧，透过凸透镜能否看到正立放大的像。

2. 物距一定，在光屏上找到最清晰的像后，继续移动光屏，看能否再找到最清晰的像，使学生明白像距与物距是一一对应的。

3. 将发光物放在离透镜较远的某一位置（可以在光具座的一端），移动光屏，直到在光屏上找到最清晰的像。将物距 $u$ 、像距 $v$ 、像的性质等记录在表一中。

4. 改变发光物的位置，重复步骤3，再找2~3个不同的缩小的像，完成第1~3次数据。

5. 减小物距，移动光屏，直到在光屏上找到最清晰的放大的像。将物距 $u$ 、像距 $v$ 、像的性质等记录在表一中。

6. 继续减小物距，重复步骤5，再找2~3个不同的放大的像，记录第

4~6 次实验数据。

表一

实验次数	物距 / 厘米	像距 / 厘米	像高 / 格	像的大小(放大、缩小或等大)	像的正倒	像的性质(虚、实)
1	32	14	0.9	缩小	倒立	实像
2	30	15	1	缩小	倒立	实像
3	25	17	1.2	缩小	倒立	实像
4	18	23	2.5	放大	倒立	实像
5	15	30	4	放大	倒立	实像
6	12	60	10	放大	倒立	实像
7	8			放大	正立	虚像
8	6			放大	正立	虚像
9	3			放大	正立	虚像

7. 将发光物放在离凸透镜较近的位置，引导学生在光屏一侧透过凸透镜用眼直接观察，是否能看到发光物的像，并请学生描述看到的像的正倒与缩放情况。再把光屏在发光物后面移动，看能否显示出此像(不能)。

8. 交流后得出此时所成的像为正立、放大的虚像，将实验数据填入表一中。

9. 减小物距，在光屏一侧透过凸透镜用眼直接观察所成的像。将成像情况记录在表一中，并记录第7~9次实验数据。

### • 分析归纳

1. 学生分组作图，将表格中的信息转化为直观的图形信息。各小组学生用彩色记号笔通过作图的方法，将实验次数1~6的数据“转移”到打印了凸透镜及刻度的胶片上。要求学生用带箭头的线段标出物体的位置，箭头向上表示正立的像，箭头向下表示倒立的像；用线段的长短表示像的大小，用红色代表成缩小像时的物与像，蓝色代表成放大像时的物与像。

2. 重合胶片，采集大量的实验信息，进一步分析重叠以后的实验结果“统计图”，归纳凸透镜成实像的规律。通过分析发现成缩小像与放大像有个分界点，此分界点为 $2f$ 。

3. 观察表一，完成表二中1、3、5条规律。

表二

序号	物距	像距	像的大小(放大、缩小或等大)	像的正倒	像的性质(虚、实)
1	$u>2f$	$f < v < 2f$	缩小	倒立	实像
2					
3	$f < u < 2f$	$v > 2f$	放大	倒立	实像
4					
5	$u < f$		放大	正立	虚像

### • 进一步完善

再观察表格，补充并进一步完善探究过程中的多个结论。

(1) 分析比较表一中第2、3、4列中像距与物距的大小关系与像的缩放情况，可得：像距小于物距，成缩小的像；像距等于物距，成等大的像；像距大于物距，成放大的像。

(2) 分析比较表一中序号1与3中的物距与像距变化关系及成像情况，可得：同一凸透镜成实像时，物距越大，像距越小，像越小。

(3) 分析比较表一中第5列与第6列可得：凸透镜所成实像均倒立，凸透镜所成虚像均正立。

(4) 当  $u > 2f$ ,  $f < v < 2f$  时，物体通过凸透镜成倒立、缩小的实像。

(5) 当  $f < u < 2f$ ,  $v > 2f$  时，物体通过凸透镜成倒立、放大的实像。

(6) 当  $u < f$  时，物体通过凸透镜成正立、放大的虚像。

(7) 分析比较表一中实验次数2与5可得：同一凸透镜成实像时，将物距与像距交换(即将发光物与光屏交换)，若原来成倒立缩小的实像，交换后将成倒立放大的实像；若原来成倒立放大的实像，交换后将成倒立缩小的实像。

(8) 两倍焦距处是成放大实像与缩小实像的分界点；一倍焦距处是成实像与虚像的分界点。

### • 进一步探究

1. 仪器调试和安装后，完成初步探究中步骤3的操作部分。在光屏上得到最清晰的倒立缩小的实像后，凸透镜位置不动，发光物与光屏的底座不动，两者位置交换。不移动任何一个底座，观察光屏上是否立即有了一个倒立放大的实像。

2. 引导学生思考：两倍焦距是成放大实像与缩小实像的分界点，那当

物距等于两倍焦距时成像情况如何呢？将发光物置于两倍焦距处，移动光屏，找到最清晰的像，读出像距，并与焦距和两倍焦距作比较，得出表三中第2条结论。

3. 观察表二会发现：第1次到第5次实验，在物距逐渐变小的过程中有个特殊点的情况没有进行记录，即第4次  $u=f$ 。接下来要求学生将发光物放在这个点上进行实验。

当  $u=f$  时，无论怎样移动光屏，都只能看到光斑而找不到清晰的像。提醒学生思考，当光源在焦点处，光源发出的光线通过凸透镜后的传播情况。使学生明白：当  $u=f$  时，光源发出的光线通过凸透镜后成为平行光，此时在光屏上不能成像。实验中找不到像，并不是操作有错误，而是此时不成像。将结论“ $u=f$ ，不成像”填入表三。

4. 比较发光物在凸透镜中所成虚像与在平面镜中所成虚像的不同点及原因：发光物在凸透镜中所成虚像是由折射光线的反向延长线会聚而成的正立、放大的像，像与物在凸透镜同侧；而发光物在平面镜中所成虚像是由反射光线的反向延长线会聚而成的正立、等大的像，像与物在平面镜两侧。

5. 实验结束，整理器材，完成实验报告。

### 【实验结论】

表三

序号	物距	像距	像的大小(放大、缩小或等大)	像的正倒	像的性质(虚、实)
1	$u>2f$	$f < v < 2f$	缩小	倒立	实像
2	$u=2f$	$v=2f$	等大	倒立	实像
3	$f < u < 2f$	$v > 2f$	放大	倒立	实像
4	$u=f$		不成像		
5	$u < f$		放大	正立	虚像



### 实验说明

1. 本实验建议用2课时，“进一步完善”与“进一步探究”可放在第二课时中进行。
2. 本实验步骤中的探究步骤适合中高层次的学生。若学生层次较低，可

以将表一中的已知条件改为如表四所示。

表四

焦距 / 厘米	实验次数	物距范围	物距 / 厘米	像距 / 厘米	像距范围	像的大小 ( 放大、缩小或等大 )	像的正倒	像的性质 ( 虚、实 )
10	1	$u > 2f$						
	2	$u = 2f$						
	3	$f < u < 2f$						
	4	$u = f$						
	5	$u < f$						



### 实验改进与创新

- 基于安全、环保与学生现状，条件允许的话，推荐用发光二极管作为发光物。蜡烛的缺点：烛焰虽然单一，却不容易看出像与物左右是否倒置，也难以测出烛焰的大小；部分学生不会也不敢点火柴；部分学生对火有着极大的兴趣，可能会吹蜡烛，或有用火烧废纸等不安全的行为。
- 像在光屏上呈现后，学生只能凭感觉判断像是放大还是缩小，更难以确定等大。为便于判断像的放大与缩小，在光屏上贴上方格纸，便于测量像的大小，这既方便比较像与物的大小关系，也方便后面得出等大的像。
- 实验中成正立、放大的虚像时无法确定像距，此时可以让学生观察像在物体与凸透镜之间还是在物体的背后，从而得出  $v > u$ ，再填入表中。



### 器材维护

器材名称	维护保养
光具座、凸透镜	<ol style="list-style-type: none"> <li>仪器放置时要注意平稳，切勿碰撞。仪器存放要干燥、清洁，以防生锈、脱漆及光学零件产生霉点，影响仪器性能和实验效果。</li> <li>光学零件要防止被汗液、油脂等物沾污，如有沾污，要用绒布、镜头纸等软物擦拭，切不可用粗布、硬纸或手直接擦，以防损坏零件表面，必要时可用脱脂棉加少许酒精擦拭。</li> </ol>

**实验目的**

知道白光通过三棱镜后会发生色散现象。

### 13. 观察白光通过三棱镜后的色散现象 (演示实验)

**实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第二章 光》“2.4 光的色散”学习活动卡 2.4 中的内容。光的色散是光的折射知识的延伸，是光的折射现象的一个特例。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

学生在日常生活中见到过各种颜色，但对光的色散现象见之不多，对其成因较难理解。做好本实验可以帮助学生较好地理解光的色散现象。

**实验原理**

白光是复色光，三棱镜对各种单色光的折射程度不同，对红光的折射程度最小，对紫光的折射程度最大。原理如图 13-1 所示。

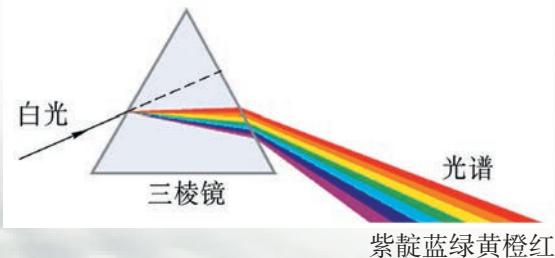


图 13-1

**实验过程****【安全提示】**

三棱镜为玻璃制品，使用时要小心；避免强光直射眼睛造成损伤。

## 【实验器材】

三棱镜，底座，光屏（或白纸、墙），强光源。

## 【实验装置】

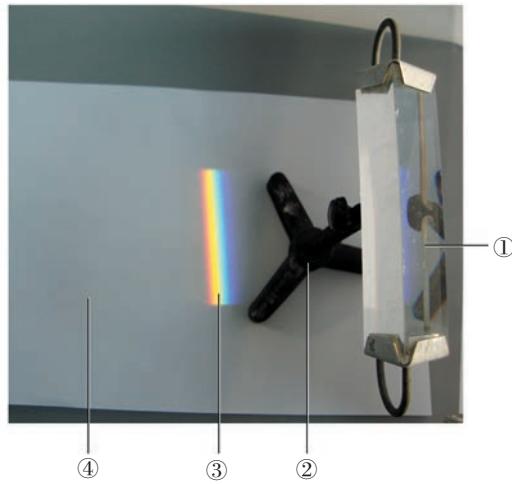


图 13-2

## 【实验步骤】

1. 介绍实验装置。三棱镜的横截面为三角形；让白光通过三棱镜的一个面，光屏放在另一侧（也可以直接用光洁的白色墙壁作为光屏）。
2. 让太阳光（或其他白光）通过三棱镜，微微转动三棱镜，使折射出来的光投在教室的白色墙壁上，引导学生观察墙壁上的折射光，注意色光的排列顺序。

## 【实验结论】

白光通过三棱镜后产生色散现象，在光屏上出现由红到紫（红橙黄绿蓝靛紫）连续排列的七彩光带。



### 实验说明

1. 若天气情况允许，可直接用太阳光作光源；若条件不允许，可用强光源或教室里的投影仪光源。
2. 若实验室条件允许，可用白光的色散和合成演示器做实验。

**实验目的**

知道光的三原色，  
知道三原色光的  
合成。

**14. 观察三原色光的合成(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第二章 光》“2.4 光的色散”学习活动卡 2.4 中的内容。白光既可以分解，也可以合成，它是光的折射知识的延伸，是光的折射现象的一个特例。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

本实验有助于了解三原色光的应用，如计算机屏幕上有成千上万个密集的红、绿、蓝小色点，它们的亮度比例不同时，屏幕上该部位的颜色就不同。

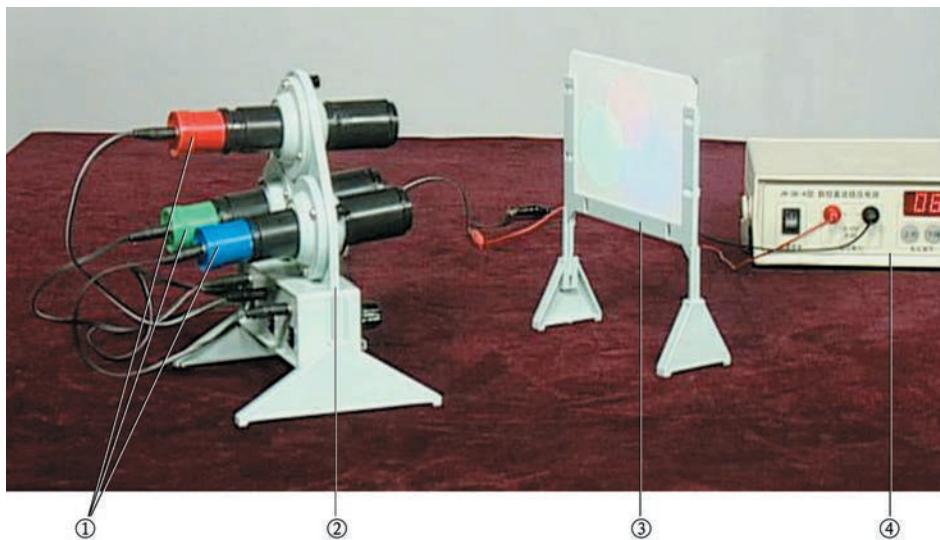
**实验原理**

色散是复色光经折射后的分解，合成就分解的逆过程，基本原理也是光的折射。

**实验过程****• 活动一****【实验器材】**

光的三原色合成演示器，学生电源。

### 【实验装置】



①红、绿、蓝光管 ②光管架 ③光屏 ④学生电源

图 14-1

### 【实验步骤】

1. 如图 14-1 所示, 将红、绿、蓝光管安装在光管架上, 连接三种色光的光管和对应的控制开关, 并将光管架与学生电源连接。
2. 打开学生电源, 调节至 6 伏。取下光管盖, 接通光源。调节光源, 使投射在光屏上的光斑边缘清晰。
3. 调节光管的倾角, 使红、绿、蓝三个光斑有一部分重叠, 然后拧紧光管螺钉。
4. 打开红、绿色光的光源控制开关, 引导学生观察混合后的色光。
5. 打开红、蓝色光的光源控制开关, 引导学生观察混合后的色光。
6. 打开蓝、绿色光的光源控制开关, 引导学生观察混合后的色光。
7. 打开红、绿、蓝色光的光源控制开关, 引导学生观察混合后的色光。
8. 分别转动电位器旋钮调节三种色光的光强, 观察合成后的色光的变化情况。

### 【实验结论】

红、绿色光合成黄色光, 红、蓝色光合成品红色光, 蓝绿色光合成青色光。当红、绿、蓝三种色光的光强比例合适时, 这三种色光可以合成白光。三原色光按不同比例组合, 可以合成各种色光。

## • 活动二

## 【实验器材】

教室多媒体系统(含计算机、投影仪、屏幕)。

## 【实验步骤】

- 打开投影仪，按照下述步骤操作计算机：开始→程序→附件→画图→颜色→编辑颜色→规定自定义颜色。引导学生在画图程序调色板上找到表示红、绿、蓝三原色光的数据块，如图 14-2 所示，再观察红、绿、蓝三种色光的数据变化情况，范围是 0~255。

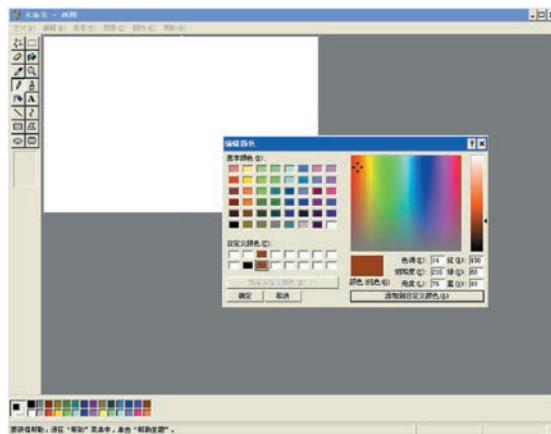


图 14-2

- 按照下表给出的条件在调色板中操作，将实验结果填在表中。

实验数据表

光	红	绿	蓝
白	255	255	255
黑	0	0	0
棕	150	60	10
橙红	230	82	19
淡黄	255	255	128
深棕	128	64	64

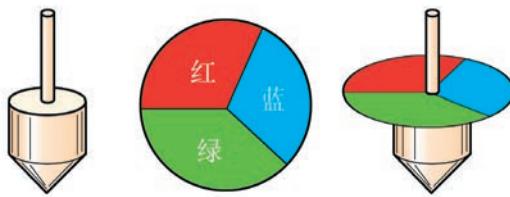
## 【实验结论】

三原色光按不同比例组合，可以合成各种色光。



## 实验说明

1. 本实验建议用时 5 分钟，安排在学习三原色光之后、物体的颜色之前。
2. 条件允许，可以让学生自己在计算机上动手操作，也可以作为家庭作业让学生在家里完成；由于对颜色的规定没有严格的界限，上表中给出的数据会存在误差。
3. 该实验也可以用一个陀螺和一块圆形三色板完成。在圆形硬纸板上涂上红、绿、蓝三种颜色，做成如图 14-3 (b) 所示的三色板。将三色板如图 14-3 (c) 所示安装在陀螺上，让陀螺快速旋转，观察三色板的颜色。换一块圆形硬纸板，改变三种颜色的面积大小，旋转陀螺观察三色板的颜色。



(a)

(b)

(c)

图 14-3

**实验目的**

通过观察乒乓球在玻璃管中的运动，初步认识匀速直线运动的特点。

**15. 演示匀速直线运动(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.2 匀速直线运动”学习活动卡 3.2a 中的内容。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

匀速直线运动是直线运动的特例，日常生活中严格的匀速直线运动非常少，因此做好本实验是研究、了解匀速直线运动的关键。

**实验原理**

匀速直线运动演示器由升降支架、有机玻璃管、密封塞、乒乓球、节拍器组成。节拍器每相邻两次发声的时间间隔相同，调节支架的高度，使乒乓球沿斜面运动，且在相邻两次发声的时间间隔内通过的距离相同，此时可认为乒乓球沿斜面做匀速直线运动。

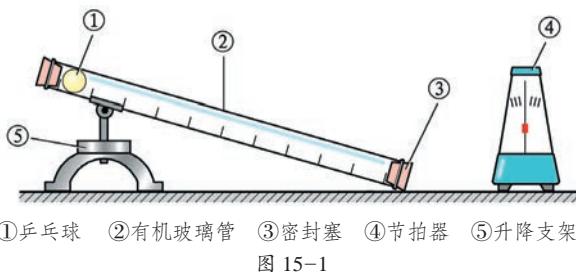
**实验过程****【安全提示】**

有机玻璃管应轻拿轻放，小心使用，以防破裂。

**【实验器材】**

匀速直线运动演示器(含节拍器、升降支架、有机玻璃管、密封塞、乒乓球)。

### 【实验装置】



①乒乓球 ②有机玻璃管 ③密封塞 ④节拍器 ⑤升降支架

图 15-1

### 【实验步骤】

1. 介绍实验装置。如图 15-1 所示，取一根长约 1 米、两端开口、粗细均匀、内径与乒乓球直径(约 4 厘米)大小相当的直玻璃管，玻璃管的外壁上附有刻度。在直玻璃管内放一只乒乓球，然后将两端封闭。节拍器相邻两次发声的时间间隔相同。
2. 实验前打开节拍器；调整升降支架的高度，直到玻璃管内的乒乓球做匀速直线运动。
3. 实验开始后，记录下节拍器每响三声时乒乓球所在位置的刻度。
4. 计算乒乓球在节拍器每一个响三声的时间间隔内通过的路程，据此判断乒乓球的运动是否是匀速直线运动。
5. 升高升降支架，让乒乓球向下滚动得越来越快，引导学生观察此时乒乓球的运动情况。重复实验步骤 3、4，判断乒乓球的运动是否是匀速直线运动。
6. 分析比较实验数据，得出结论：乒乓球在相同时间内通过的路程相等。由此得出匀速直线运动的特点。

### 【实验结论】

匀速直线运动的特点：在相同时间内通过的路程相等。



#### 实验说明

本实验建议用时 5 分钟，放在第一课时直线运动之后进行。



#### 器材维护

器材名称	维护保养
节拍器	仪器使用后应保存在阴凉、干燥、无腐蚀性气体处。

**实验目的**

显示力使物体产生的微小形变。

**16. 观察力使物体产生微小形变(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.3 力”学习活动卡 3.3a 中的内容。

本实验对应内容的学习水平是 B 级。

通过实验让学生体会到，在力的作用下，即使物体的形变微小到肉眼难以观察，但形变确实是存在的。本实验利用细玻璃管与水将固体的微小形变加以“放大”，该演示实验结束后可向学生介绍“微小形变放大”是一种科学方法。这是学生第一次接触微小量“放大”的方法。

**实验原理**

玻璃瓶横截面是椭圆形的，由几何知识可知，周长一定时圆形的面积最大。在椭圆的短轴方向上施加压力后，如图 16-2 (a) 中的虚线所示，横截面面积减小，瓶子容积减小，此时部分液体就会沿着细玻璃管上升得很高，于是就将微小的体积变化(即微小的形变)“放大”了。

如图 16-2 (b) 所示，若沿长轴方向施加压力后，横截面面积增大，瓶子容积变大，此时液面沿细玻璃管下降。

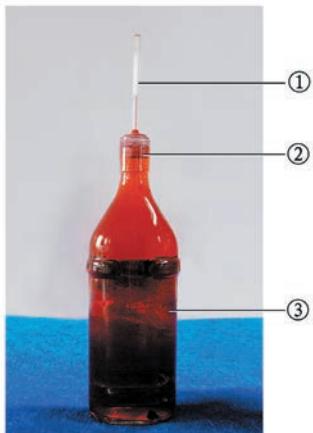
**实验过程****【安全提示】**

细玻璃管容易破碎造成伤害事故。

### 【实验器材】

矿泉水塑料瓶，椭圆形玻璃瓶，带孔橡皮塞，内径约1毫米的细玻璃管，染色水。

### 【实验装置】



①细玻璃管 ②橡皮塞 ③椭圆形玻璃瓶

图 16-1

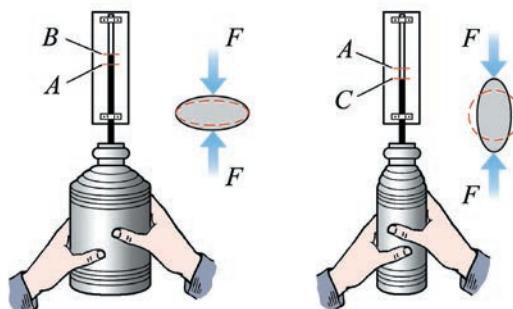


图 16-2

### 【实验步骤】

1. 在一个矿泉水瓶中装入大半瓶水，用力挤压瓶身，观察到塑料瓶形变的同时，瓶中液面上升。提出问题：瓶中液面为什么会上升？学生回答：力使瓶身发生形变，瓶子容积变小，瓶中液面上升。
2. 将椭圆形玻璃瓶装满水，水中滴几滴红墨水。用力在玻璃瓶横截面短轴方向上施加压力，引导学生观察玻璃瓶是否发生形变，瓶中液面是否上升。由于玻璃瓶形变很小，因此学生很难看出玻璃瓶的形变，也看不出瓶中液面位置的变化。此时可以问学生：用力压玻璃瓶，玻璃瓶会发生形变吗？如果玻璃瓶发生了微小形变，怎样才能观察到这个微小形变呢？可以让学生设想一些方案。
3. 将装有细玻璃管的橡皮塞塞入玻璃瓶口，如图 16-1 所示。沿玻璃瓶横截面短轴方向施加压力，如图 16-2 (a) 所示。同时引导学生观察细玻璃管内液面由 A 位置升高到 B 位置；撤去压力，同时引导学生观察细玻璃管内液面又回到 A 处。重复 2~3 次。

4. 让学生分析讨论观察到的现象：细玻璃管内的液面为什么会由 A 位置升高到 B 位置？学生可能会想到玻璃管内液面升高与温度有关，是玻璃瓶内的水受热膨胀造成的。

5. 在上一步骤分析讨论的基础上继续实验。沿玻璃瓶横截面长轴方向施加压力，如图 16-2（b）所示。同时引导学生观察细玻璃管内液面由 A 位置下降到 C 位置；撤去压力，同时引导学生观察细玻璃管内液面又回到 A 位置。重复 2~3 次。

6. 引导学生分析比较步骤 3 与步骤 5 中的实验现象，让学生明白细玻璃管内液面高度的变化是由于玻璃瓶的形变引起的，而非玻璃瓶内液体受热膨胀产生的。

### 实验说明

1. 该实验选用椭圆形玻璃瓶做，可按图 16-2 所示的两个不同方向施加压力。若仅沿玻璃瓶横截面短轴方向施加压力，学生观察到细玻璃管内液面升高后，会误以为是玻璃瓶内液体受热膨胀造成的（一般情况下手的温度比瓶内液体温度高）。沿玻璃瓶横截面长轴方向再做一次对比实验，这样才能让学生确信是微小形变产生的效果。

2. 在水中滴红墨水的目的是为了增大液体与细玻璃管颜色的对比度，也可以在玻璃管后面衬白纸板。还可以使用实物投影仪，让全体学生都能清楚地看到实验现象。

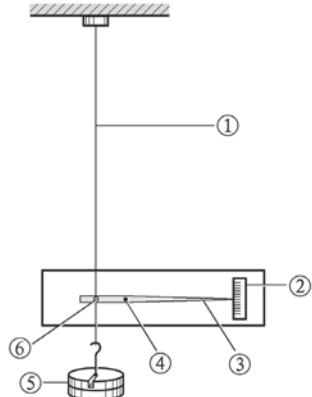
3. 橡皮塞与玻璃瓶的液面间不能留有空隙，细玻璃管下端应插入液面以下。

### 实验改进与创新

按图 16-3 所示方法进行实验，可以观察金属丝在拉力作用下发生了微小拉伸形变。

金属丝上端固定，下端悬挂重物（钩码），在金属丝下部用螺旋与指针的尾部相固定。在指示板上，指针可绕固定点转动，指针的一端与螺旋连接在一起，金属丝带动螺旋移动时，指针便会转动。当重物质量增加时，金属丝略

有增长，使螺旋向下移动，带动指针转动，从标尺上可以看到指针指向有明显变化，从而将金属丝的微小伸长（形变）“放大”。



①细金属丝 ②标尺 ③指针  
④支点 ⑤钩码 ⑥螺旋

图 16-3

**实验目的**

1. 知道弹簧测力计的量程、最小分度值，会用弹簧测力计测力，会正确读数。
2. 通过力的测量，感受物理实验的操作规范，体验学习物理的乐趣。

**17. 练习用弹簧测力计测力(学生实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.3 力”第二课时教学内容。本实验是“探究物体受到的重力与其质量的关系”“同一直线上合力与分力的关系”“探究二力平衡的条件”“探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关”“探究杠杆平衡条件”“验证阿基米德原理”等实验中使用弹簧测力计的基础。学生能否会正确使用弹簧测力计测力，直接影响后续对于初中力学的学习。

本实验的学习水平为B级，技能要求是：学会弹簧测力计的调零；能正确读出弹簧测力计的示数。

本实验是测量性实验。学生经历用弹簧测力计测量力的过程，可以感受实验操作规范的重要性，也有利于提高他们的实验素养。

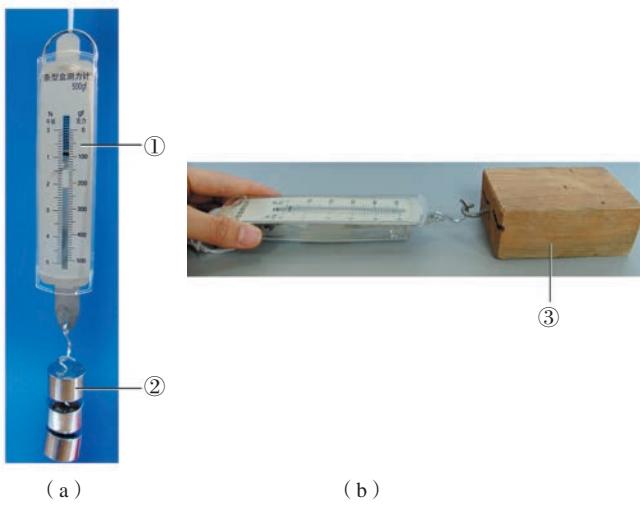
**实验原理**

1. 力可以使物体发生形变。
2. 胡克定律： $F=k\Delta L$ 。在弹性限度内，弹簧产生的弹力F和弹簧的伸长量(或压缩量) $\Delta L$ 成正比。 $k$ 是弹簧的劲度系数，由材料的性质与弹簧的结构所决定。

使用弹簧测力计时，弹簧产生的弹力即为弹簧对挂钩的拉力。当挂钩平衡时，弹簧对挂钩的拉力与外界加在挂钩上的力是一对平衡力，大小相等。根据胡克定律，在弹性限度内，当弹簧对挂钩的拉力由小到大均匀增加时，弹簧伸长的长度也随之均匀增加，因此测力计的刻度是均匀的。不同的测力计有不同的量程和最小分度值。

 实验过程**【实验器材】**

弹簧测力计，钩码，大小木块各一个（附挂钩或细线）。

**【实验装置】**

①弹簧测力计 ②钩码 ③木块

图 17-1

**【实验步骤】****• 提出问题**

测量力的大小的工具是什么？怎样正确使用它？

**• 准备阶段****认识器材及构造**

1. 阅读教科书 P66 第二、三段，并对照实验桌上的器材认识弹簧测力计的构造。
2. 阅读教科书 P66 第四段，认识弹簧测力计的量程、最小分度值，并完成学习活动卡上的“阅读和理解”。

**弹簧测力计的调零**

1. 将弹簧测力计水平放置，轻拉挂钩几次，观察指针与面板是否卡住、指针是否指零。若不指零，如图 17-2 所示，移动刻度板，使指针指零，此过程称为调零。
2. 将已经调零的弹簧测力计竖直放置，观察指针是



图 17-2

否仍指向零刻度。

3. 由于弹簧、拉杆及挂钩自身有重力，为了保证实验结果的准确性，当使用弹簧测力计测不同方向的力时，都需要在力的方向上调零。

### • 测量过程

#### 测量竖直方向的力

1. 完成弹簧测力计在竖直方向上的调零。

2. 手提拉环，使弹簧测力计自然下垂，然后在弹簧测力计的挂钩上悬挂钩码（注意不超出弹簧测力计的量程），记下弹簧测力计的示数，如图 17-1（a）所示。

3. 取笔袋等一些小物体，测出它们的重力。

#### 测量水平方向的力

1. 完成弹簧测力计在水平方向上的调零。

2. 如图 17-1（b）所示，将大木块放在水平桌面上，用弹簧测力计沿水平方向拉木块（注意不超出弹簧测力计的量程），但没有拉动，记下弹簧测力计的示数。

3. 将小木块放在水平桌面上，用弹簧测力计沿水平方向拉小木块缓慢运动（注意不超出弹簧测力计的量程），记下弹簧测力计的示数。小木块也可以用笔袋代替。

### • 测量结果

上述每次测量结束后，将弹簧测力计的示数记入学习活动卡的相应位置。强调记录数据是实验中非常重要的环节，是后续研究的基础，要养成记录数据的好习惯。

### • 整理与报告

整理实验器材，并完成实验报告。



1. 本实验建议用时 20 分钟，安排在“力的图示、力的示意图”后。
2. 本实验可由两位学生配合完成，一人操作，另一人负责读数与记录。测另一方向上的力时，两人角色交换。

3. 实验中应提醒学生注意使拉力的方向和弹簧的伸长在同一直线上。
4. 可因地制宜用其他物体代替钩码与木块。



## 器材维护

器材名称	维护保养
弹簧测力计	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 保持面板干燥，勿与酸、碱等接触，以免锈蚀弹簧和底板。</li><li>2. 出厂时弹簧测力计已经进行过校准，不要随意打开、拨弄或调节弹簧，以免降低准确度。</li></ol>

**实验目的**

- 会正确使用弹簧测力计测量钩码的重力。通过实验归纳得出“物体所受的重力与物体质量成正比”的结论。
- 经历用弹簧测力计测量钩码的重力、记录实验数据、描点绘图、归纳结论的过程，进一步感受实验数据分析、处理方法的重要性。

**18. 探究重力与质量的关系(随堂实验)****实验地位与作用**

“重力与质量的关系”是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.4 重力 力的合成”第一课时教学内容，它是本节课重力大小的重要知识，也是今后学习相关知识的基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验是探究性实验，重点突出的要素是“处理数据”。引导学生能综合分析比较表格中的数据，并会用图像的方法呈现实验数据，然后在图像的基础上用代数式表达重力G和质量m之间的关系，从而得出“物体所受的重力与物体质量成正比”的结论(即 $G=mg$ )。

**实验过程****【实验器材】**

弹簧测力计，钩码，铁架台。

**【实验装置】**

图 18-1

## 【实验步骤】

### • 操作步骤

1. 将弹簧测力计竖直挂在铁架台上。
2. 对弹簧测力计调零，使指针对准零刻度线。
3. 在弹簧测力计下端依次挂上1个、2个、3个、4个钩码，分别观察弹簧测力计的读数。
4. 将不同数量钩码的质量和对应的弹簧测力计的读数分别填入下表。

实验数据表

实验次数	质量(千克)	重力(牛)	重力/质量(牛/千克)
1	0	0	0
2	0.05	0.5	10
3	0.10	1.0	10
4	0.15	1.5	10
5	0.20	1.95	9.74

5. 实验结束，整理器材。

### • 数据分析

1. 完成上表最后一列的数据计算。
2. 将上表中的数据在直角坐标系中描出，并用平滑的线把各点连接起来，观察所绘的图像有何特点（所得的图像为一条经过原点的倾斜直线）。

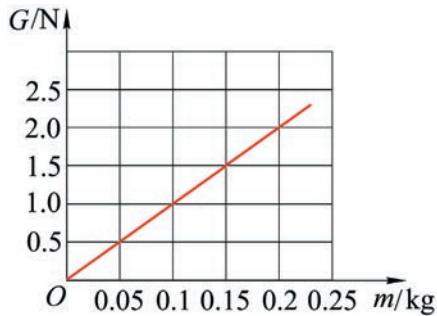


图 18-2

### • 结论归纳

上表最后一列的数值大致相同且为一个定值，同时直角坐标系中所绘的图像为一条经过原点的倾斜直线，说明物体所受的重力和该物体的质量成正比。

## 【实验结论】

物体所受到的重力大小与其质量成正比（即  $G=mg$ ）。



## 实验说明

1. 本实验建议用时 20 分钟。
2. 弹簧测力计使用前应在竖直方向调零；使用时不要超过弹簧测力计的量程。
3. 实验时弹簧测力计读数和描点时可能会出现一定的误差，所描的点可能在直线的左右偏离，教师要引导同学正确认识这种实验误差。

## 19. 探究同一直线上二力合成(随堂实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

“探究同一直线上二力合成”是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.4 重力 力的合成”第二课时教学内容，它是突破本节课难点“力的合成”的重要实验，也是今后进一步学习力的合成的知识基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验突出的是“等效替代”科学方法，要求学生通过同一直线上的两个力可由一个力替代来理解“等效”的内涵：力的作用效果相同。

- 知道合力的概念，理解同一直线上二力合成，会计算同一直线上两个力的合力。
- 经历同一直线上两个力拉橡皮筋和一个力拉橡皮筋产生的作用效果相同时，可以用一个力来代替这两个力的过程，初步认识等效替代的科学方法。

#### 实验原理

等效替代法：利用两次橡皮筋的形变效果相同，进行力的等效替代从而得到同一直线上二力的合力。

#### 实验过程

##### 【实验器材】

弹簧测力计，橡皮筋，木画板(或KT板)，图钉，细线。

##### 【实验装置】

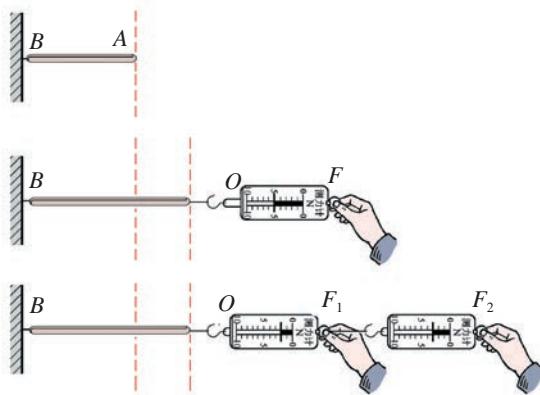


图 19-1

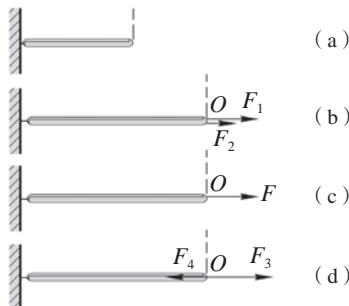


图 19-2

### 【实验步骤】

#### • 操作步骤

- 将一根橡皮筋的左端用图钉固定在木画板上，橡皮筋的右端系两根细线套，如图 19-2 (a) 所示。
- 将弹簧测力计沿水平方向调零。
- 将两个弹簧测力计通过细线套，沿同一方向拉橡皮筋的右端到达  $O$  点，用记号笔标出  $O$  点的位置。同时记录两个弹簧测力计拉力  $F_1$ 、 $F_2$  的大小： $F_1=1.5$  牛， $F_2=1$  牛，如图 19-2 (b) 所示。
- 用一个弹簧测力计钩住其中的一个绳套，用力拉橡皮筋使它的右端到达  $O$  点，记录弹簧测力计拉力的大小： $F=2.5$  牛，如图 19-2 (c) 所示。
- 改变  $O$  点的位置（即改变橡皮筋的伸长量），重复实验步骤 3 和 4，并将实验数据记录在表一中。

表一

实验次数	拉力 $F_1$ /牛	拉力 $F_2$ /牛	拉力 $F$ /牛	$(F_1+F_2)$ /牛
1	1.5	1	2.5	2.5
2	3	1	4	4
3	2	3	5	5
4	4	2	6	6

- 将上述步骤 3 中的“沿同一方向”改为“沿相反方向”，其他条件不变进行实验。在表二中记录两个弹簧测力计拉力  $F_3$ 、 $F_4$  的大小： $F_3=5$  牛， $F_4=2.5$  牛，如图 19-2 (d) 所示。

- 用一个弹簧测力计钩住其中的一个细线套，用力拉橡皮筋使它的右端到达  $O$  点，记录弹簧测力计拉力的大小： $F=2.5$  N。

8. 改变  $O$  点的位置，重复实验步骤 6 和 7，并将实验数据记录在表二中。
9. 实验结束，整理器材。

表二

实验次数	拉力 $F_3$ /牛	拉力 $F_4$ /牛	拉力 $F$ /牛	$(F_3 - F_4)$ /牛
1	5	2.5	2.5	2.5
2	5	1	4	4
3	8	3	5	5
4	8	2	6	6

### • 分析归纳

1. 根据表一中实验数据，比较  $F$  和  $F_1$ 、 $F_2$  的大小与方向的关系，归纳出同一直线上方向相同的两个力合成的规律。
2. 根据表二中实验数据，比较  $F$  和  $F_3$ 、 $F_4$  的大小与方向的关系，归纳出同一直线上方向相反的两个力合成的规律。

### 【实验结论】

在同一直线上，方向相同的两个力的合力大小等于两力之和，合力的方向跟两个力的方向相同。

在同一直线上，方向相反的两个力的合力大小等于两力之差，合力的方向跟两个力中较大的那个力的方向相同。



### 实验说明

1. 本实验建议用时 20 分钟。
2. 实验时其中一根细线套的长度最好超过弹簧测力计的长度，这样才能保证两个弹簧测力计拉橡皮筋时，两个拉力能够作用在一条直线上。
3. 实验中拉力不宜过大，橡皮筋不要超过其弹性限度，弹簧测力计不要超过其量程。

## 实验目的

- 理解二力平衡的条件，初步学会使用力的传感器相关操作，初步学会用 DIS 在匀速直线运动状态下研究二力平衡的条件。
- 通过探究两个力大小、方向、作用线的关系，归纳得出二力平衡的条件，感受实验归纳的科学方法。
- 通过 DIS 实验和普通实验器材的对比，体验信息技术的发展给学习和生活带来的巨大变革。

## 20. 用 DIS 探究二力平衡条件(学生实验)



## 实验地位与作用

本实验是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.5 二力平衡”第一课时教学内容，它是本节课的教学重点，也是今后进一步学习摩擦力的知识基础。二力平衡的条件也是静力学的基础。

本实验的学习水平是 B 级。

本实验是学生第一次使用 DIS，要求学生知道 DIS 的组成和简单使用方法。通过使用 DIS 测量力，可以让学生感受用数字信息系统研究物理规律的一般方法，体验用数字信息系统研究物理规律带来的方便和快捷，感受实验归纳的科学方法。

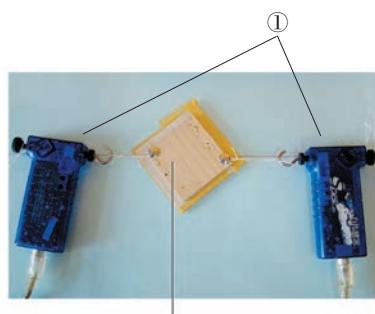


## 实验过程

## 【实验器材】

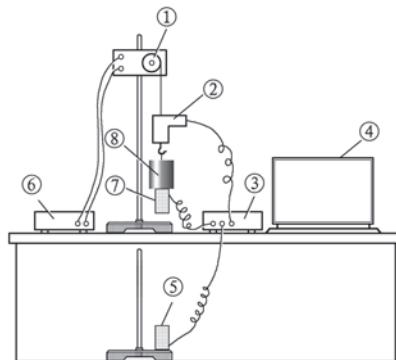
力传感器(2个)，位移传感器(1个)，木板，DIS(数据处理系统)，钩码，电动机，细绳，图钉(2枚)，支架，电源，多媒体计算机。

## 【实验装置】



①力传感器 ②木板

图 20-1



①电动机 ②力传感器 ③数据采集器 ④计算机  
⑤位移传感器接收器 ⑥学生电源 ⑦位移传感器发射器 ⑧钩码

图 20-2

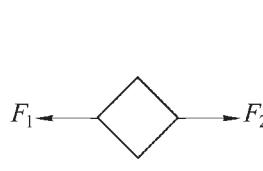


图 20-3

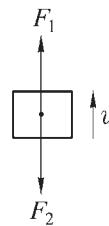


图 20-4

## 【实验步骤】

### • 实验操作

#### 1. 物体(木板)静止

- (1) 在木板上固定两枚图钉，并将此木板放在光滑的水平桌面上。
- (2) 如图 20-1 所示，用两个力传感器分别钩住图钉上的线，并在水平方向上沿相反方向拉木板上的两枚图钉。观察并描述木板的运动情况。
- (3) 当木板最终静止时，观察两个拉力的方向，并记录两个力传感器的示数。
- (4) 改变木板两端拉力的大小，让木板继续保持静止，记下此时两个拉力的大小和方向。
- (5) 改变拉力的大小，重复步骤 4，将数据记录在表一中。

表一

实验次数	拉力 $F_1$ /牛	拉力 $F_1$ 的方向	拉力 $F_2$ /牛	拉力 $F_2$ 的方向
1	1.9	水平向左	1.9	水平向右
2	2.3	水平向左	2.3	水平向右
3	6.3	水平向左	6.3	水平向右

实验表明：当物体受到两个力的作用而处于静止状态时，这两个力的大小相等，方向相反，并且沿同一直线。

#### 2. 物体(钩码)做匀速直线运动

- (1) 将实验器材按图 20-2 安装、调试完毕。
- (2) 当钩码静止时，观察由力传感器记录的数据和在计算机上绘制的  $F-t$  图，得到拉力  $F=$  1 牛，则钩码和位移传感器发射器所受的重力  $G=$  1 牛，拉

力的大小等于其所受重力的大小。

(3) 电动机通电后, 观察由位移传感器记录的数据和计算机上绘出的  $s-t$  图。由  $s-t$  图可知, 钩码做匀速直线运动。

(4) 当钩码以 0.05 米 / 秒的速度匀速上升时, 记录拉力  $F_1$  与钩码所受重力  $G$  的大小, 如图 20-4 所示。

(5) 当钩码以 0.1 米 / 秒的速度匀速上升时, 记录拉力  $F_2$  与钩码所受重力  $G$  的大小。

(6) 当钩码以 0.2 米 / 秒的速度匀速下降时, 记录拉力  $F_3$  与钩码所受重力  $G$  的大小。

(7) 实验结束, 整理器材。

表二

实验次数	拉力 / 牛	重力 / 牛	物体运动速度 / (米 / 秒)	物体运动方向
1	1	1	0.05	竖直向上
2	1	1	0.1	竖直向上
3	1	1	0.2	竖直向下

实验表明: 当物体受到两个力的作用而做匀速直线运动时, 这两个力大小相等, 方向相反, 并且沿同一直线。

### • 结论归纳

综合分析物体在静止和做匀速直线运动时所受两个力的关系, 归纳出作用在同一物体上二力平衡的条件。

### 【实验结论】

作用在同一物体上的两个力, 只有它们沿同一直线, 且大小相等、方向相反时, 它们才能使该物体保持平衡状态。



## 实验说明

1. 本实验建议用时 20 分钟。
2. 使用 DIS 系统时, 注意接线正确, 数据端口插接不要用力太大, 使用完毕后, 传感器和数据线要及时整理。
3. 实验中钩码做匀速直线运动的速度不宜太大, 有条件的话可以配上减速齿轮。

**实验目的**

1. 探究当物体在水平方向上只受两个力的作用而处于平衡状态(静止或做匀速直线运动)时,这两个力的关系。
2. 通过探究两个力大小、方向、作用线的关系,归纳得出二力平衡的条件,感悟实验归纳的科学方法。

**附 方案二: 探究二力平衡的条件(学生实验)****实验地位与作用**

“探究二力平衡的条件”是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.5 二力平衡”第一课时教学内容,它是本节课的教学重点,也是今后进一步学习摩擦力的知识基础。二力平衡的条件也是静力学的基础。

本实验的学习水平是B级。

本实验让学生亲身经历探究过程,通过观察、分析数据,自主归纳出二力平衡的条件。

**实验过程****【实验器材】**

弹簧测力计(2个),薄板,钩码,细绳,图钉(2枚),硬纸板,剪刀。

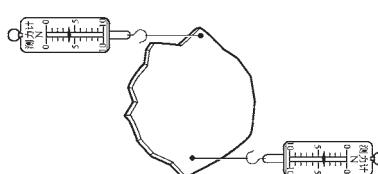
**【实验装置】**

图 20-5



图 20-6

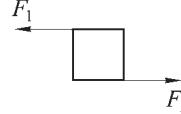


图 20-7

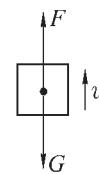


图 20-8

**【实验步骤】****• 实验操作****1. 物体(木板)静止**

(1) 在薄板上固定两枚图钉,将细绳套在图钉上,并将薄板放在光滑的水平桌面上。

(2) 如图 20-5 所示, 用两个弹簧测力计分别钩住图钉上的细绳, 在水平方向上沿相反方向拉薄板上的两枚图钉。观察并描述薄板的运动情况。

(3) 当薄板最终静止时, 观察两端拉力的方向, 并记录两个弹簧测力计的示数。

(4) 改变薄板两端拉力的大小, 让薄板继续保持静止, 记下此时两个弹簧测力计的示数(拉力的大小)和拉力的方向。

(5) 用硬纸板代替薄板, 两个弹簧测计沿水平方向对硬纸板施加方向相反的拉力, 并让硬纸板保持静止。用剪刀将硬纸板慢慢剪开, 观察硬纸板被完全剪开后的运动情况。

表一

实验次数	拉力 $F_1$ /牛	拉力 $F_1$ 的方向	拉力 $F_2$ /牛	拉力 $F_2$ 的方向
1	1.5	水平向左	1.5	水平向右
2	2.0	水平向左	2.0	水平向右
3	2.5	水平向左	2.5	水平向右

实验表明: 当物体受到两个力的作用而处于静止状态时, 这两个力的大小相等, 方向相反, 并且沿同一直线。

## 2. 物体(钩码)做匀速直线运动

(1) 如图 20-6 所示, 手提弹簧测力计, 在其下端通过细绳挂一个 100 克的钩码。

(2) 在弹簧测力计和钩码静止时, 观察悬挂钩码的细绳是否竖直, 记下此时弹簧测力计的示数, 即钩码受到的重力  $G=1$  牛。

(3) 如图 20-8 所示, 手提弹簧测力计, 尽可能使钩码缓缓向上(或向下)做匀速直线运动, 记录此时弹簧测力计的示数,  $F=G=1$  牛。

(4) 突然向上提(下移)弹簧测力计时, 观察弹簧测力计的示数如何变化。

(5) 实验结束, 整理器材。

表二

实验次数	拉力 / 牛	重力 / 牛	物体运动情况
1	1	1	静止
2	1	1	匀速直线上升
3	1	1	匀速直线下降

实验表明：当物体受到两个力的作用而做匀速直线运动时，这两个力的大小相等，方向相反，并且沿同一直线。

### • 结论归纳

综合分析物体在静止和匀速直线运动时所受两个力的关系，归纳出作用在同一物体上二力平衡的条件。

### 【实验结论】

作用在同一物体上的两个力，只有它们沿同一直线，且大小相等、方向相反时，它们才能使该物体保持平衡状态。



1. 在不具备 DIS 的情况下可做本实验，本实验建议用时 20 分钟。
2. 使用弹簧测力计时不要超过它的量程。
3. 实验中钩码做匀速直线运动的速度不宜太大。
4. 尽量选用相同规格的弹簧测力计。

## 21. 用悬挂法找物体的重心(随堂实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.5 二力平衡”第二课时教学内容，是在探究二力平衡条件之后开展的学生活动。

本实验对应内容的学习水平是C级。

本实验是二力平衡条件的应用，通过动手操作，可以激发学生的学习兴趣，感受实验成功的喜悦，进一步理解二力平衡的条件。

1. 学会用悬挂法找薄板的重心。
2. 理解二力平衡的条件。



#### 实验原理

物体被悬挂起来处于平衡状态时，根据二力平衡的条件，重心应在悬挂线上。

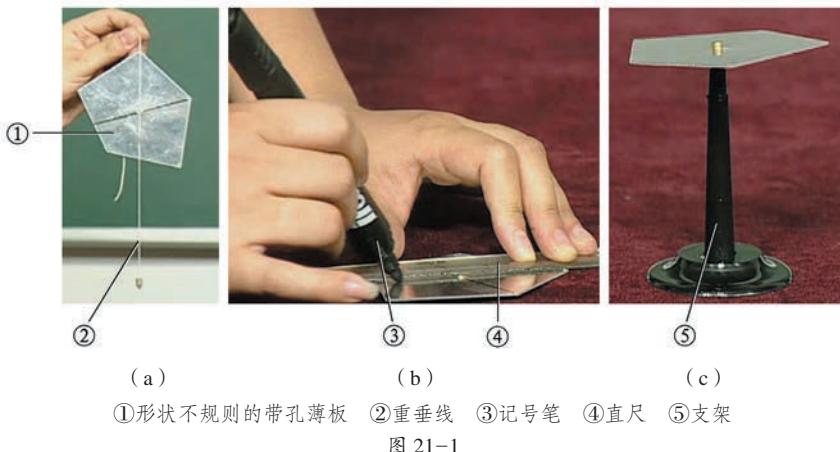


#### 实验过程

#### 【实验器材】

形状不规则的带孔薄板1块，直尺，细绳，记号笔，支架(附顶针)，重垂线。

## 【实验装置】



## 【实验步骤】

1. 将重垂线的细线穿过薄板边角上的小孔并固定。为了使重垂线穿过小孔后能方便固定，可以将细线的中间打结以卡住。
2. 一位学生提起细线，使薄板悬空并静止，如图 21-1 (a) 所示。另一位学生用记号笔在薄板的边缘记下此时重垂线的位置。
3. 用直尺与记号笔沿重垂线的方向在薄板上画直线，如图 21-1 (b) 所示。
4. 改在位置不同的另一个小孔，重复上述实验步骤 1~3。
5. 两根直线的交点就是薄板的重心，记作  $O$ 。
6. 用顶针支起薄板的重心  $O$ ，看薄板是否能在水平面上静止，如图 22-1 (c) 所示。

## 【实验结论】

用悬挂法可以找到物体的重心。

## • 进一步应用

用悬挂法找出一块 L 形薄板的重心位置（可事先在 L 形薄板后面贴一张白纸，操作时将重力作用线画在纸上），方法同上。



## 实验说明

1. 本实验建议用时 20 分钟。
2. 学习《3.4 重力 力的合成》探究物体受到的重力与其质量关系的实验时，已经使用弹簧测力计测重力。学习了二力平衡知识后，可以引导学生解释“用弹簧测力计测重力”的原理。



## 器材维护

器材名称	维护保养
形状不规则的薄板、支架(附顶针)	仪器不用时，在顶针上要涂上油，以防针尖锈蚀和损坏。仪器保存在干燥、通风、阴凉、无腐蚀气体处。

**实验目的**

理解惯性，知道惯性是物体的固有属性。

**22. 观察惯性现象(随堂实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第一学期《第三章 运动和力》“3.6 惯性 牛顿第一定律”第一课时教学内容，它是进一步学习牛顿第一定律的基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

通过本实验，要求学生能用惯性知识正确解释所观察到的现象，学会用规范、简洁、科学的语言解释问题，促进学生表达能力的提高。

**实验原理**

牛顿第一定律(惯性定律)：一切物体总保持原来的静止状态或匀速直线运动状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。

**实验过程****【实验器材】**

小车，细线，条形小木块，碗，水，蜡烛4支，火柴1盒。

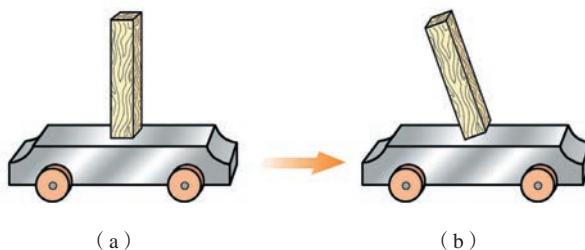
**【实验装置】**

图 22-1

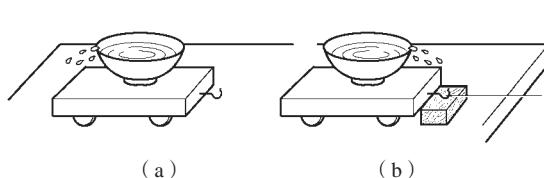


图 22-2

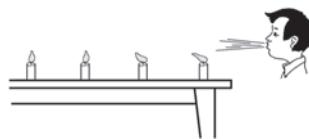


图 22-3

## 【实验步骤】

### • 实验操作

#### 1. 固体具有惯性

(1) 如图 22-1 (a) 所示, 将小车放在水平台面上, 用细绳套住小车的一端。

(2) 把条形小木块竖立在小车上。

(3) 通过细线对小车施加一个拉力, 让小车由静止突然向前运动, 小木块向后(与小车运动相反的方向)倾倒, 如图 22-1 (b) 所示。

(4) 当小车和木块向前运动时, 通过细线对小车施加一个反方向的拉力, 让运动的小车突然停止运动, 小木块向前(与小车运动相同的方向)倾倒。

(5) 当小车和木块沿直线向前运动时, 通过细线对小车施加一个侧向的拉力, 让运动的小车突然转弯, 小木块向转弯的反方向倾倒。

(6) 整理器材。

(7) 现象分析: 小车无论是静止还是运动, 都具有惯性。

#### 2. 液体具有惯性

(1) 将盛满水的碗放在小车上, 小车放在水平台面上。

(2) 通过细线对小车施加一个拉力, 让小车和碗由静止突然向前运动, 观察碗内的水。这时会看到碗内的水向小车的后方洒出, 如图 22-2 (a) 所示。

(3) 当小车和碗内的水向前运动时, 通过细线对小车施加一个反方向的拉力, 让运动的小车突然停止运动, 观察碗内的水。这时会看到碗内的水向小车前方洒出, 如图 22-2 (b) 所示。

(4) 整理器材。

(5) 现象分析: 水无论是静止还是运动, 都具有惯性。

#### 3. 气体有惯性

(1) 如图 22-3 所示, 将 4 支长度相等的蜡烛, 沿一条直线固定在水平桌面上, 点燃蜡烛。

(2) 在一侧快速地使劲吹一口气, 观察烛焰的变化情况: 近处的烛焰先

被吹动(或吹灭),随后远处的烛焰也依次被吹动了(或吹灭了)。

(3) 整理器材。

(4) 现象分析:嘴附近的空气被吹动后,它并不会立即停止而是继续向前运动,这表明空气具有惯性。

### • 结论归纳

根据上述实验现象分析,可归纳出一切物体都具有惯性的结论。

### 【实验结论】

一切物体不论是静止的还是运动的,都具有一种维持它原先运动状态的性质,物理学中把这种性质叫做惯性。

### 实验说明

1. 本实验建议用时 10 分钟。
2. 通过细线对小车施加拉力时,不要用力太大,以免小车速度太快掉落到地面摔坏,而且小木块的运动情况不易观察清楚。
3. 演示液体具有惯性的实验时,因为有水洒出,要及时将洒出来的水擦干。

### 实验改进与创新

#### 固体惯性实验改进建议:

1. 该实验传统的做法是将条形小木块竖直放置在小车上,但实验中由于对木块翻倒的情况不易解释清楚,故可以将小木块平放在小车上进行实验,

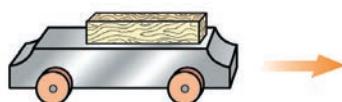


图 22-4



图 22-5 小车启动前,弹簧竖直

如图 22-4 所示, 通过观察小木块滑动的方向(位置)来说明固体具有惯性。

2. 因为小木块倒下后再演示下一个实验时, 需将小木块重新放置, 这样增加了演示实验的时间, 如果将小木块换成弹簧, 如图 22-5 所示, 则可节省时间, 提高实验演示的效率。

## 实验目的

- 学会正确测量力臂，学会在同侧力、异侧力、力的方向不同等情况下使杠杆保持平衡的技能；通过合作探究归纳得出杠杆平衡的条件：动力  $\times$  动力臂 = 阻力  $\times$  阻力臂。
- 经历猜想杠杆平衡条件、分析数据等过程，利用实验归纳法得出杠杆平衡条件，感受探究实验中数据分析、处理方法的重要性。

## 23. 探究杠杆平衡的条件(学生实验)

## 实验地位与作用

“探究杠杆平衡的条件”是八年级第二学期《第四章 机械与功》“4.1 简单机械”第二课时教学内容，它是本章的核心知识，是本章后续学习内容（滑轮、轮轴等）和高中物理“物体的平衡”的知识基础。因为“杠杆平衡的条件”的研究对象受力情况较为复杂，所以这也是学习的难点。

本实验是探究性实验，学习水平为B级，重点突出的要素是“作出假设”“处理数据”。

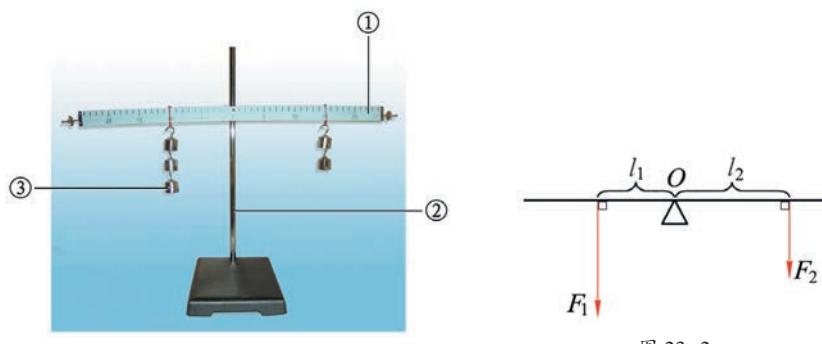
实验要引导学生猜想与交流影响杠杆平衡的因素，对动力、阻力、动力臂、阻力臂的关系“作出假设”，然后用实验证明自己的假设是否正确，以培养学生的科学探究素养。

## 实验过程

## 【实验器材】

杠杆（带刻度），铁架台（支架），钩码，弹簧测力计，细线或挂钩。

## 【实验装置】



①杠杆 ②铁架台 ③钩码

图 23-1

图 23-2

## 【实验步骤】

### • 提出问题

杠杆的五要素中，动力、动力臂、阻力、阻力臂满足怎样的关系时，杠杆才能保持平衡？

### • 初步探究

- 将杠杆的中点支在支架上，使杠杆能绕轴自由转动。
- 调节杠杆两端的平衡螺母，使杠杆在水平位置保持平衡。
- 在杠杆支点的两侧悬挂不同钩码后，通过调节钩码的位置，使杠杆重新处于水平平衡状态，实验装置及示意图如图 23-1、23-2 所示。支点左侧钩码对杠杆的拉力作为动力  $F_1$ ，支点右侧钩码对杠杆的拉力作为阻力  $F_2$ 。
- 改变力和力臂的数值，再做三次实验，并把实验数据填入表一。

表一

实验次数	动力 $F_1$ /牛	动力臂 $l_1$ /米	阻力 $F_2$ /牛	阻力臂 $l_2$ /米
1	0.5	0.12	1.0	0.06
2	1.0	0.18	1.5	0.12
3	1.0	0.20	2.0	0.10
4	1.5	0.10	1.0	0.15

### • 猜想假设

对表一中的数据进行分析，通过加、减、乘、除等运算，尝试找出它们之间的关系，提出“杠杆平衡条件”的假设。根据假设完善表一，如表二所示。

表二

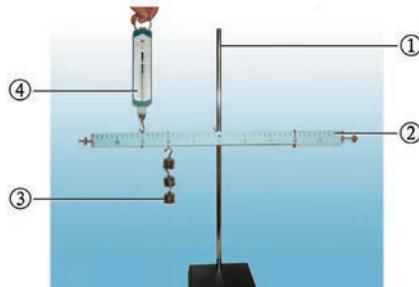
实验次数	动力 $F_1$ /牛	动力臂 $l_1$ /米	动力 $\times$ 动力臂 $F_1 l_1$ /牛·米	阻力 $F_2$ /牛	阻力臂 $l_2$ /米	阻力 $\times$ 阻力臂 $F_2 l_2$ /牛·米
1	0.5	0.12		1.0	0.06	
2	1.0	0.18		1.5	0.12	
3	1.0	0.20		2.0	0.10	
4	1.5	0.10		1.0	0.15	

### • 提出新问题

动力和阻力都作用在支点的同一侧时，假设还成立吗？

### • 再作探究

1. 进一步验证假设正确与否。把钩码挂在杠杆上，用弹簧测力计在杠杆同侧竖直向上拉杠杆，使杠杆在水平位置平衡，实验装置及示意图如图 23-3、23-4 所示。



①铁架台 ②杠杆 ③钩码 ④弹簧测力计

图 23-3

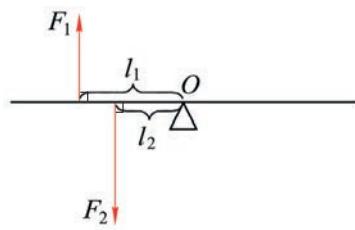


图 23-4

2. 改变力和力臂的大小，重复三次以上的实验操作，把实验数据填入表三。

表三

实验次数	动力 $F_1$ /牛	动力臂 $l_1$ /米	动力 $\times$ 动力臂 $F_1 l_1$ /牛·米	阻力 $F_2$ /牛	阻力臂 $l_2$ /米	阻力 $\times$ 阻力臂 $F_2 l_2$ /牛·米
1	1.0	0.14		0.7	0.20	
2	1.5	0.05		0.5	0.15	
3	2.5	0.12		0.15	0.20	
4	2.0	0.12		1.5	0.16	

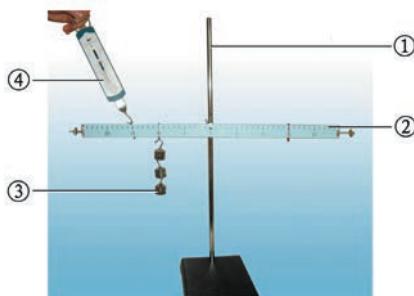
3. 整理实验器材。

### • 分析归纳

分析比较表三的实验数据，归纳得出杠杆平衡时动力、动力臂、阻力和阻力臂之间的关系。

### • 进一步探究

在步骤 7 的基础上，用弹簧测力计（动力）在同一位置以不同方向斜拉杠杆，使杠杆仍保持水平平衡，实验装置及示意图如图 23-5、23-6 所示。观察弹簧测力计拉力大小的变化，进一步理解力臂概念（支点到力作用线的距离），并获得启发：在阻力与阻力臂不变情况下，要使杠杆平衡，动力臂越小，则动力越大。



①铁架台 ②杠杆 ③钩码 ④弹簧测力计

图 23-5

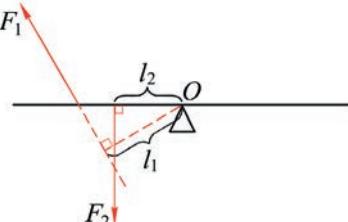


图 23-6

需要注意的是：

- “阻力  $\times$  阻力臂”乘积不宜太小，否则弹簧测力计示数偏小，误差增大。挂三个钩码时，放在 0.1 米处比较合适。
- 弹簧测力计倾斜拉时，与竖直方向的夹角一般不超过  $50^\circ$ ，否则很难使杠杆在水平位置上保持平衡。

### 【实验结论】

杠杆平衡的条件：动力  $\times$  动力臂 = 阻力  $\times$  阻力臂。



#### 实验说明

- 本实验建议用时 40 分钟。
- 实验中使杠杆处于水平位置平衡，是为了便于直接读出力臂的值。
- 弹簧测力计使用前应先调零。



#### 器材维护

器材名称	维护保养
杠杆	杠杆的材质通常是塑料的，要避免放置在阳光或高温处，以免杠杆变形；将杠杆用塑料薄膜包裹起来保存，可有效减缓杠杆的老化。

**实验目的**

1. 演示杠杆在动力和阻力不断发生变化情况下的平衡。
2. 加深学生对“杠杆的应用”的理解，激发学习兴趣。

**24. 蜡烛跷跷板(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第二学期《第四章 机械和功》“4.1 简单机械”学习活动卡 4.1c 中的内容。本实验利用简单的器材演示深奥的物理原理，可以极大激发学生的学习兴趣。

本实验对应内容的学习水平是 B 级。

本实验是杠杆平衡条件的应用，通过亲自动手操作，观察杠杆的动态平衡，激发学习物理的兴趣。

**实验原理**

当动力和阻力先后发生变化时，杠杆平衡先被破坏后又达到新的平衡，如此反复使得杠杆不断上下摆动。

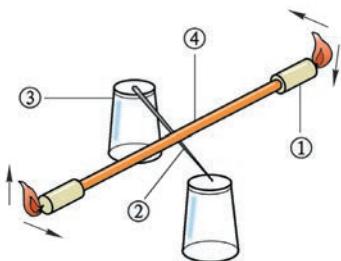
**实验过程****【安全提示】**

用过的火柴梗应熄灭后再丢弃，小心实验中蜡烛滴落烫伤。

**【实验器材】**

圆珠笔杆，轻质细木杆，缝衣钢针，蜡烛(两段)，玻璃杯(两只)。

### 【实验装置】



①蜡烛 ②缝衣针 ③玻璃杯 ④圆珠笔杆

图 24-1

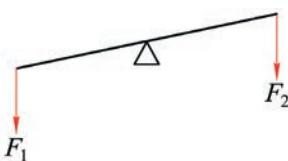


图 24-2

### 【实验步骤】

1. 取一支废弃的圆珠笔杆，两端分别插入轻质木杆。
2. 在其重心处穿过一根缝衣针，针的两端架在两只倒放的玻璃杯上。
3. 在木杆两端用胶带分别固定一段蜡烛。
4. 调整蜡烛长短，使“跷跷板”静止时能在水平位置平衡。
5. 如图 24-1 所示，快速点燃两端的蜡烛，引导学生观察当一端的蜡油滴落时，这端的蜡烛是向上翘起还是向下沉。观察到“跷跷板”的运动情况是：当一端的蜡油滴落时，这端的作用力变小，蜡烛上翘，同时另一端则下沉；过一会儿，下沉这端蜡烛的蜡油滴落，作用力变小，这端上翘，同时另一端下沉。两端蜡烛就这样不断地交替翘起、落下，恰似“跷跷板”。
6. 清理掉落的蜡油，整理器材。

### 实验说明

1. 本实验建议用时 10 分钟。
2. 废圆珠笔杆在使用时最好把圆珠笔芯（金属部分）去除。
3. 本实验也可用其他轻质材料代替圆珠笔杆。

**实验目的**

- 学会组装定滑轮。
- 知道定滑轮的工作特点，理解定滑轮不省力的原理。

**25. 认识定滑轮的特点( 随堂实验 )****实验地位与作用**

“用定滑轮拉起重物”是八年级第二学期《第四章 机械和功》“4.1 简单机械”的教学内容，它是杠杆的后续学习内容，也是学习滑轮组知识的基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

定滑轮的实质是一个等臂杠杆。通过本实验，学生可以清楚定滑轮的工作特点，进一步理解定滑轮不省力的原理。

**实验原理**

定滑轮可以看作等臂杠杆，如图 25-2 所示。

**实验过程****【实验器材】**

弹簧测力计，钩码，定滑轮，细绳。

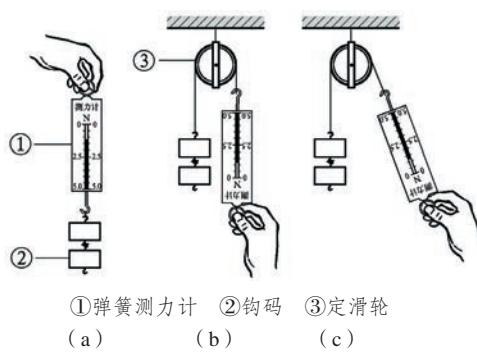
**【实验装置】**

图 25-1

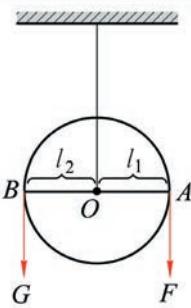


图 25-2

### 【实验步骤】

1. 将弹簧测力计竖直放置，然后对弹簧测力计调零。
2. 如图 25-1 (a) 所示，在弹簧测力计的挂钩上挂 2 只质量均为 100 克的钩码，记下此时弹簧测力计的示数  $F_1=2.0$  牛。
3. 如图 25-1 (b) 所示，将一根细绳跨过定滑轮，一端挂 2 只质量均为 100 克的钩码，另一端用弹簧测力计向下拉使钩码保持静止，记下此时弹簧测力计的示数  $F_2=2.0$  牛。
4. 用弹簧测力计通过定滑轮和细绳拉着钩码匀速上升，记下此时弹簧测力计的示数  $F_3=2.0$  牛。
5. 如图 25-1 (c) 所示，改变弹簧测力计用力的方向使钩码保持静止，记下此时弹簧测力计的示数  $F_4=2.0$  牛。
6. 整理器材。
7. 分析实验现象：上述 4 次弹簧测力计的示数相同，说明使用定滑轮不能省力；从弹簧测力计用力的方向看，定滑轮可以改变用力的方向，且沿不同方向用力时拉力相同。

### 【实验结论】

使用定滑轮匀速提升重物时，不能省力，但可以改变用力的方向。



#### 实验说明

1. 本实验建议用时 10 分钟。
2. 用弹簧测力计通过定滑轮和细绳拉钩码上升时，要使钩码缓慢上升，并尽量保持匀速直线运动。

3. 使用弹簧测力计时，当改变弹簧测力计的测量方向时，需要重新调零。
4. 由于细绳与滑轮的摩擦力等因素的影响，本实验在操作中会出现一定的误差，多用几个钩码作重物，可以减小实验误差。

## 26. 认识动滑轮的特点(随堂实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

“用动滑轮拉起重物”是八年级第二学期《第四章 机械和功》“4.1 简单机械”的教学内容，它是杠杆的后续学习内容，也是学习滑轮组知识的基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

动滑轮实质上是一个变形杠杆。通过本实验，学生可以清楚动滑轮的工作特点，进一步理解动滑轮能省一半力的原理。

#### 实验原理

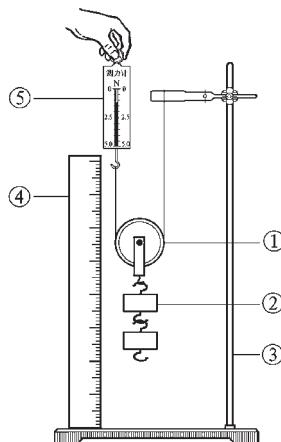
动滑轮可以看作省力杠杆，支点和杠杆同时移动。此杠杆的动力臂是阻力臂的2倍，如图26-2所示，因此动滑轮是省力杠杆。

#### 实验过程

##### 【实验器材】

弹簧测力计，钩码，动滑轮，铁架台，刻度尺，细绳。

## 【实验装置】



①动滑轮 ②钩码 ③铁架台 ④刻度尺 ⑤弹簧测力计

图 26-1

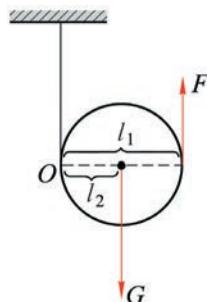


图 26-2

## 【实验步骤】

1. 将弹簧测力计竖直放置，对弹簧测力计调零。
2. 在弹簧测力计的挂钩上挂 2 只质量均为 100 克的钩码，记下此时弹簧测力计的示数  $F_1 = \underline{2}$  牛。
3. 如图 26-1 所示，将一根细绳的一端固定在铁架台上，让细绳穿过轻质动滑轮，用弹簧测力计钩住细绳的另一端。
4. 在动滑轮的下端挂 2 只质量均为 100 克的钩码，用弹簧测力计竖直向上拉住细绳静止不动，记下此时弹簧测力计的示数  $F_2 = \underline{1}$  牛。
5. 用弹簧测力计拉着细绳，使钩码连同滑轮一起匀速上升，记下此时弹簧测力计的示数  $F_3 = \underline{1}$  牛。
6. 分别观察并记录弹簧测力计上升的高度（距离） $h_1 = \underline{10}$  厘米，钩码上升的高度（距离） $h_2 = \underline{5}$  厘米。
7. 改变钩码上升的高度（距离），观察并记录弹簧测力计上升的高度（距离）。
8. 整理器材。
9. 分析实验现象：使用动滑轮提升重物时，无论是物体静止还是匀速竖直运动，拉力大小均为物体所受重力的一半，说明使用动滑轮可以省一半的力；钩码竖直向上运动时，弹簧测力计的用力方向也是竖直向上的，说明使用动滑轮提升重物时，不能改变用力方向；弹簧测力计上升的高度是重物上升高度的 2 倍，说明使用动滑轮提升重物时，细绳自由端移动的距离是重物上升距离的 2 倍。

### 【实验结论】

不计滑轮自身重力，使用动滑轮匀速提升重物时，可以省一半的力，但不能改变用力的方向；细绳自由端移动的距离是重物上升距离的2倍。



### 实验说明

1. 本实验建议用时10分钟。
2. 用弹簧测力计拉细绳使动滑轮和钩码上升时，要注意用力竖直向上拉，并使钩码缓慢上升，且保持匀速运动。
3. 动滑轮下所挂钩码的质量应远大于动滑轮的质量，这样才可忽略动滑轮自身的重力，以利于得出动滑轮可以省一半力的结论。

**实验目的**

1. 知道滑轮组的装配和使用方法，并知道其作用。
2. 理解滑轮组既可以改变用力方向又可以省力的原理。
3. 会根据滑轮组的绕线判断滑轮组的省力情况。

**\*27. 演示滑轮组的特点(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第二学期《第四章 机械和功》“4.1 简单机械”的拓展内容，它是在学习杠杆、定滑轮和动滑轮之后的内容。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验是带有探究性质的演示实验，通过探究滑轮组的省力规律，感受实验中收集证据(数据记录)的重要性。

**实验原理**

定滑轮和动滑轮的工作原理(或特点)。

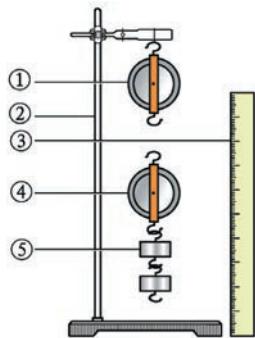
**实验过程****【安全提示】**

防止钩码滑落。

**【实验器材】**

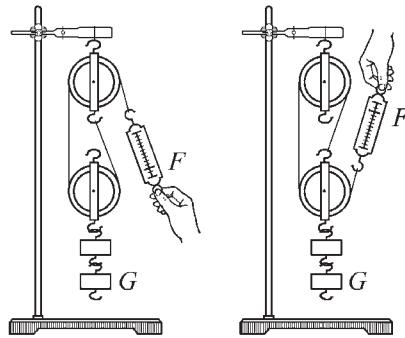
弹簧测力计，钩码，2个轻质滑轮，铁架台，刻度尺，细绳。

## 【实验装置】



①定滑轮 ②铁架台 ③刻度尺  
④动滑轮 ⑤钩码

图 27-1



方法 1

方法 2

图 27-2

## 【实验步骤】

## • 操作步骤

- 在竖直放置的弹簧测力计下端挂 2 只质量均为 100 克的钩码，测出钩码的重力，并填入下表。

实验数据表

实验次数	绕线方法	钩码重力 / 牛	拉力 $F$ / 牛	钩码上升的高度 $h$ / 厘米	拉力通过的距离 $s$ / 厘米	吊起动滑轮绳子的段数 $n$ / 段
1	方法 1	2	1	2	4	2
2	方法 2	2	0.7	2	6	3

- 参照图 27-2，用细绳以两种方法（弹簧测力计分别通过定滑轮和动滑轮提升重物）连接两个轻质滑轮，将它们组成一个滑轮组。
- 将弹簧测力计固定在细绳的一端，拉动弹簧测力计缓慢提升重物（2 只质量均为 100 克的钩码），在上表中记录弹簧测力计的示数（拉力）。
- 两种方法中让钩码上升相同的高度，并记录钩码上升的高度，同时观察并记录拉力通过的距离。
- 整理器材。

## • 分析归纳

- 分析比较两种方法中用力的大小  $F$  和钩码重力  $G$  之间的关系：  
(1) 方法 1，重物由 2 段绳子承担，拉力为物体重力的一半 ( $F=G/2$ )。

(2) 方法 2, 重物由 3 段绳子承担, 拉力为物体重力的三分之一 ( $F=G/3$ )。

2. 分析比较两种方法中, 将重物提升相同高度  $h$  与拉力通过的距离  $s$  之间的关系:

(1) 方法 1, 重物由 2 段绳子承担, 拉力通过的距离为重物上升高度的 2 倍 ( $s=2h$ )。

(2) 方法 2, 重物由 3 段绳子承担, 拉力通过的距离为重物上升高度的 3 倍 ( $s=3h$ )。

### 【实验结论】

使用滑轮组时, 若不计动滑轮自身的重力, 重物由几段绳子共同承担, 此时每段绳子的拉力只有物体所受重力的几分之一, 即  $F=\frac{G}{n}$ , 拉力的作用点移动的距离是重物上升高度  $h$  的几倍, 即  $s=nh$ 。



### 实验说明

1. 本实验建议用时 1 课时。
2. 用弹簧测力计拉细绳让动滑轮和钩码上升时, 要注意用力竖直向上(向下)拉, 并使动滑轮和钩码缓慢上升, 以便于观察弹簧测力计的示数。
3. 动滑轮下所挂钩码的质量应远大于动滑轮的质量, 这样才可忽略滑轮自身的重力, 以利于滑轮组省力规律的探究。
4. 探究拉力  $F$  的大小与通过的距离  $s$  之间的关系, 有利于后面功的原理的学习。

## \*28. 演示轮轴的特点(演示实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

“轮轴”是八年级第二学期《第四章 机械和功》“4.1 简单机械”的拓展内容。

本实验对应内容的学习水平是 B 级。

本实验通过两位同学转动啤酒瓶的活动来体验“力气小的同学有可能取胜”，帮助学生理解轮轴的省力原理。

理解轮轴能省力的原理，激发学习兴趣，并在将轮轴抽象为杠杆的过程中感受建立“模型”的科学方法。



#### 实验原理

轮轴可抽象为不等臂杠杆，如图 28-2 所示。



#### 实验过程

##### 【安全提示】

防止啤酒瓶滑落破碎。

##### 【实验器材】

啤酒瓶。

##### 【实验装置】

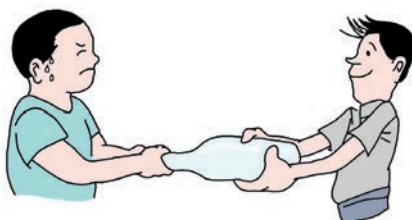


图 28-1

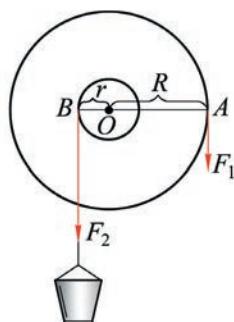


图 28-2

**【实验步骤】**

1. 取一只啤酒瓶，将瓶身擦拭干净，并使瓶身保持干燥。
2. 如图 28-1 所示，让一位同学握住瓶颈，另一位同学握住瓶身。
3. 两位同学向相反的方向用力，使酒瓶转动起来。
4. 观察两位同学用力的方向，同时注意酒瓶转动的方向。
5. 实验结束，整理器材。

**【实验结论】**

啤酒瓶相当于一个轮轴，围绕瓶子中心线旋转，瓶身的半径大于瓶颈的半径，作用在瓶身上的力的力臂大，因此力气小的同学手握瓶身，也有可能取胜。

**实验说明**

1. 本实验建议用时 5 分钟。
2. 可以让一男一女两位同学上台演示，并让女同学握瓶身，这样实验的效果会更好。

## \*29. 斜面机械效率的测定(学生实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是八年级第二学期《第四章 机械与功》“4.4 功的原理”第二课时的拓展内容。

本实验的学习水平为B级。

本实验是探究性实验,重点突出的要素是“方案设计”“处理数据”。实验引导学生在小组讨论的基础上,让同学自己设计实验方案和实验步骤、实验装置,以及数据处理表格,以培养学生的科学探究能力。

1. 学会组装实验装置,学会测定斜面的机械效率。

2. 经历小组讨论、方案设计、实验验证、数据分析处理、归纳结论的过程,感受探究实验中方案设计、数据分析的重要性,正确测量有用功、总功,并计算机械效率以培养实验能力。



#### 实验原理

物理学中把动力对机械所做的功叫做总功;其中有用部分的功(比如克服重力提升物体所做的功)叫做有用功,损耗掉的功(比如提升物体过程中克服摩擦损耗掉的功)叫做额外功。总功=有用功+额外功。有用功在总功中所占的比例叫做机械效率。机械效率=  $\frac{\text{有用功}}{\text{总功}}$ , 用符号表示为:

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\%$$

如图29-2所示,有用功为克服重力所做的功,即为 $Gh$ ,总功为拉力所做的功,即为 $Fs$ 。此时,机械效率  $\eta = \frac{Gh}{Fs} \times 100\%$ 。

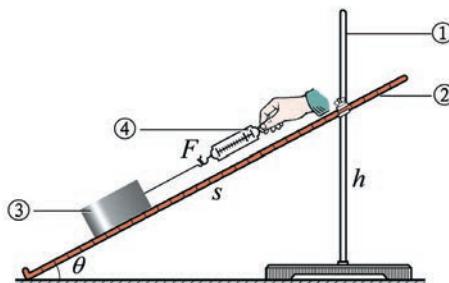


#### 实验过程

### 【实验器材】

1米长的木质刻度尺,铁架台(支架),木块,弹簧测力计,细线。

## 【实验装置】



①铁架台 ②木质刻度尺  
③木块 ④弹簧测力计

图 29-1

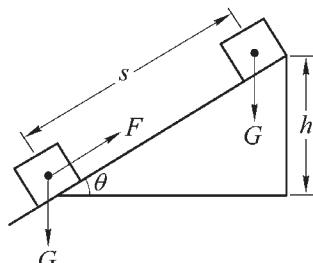


图 29-2

## 【实验步骤】

## • 实验操作

- 将小木块竖直悬挂在调零好的弹簧测力计下端，在下表中记录小木块的重力。
- 将1米长的木质刻度尺固定在铁架台支架上，做成一个高度固定的斜面，测量并记录斜面的高度  $h$ 。
- 将细线的一端固定在小木块上，另一端系在调零好的弹簧测力计上。
- 如图 29-2 所示，用弹簧测力计拉动小木块从斜面底端缓慢运动至顶端，观察并在表中记录拉力  $F$  的大小及小木块沿斜面运动的距离  $s$ 。
- 改变斜面高度即倾斜角度（也可保持高度不变改变斜面的长度），重复实验步骤 2~4，并把实验数据填入表中。

实验数据表

实验次数	小木块重力 $G$ /牛	斜面高度 $h$ /米	有用功 $Gh$ /牛·米	拉力 $F$ /牛	小木块沿斜面运动的距离 $s$ /米	总功 $Fs$ /牛·米	机械效率 $\eta$
1	2	0.1	0.2	1.0	0.8	0.8	25%
2	2	0.2	0.4	1.25	0.8	1.0	40%
3	2	0.3	0.6	1.5	0.8	1.2	50%
4	2	0.4	0.8	1.75	0.8	1.4	57.1%

- 整理器材。

### • 分析归纳

处理实验数据：分别计算上表中的第4列和第7列，并将第4列的数据与第7列的数据相除，得出斜面的机械效率，填入第8列中。

分析上表中第4列、第7列和第8列的数据可知，有用功 $Gh$ 总是小于总功 $Fs$ ，它们的比值总小于1，说明斜面的机械效率总是小于“1”。在斜面其他条件不变时，斜面越倾斜（斜面长度相同时，高度越高），该斜面的机械效率越高。

### 【实验结论】

在有摩擦的情况下，机械效率总是小于“1”。



#### 实验说明

1. 本实验建议用时1课时。
2. 实验时小木块的质量和斜面的高度均可改变，为节省时间，不同小组可以分别实验，实验后各组交流分享实验数据。
3. 使用弹簧测力计拉动小木块沿斜面向上运动时，速度不宜太快。
4. 本实验开始前，斜面上、下两端均要固定，以免木块沿斜面向上运动时斜面滑动，影响实验成功。当然，本实验也可采用相应材料制作固定的斜面。

**实验目的**

学会正确使用温度计。通过温度计的使用，了解单凭感觉判断温度高低有时是不正确的事实，增强科学测量的意识。

**30. 练习使用温度计(随堂实验)****实验地位与作用**

“温度计的使用”是八年级第二学期《第五章 热与能》“5.1 温度 温标”第一课时教学内容，它是一项基本的实验技能，也为进一步学习热学知识打下基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

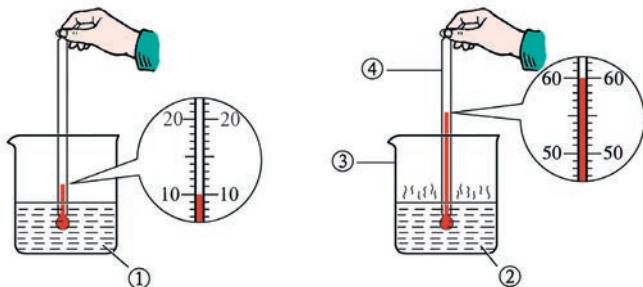
通过该实验，学生可以回忆和巩固正确使用温度计的方法。

**实验原理**

液体的热胀冷缩。

**实验过程****【实验器材】**

温度计，烧杯两只，热水，冷水，搅拌棒。

**【实验装置】**

①冷水 ②热水 ③烧杯 ④温度计

图 30-1

## 【实验步骤】

1. 观察温度计的量程和最小分度值，估计被测物体的温度，选择合适的温度计。
2. 在烧杯中倒入适量的冷水，手指插入水中估计冷水的温度，然后将温度计的玻璃泡浸入水中（与被测物体充分接触，且不触碰容器侧壁和底部；读数时，温度计的玻璃泡不要离开被测物体，且眼睛的视线应与温度计内的液面相平），用温度计测量出冷水的温度。
3. 在烧杯中加入一些热水，搅拌后把手指插入水中估计水的温度，然后用温度计测量出水的温度。
4. 在烧杯中再加入一些热水，搅拌后把手指插入水中估计水的温度，然后用温度计测量出水的温度。
5. 把每次实验的估计温度与温度计的正确读数填入表格中，比较得出通过感觉判断温度高低与实验数据的差异。
6. 整理器材。

实验数据表

实验次数\读数	估计温度 / ℃	温度计读数 / ℃
1	20	25
2	40	37
3	50	56

7. 实验分析：实验数据表明，估计的温度有时比实际测量出来的温度偏高（或低），说明个人感觉不可靠，要得到准确的数值需要通过实验获取。

## 【实验结论】

个人感觉并不可靠，只有正确使用温度计，才能准确测量出物体的温度。



### 实验说明

1. 本实验建议用时 10 分钟。
2. 被测物体的温度不要超出温度计的量程。
3. 温度计的玻璃泡要与被测物体充分接触，等温度计内的液柱相对稳定时才能读数。
4. 温度计为玻璃制品，注意轻拿轻放。

**实验目的**

知道分子运动快慢与温度之间的关系。

**31. 观察水温对扩散快慢的影响(随堂实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第二学期《第五章 热与能》“5.1 温度温标”第三课时“分子动理论”教学内容，它为分子动理论的学习创设了一个情景，让学生体会到分子的运动与温度有关，从而引入新课。

本实验对应内容的学习水平是A级。

本实验让学生将温度与分子的运动联系起来。

**实验原理**

根据分子动理论，组成物体的分子在不停地做无规则运动。

**实验过程****【安全提示】**

玻璃杯为玻璃制品，注意轻拿轻放；倒入热水时，避免烫伤。

**【实验器材】**

烧杯两只，热水，冷水，胶头滴管，墨水。

### 【实验装置】

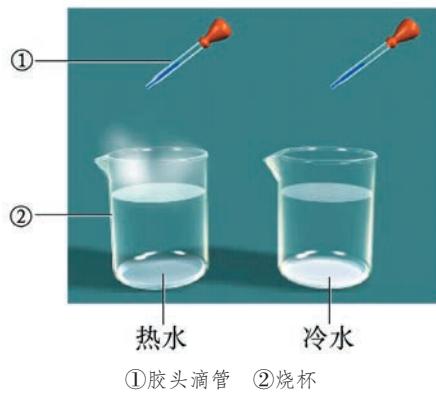


图 31-1

### 【实验步骤】

- 在两只相同的烧杯中分别倒入相同质量的热水和冷水。
- 用胶头滴管分别在两只烧杯内同时滴入一滴墨水，如图 31-1 所示。
- 观察比较两只烧杯中墨水扩散的快慢程度。
- 实验结束，整理器材。

### 【实验结论】

分子扩散的快慢与温度有关，温度越高，扩散越快，分子运动越快。



#### 实验说明

- 本实验建议用时 5 分钟。
- 两杯水的质量一定要保持相同；热水和冷水的温度差别越大，实验效果越明显。

**实验目的**

知道分子间存在引力。

**32. 演示分子间存在引力(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第二学期《第五章 热与能》“5.1 温度温标”第三课时“分子动理论”教学内容，它是分子动理论的重要内容。

本实验对应内容的学习水平是A级。

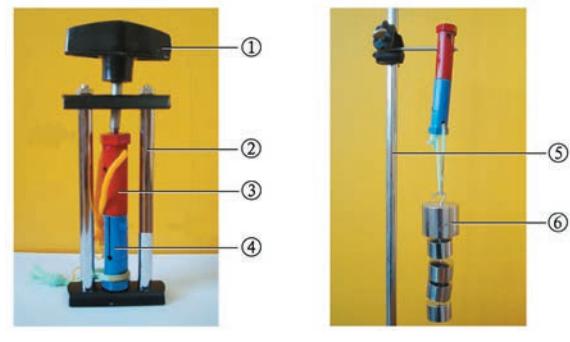
本实验可以让学生通过宏观的扩散现象来了解分子的微观运动。

**实验原理**

两个固体接近到一定距离时，就会因分子引力而相互吸住。

**实验过程****【实验器材】**

铅柱(两个)，旋钮，支架，铁架台，钩码，细绳，锉刀。

**【实验装置】**

(a)  
①旋钮 ②支架 ③、④铅柱 ⑤铁架台 ⑥重物(钩码)

图 32-1

### 【实验步骤】

1. 取两个铅柱，用锉刀将铅柱的底面锉平。
2. 从边缘开始，使两个铅柱接触并相向平移，然后放入支架内旋转旋钮将两个铅柱压紧，如图 32-1 (a) 所示。
3. 如图 32-1 (b) 所示，将两个压紧的铅柱悬挂在铁架台上。
4. 在铅柱下端的细绳上依次逐个挂钩码。
5. 当铅柱下端分别悬挂 1 个、2 个钩码时，观察上下两个铅柱是否会分开。逐渐增加钩码个数，看看需要挂几个钩码才能将两个铅柱分开。
6. 实验结束，整理器材。

### 【实验结论】

固体分子之间存在着引力。



#### 实验说明

1. 本实验建议用时 5 分钟。
2. 实验效果取决于铅柱端面的平滑和清洁程度。
3. 用锉刀锉平铅柱端面时，接触面中间要略微凸起一点，这样实验容易成功。
4. 实验时，钩码要逐个悬挂，不要一下子悬挂多个钩码，以免铅柱瞬间分开。

**实验目的**

1. 通过科学探究的一般步骤，经历比热容概念建立的过程，激发探究热情。
2. 在探究物质吸收热量本领的实验过程中，体会合作交流，增强团队合作意识。

**33. 探究不同物质的吸热本领大小( 随堂实验 )****实验地位与作用**

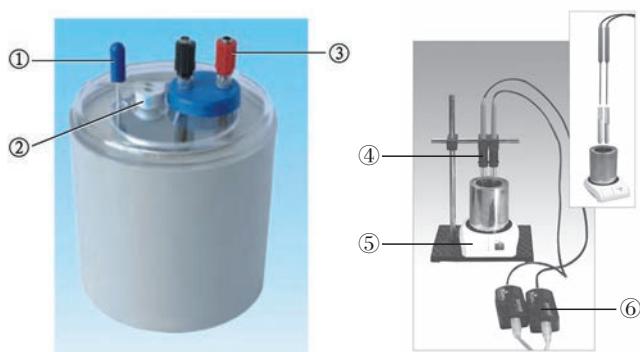
本实验是八年级第二学期《第五章 热与能》“5.2 热量比热容”第二课时教学内容，它是建立比热容概念的重要实验。运用控制变量法探究不同物质的吸热本领，在分析数据后可以定性得出，物体吸收的热量与物质的种类、物体的质量、物体的温度变化有关。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验通过学生亲自动手操作，知道影响物体吸热本领大小的因素，为比热容概念的建立奠定基础。

**实验过程****【实验器材】**

量热器，温度计，天平，烧杯，滴管，学生电源，水和煤油，钟表，远红外辐射加热器，铁架台，小试管两只(5毫升)，DIS(数据采集器、2个温度传感器、计算机)。

**【实验装置】**

(a) (b)  
①搅拌器 ②温度计插孔 ③电源接线柱 ④温度传感器  
⑤远红外辐射加热器 ⑥数据采集器

图 33-1

## 【实验步骤】

### • 方案一

1. 如图 33-1 (a) 所示, 取出量热器中央的小铝筒。
2. 向小铝筒中注入 100 克的水(用天平和滴管)。
3. 测量并记录水的初始温度(两位学生分工合作, 分别承担计时和观察温度计示数的任务)。
4. 把小铝筒放到量热器中, 将量热器盖上盖子, 并用导线将电热丝接线柱与学生电源相连。
5. 打开学生电源开关, 同时开始计时, 每隔 1 分钟读取并记录量热器中水的温度。
6. 水温上升约 50℃时, 切断电源, 记下此时量热器中水的温度。
7. 取出小铝筒倒掉其中的水, 将小铝筒和量热器中的电热丝一起放在冷水中浸一会儿, 然后取出并擦干。
8. 换用相同质量的煤油(也为 100 克), 按步骤 3~6 重复实验, 直到对煤油的加热时间与对水的加热时间相同为止。
9. 把上述数据记录在下表中。

实验数据表

加热时间	初始	1分钟	2分钟	3分钟	4分钟	5分钟	6分钟
水的温度	18	20	22	24	26	28	30
煤油的温度	18	22	26	30	34	38	42
加热时间	7分钟	8分钟	9分钟	10分钟	11分钟	12分钟	13分钟
水的温度	32	34	36	38	40	42	44
煤油的温度	46	50	54	58	62	66	70

10. 整理器材。
11. 分析上表, 归纳结论:
  - (1) 相同质量的水(或煤油), 升高的温度越高, 吸收的热量越多。
  - (2) 相同质量的水和煤油, 升高相同温度, 加热水所用时间较长, 说明水吸收的热量较多。

### • 方案二

1. 如图 33-1 (b) 所示, 组装实验器材。

2. 用天平称取 4 克的水和 4 克的煤油分别装在 2 个小试管内，并将小试管放在远红外辐射加热器内，打开加热器电源开关。
3. DIS 自动连续采样，绘制出水和煤油的温度 – 时间图像。
4. 观察水的温度图像，分析水的温度随加热时间变化的情况。
5. 在温度 – 时间图像中，标出水和煤油的温度从  $t_1$  升高到  $t_2$  所需的加热时间（升高相同温度，加热水需要的时间比加热煤油需要的时间要长）。
6. 归纳结论：
  - (1) 相同质量的水（或煤油），升高的温度越高，吸收的热量越多。
  - (2) 相同质量的水和煤油，升高相同温度，加热水所用时间较长，说明水吸收的热量较多。

### 【实验结论】

相同质量的不同物质，升高相同温度，吸收的热量不同。



### 实验说明

1. 本实验建议用时 1 课时。
2. 方案一中的加热方式也可以采用 2 个相同的酒精灯。
3. 对于物体吸收的热量随质量和升高的温度增大而增大不作定量分析。

## \*34. 测定物质的比热容(学生实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是八年级第二学期《第五章 热与能》“5.2 热量比热容”第三课时教学的拓展内容，它是在比热容概念建立后的进一步深化，有利于深刻理解比热容是物质的一种特性。

本实验的学习水平是B级。

本实验是拓展实验，通过实验，学生可以理解用混合法测定物质比热容的方法，同时提高实验操作技能。

1. 理解用混合法测固体比热容的原理，知道量热器的构造，学会用量热器测固体的比热容。
2. 经历测量过程，感受间接测量的科学方法。
3. 在测量过程中，逐步养成严谨的科学态度和实事求是的科学精神。

#### 实验原理

热平衡原理： $Q_{放} = Q_{吸}$ （当高温的金属块与低温的水混合时，金属块放出热量温度降低，水吸收热量温度升高，金属块放出的热量等于水吸收的热量）。



#### 实验过程

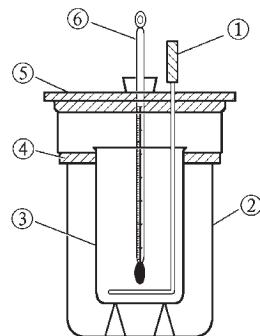
#### 【实验器材】

量热器（两个铝筒、小木架、搅拌器、盖子、温度计），金属块，天平，烧杯，酒精灯，量筒，细线。

## 【实验装置】



图 34-1



①搅拌器 ②大铝桶 ③小铝桶  
④隔热垫 ⑤密封盖 ⑥温度计

图 34-2

## 【实验步骤】

- 用天平称出金属块的质量  $m_1$ 。
- 用细线绑好金属块，把它放入盛有水的烧杯里。
- 用量筒取 100 毫升的水，倒入量热器的小铝筒中（水要能浸没金属块，又不致在金属块放入后溢出小铝筒），根据  $m=\rho V$  算出水的质量  $m_2$ 。
- 用温度计测出量热器小铝筒中水的温度  $t_2$ 。
- 用酒精灯将烧杯加热至沸腾，用温度计测出烧杯里水的温度  $t_1$ 。
- 从烧杯内取出金属块，把它立即投入到量热器的小铝筒中，迅速盖好盖子，用搅拌器轻轻搅动小筒内的水。
- 观察温度计的示数，记下金属块和水混合后的共同温度  $t$ 。
- 整理器材。
- 利用  $Q_{\text{放}}=Q_{\text{吸}}$ ，计算出金属块的比热容。

$$c = \frac{c_{\text{水}} m_2 (t - t_2)}{m_1 (t_1 - t)}$$



## 实验说明

- 本实验建议用时 20 分钟。
- 在实验过程中，从沸水中取出金属块后，要尽量抖去金属块表面附着的水，且要迅速投入量热器的小铝筒中，并盖好盖子，防止此过程中热量散失。

太多，增大实验误差。

3. 要用搅拌器不断轻轻搅动小铝筒中的水，加快达到热平衡。
4. 实验时，温度计既不能接触到金属块和筒底，也不能离开水面。
5. 实验计算值和教材表格提供的数据有一定的差异，这是因为量热器中的小铝筒也会吸收一部分热量，还有一部分热量散失到空气中。

**实验目的**

知道做功可以改变物体的内能。

**35. 演示做功使内能变化(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第二学期《第五章 热与能》“5.3 内能”的教学内容。它可以帮助学生在初步了解分子动理论的基础上进一步认识微观世界，理解内能的含义，知道改变物体内能的两种方式。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

在实验中，学生通过观察和体验进一步理解做功是改变物体内能的一种方式。

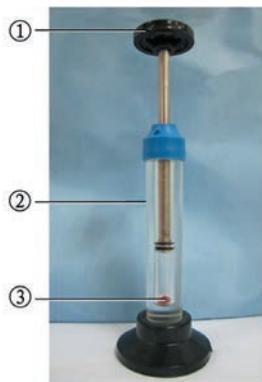
**实验原理**

根据能的转化和守恒定律，外界对空气做功，空气体积缩小，内能增大，温度升高。

**实验过程****【实验器材】**

空气压缩引火仪(厚壁玻璃筒、活塞)，火柴头(或硝化棉)。

### 【实验装置】



①手柄 ②玻璃筒 ③火柴头的粉末  
图 35-1

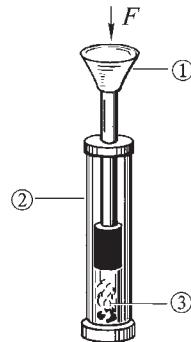


图 35-2

### 【实验步骤】

1. 将火柴头的粉末放入厚壁玻璃筒内。
2. 旋紧玻璃筒的盖子，将压缩引火仪放置在水平桌面上。
3. 一只手扶住厚壁玻璃筒，另一只手迅速压下手柄。
4. 厚壁玻璃筒内的火柴头粉末发生燃烧。
5. 实验结束，整理器材。

### 【实验结论】

做功可以改变物体的内能。压缩玻璃筒内空气，即外界对玻璃筒内的空气做功，空气内能增加，温度升高，达到火柴头粉末（或硝化棉）的着火点（燃点），火柴头粉末（或硝化棉）就会燃烧起来。



#### 实验说明

1. 本实验建议用时 5 分钟。
2. 为安全起见，本实验所用火柴头的粉末不宜过多，一支火柴头即可。
3. 仪器各部分紧密接触和有效密封，是该实验成功的关键。因此必须认真检查活塞上的橡皮是否完好，是否有弹性。

## 实验目的

- 学会使用温度传感器，理解熔化曲线和凝固曲线的含义，知道晶体和非晶体在熔化和凝固过程中的区别。
- 经历实验探究过程，从计算机即时显示的物态变化图像上归纳得出晶体熔化和凝固的特点，感受信息技术给实验带来的变革。

\*36. 用 DIS 研究晶体的熔化和凝固过程  
(学生实验)

## 实验地位与作用

本实验是八年级第二学期《第五章 热与能》“\*5.4 物态变化”第一课时教学内容，它是本节课的教学重点。

本实验的学习水平是 B 级。

本实验是学生第二次使用 DIS，已经知道了 DIS 的使用方法和优势，要求学生通过研究过程再次体验用信息系统研究物理规律的便捷。



## 实验过程

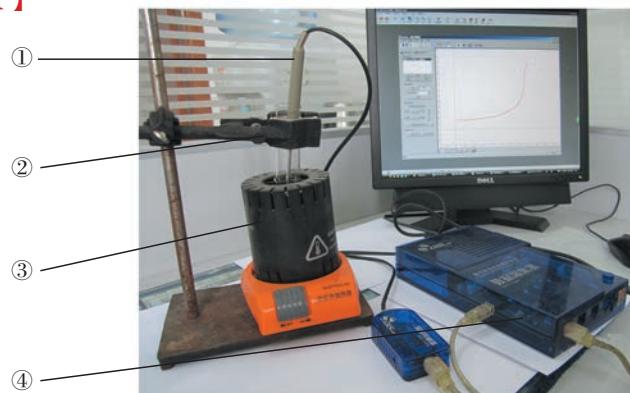
## 【安全提示】

实验中不要用手去碰触远红外辐射加热器，以免烫伤。

## 【实验器材】

远红外辐射加热器，铁架台，小试管（5 毫升），粉末状的硫代硫酸钠（2.5 克），DIS（数据采集器、温度传感器、计算机）。

## 【实验装置】



①温度传感器 ②试管夹 ③远红外辐射加热器 ④DIS 数据采集器

图 36-1

### 【实验步骤】

1. 如图 36-1 所示, 将温度传感器接入数据采集器, 数据采集器与计算机连接。
2. 将粉末状的硫代硫酸钠倒入小试管内, 并把小试管置于远红外辐射加热器的中上部。
3. 将温度传感器固定在铁架台上, 并把温度传感器的前端插入小试管内的硫代硫酸钠中。
4. 开启远红外辐射加热器, DIS 系统自动连续采样, 绘制出硫代硫酸钠熔化过程中的温度 – 时间图线, 如图 36-2 所示, 同时观察实验过程中硫代硫酸钠的物态变化(固态、液态和固液共存状态)。

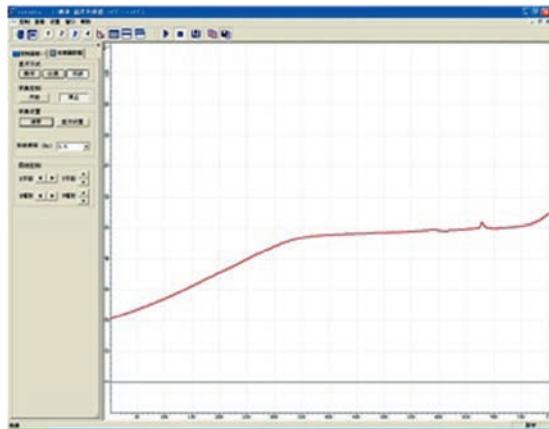


图 36-2

5. 关闭远红外辐射加热器, 让 DIS 系统继续采集数据, 绘制出硫代硫酸钠凝固过程中的温度 – 时间图线, 如图 36-3 所示。

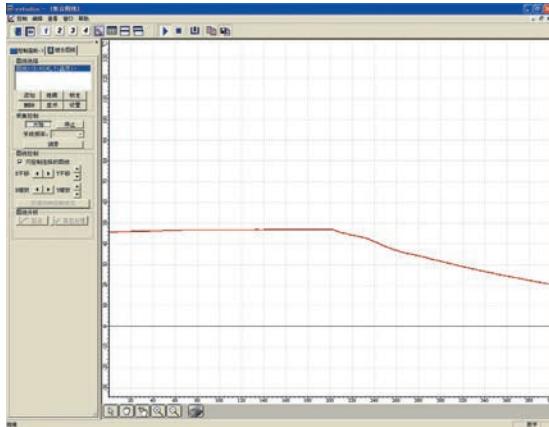


图 36-3

6. 将 DIS 系统采集的图线打印出来，在打印的图线中标注出硫代硫酸钠的熔点（凝固点），分段标注硫代硫酸钠所处的状态（固态、液态和固液共存状态）。
7. 实验结束，整理器材。
8. 分析实验现象和数据图线，归纳得出结论。

### 【实验结论】

晶体熔化或凝固时有确定的温度，即温度保持不变，叫做熔点或凝固点。同种物质的熔点和凝固点相同。



### 实验说明

1. 本实验建议用时 20 分钟。
2. 使用 DIS 数系统时，接线要正确，数据端口插接不要用力太大，使用完毕后，传感器和数据线要及时整理。
3. 试管内硫代硫酸钠的量不要放太多。
4. 装硫代硫酸钠的小试管应放在远红外辐射加热器的中上部，这样有利于观察试管内物质的状态变化。
5. 温度传感器的前端插入小试管内时，注意不要碰到试管壁。
6. 在时间允许的条件下，可以增加石蜡熔化和凝固过程的实验，以便比较晶体与非晶体熔化和凝固的差异。

## 37. 演示内能与机械能的转换(演示实验)

### 实验目的

知道内能可以转化为机械能。

### 实验地位与作用

本实验是八年级第二学期《第五章 热与能》“5.5 热机”的教学内容。它可以帮助学生理解内能与其他形式能的转换，进一步认识内能，同时也为学习热机的工作原理奠定基础。

本实验对应内容的学习水平是A级。

学生通过观察、思考和讨论，知道内能可以转化为其他形式的能，从而加深对能量转化定律的理解。



### 实验原理

能量转化和守恒定律：能量既不会凭空产生，也不会凭空消失，它只能从一种形式转化为另一种形式，或者从一个物体转移到另一个物体，在转化或转移的过程中，能的总量保持不变。



### 实验过程

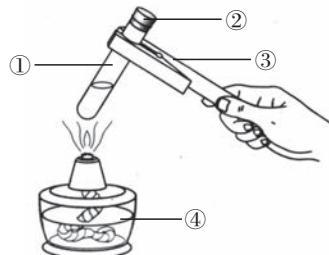
#### 【安全提示】

用酒精灯加热时，试管口不要对着人。

#### 【实验器材】

试管，试管夹，软木塞，细玻璃管，酒精灯，火柴。

## 【实验装置】



①试管 ②软木塞 ③试管夹 ④酒精灯 ⑤火柴 ⑥细玻璃管

图 37-1

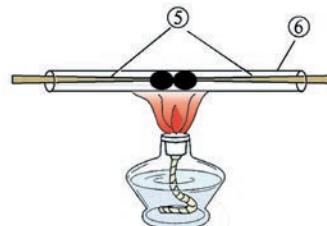


图 37-2

## 【实验步骤】

1. 在一支试管内注入适量的水，用软木塞（或橡皮塞）塞住管口，如图 37-1 所示。
2. 点燃酒精灯，用试管夹夹住试管上部，将试管底部放在酒精灯的外焰上加热。
3. 加热一段时间后，可以观察到试管内的水沸腾并产生大量蒸汽，当蒸汽聚集到一定程度，会看到蒸汽将试管口的软木塞“弹射出去”。
4. 取一支两端开口的细玻璃管，将它水平放置，如图 37-2 所示。
5. 在细玻璃管内插入两根火柴，火柴头相对靠近。
6. 用试管夹夹住细玻璃管，将玻璃管（放火柴头部分）放在酒精灯外焰上加热（注意安全），可以观察到试管内的火柴头燃烧，并同时从细玻璃管两端飞出。
7. 实验结束，整理器材。
8. 思考讨论：“软木塞弹射”实验的能量转化过程是“化学能→内能→机械能”；“火柴头着火飞出”实验的能量转化过程是“化学能→内能→机械能”。



在一定条件下，内能可以与其他形式的能相互转化。



## 实验说明

1. 本实验建议用时 10 分钟。
2. 在实验步骤 1 中, 试管中以放入 2/3 的水为宜; 软木塞塞入试管口时, 不要塞得太紧。
3. 在“火柴头着火飞出”实验中, 玻璃管一定要细, 以火柴刚好能插人为宜。此外, 玻璃管的内壁一定要保持干燥清洁。

**实验目的**

知道热机工作过程中的能量转化，知道四冲程内燃机的工作过程和基本原理。

**38. 用模型演示内燃机的工作过程(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是八年级第二学期《第五章 热与能》“5.5 热机”的教学内容，它是在已经知道内能与其他形式的能可以转换的基础上，进一步学习内燃机工作原理的重要实验。

本实验对应内容的学习水平是A级。

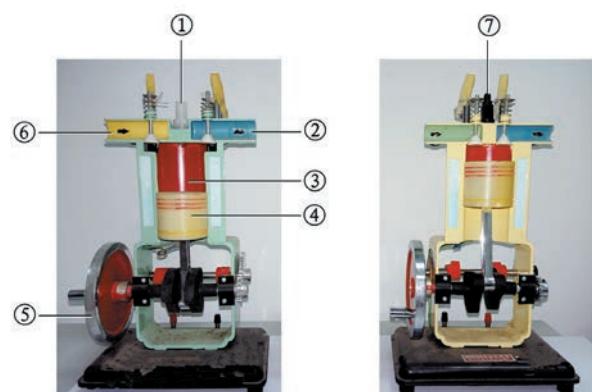
在实验中，学生通过观察知道内燃机的工作过程，理解工作原理，体会物理学在工程技术中的重大作用。

**实验原理**

燃料燃烧产生内能，推动活塞，带动曲轴、飞轮旋转，将内能转化为机械能。内燃机的工作过程一般分为吸气、压缩、做功、排气四个冲程。

**实验过程****【实验器材】**

汽油机模型和柴油机模型。

**【实验装置】**

(a) 汽油机

(b) 柴油机

- ①火花塞 ②排气门 ③汽缸 ④活塞
- ⑤连动机构 ⑥进气门 ⑦喷油嘴

图 38-1

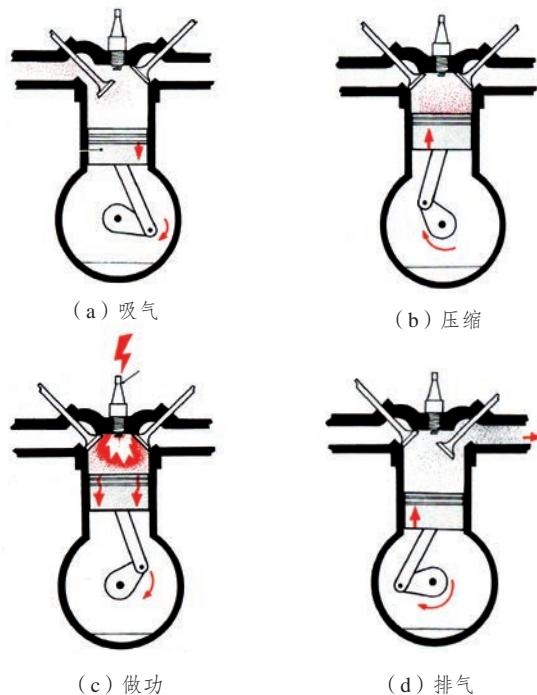


图 38-2

### 【实验步骤】

1. 如图 38-1 所示, 展示内燃机模型(汽油机和柴油机模型), 介绍内燃机的结构组成和各部分的功能。
2. 如图 38-2 (a)所示, 演示吸气冲程: 手摇曲轴, 通过连杆带动活塞由上向下运动, 此时进气门打开, 排气门关闭, 进气门旁边的指示灯亮, 由于汽缸内气体体积增大, 压强减小, 空气和汽油的混合气体被吸入汽缸内。
3. 如图 38-2 (b)所示, 演示压缩冲程: 活塞运动到最下端后, 在曲轴连杆的带动下, 活塞开始由下向上运动, 这时进气门、排气门均关闭, 混合气体在汽缸内被压缩, 温度升高, 压强增大。
4. 如图 38-2 (c)所示, 演示做功冲程: 在压缩冲程即将结束的瞬间, 火花塞产生电火花, 使燃料猛烈燃烧, 产生高温、高压气体; 高温、高压气体推动活塞由上向下运动, 通过连杆带动曲轴转动, 内能转变为机械能。
5. 如图 38-2 (d)所示, 演示排气冲程: 做功冲程结束后, 活塞由下向上运动, 这时进气门关闭, 排气门打开, 指示灯亮, 活塞将燃烧后的废气推出汽缸。
6. 改换柴油机模型, 重复步骤 2~5, 观察实验过程中柴油机模型的指示灯和活塞运动情况。
7. 实验结束, 整理器材。



## 实验说明

1. 本实验建议用时 20 分钟。
2. 可结合挂图或多媒体资料，边演示边讲解。
3. 在实验过程中，要让学生仔细观察每一个冲程内活塞和曲轴运动的方向，明确一个工作全过程内活塞往复运动两次，帮助学生理解内燃机的工作过程。



# 第2部分

九年级



第 2 部分  
九年级

第 2 部分  
九年级

## 1. 探究物质的质量与体积的关系 (学生实验)

### 实验目的

- 通过探究得出物质的质量与体积之间的关系。
- 经历猜想、设计方案、实验验证、分析数据、归纳结论过程，为建立密度的概念作准备，初步认识建立科学概念的思维方法。



### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.1 密度”第一课时的教学内容。本实验是建立密度概念的基础，密度是本章的核心概念之一，它是反映物质特性的物理量，也是学习本章后续内容（压强和浮力）的基础。

本实验的学习水平为B级，技能要求是：会用天平测物体的质量；会用量筒测液体、固体的体积；会记录数据、画 $m-V$ 图像。

本实验是探究性实验，重点突出的要素是“数据处理”“归纳结论”。在分组实验，收集、记录实验数据的基础上，教师引导学生通过绘制 $m-V$ 图像寻找物质的质量与体积的关系，建立密度的概念，同时体会用图像处理数据、归纳结论的方法的重要作用。



### 实验过程

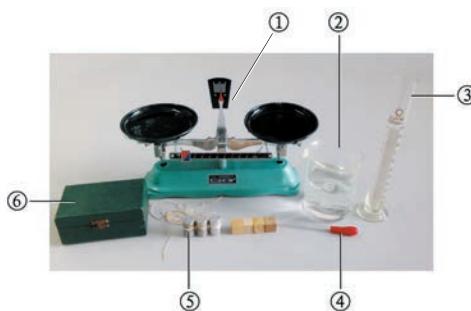
#### 【安全提示】

使用量筒时，防止物体滑落或脱落打破量筒。

#### 【实验器材】

天平，量筒，水，烧杯，滴管，细线，铝块，泡沫塑料块，木块，橡皮，玻璃弹子（或其他材料）等。

## 【实验装置】



①天平 ②烧杯 ③量筒  
④滴管 ⑤铝块 ⑥砝码盒

图 1-1

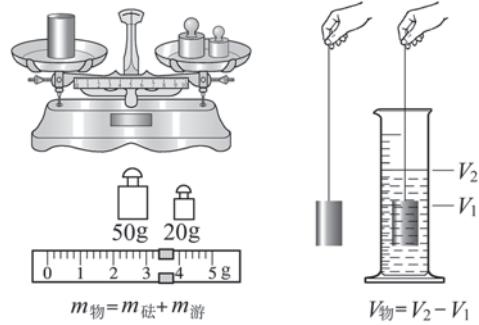


图 1-2

## 【实验步骤】

## • 提出问题

将体积相同的铝块和泡沫塑料分别放在天平的左、右盘内。请学生猜测哪一端会下沉？会观察到什么现象？这说明了什么？

将体积不同的两块泡沫塑料分别放在天平的左、右盘内。请学生猜测哪一端会下沉？会观察到什么现象？这说明了什么？

## • 猜想假设

体积相同的不同物质质量通常不同，体积不同的同种物质，体积大的质量也大，那么同种物质的质量和体积是否存在正比关系？

## • 实验探究

- 每组同学选取由同种物质组成的物体，如铝块（或橡皮、玻璃弹子等）。
- 将天平放在水平桌面上，调节天平平衡，测量并记录铝块的质量。
- 在量筒中倒入适量的水，记录水的体积  $V_1$ ；把系有细线的铝块慢慢放入量筒并浸没在水中，记录此时水和铝块的总体积  $V_2$ ，计算出铝块的体积  $V$ 。
- 改换不同质量的铝块，测出相应的体积。重复四次，将数据填入表一。

表一

实验次数	物质	质量 $m/10^{-3}$ 千克	水的体积 $V_1/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	水和铝块的总体积 $V_2/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	铝块的体积 $V/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>
1	铝块	11.1	20	24	4
2	铝块	13.5	40	45	5
3	铝块	17.6	40	46	6
4	铝块	19.7	20	27	7
5	铝块	25.6	40	49	9

5. 更换其他物质，重复步骤 2~4，并把实验数据填入表二中。

表二

实验次数	物质	质量 $m/10^{-3}$ 千克	水的体积 $V_1/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	水和玻璃弹子的总体积 $V_2/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	玻璃弹子的体积 $V/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>
1	玻璃弹子	5.5	20	22	2
2	玻璃弹子	10.5	25	29	4
3	玻璃弹子	16	30	36	6
4	玻璃弹子	21	30	38	8
5	玻璃弹子	27	30	40	10

6. 实验完毕，整理器材。

### • 数据处理

用横坐标表示体积  $V$ ，纵坐标表示质量  $m$ ，在  $m-V$  坐标系中分别标出表一、表二中的实验数据点，并用平滑的线将它们连接起来，如图 1-3 所示。

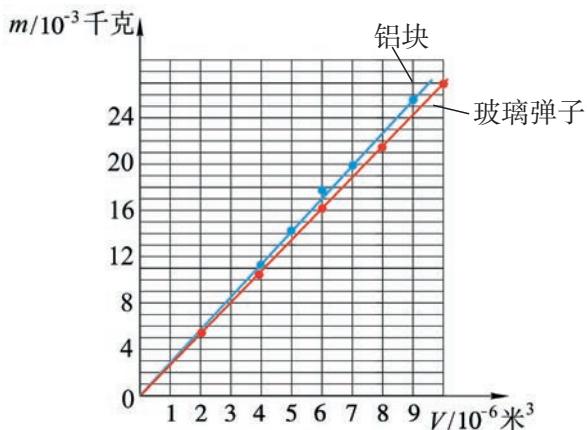


图 1-3

### • 分析归纳

分析比较各小组物质的质量与体积关系的  $m-V$  图线，它们有什么共同点和不同点？分别说明了什么？

### 【实验结论】

(1) 同种物质的质量与体积成正比，即质量与体积的比值是一个定值；不同物质的质量与体积的比值通常不同。

(2) 某种物质质量与体积的比值是一个定值，它反映了物质的某种特性。



### 实验说明

1. 本实验建议用时 1 课时。
2. 实验前要对体积与质量的测量技巧进行简单的练习，以保证本探究实验能顺利进行。
3. 实验时应多选择几种物质，且同种物质的物体体积大小不同。
4. 每组  $m-V$  图线的坐标分度要一致，便于分析比较不同物质的  $m-V$  图线的异同。



### 器材维护

器材名称	维护保养
天平	天平要避免放在太阳直射处或高温处，砝码要放入砝码盒并盖紧密闭，可减缓被腐蚀生锈，影响精度。
量筒	量筒使用过后要及时清洗干净，并放在通风处晾干后放入仪器柜中。

## 2. 测定物质的密度(学生实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.1 密度”第三课时学习活动卡 6.2b 的内容。本实验是密度概念的应用，也是初中阶段的重点实验之一。本实验可以提高学生设计实验方案的能力，也是学习压强和浮力等知识的能力基础。

本实验的学习水平为 C 级，技能要求是：会测量物体的质量和体积；会记录、处理实验数据。

本实验是测量性实验，重点突出的要素是“设计方案”。引导学生设计不同的实验方案测不同物质的密度，可以进一步认识密度是物质的一种特性。

- 能根据测量物体的种类设计不同的实验方案，会选择合适的实验器材，测定不同物质的密度。
- 讨论测固体或液体密度的不同方案，在交流比较各种方法中感受解决物理问题过程、方法的多样性。

#### 实验原理

密度公式： $\rho=m/V$ 。

#### 实验过程

##### 【安全提示】

金属块用细线系牢，慢慢放入量筒的水中，以防砸破量筒。

##### 【实验器材】

天平，量筒，水，烧杯，滴管，盐水，细线，蜡块，金属块等。

## 【实验装置】

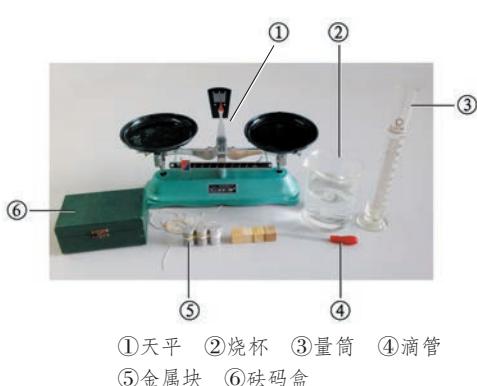


图 2-1

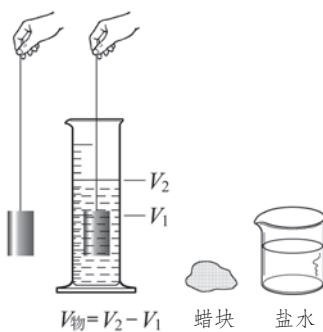
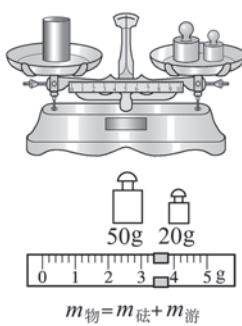


图 2-2

## 【实验步骤】

## • 问题提出

- 测定某物质的密度，必须先测出哪些物理量？
- 测定固体和液体密度所需的实验器材、实验步骤是否相同？

## • 实验方案

各小组同学分别就以下三种类型的物质设计测定密度的实验方法，写出实验方案。

- A 类物质是在水中会下沉的固体，如形状不规则的金属块；
- B 类物质是在水中不会下沉的固体，如蜡块；
- C 类物质是液体，如盐水。

## • 分组实验 I —— 测金属块的密度

- 将天平放在水平桌面上，调节天平平衡，测量并记录金属块的质量。
- 在量筒中倒入适量的水，记录水的体积  $V_1$ 。把系有细线的金属块慢慢放入量筒并浸没在水中，记录此时的总体积  $V_2$ ，计算出金属块的体积  $V$ 。
- 把金属块擦拭干净，重复步骤 1、2，再做两次实验，并把实验数据填入表一，计算出金属块的密度。
- 计算出金属块密度的平均值。

表一

实验次数	金属块的质量 $m$ $/10^{-3}$ 千克	水的体积 $V_1$ $/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	总体积 $V_2$ $/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	金属块的体积 $V$ $/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	金属块的密度 $\rho$ $(10^3$ 千克/米 <sup>3</sup> )	金属块密度的平均值 $\rho$ $(10^3$ 千克/米 <sup>3</sup> )
1	89.0	40	50	10	8.9	8.7
2	89.5	40	50	10	9.0	
3	89.5	40	51	11	8.1	

## • 分组实验 II —— 测蜡块的密度

- 将天平放在水平桌面上，调节天平平衡，先估测蜡块的质量，再称出质量并记录。
- 在量筒中倒入适量的水，用细线拴着金属块浸没在量筒的水中，记录水和金属块的体积  $V_1$ ；再把蜡块和金属块拴在一起，慢慢放入量筒并浸没在水中，记录此时的总体积  $V_2$ 。
- 把蜡块擦拭干净，重复步骤 1、2，再做两次实验，把实验数据填入表二中，并计算出蜡块的密度。
- 计算出蜡块密度的平均值。

表二

实验次数	蜡块的质量 $m$ $/10^{-3}$ 千克	水和金属块的体积 $V_1$ $/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	总体积 $V_2$ $/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	蜡块的体积 $V$ $/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	蜡块的密度 $\rho$ $(10^3$ 千克/米 <sup>3</sup> )	蜡块密度的平均值 $\rho$ $(10^3$ 千克/米 <sup>3</sup> )
1	16	50	68	18	0.89	0.87
2	16	60	79	19	0.84	
3	16	70	88	18	0.89	

## • 分组实验 III —— 测盐水的密度

- 将天平放在水平桌面上，调节天平平衡，估测烧杯和盐水的总质量，称出总质量  $m_1$  并记录。
- 在量筒中倒入适量的盐水，读出盐水的体积  $V$ ，再称出烧杯和盐水的总质量  $m_2$  并记录。
- 重复步骤 1、2，再做两次实验，把实验数据填入表三中，并计算出盐水的密度。
- 计算出盐水密度的平均值。

表三

实验次数	质量 $m_1/10^{-3}$ 千克	质量 $m_2/10^{-3}$ 千克	盐水的质量 $m/10^{-3}$ 千克	盐水的体积 $V/10^{-6}$ 米 <sup>3</sup>	盐水的密度 $\rho/(10^3 \text{千克}/\text{米}^3)$	盐水密度的平均值 $\rho/(10^3 \text{千克}/\text{米}^3)$
1	134	123	11	10	1.10	1.14
2	123	100	23	20	1.15	
3	100	65	35	30	1.17	

实验完毕，整理器材。

### • 交流讨论

- 上述三种实验方案的共同点、不同点分别是什么？
- 完成实验报告。

### • 实验结论

测得不同物质的密度不同，测定方法不完全相同，所测金属块的密度接近铜的密度，蜡块的密度小于水的密度，盐水的密度略大于水的密度。



#### 实验说明

- 本实验建议用时 1 课时。
- 实验前要准备不同的待测物体：密度大于和小于水的固体，配制好待测液体。
- 测量金属块的体积时，金属块要完全浸没在水中。



#### 器材维护

器材名称	维护保养
金属块	实验结束后用抹布将水擦拭干净，尤其是铁块容易生锈，会影响以后的实验效果。

### 3. 认识压力的作用效果(随堂实验)

#### 实验目的

##### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.2 压强”第一课时的教学内容。本实验先引导学生用铅笔感受压力的作用效果，再用压力压强演示器定性研究压力产生的作用效果与哪些因素有关。本实验是“压强”概念建立过程的基础性实验，实验效果将直接影响学生对压强概念的理解。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验是在压力概念的基础上，进一步研究压力的作用效果与哪些因素有关，为初步建立压强的概念奠定基础。

1. 用压力压强演示器研究压力产生的作用效果。知道压力的作用效果与压力大小和受力面积大小有关。
2. 经历压强概念的建立过程，认识控制变量的科学方法。

##### 实验过程

##### 【安全提示】

铅笔不宜削得太尖，防止戳破手指。小桌的下端较尖，也要防止戳伤。

##### 【实验器材】

铅笔，直尺，压力压强演示器(小桌、细沙、玻璃槽)，大砝码。

##### 【实验装置】

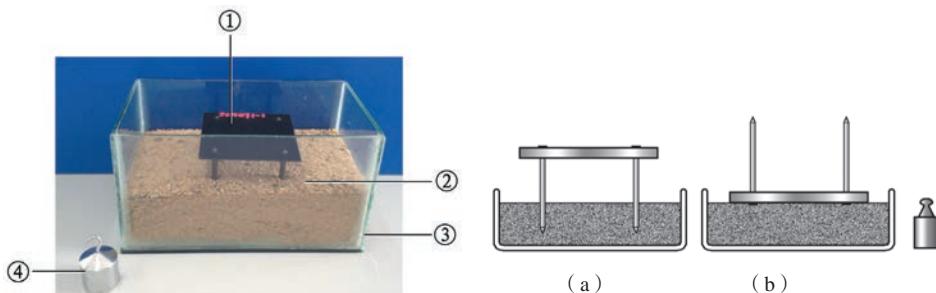


图 3-1

图 3-2

**【实验步骤】**

1. 学生把铅笔放在大拇指和食指之间，分别轻压和重压铅笔，观察大拇指和食指的形变程度，描述大拇指和食指的感受。思考：铅笔对手指压力的作用效果与什么有关？
2. 在玻璃槽中装入细沙，用直尺轻轻刮平。将小桌正放在沙面上，如图3-2 (a)所示，观察和描述沙面下陷的深度。在小桌上面放上大砝码，观察和描述沙面下陷的深度。
3. 再用直尺将沙子轻轻刮平，将小桌的桌面朝下轻轻放在沙面上，如图3-2 (b)所示，观察和描述沙面下陷的程度。在小桌上面放上大砝码，观察和描述沙面下陷的深度。

**【实验结论】**

压力相同时，受力面积越小，压力产生的形变效果越明显；受力面积相同时，压力越大，压力产生的形变效果越明显。

**实验说明**

1. 本实验建议用时 15 分钟。
2. 在步骤 2、3 中，大砝码必须轻轻放在小桌的中央。若没有大砝码，也可以用几个钩码或重物代替。
3. 实验前要将沙子彻底翻松，沙子若用筛子筛过实验效果会更佳。沙子也可用厚的海绵块代替。

## 4. 演示液体对器壁的压强(演示实验)

### 实验目的



#### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.3 液体内部的压强”第一课时的教学内容。本实验是在学习了固体压强的概念后，分析归纳液体对器壁压强大小和方向的特点，也是后续研究液体内部压强规律的基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验通过用橡皮膜显示压力效果的实验方法，初步了解液体对容器的底部和侧壁都有压强。

知道液体对容器底部有压强，知道液体对容器侧壁也有压强。知道液体对容器壁的压强随深度的增加而增加。



#### 实验原理

液体由于受到重力作用且具有流动性，对容器的底部和侧壁都会产生压强。

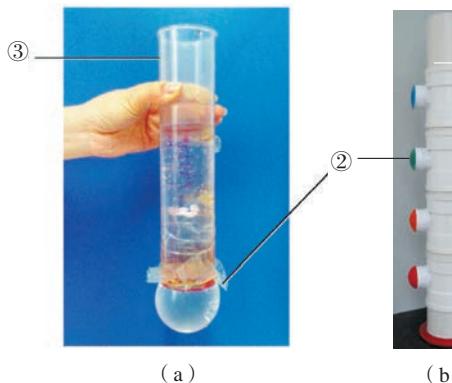


#### 实验过程

##### 【实验器材】

薄橡皮膜，细线，水槽，水，酒精，盐水，液体对器壁压强演示器，两端开口的玻璃管。

## 【实验装置】



①液体对器壁压强演示器 ②橡皮膜  
③两端开口的玻璃管

图 4-1

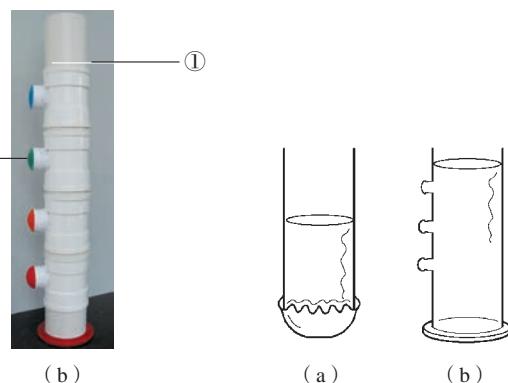


图 4-2

## 【实验步骤】

- 如图 4-1(a)所示, 将玻璃管一端蒙上橡皮膜, 再将适量的水缓慢倒入玻璃管内, 观察容器底部的橡皮膜变化情况, 分析其原因。再加入一些水, 观察容器底部的橡皮膜变化情况, 分析其原因。
- 换用其他液体(如盐水、酒精), 重复步骤 1, 观察现象, 分析其原因。分析归纳得出液体对容器底部压强的特点。
- 如图 4-1(b)所示, 将适量的水缓慢倒入液体对器壁压强演示器, 观察容器侧壁不同深度的三个孔橡皮膜变化情况, 分析其原因。再加入一些水, 观察橡皮膜的变化情况, 分析其原因。
- 换用其他液体(如盐水、酒精), 重复步骤 3, 观察现象, 分析其原因。分析归纳得出液体对容器侧壁压强的特点。

## 【实验结论】

液体对容器底部和侧壁都有压强, 且随深度增大而增大。


**实验说明**

为了使实验现象更明显, 可在水、酒精或盐水中滴入几滴红墨水或蓝墨水。


**器材维护**

器材名称	维护保养
液体对器壁压强演示器	实验完成后, 将橡皮膜及时取下, 防止橡皮膜老化后粘在玻璃上, 并将器材清洗干净。

## 5. 探究液体内部压强与哪些因素有关(学生实验)

### 实验目的

- 通过实验探究得出液体内部压强与深度和密度的关系。
- 经历猜想、设计方案、实验验证、分析归纳的过程，认识科学猜想、观察实验、控制变量等方法。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.3 液体内部的压强”第二课时的教学内容，是得出液体内部压强规律的基础性实验。液体内部压强的规律是本章的重要规律之一，是学习本章内容（连通器和阿基米德原理等）的知识基础。液体内部压强涉及两个物理量，因此，控制变量法的正确运用是设计实验方案的基础。

本实验的学习水平为B级，技能要求是：会正确使用U形管压强计测量液体内部的压强。

本实验重点突出的要素是“提出猜想”和“验证猜想”。通过演示实验引导学生根据实验现象提出猜想、分组设计方案、实验验证、定性归纳得出结论。



### 实验原理

压强定义式： $p=F/S$ 。



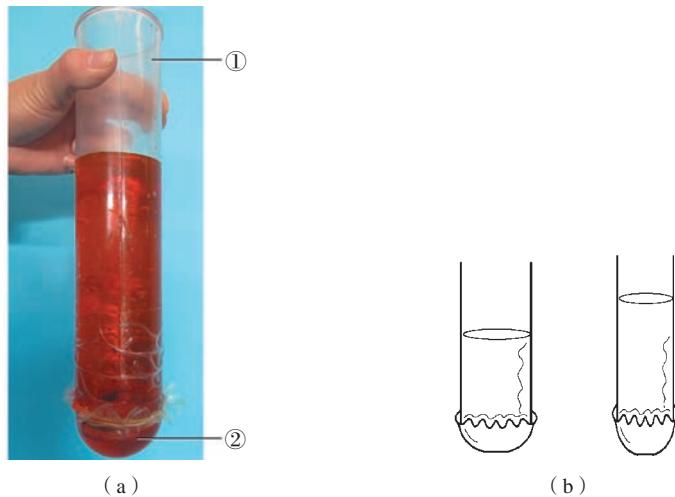
### 实验过程

方案一：

#### 【实验器材】

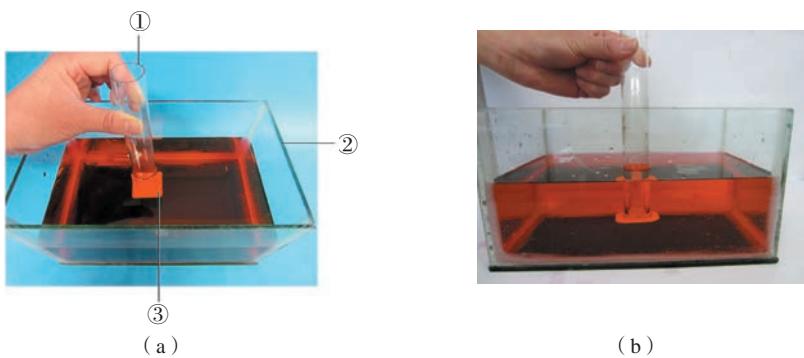
两端开口的玻璃管两根（一粗、一细），橡皮膜，水槽，塑料片，烧杯，水（盐水或酒精）。

## 【实验装置】



①两端开口的玻璃管 ②橡皮膜

图 5-1



①两端开口的玻璃管 ②水槽 ③塑料片

图 5-2

## 【实验步骤】

## • 提出猜想

将粗细不同、两端开口的玻璃管一端都用橡皮膜封闭，并用橡皮筋扎牢。将玻璃管封口向下竖直放置。

如果从上端开口处分别向两根玻璃管中注入相同质量的水，猜想一下，两根玻璃管封口处的橡皮膜形变是否相同？你猜想的理由是什么？

## • 实验探究

1. 从上端开口处向细玻璃管中注入一定质量的水，观察管中水面升高时玻璃管下端橡皮膜的形状的变化情况。
  2. 从上端开口处向粗、细玻璃管中分别注入相同质量的水，观察管中水

面升高时玻璃管下端橡皮膜的形状的变化情况。

3. 比较粗、细两管内注入质量相同的水时底部橡皮膜的形状变化，并用简图表示两根玻璃管底部橡皮膜的形状和水柱高度的关系。
4. 换用其他液体重复步骤1~3。
5. 思考讨论：液体对底部橡皮膜产生的压强与哪些因素有关？
6. 如图5-2(a)所示，用一块比管口稍大的薄塑料片堵在玻璃管的下端，用手托住塑料片后将玻璃管缓慢竖直插入水槽中。放手后，观察塑料片是否会掉落？为什么？
7. 顺着管壁从上端开口处向管内注入有色水，观察水注入到什么高度时塑料片刚好脱离管口下落。记录管内外水面的位置，此时塑料片所受液体内部向上和向下的压强是否相等？
8. 用 $G$ 表示管内水柱所受的重力，用 $h$ 表示塑料片在水下的深度，用 $S$ 表示管口的横截面积，用 $\rho$ 表示水的密度，根据压强公式 $p=F/S$ 推导液体内部压强的公式。
9. 换用其他液体注入管内，重复步骤6~8。

### 【实验结论】

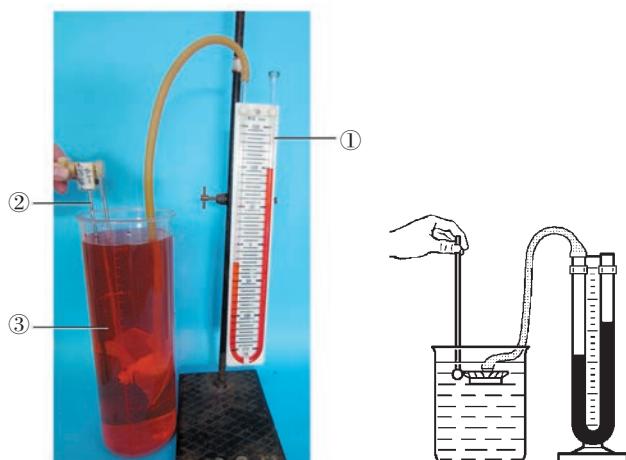
- (1) 同种液体，液体内部压强的大小与深度有关，深度越大，压强越大。
- (2) 不同液体，同一深度，液体内部压强的大小与液体密度有关，液体密度越大，压强越大。
- (3) 液体内部压强与液体密度和深度的关系是： $p=\rho gh$ 。

### 方案二：

### 【实验器材】

液体内部压强实验器，U形管压强计，两端开口的玻璃管，橡皮膜，水，盐水，酒精等。

### 【实验装置】



① U形管压强计 ②液体内部压强实验器 ③水

图5-3

图5-4

**【实验步骤】****• 提出问题**

将两端开口的玻璃管一端用橡皮膜封闭，然后将玻璃管缓慢竖直插入水槽中(绑有橡皮膜的一端朝下)。观察橡皮膜的形变情况，思考其中的原因。

**• 猜想假设**

液体内部的压强与什么因素有关？

**• 实验探究**

1. 观察 U 形管压强计，了解它的构造。不按压金属盒上的橡皮膜，两边管中的液面相平。用手指分别轻压、重压橡皮膜，观察 U 形管两边液面高度差与橡皮膜所受压强大小的关系。

2. 将 U 形管压强计金属盒放入水中，观察 U 形管两边液面高度差的变化情况。

3. 保持金属盒的朝向不变，改变金属盒在水中的深度，观察实验现象并把相应的数据填入表一中。

4. 换用其他液体如酒精，重复步骤 2、3，将观察到的实验现象和相应的数据填入表一中。

表一

实验次数	液体	水中深度 / 厘米	金属盒朝向	液面高度差
1	水	5	向下	7 格
2		10	向下	13 格
3		18	向下	21 格
4	酒精	5	向下	5 格
5		10	向下	10 格
6		18	向下	17 格

5. 将金属盒放入水中同一深度处，改变金属盒的朝向，观察 U 形管两边液面高度差的变化情况。观察实验现象，并把相应的数据填入表二中。

6. 换用其他液体如酒精，重复步骤 5，将观察到的实验现象和相关的实验数据填入表二中。

表二

实验次数	液体	水中深度 / 厘米	金属盒朝向	液面高度差
1	水	15	向下	19 格
2		15	向上	19 格
3		15	向前	19 格
4		15	向后	19 格
5	酒精	15	向下	15 格
6		15	向上	15 格
7		15	向前	15 格
8		15	向后	15 格

7. 将金属盒分别放入三种液体(水、盐水、酒精)中同一深度处, 观察 U 形管两边液面高度差的变化情况, 并把相应的数据填入表三中。

表三

实验次数	液体	液体深度 / 厘米	液面高度差 / 厘米
1	盐水	15	13
2	水	15	12
3	酒精	15	10

8. 实验结束, 整理实验器材。

### • 分析归纳

分析表一中的实验数据, 归纳液体内部压强的大小与深度有什么关系?

分析表二中的实验数据, 归纳液体内部压强的大小与方向有什么关系?

分析表三中的实验数据, 归纳液体内部压强的大小与液体密度有什么关系?

### 【实验结论】

(1) 同种液体, 液体内部压强的大小与深度有关, 深度越大, 压强越大。

(2) 同种液体, 同一深度处, 液体内部向各个方向的压强大小相等。

(3) 不同液体, 同一深度处, 液体内部压强的大小与液体密度有关, 液体密度越大, 压强越大。

 实验说明

1. 本实验建议用时 1 课时。
2. 实验时要对 U 形管压强计的使用进行简单练习，以保证实验顺利进行。
3. 实验时选择不同液体时，液体密度差异越大，实验效果越好。若选择盐水，建议使用饱和浓盐水。

 器材维护

器材名称	维护保养
U 形管压强计	U 形管压强计的橡皮管和橡皮膜要避免放在太阳直射处或高温处。使用结束后 U 形管要将其中的红色液体全部倒出来，清洗干净，并放在通风处晾干，放入仪器柜中。若长期不用，可将 U 形管中的橡皮管取下，以免橡皮管老化。
盛水容器、烧杯、玻璃管	盛水容器、烧杯、玻璃管使用后要及时清洗干净，并在通风处晾干后放入仪器柜中。

## 6. 验证阿基米德原理(学生实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.4 阿基米德原理”第二课时的教学内容，是在学习阿基米德原理后，利用弹簧测力计、量筒等器材对它进行验证的实验。阿基米德原理是本章的重点知识之一，是密度、压强和液体内部压强等力学知识的综合应用。

本实验的学习水平为B级，技能要求是：会用弹簧测力计测量浸在液体中的物体所受的浮力，会用量筒测量物体排开液体的体积。

本实验重点突出的要素是“制定计划”和“表达与交流”。根据阿基米德原理确定要测量的两个物理量，设计实验数据记录表格，并通过计算验证阿基米德原理，交流实验结论。

- 通过实验定量研究浸在液体中的物体所受的浮力与它排开液体所受重力大小之间的关系。
- 经历验证阿基米德原理的实验过程，认识和运用科学猜想、观察实验、控制变量法的作用。



#### 实验原理

阿基米德原理： $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$ 。



#### 实验过程

#### 【安全提示】

使用量筒测量排开液体的体积时，防止金属块掉落打破量筒。

#### 【实验器材】

弹簧测力计，量筒，水，烧杯，滴管，细线，金属块等。

## 【实验装置】



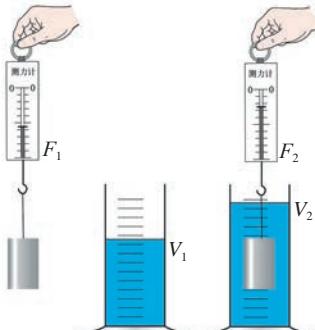
(a)



(b)

①弹簧测力计 ②量筒 ③金属块

图 6-1



$$F_{\text{浮}} = F_1 - F_2, \quad V_{\text{排}} = V_2 - V_1$$

图 6-2

## 【实验步骤】

## • 提出问题

如何测量浸在液体中的物体受到的浮力大小? 如何测量物体排开液体的体积?

## • 实验验证

- 根据阿基米德原理, 确定需要测量的物理量, 设计数据记录表。
- 在弹簧测力计下端用细线悬挂一块金属块, 读出测力计的示数  $F_1$  (即金属块所受的重力  $G$ ), 填入表一中。
- 在量筒中盛适量的水, 记下水面的示数  $V_1$ , 并填入表一中。
- 将金属块完全浸没在量筒的水中, 读出此时量筒中水面的示数  $V_2$  和弹簧测力计的示数  $F_2$ , 填入表一中。

表一 (被排开液体: 水)

实验次数	测力计的示数 $F_1/\text{牛}$	水的体积 $V_1/10^{-6}\text{米}^3$	金属块浸没后测力计的示数 $F_2/\text{牛}$	金属块浸没后水的体积 $V_2/10^{-6}\text{米}^3$	金属块所受的浮力 /牛	金属块排开液体的重力 /牛
1	0.60	100	0.40	120	0.20	0.196
2	1.20	100	0.80	140	0.40	0.392

- 换用另一金属块, 重复步骤 2~4。

6. 对表一中的实验数据进行分析,计算金属块所受的浮力与金属块排开的水所受的重力。

7. 换用其他液体(盐水或酒精),重复步骤2~6的实验操作,并把实验数据填入表二中。

表二(被排开液体:酒精)

实验次数	测力计的示数 $F_1/\text{牛}$	酒精的体积 $V_1/10^{-6}\text{米}^3$	金属块浸没后 测力计的示数 $F_2/\text{牛}$	金属块浸没后 酒精的体积 $V_2/10^{-6}\text{米}^3$	金属块所受的浮力 /牛	金属块排开 酒精的重力 /牛
1	0.60	60	0.45	80	0.15	0.16
2	1.20	80	0.90	120	0.30	0.304

8. 实验结束,整理器材。

### • 思考讨论

1. 同一物体浸在同种液体中,物体所受浮力的大小与排开液体的体积有什么关系?

2. 同一物体浸没在不同液体中,排开液体的体积相同,物体所受浮力的大小与液体的密度有什么关系?

### 【实验结论】

浸在液体中的物体,所受浮力的大小等于物体排开液体所受的重力。



### 实验说明

1. 本实验建议用时1课时。
2. 实验建议用水、酒精、盐水等几种液体,多做一些实验,以验证阿基米德原理。



### 进一步探究

用密度小于水的物体验证阿基米德原理。

1. 将一个小木块悬挂在弹簧测力计下端,读出测力计的示数 $F_1$ (等于木块所受重力 $G$ )。

2. 将木块缓慢浸入量筒的水中，仔细观察木块逐渐浸入水的过程中弹簧测力计的示数变化。
3. 当弹簧测力计示数为零时，观察木块所处状态和量筒中的水位变化。
4. 画出木块的受力示意图，比较木块的重力和它排开的水的重力之间的大小关系。
5. 换用其他液体重复上述实验。

## \*7. 探究物体的浮沉条件及应用(随堂实验)

## 实验目的

## 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.4 阿基米德原理”第四课时的教学内容。物体的浮沉条件及应用属于拓展性知识，浮沉条件是在阿基米德原理的基础上，通过分析浸在液体中物体的受力情况与运动状态得出来的，是力学知识的综合运用。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验可以帮助学生进一步理解阿基米德原理，感受物体的浮沉条件在生活、生产中的应用。

1. 理解物体的浮沉条件。
2. 进一步理解阿基米德原理，感受物体的浮沉条件在生活、生产中的应用，激发学习兴趣。



## 实验过程

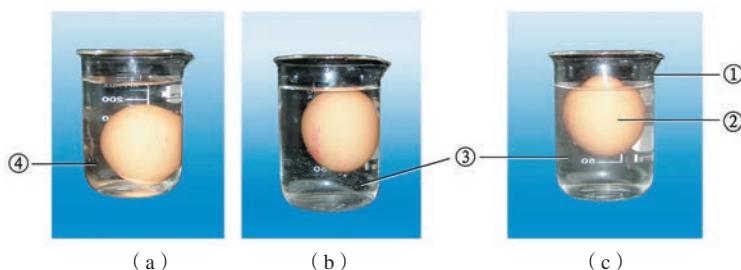
## 【安全提示】

使用玻璃棒在烧杯中搅拌液体时，避免打破烧杯。

## 【实验器材】

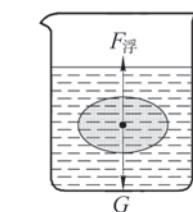
鸡蛋，烧杯，水，食盐，玻璃棒，潜水艇浮沉演示器，盛水容器。

## 【实验装置】



①烧杯 ②鸡蛋 ③盐水 ④水

图 7-1



$F_{\text{浮}} < G$  时，物体下沉  
 $F_{\text{浮}} = G$  时，物体悬浮  
 $F_{\text{浮}} > G$  时，物体上浮

图 7-2



①针筒 ②大容器 ③水  
④潜水艇演示器 ⑤橡皮管

图 7-3



图 7-4

## 【实验步骤】

### 实验一：探究物体的浮沉条件

1. 如图 7-1(a) 所示, 将一只鸡蛋轻轻放入盛有大半杯温水的烧杯中, 观察到鸡蛋在水中下沉。分析鸡蛋的受力情况, 画出鸡蛋在下沉过程中的受力示意图。

2. 在烧杯中逐渐加入一定量食盐, 并用玻璃棒不断搅拌, 观察到鸡蛋从杯底浮起并悬浮在盐水中, 如图 7-1(b) 所示。此时, 鸡蛋的受力情况又如何? 画出鸡蛋悬浮时的受力示意图。

3. 将鸡蛋取出, 在烧杯中继续加入食盐并搅拌。再将鸡蛋按压到烧杯底部, 观察到鸡蛋上浮并最终漂浮在液面上, 如图 7-1(c) 所示。分别画出鸡蛋在上浮过程中、漂浮时的受力示意图。

4. 交流讨论: 在上述过程中鸡蛋所受的哪个力不变, 哪个力会变化? 为什么会变化?

5. 实验结论: 鸡蛋浸没在水中时, 所受重力大小不变, 通过改变排开液体的重力可以实现上浮和下沉。

### 实验二：物体浮沉条件的应用

1. 如图 7-3 所示, 将潜水艇浮沉演示器放入盛水容器中, 潜水艇下沉至容器底部。分析潜水艇的受力情况, 画出潜水艇下沉过程中的受力示意图。

2. 推动与潜水艇相连的活塞至适当位置, 潜水艇内一部分水被排出, 潜水艇悬浮。分析潜水艇的受力情况, 画出潜水艇悬浮时的受力示意图。

3. 继续推动与潜水艇相连的活塞, 潜水艇内又有一部分水被排出, 潜水艇上浮并最终漂浮。分别画出潜水艇在上浮过程中、漂浮时的受力示意图。

4. 将活塞移至初始位置, 水进入潜水艇内, 潜水艇下沉至容器底部。

5. 交流讨论: 潜水艇在水面下时, 潜水艇所受的哪个力不变? 哪个力可

以改变？为什么？

6. 实验结论：潜水艇在水面下时，所受浮力保持不变，它通过改变自身重力来实现上浮和下潜。



### 实验说明

1. 在用鸡蛋探究浮沉条件实验中，用温水效果好，食盐溶解会快些。所用的盛水容器应大一些，水量多一些，这样能明显看到鸡蛋上浮和下沉的过程。
2. 推动与潜水艇相连的活塞至合适位置使潜水艇悬浮，教师课前准备时要反复练习，可以在活塞的合适位置用笔做个记号，以缩短课堂上调试的时间，增强演示效果。

**实验目的**

显示密闭液体传递压强的特点。

**\*8. 用帕斯卡球演示液体对压强的传递  
(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.5 液体对压强的传递”的教学内容，属于拓展性知识。本实验是在学习了液体内部各个方向存在压强之后，利用帕斯卡球演示加在密闭液体上压强的传递规律的实验。帕斯卡定律是液压传动的原理，也是托里拆利实验测定大气压强值的知识铺垫。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

帕斯卡定律在日常生活、生产中有着广泛应用，如汽车刹车、千斤顶、万吨液压机等。本实验可以帮助学生理解帕斯卡定律的内涵，激发学生的学习兴趣。

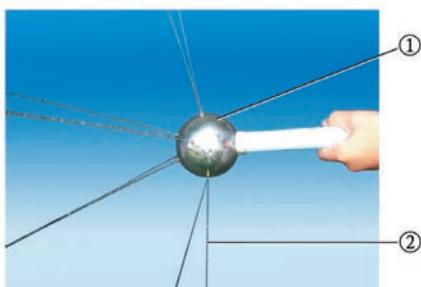
**实验原理**

帕斯卡定律：加在密闭液体上的压强，能够大小不变地由液体向各个方向传递。

**实验过程****【实验器材】**

保鲜袋，水，帕斯卡球，水槽。

### 【实验装置】



①帕斯卡球 ②射出的水柱

图 8-1



当用力向下压活塞时，活塞对液体所产生的压强能通过密闭液体向各个方向传递。

图 8-2

### 【实验步骤】

1. 取一只保鲜袋，平放在桌面上，用针均匀地扎一些小孔，盛满水后用细绳将袋口扎紧。提起后会看到水从小孔中渗出，靠近底部的小孔水渗出多些。用力捏塑料袋，会看到什么现象？水从各个小孔中喷出。这说明加在密闭上液体的压强可以向各个方向传递。
2. 旋下帕斯卡球，把圆筒浸入水槽的水中，将活塞拉到最上端，水进入圆筒中；然后把帕斯卡球也放入水中，水进入球中，最后在水里将球旋到圆筒上。
3. 将帕斯卡球从水中取出，一只手握圆筒，另一只手握连杆，用力推活塞，可以看到水从帕斯卡球中喷出，而且各个方向喷出的水流大小基本相同，如图 8-1 所示。

### 【实验结论】

加在密闭液体上的压强可以大小不变地由液体向各个方向传递。



1. 用保鲜袋装水时，尽量不要残留气体。

2. 应将帕斯卡球在水槽中灌满水，否则帕斯卡球中的水会从球上小孔中流出。

**实验目的**

1. 知道大气压强的存在，且数值是很大的。

2. 感悟自然的神奇，懂得自然规律是可以认识的，激发学生的学习兴趣。

## 9. 用马德堡半球演示大气压强的存在 (演示实验)

**实验地位与作用**

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.6 大气压强”第一课时的教学内容。本实验是在压强、液体内部压强规律等知识的基础上，证明大气压强存在的演示实验。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

在该实验后可将大气层与液体作类比，进行简单的分析，帮助学生理解大气压强的存在以及大小和方向的特点。

**实验原理**

马德堡半球密封后向外抽气，球内压强减小，当  $p_{\text{球内}} < p_{\text{球外}}$  时，半球内外的压强差使得两个半球紧压在一起。

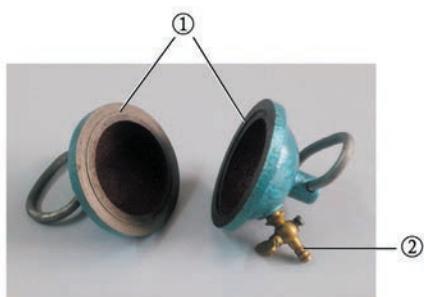
**实验过程****【安全提示】**

防止实验中半球被突然拉开时人摔倒。

**【实验器材】**

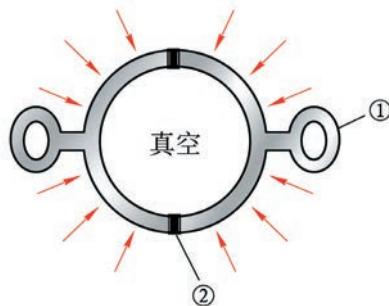
马德堡半球演示器，真空泵，220 伏电源，凡士林。

### 【实验装置】



①马德堡半球 ②抽气阀门

图 9-1



①拉手 ②空气密封垫

图 9-2

### 【实验步骤】

1. 将马德堡半球放在水平桌面上，用凡士林均匀地抹在两个半球的结合处。然后将两个半球扣在一起紧密结合，用两手按住两个半球压紧并向相反方向旋转，使凡士林能够均匀地将接口密封。
2. 打开抽气阀门，将真空泵的橡皮管紧密地接在阀门口上，接通电源后抽气1~2分钟。然后先将抽气阀门关闭，再断开真空泵的电源，拔掉抽气用的橡皮管。
3. 让两位学生双手拉住拉环，对拉半球；若拉不开，增加学生人数，直至半球被拉开。
4. 重复步骤1、2，让两位学生双手拉住拉环，对拉半球，半球拉不开。然后打开抽气阀门，老师轻轻一拉就将半球分开。
5. 引导学生分析实验现象，并介绍历史上的马德堡半球实验，让学生归纳出结论。

### 【实验结论】

马德堡半球实验证明了大气压强的存在，且数值是非常大的。



1. 在两个半球结合处抹凡士林时，要将凡士林抹得厚一些。
2. 学生在对拉半球时，身后应安排保护人，以防学生摔伤。

 实验改进与创新

### 1. 简易马德堡半球实验

本演示实验也可改为体验性小实验，作为随堂实验。

如图 9-3 所示，将两只家用小吸盘对扣在一起，从两侧挤压吸盘使内部空气排出，当两吸盘紧贴在一起后，分别向相反方向拉吸盘，感受拉开吸盘所用力的大小。再让两吸盘紧贴在一起后，用牙签插入两小吸盘对扣处，感受拉开吸盘所用的力明显减小。

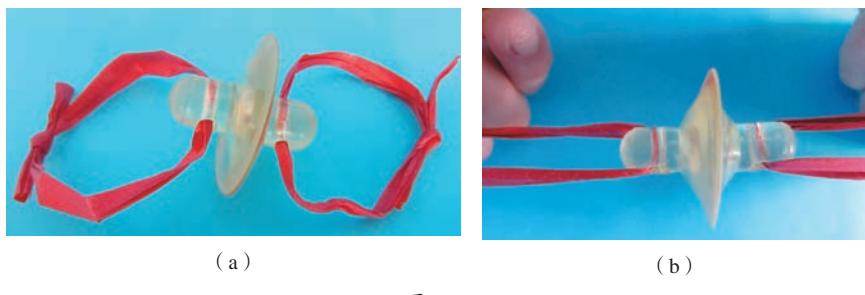
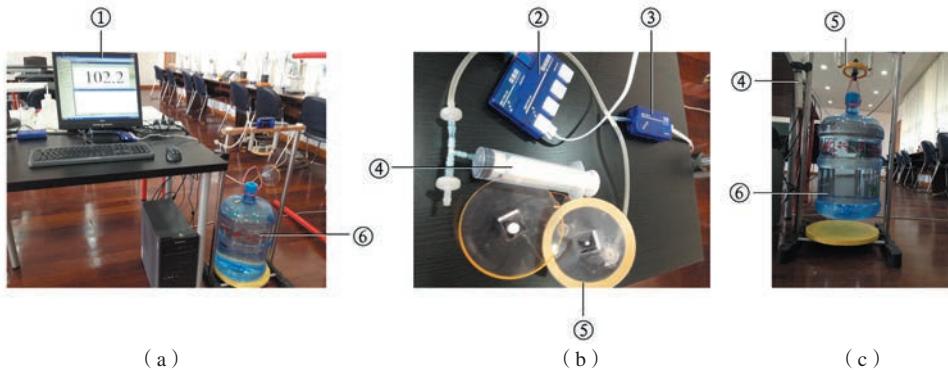


图 9-3

### 2. 用 DIS 演示马德堡半球悬挂大水桶实验

如图 9-4 所示，用密封塑料管将针筒、压强传感器、马德堡半球连接起来，再将压强传感器与数据采集器连接并接到计算机上。实验时将马德堡半球合在一起，手拉针筒向外抽气，马德堡半球内气压减小，两个半球紧紧地压在一起，在半球下面可悬挂约 200 牛的大水桶。



①计算机屏幕 ②数据采集器 ③压强传感器 ④针筒 ⑤马德堡半球 ⑥水桶

图 9-4

## 10. 用模型演示离心式水泵的工作原理 (演示实验)

### 实验目的

知道离心式水泵的工作原理，感悟大气压强知识与工程技术的紧密联系。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.6 大气压强”第三课时的教学内容。本实验可以帮助学生理解低压区的产生和如何利用低压区与大气压之间的压强差将水提升到一定高度。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

本实验是大气压强在生产技术上广泛应用的一个典型实例，可以让学生感悟物理学与工程技术的密切联系。

### 实验原理

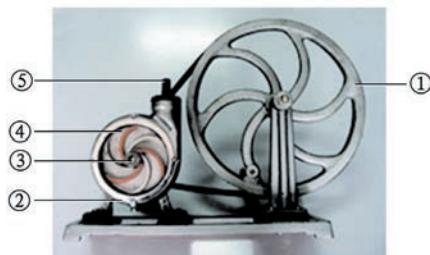
低压(或负压)区形成后，内外的压强差将水压上去。

### 实验过程

#### 【实验器材】

离心式水泵，烧杯，水槽，水。

## 【实验装置】



①手摇轮 ②泵壳 ③进水口  
④叶轮 ⑤出水口

图 10-1

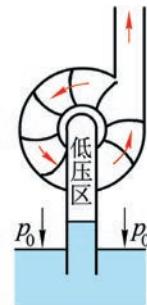


图 10-2

## 【实验步骤】

1. 把离心式水泵放在水平桌面上，将橡皮管分别连接在出水口和进水口上，并把进水口橡皮管浸没在盛水水槽中，将出水口橡皮管放进另一个空水槽中。快速摇动手柄，观察到叶轮转动，但出水口橡皮管并没有水流出。
2. 然后将泵壳内灌满水，再次摇动手柄，使叶轮快速转动，观察到出水口橡皮管有水持续不断地流出。
3. 引导学生分析实验现象。

(1) 泵壳内没有水时，摇动手摇轮，泵壳内外气压相等，进水口处的阀门不会向上打开，进水口橡皮管里没有水进入。

(2) 如图 10-2 所示，往泵壳里灌满水，叶轮带动泵壳内的水高速旋转，将水向外甩出。水被甩出后，叶轮附近(泵壳内)的压强减小，在转轴附近就形成了一个低压区。外面的水就在大气压强的作用下，冲开底阀从进水口橡皮管进入泵内。



## 实验说明

1. 实验前要检查皮带与轮子是否结合紧密。若较松，则适当调整长度；若皮带打滑影响转速，则在皮带和轮子上打些皮带蜡。
2. 摆动手摇轮时注意转动方向，若方向转反，泵壳内的水很难被甩出，不能形成低压区，水泵无法抽水。

## 11. 模拟人体腹式呼吸过程(演示实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.6 大气压强”第三课时的教学内容。本实验模拟人体腹式呼吸的过程，是在学习了离心式水泵的工作原理基础上，知道低压区、高压区的形成原因，低压区（或高压区）与大气压之间压强差的作用，从而解释人体腹式呼吸过程的工作原理。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

本实验通过模型法将复杂的生命现象简单化、直观化，让学生感悟物理学与生命科学的密切联系。

1. 观察人体腹式呼吸过程简单模型的工作过程，知道它的工作原理。
2. 认识实验模型可以形象、直观、科学地模拟物理过程。



#### 实验原理

密封气体在质量、温度不变时，体积变大，气体压强减小；体积变小，气体压强增大。



#### 实验过程

#### 【实验器材】

玻璃钟罩（或大可乐瓶），Y形细玻璃管，橡皮塞，小气球，细线，塑料盘。

## 【实验装置】

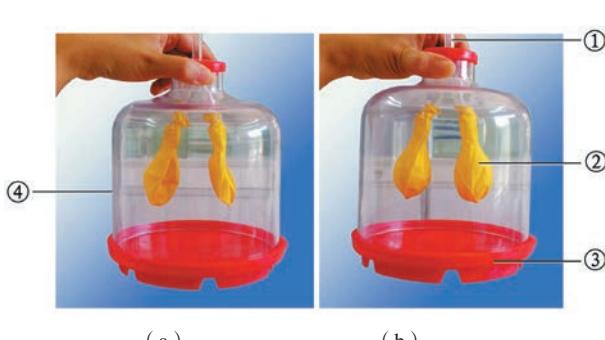
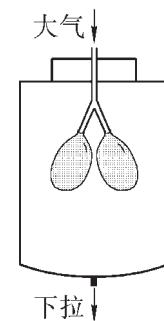


图 11-1



下拉塑料盘，钟罩内气压减小，  
气球因内外压强差变大而膨胀。

图 11-2

## 【实验步骤】

1. 将 Y 形细玻璃管插入塑料盖中，在细玻璃管末端系两只小气球，盖紧玻璃钟罩，钟罩底盖上塑料盘，构成人体腹式呼吸过程的简单模型，如图 11-1 所示。
2. 观察器材，玻璃罩相当于胸腔，细玻璃管相当于气管，气球相当于肺，塑料盘相当于体内腹部上方的横膈膜。
3. 如图 11-2 所示，左手捏住罩上端，右手将塑料盘用力向下拉，观察气球大小的变化情况。引导学生解释产生这一现象的原因。
4. 指导学生用手按住自己腹部的上方，体会一下腹式吸气时横膈膜向下运动时空气进入肺中。引导学生讨论：吸气时胸腔扩大，内部压强减小，肺内为大气压，且大于胸腔内部压强，肺部扩张，人体吸气。
5. 右手按住塑料盘向上压，观察气球大小的变化情况，引导学生解释产生这一现象的原因。
6. 指导学生用手按住自己腹部的上方，体会一下腹式呼气时横膈膜向上运动时，空气从肺中排出。引导学生讨论：呼气时胸腔收缩，内部压强增大，肺内为大气压，且小于胸腔内部压强，肺部收缩，人体呼气。
7. 通过实验引导学生理解大气压强的作用，解释腹式呼吸的原理。

## 【实验结论】

人体腹式呼吸吸气时，横膈膜向下运动，胸腔扩大，内部压强减小；呼气时，横膈膜向上运动，胸腔缩小，内部压强增大。

## 实验说明

1. 气球尽量选择容易被吹大的那种，可提前两天将气球吹大，实验前放掉气。钟罩要求密封性能良好。
  2. 事实上，一般人习惯于胸式呼吸。胸式吸气时，以肋骨和胸骨活动为主，横膈膜向上运动，迫使胸廓前后、左右径增大（图 11-3 是电动胸式呼吸模拟器）。腹式吸气时，以膈肌运动为主，横膈膜向下运动，胸廓的上下径增大。胸式吸气和腹式吸气，两者不同之处在于横膈膜运动方向正好相反，但后者产生的压强差较大，吸入的空气更多。



(a) 呼气 (b) 吸气  
 ①右肺 ②胸骨 ③肋骨 ④横膈膜

图 11-3

哭树维护

器材名称	维护保养
简易人体呼吸模型	长期不使用时，要将气球、橡皮膜取下。
电动胸式呼吸运动模拟器	要轻拿轻放，放置在干燥环境中。

**实验目的**

1. 理解虹吸现象及工作原理，了解大气压强的应用。
2. 感悟大气压强与生活的密切联系，体验物理知识在生产技术中的应用。

**\*12. 演示虹吸现象（演示实验）****实验地位与作用**

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.6 大气压强”第三课时的教学内容。本实验是大气压强应用的拓展性演示实验，分析虹吸现象的工作原理，有助于学生理解为什么在大气压强的作用下，无需任何动力，液体可以从液面较高的容器中通过弯管越过高处而流入液面较低的容器。

本实验对应内容的学习水平是 B 级。

本实验还可帮助学习理解从黄河引水或水库利用虹吸现象进行水利灌溉。

**实验原理**

在大气压强的作用下，液面较高处产生的压强大于液面较低处产生的压强，从而形成压强差。如图 12-2 所示，小液片左右两边所受的压强分别为  $p_1$ 、 $p_2$ ，则  $p_1=p_0-\rho_{\text{水}}gh_1$ ， $p_2=p_0-\rho_{\text{水}}gh_2$ 。因为  $h_1 < h_2$ ，所以  $p_1 > p_2$ ，小液片左边的压力大于右边的压力，因此小液片就会向右运动。这样，水就会自动地从高处容器流入低处容器。

**实验过程****【实验器材】**

塑料软管，玻璃水槽（两只），水，垫块。

### 【实验装置】



①塑料软管 ②低处容器 ③高处容器

图 12-1

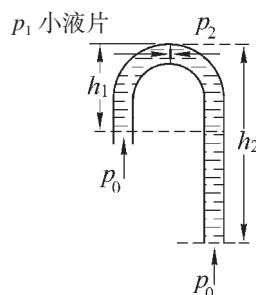


图 12-2

### 【实验步骤】

1. 如图 12-1 所示, 将装有水的水槽放在高处, 空水槽放在低处。
2. 将一根细长的塑料软管浸在水槽里, 灌满水后用手指堵住软管两端。将软管一端放在水槽内的水中, 另一端开口放入低处空水槽。
3. 先放开低处的管口, 然后再放开工处水槽内的管口, 观察到水顺着塑料软管从高处水槽流向低处水槽。
4. 引导学生分析实验现象, 解释水越过高处而流入低处的原因。

### 【实验结论】

在大气压强的作用下, 液体从液面较高处通过弯管越过高处而流入液面较低处。



1. 软管内装水时, 管内不要留有气体。
2. 出水口一定要低于高处容器的水面。

**实验目的**

1. 会利用纸片、吸管、玻璃杯和水等常见物品，探究气体压强与流速的关系。
2. 经历猜想、分析比较、归纳结论的过程，体验实验探究的方法。

**\*13. 探究气体(液体)压强与流速的关系  
(学生实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.7 流体的压强和流速”第一课时的教学内容。本实验属于拓展内容，是在学习流体的压强等知识的基础上，研究流体的压强和流速关系的定性实验，是未来学习伯努利定律的基础。本实验原理可以解释日常生活中与液体压强有关的一些现象，如喷雾器、喷水壶等；也是学生理解交通中安全条例的知识基础。

本实验的学习水平是B级，技能要求是：会设计一些小实验探究气体的压强与流速的关系。

本实验是探究性实验，重点突出的要素是“猜想与假设”，通过猜想气体的压强与流速关系，做一系列简单有效的实验，对实验现象进行比较分析，最后得出定性的实验结论。

**实验过程****【实验器材】**

塑料汤匙，纸片，漏斗，乒乓球，吸管，玻璃杯，水，白纸。

**【实验装置】**

(a)

(b)  
①漏斗 ②乒乓球

图 13-1

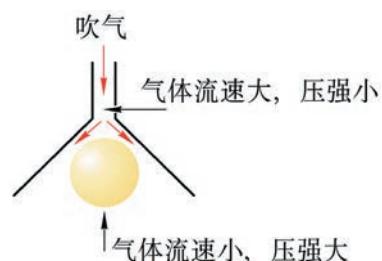


图 13-2

## 【实验步骤】

### • 提出问题

1. 轻轻拿起一只塑料汤匙，使它能在手指间自由晃动。打开水龙头，让水稳定地往下流。如果将汤匙背面逐渐靠近水流，猜想一下，汤匙是被水流往外推开，还是向里拉进？

2. 如图 13-1 (a) 所示，取一只漏斗，放入一个乒乓球，将漏斗倒放，用手指轻轻向上托住乒乓球，移开手指乒乓球会下落。猜想一下，如图 13-1 (b) 所示，如果对着漏斗底部向下急速吹气，同时放手，会发生什么情况？

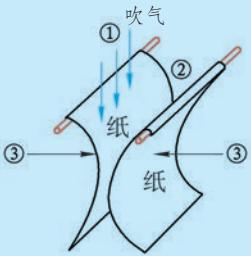
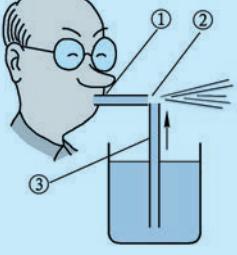
### • 猜想假设

根据上述实验现象，气体（液体）的流速越大，压强也越小。

### • 实验探究

1. 如下表实验(1)，裁两条纸片靠拢，上端靠近嘴边，下端自然下垂。猜想一下，对着纸片间迅速吹气，观察纸片的运动情况。

2. 如下表实验(2)，取一支吸管插入盛有水的杯子中，再取另一支吸管放在第一支吸管上口处，用力吹气，观察管中的水是否会上升。

实验	现象	现象分析
(1)	 图 13-3	① 对着纸片中间迅速吹气。 ② 纸内侧气体流速大，气体的压强小。 ③ 纸外侧气体流速不变，相对于内侧流速小，气体的压强大，将纸片压拢。
(2)	 图 13-4	① 对吸管迅速吹气。 ② 插入水中的吸管上侧气体流速大，气体的压强小。 ③ 插入水中的吸管下侧气体流速小，气体的压强大，水沿管上升，并随着气流吹散成雾状。

3. 制作一只纸青蛙，平放在桌面上，对着它的上面沿水平方向急速吹气，观察青蛙会不会跳起来，引导学生思考其中的原因。

**• 分析归纳**

分析比较以上实验现象(图13-2、13-3、13-4),归纳流体的压强与流速的关系。

**• 交流讨论**

1. 将汤匙背面逐渐靠近水流,汤匙不是被水流往外推开,而是被往里拉,这是为什么?
2. 大风中,雨伞的伞面为何容易向上翻折?地铁或轻轨站台上有一条警示线,禁止乘客在线内候车,这是什么道理?

**【实验结论】**

气体(或液体)流动部分产生的压强比它周围静止部分产生的压强小,气体(或液体)流速越大,压强越小。

**实验说明**

1. 实验前要对吹气的位置和速度等技巧进行简单指导,以保证实验顺利进行。
2. 教师在课前先制作好雾化器。

## \*14. 演示机翼升力原理(演示实验)



### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第六章 压力与压强》“6.7 流体的压强和流速”的教学内容。本实验是一个拓展性演示实验，是流体的压强和流速关系的应用，同时也是工程设计时常用的“模拟实验”方法。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验有助于学生加深对“流体的压强和流速的关系”的理解，了解它在航空、航天技术上的应用，进一步认识科学与技术的关系。

### 实验目的

知道飞机在大气层中飞行时机翼产生升力的现象及原理，了解流体的压强与流速关系在生活、生产和科技等方面广泛应用。



### 实验原理

气体在流动过程中，流速越大，压强越小。



### 实验过程

#### 【实验器材】

飞机升力演示器，220伏电源。

## 【实验装置】



①鼓风机 ②木板底座 ③飞机模型  
④滑竿 ⑤滑竿压板

图 14-1

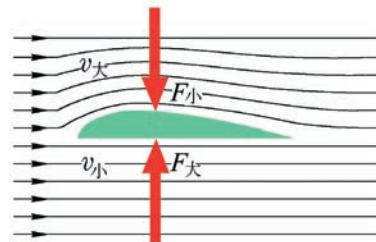


图 14-2

## 【实验步骤】

1. 把飞机升力演示器放在水平桌面上，观察其主要结构。
2. 用手指轻轻将飞机模型向上托起，再放开手，观察飞机模型掉落。思考其中的原因。
3. 接通电源，鼓风机工作，观察飞机模型上升。通过风量调节旋钮调节鼓风机吹出的风量大小，控制飞机模型上升的高度。引导学生思考飞机模型在竖直方向上受到哪些力，飞机模型为什么会上升。
4. 关闭电源，将飞机模型腹部朝上、机头朝前顺着滑杆装入。再次闭合电源开关，发现飞机模型不能随风力升起。
5. 引导学生分析归纳机翼产生升力的原因。

## 【实验结论】

机翼是上凸下平的，机翼上方的气流速度比下方的大，所以机翼上方的气压比下方的小，向上的压力大于向下的压力，由此获得向上的升力。



鼓风机接通电源前，风量调节旋钮应先调至最小。



## 实验改进与创新

按图 14-3 的方法，机翼在电风扇吹出的气流作用下所受的升力大小发生变化，这可以模拟风洞中的机翼升力实验。

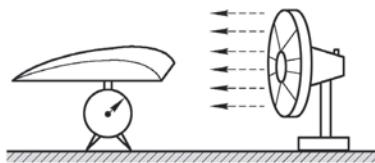


图 14-3

由木质材料做成的模拟机翼下端固定在台秤上，台秤显示模拟机翼所受的重力。接通电源，用较小风速吹模拟机翼，观察台秤示数。当风速逐渐增大时，台秤示数会逐渐变小，说明模拟机翼所受的升力在逐渐增大。



## 器材维护

器材名称	维护保养
飞机升力演示器	仪器使用完毕后应放置于阴凉干燥的地方，避免与有腐蚀性的气体或液体接触。仪器勿受重压、掉落，以免损坏。

## 实验目的

- 知道电流表、电压表的量程和最小分度值。学会正确使用电流表测电流、电压表测电压。
- 认识测量在化学实验中的重要作用。

## 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.1 电流 电压”第一课时和第二课时的教学内容。本实验是在学习电流、电压概念基础上，使用电流表测电流、电压表测电压的测量性实验，是学习欧姆定律、电路特点等电学核心规律的基础，同时也为后续伏安法测电阻、测量小灯泡功率等实验技能奠定基础。

本实验的学习水平是B级，技能要求是：能将电流表、电压表正确接入电路中，会正确读出电流表、电压表的示数。

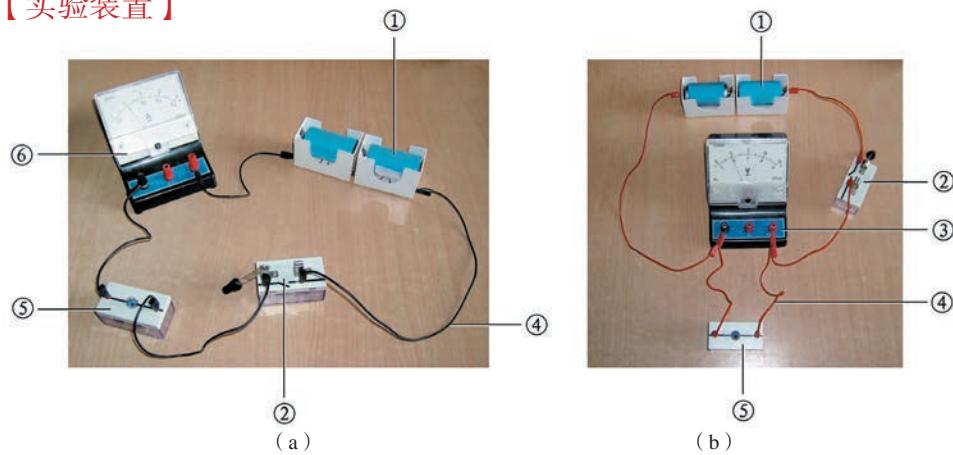
本实验是测量性实验，重点突出的要素是使用工具，要求学生会画实验电路图，根据电路图连接电路，学会正确使用电流表测电流、电压表测电压。

## 实验过程

## 【实验器材】

电流表，电压表，干电池，小灯泡，开关，导线若干等。

## 【实验装置】



①干电池 ②开关 ③电压表 ④导线 ⑤小灯泡 ⑥电流表

图 15-1

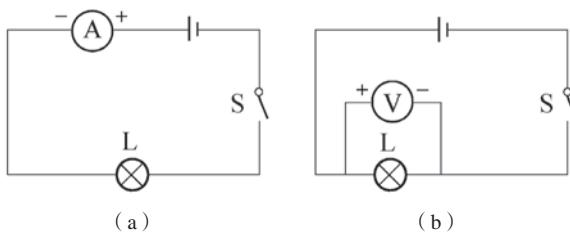


图 15-2

## 【实验步骤】

## 用电流表测电流

### 1. 观察电流表。

(1) 指针是否指到零刻度线? 若没有指到零刻度线, 则需要调零。

(2) 电流表有几个接线柱? 几个量程?

(3) 某电流表的表盘如图 15-3 所示, 则“0~3A”量程挡的最小分度值为多少?

“0 ~ 0.6A”量程挡的最小分度值为多少？此时，电流表的示数为多少安？

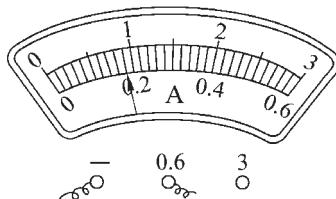


图 15-3

2. 画出由电源、开关、小灯泡、电流表等元件组成的电路图，并在图上标出电流表的“+”“-”接线柱，如图 15-2 (a) 所示。

3. 根据电路图连接电路。将电流表串联在被测电路中，电流从电流表的正接线柱流进，负接线柱流出。绝不允许把电流表直接接在电源两端。

4. 先估测电流大小,选择合适的量程。在不确定电流大小时,一般先接大量程,若示数在小量程范围内再换接小量程。

5. 电路接好后,先试触开关,观察电流表指针的偏转方向是否正确,角度是否过大。然后再闭合开关,观察并记录电流表的示数为 安。

## 用电压表测电压

### 1. 观察电压表。

(1) 指针是否指到零刻度线? 若没有指到零刻度线, 则需要调零。

(2) 电压表有几个接线柱? 几个量程?

(3) 某电压表的表盘如图 15-4 所示，则“0~15V”量程挡的最小分度值为多少？“0~3V”量程挡的最小分度值为多少？此时，电压表的示数为多少伏？

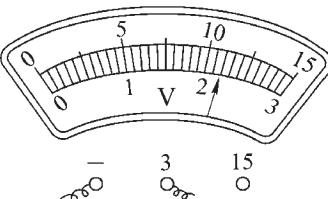


图 15-4

等元件组成的电路图，并在图上标出电压表的“+”“-”接线柱，如图 15–2(b) 所示。

3. 根据电路图连接电路。将电压表并联在被测电路中，电压表的正接线柱靠近电源正极，负接线柱靠近电源负极。
4. 先估测电压的大小，选择合适的量程。在不确定电压大小时，一般先接大量程，若读数在小量程范围内再换接小量程。
5. 电路接好后，先试触开关，观察电压表指针的偏转方向是否正确，角度是否过大。然后再闭合开关，观察并记录电压表的示数为 \_\_\_\_\_ 伏。
6. 把电压表直接接在电源两端，测量并记录电源电压为 \_\_\_\_\_ 伏。

### 实验说明

1. 读数时不要求估读，指针的位置离哪条刻度线近，就按哪条刻度线读数。
2. 实验的重点要放在连线和读数两个方面，要特别指明电流表与电压表连接方法的区别。

### 器材维护

器材名称	维护保养
电流表、电压表	电流表、电压表内部有磁铁，放置时一定要远离外磁场。实验结束后要及时将电流表、电压表装入盒子放入仪器柜中。

## 16. 探究导体中电流与电压的关系 (学生实验)

### 实验目的

- 学会根据需要设计实验电路图，学会依据电路图正确连接电路元件。
- 理解“对于某导体来说，通过它的电流与它两端的电压成正比，即  $U/I$  是一个定值；对于不同导体， $U/I$  比值一般不同。”
- 经历“提出问题、作出假设、制定计划、使用工具收集证据、数据处理、分析归纳、表达与交流”等较完整的探究过程，学会运用控制变量法，感受用图像处理数据的方法。
- 通过同一小组内的分工合作，如电路连接、数据测量，以及不同小组的数据分享，懂得团队合作的重要意义。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.2 欧姆定律 电阻”第一课时的教学内容。本实验是在学生已经知道电流、电压概念，会用电流表测电流、电压表测电压之后，通过实验探究导体中电流与电压的关系，绘出导体的  $U-I$  图线为一条通过原点的倾斜直线，从而得出“通过导体的电流  $I$  与它两端的电压  $U$  成正比”这一结论。本实验是电学核心规律——欧姆定律的基础，是进一步学习电阻知识的基础，也是中学电学知识的基础。

本实验的学习水平为 C 级，技能要求是：会正确使用电流表和电压表；会依据电路图将各元件连接成电路；能正确、规范地画出  $U-I$  图像。

本实验是初中电学中重要的探究性实验，重点突出的要素是“处理数据”“表达与交流”。学生在分组实验，收集、记录实验数据的基础上，绘制  $U-I$  图像，从而寻找通过导体中的电流与其两端的电压的关系。



### 实验过程

#### 【实验器材】

电流表，电压表，干电池，金属导体若干，开关，导线。

#### 【实验装置】

- ①干电池 ②电压表  
③开关 ④导线  
⑤金属导体 ⑥电流表

图 16-1

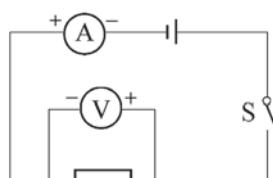
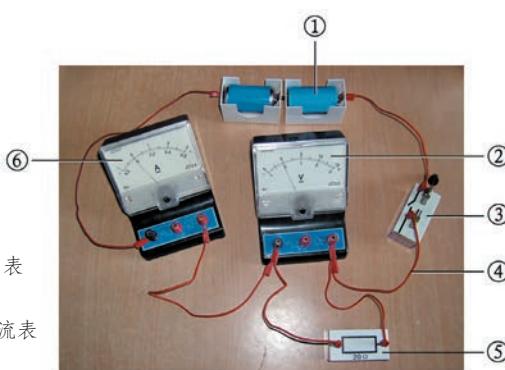


图 16-2

**【实验步骤】****• 提出问题**

当导体两端的电压增加时，通过导体的电流是否会增加？通过导体的电流与其两端的电压到底存在什么关系？

**• 猜想假设**

通过导体的电流与其两端的电压成正比。

**• 制定计划**

- 设计实验电路，画出电路图，并标出电流表和电压表的“+”“-”接线柱。
- 设计记录电流  $I$  和电压  $U$  数据的表格，表格中应包含电压为零时对应的电流值。

**• 使用工具和搜集证据**

- 按照电路图正确连接电路。
- 闭合开关，将测得的电流  $I$  和导体两端的电压  $U$  填入表格中。
- 多次改变电源电压（即改变电池节数），再将测得的电流  $I$  和导体两端的电压  $U$  填入下表。

实验数据表

实验次数	电压 $U$ / 伏	电流 $I$ / 安
1	0	0
2	1.1	0.06
3	2.2	0.14
4	3.0	0.20
5	4.5	0.30

**• 处理数据**

- 用横坐标表示电流  $I$ ，用纵坐标表示电压  $U$ ，根据上表中的数据，在  $U-I$  坐标系中描出数据点，并用平滑的线将它们连接起来，如图 16-3 所示。
- 根据  $U-I$  图像，思考通过导体的电流  $I$  与它两端的电压  $U$  之间的关系。引导学生得出初步结论：同一导体，通过它的电流  $I$  与它两端的电压  $U$  成正比。

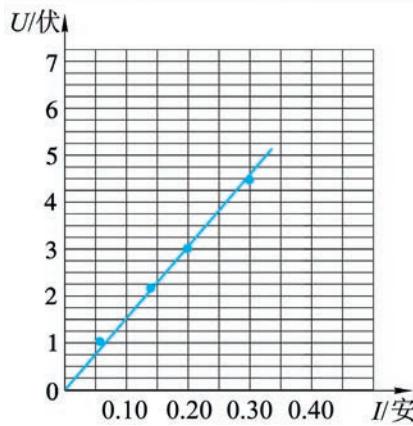


图 16-3

### • 表达与交流

1. 全班各小组交流上述实验获得的数据与图像。

2. 在同一个  $U-I$  坐标系中画出两个小组所做的不同导体的  $U-I$  图线，如图 16-4 所示。

3. 观察这两个导体的  $U-I$  图线，说出两图线的相同之处与不同之处，分别讨论它们的意义。各组写下本组讨论的最后结果。

4. 实验结束，整理器材。

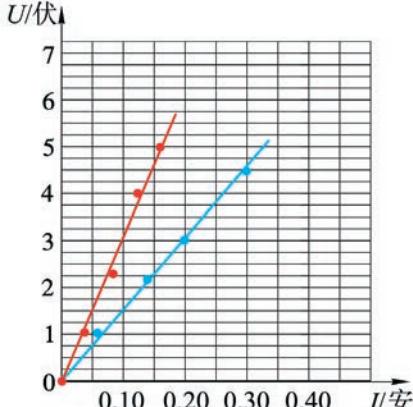


图 16-4

### 【实验结论】

(1) 对于同一导体，电流与它两端的电压成正比，电压与电流的比值是一个定值。

(2) 对于不同导体，导体两端的电压与通过它的电流的比值一般不同。



### 实验说明

1. 本实验建议用时 1 课时。
2. 用增加串联电池节数来改变电源电压时，建议使用新的干电池。

**实验目的**

知道电阻是导体本身的一种性质，知道决定电阻大小的因素。认识控制变量法的应用，感受间接测量的方法。

**17. 演示电阻的大小跟哪些因素有关（演示实验）****实验地位与作用**

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.2 欧姆定律 电阻”第二课时的教学内容。本实验是欧姆定律的应用，是定性分析导体电阻大小与材料、长度、粗细关系的演示实验。它是理解滑动变阻器工作原理的基础，也是理解串联、并联电路的总电阻规律的知识铺垫。

本实验对应内容的学习水平是 B 级。

本实验提示的规律是制造各类电阻的原理，电阻在日常生活、生产中有着广泛应用。本实验可以帮助学生定性了解影响电阻大小的因素。

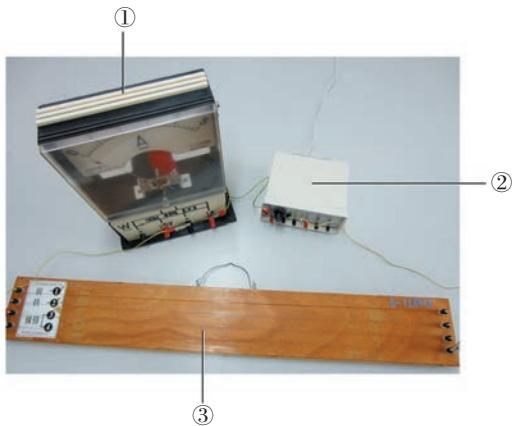
**实验原理**

根据欧姆定律  $I = U / R$ ，在导体两端电压相同的情况下，通过导体的电流越小，导体的电阻越大。

**实验过程****【实验器材】**

电阻定律演示器，电源，电流表，电压表，定值电阻，日光灯灯丝，酒精灯，导线。

### 【实验装置】



①电流表 ②电源 ③电阻定律演示器

图 17-1

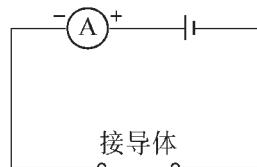


图 17-2

### 【实验步骤】

- 在电压保持不变的情况下,引导学生理解电路中电流表的示数大小可以定性反映电阻的大小,示数越大,表示电阻的阻值越小。
- 在导体的材料和横截面积相同的情况下,引导学生观察导体的长度越长,电流表的示数越小,电阻越大。
- 在导体的材料和长度相同的情况下,引导学生观察导体的横截面积越大,电流表的示数越大,电阻越小。
- 在导体的长度和横截面积相同的情况下,引导学生观察导体的材料不同,电流表的示数不同,电阻不同。
- 将日光灯灯丝接入电路后,用酒精灯加热灯丝,引导学生观察灯丝温度升高时,电流表的示数变小,灯丝的电阻变大。
- 引导学生交流讨论,归纳出影响电阻大小的因素。
- 实验结束,先断开开关后拆除电路,最后整理好器材。

### 【实验结论】

导体的电阻取决于它的材料、长度、粗细(横截面积)和温度。同种材料的导体越长,横截面积越小(细),导体的电阻越大。大多数导体的电阻随温度升高而增大。

 实验说明

1. 实验前教师可先在黑板上画简图讲解测电阻原理，引导学生理解比较电阻大小的方法。
2. 实验时要用演示电流表或 DIS 电流传感器，若无演示电流表或 DIS 电流传感器，建议用摄像头进行即时播放，让全班同学都能观察到电流表示数的变化。

 器材维护

器材名称	维护保养
电阻定律演示器	实验结束后要及时将仪器从电路中拆下来，装入盒子放入仪器柜中。要注意避免外力冲撞使金属丝变形。

## 18. 认识滑动变阻器的结构(随堂实验)

### 实验目的

知道滑动变阻器的结构及工作原理。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.2 欧姆定律 电阻”第三课时的教学内容。本实验是决定导体电阻大小因素的实际应用，滑动变阻器是将康铜丝或镍铬合金丝绕制在绝缘筒上，两端用引线引出，变阻器的滑片接触电阻丝并可调节到两端的距离，从而改变电阻大小。本实验是后续“用滑动变阻器改变电流”“观察旋转变阻器”等实验的基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

滑动变阻器是初中电学中三个常用的重要器件之一。电路中的动态变化问题大都是由滑动变阻器引起的，认识它的结构可以帮助学生更好地解决较为复杂的电路问题。



### 实验原理

改变接入电路的电阻丝的长度可以改变电阻大小。

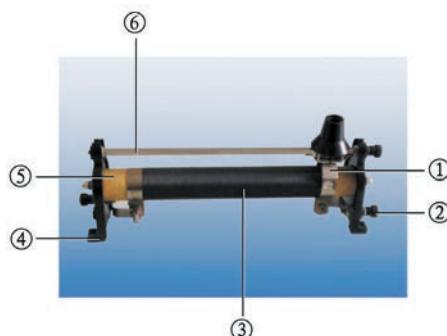


### 实验过程

#### 【实验器材】

滑动变阻器，电源，电流表，开关，导线。

## 【实验装置】



①金属滑片 ②接线柱 ③金属丝  
④支架 ⑤瓷筒 ⑥金属杆

图 18-1

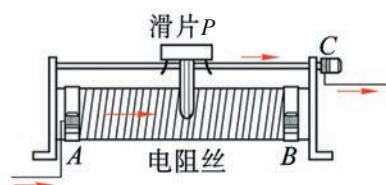


图 18-2

## 【实验步骤】

- 观察滑动变阻器的结构，它有几个接线柱？每个接线柱与滑动变阻器的哪一部分相连？
- 观察滑动变阻器的铭牌，上面标有什么字样？它们分别表示什么含义？
- 如图 18-2 所示，若将 A、C（或 B、C）两接线柱接入电路，左右移动滑片 P 时，接入电路的电阻大小如何变化？为什么？
- 如图 18-2 所示，若将 A、B 两端接入电路，左右移动滑片 P 时，接入电路的电阻大小如何变化？为什么？

### 实验说明

移动滑片时，不要用力过大，手不要接触金属滑片，以免金属滑片变形而导致接触不良。

### 器材维护

器材名称	维护保养
滑动变阻器	为防止金属杆锈蚀，用毕应及时装入盒子放入仪器柜中。

## 19. 用滑动变阻器改变电路中的电流 (学生实验)

### 实验目的

学会使用滑动变阻器，能用滑动变阻器改变电路中的电流，理解滑动变阻器的工作原理。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.2 欧姆定律 电阻”第三课时的教学内容，是在了解滑动变阻器结构之后，用滑动变阻器改变电路中电流的实验。本实验可以帮助学生进一步理解欧姆定律，同时也为测量性实验“用电流表、电压表测电阻”和“测小灯泡的电功率”储备知识与操作能力。

本实验的学习水平是 B 级，技能要求是：能将滑动变阻器正确连入电路中，移动滑片改变接入电路中的电阻。

本实验是操作性实验，重点突出的要素是“使用工具”，实验时要引导学生在移动滑片时，观察滑动变阻器接入电路的电阻大小的变化，以及电流表示数的变化。

### 实验原理

当导体的材料和横截面积相同时，电阻大小与导体长度成正比。

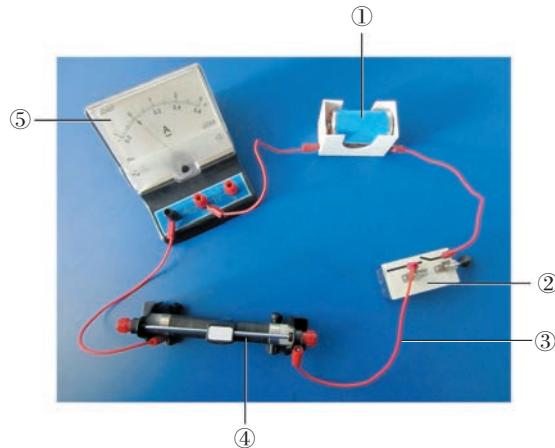
当电压一定时，电流大小与电阻成反比。

### 实验过程

#### 【实验器材】

滑动变阻器，干电池，电流表，开关，导线。

## 【实验装置】



①干电池 ②开关 ③导线  
④滑动变阻器 ⑤电流表

图 19-1

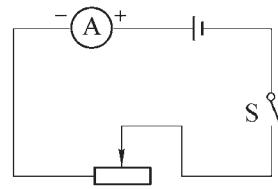


图 19-2

## 【实验步骤】

- 根据实验要求,画出实验电路图,如图 19-2 所示。
- 按电路图正确连接电路。在闭合开关前,移动滑片使其接入电路的电阻最大。
- 闭合开关,将滑动变阻器的滑片慢慢移动到中间,观察电流表的示数变化。
- 将滑动变阻器的滑片慢慢从中间移动到阻值最大处,观察电流表的示数变化。
- 改变滑动变阻器的接法,重复步骤 3~4。
- 实验结束,整理器材,完成实验报告。



## 实验说明

移动滑动变阻器滑片时要缓慢,并注意观察电流表的示数,避免接入电路的电阻太小而使电流超过电流表的量程或滑动变阻器允许通过的最大电流而损坏仪器。

## \*20. 观察旋转变阻器(随堂实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.2 欧姆定律 电阻”第三课时的教学内容。学生在学习欧姆定律、滑动变阻器应用的基础上，观察旋转变阻器，画出结构简图，分析工作原理，了解旋转变阻器的使用方法。

本实验对应内容的学习水平是B级。

旋转变阻器在日常生活中应用很广，知道它的结构和工作原理可以让学生深刻感受物理学与生活、技术的紧密联系。

知道旋转变阻器的基本结构和工作原理，知道旋转变阻器的使用方法。

#### 实验原理

当导体的材料和横截面积相同时，电阻大小与导体长度成正比。当电压一定时，电流大小与电阻成反比。

#### 实验过程

##### 【实验器材】

旋转变阻器，电源，电流表，开关，导线。

##### 【实验装置】



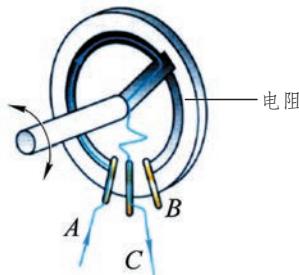


图 20-2

### 【实验步骤】

- 将旋转变阻器的外壳拆开，观察其内部结构，它有几个接线柱？每个接线柱与旋转变阻器的哪一部分相连？要求学生在学习活动卡上画出它的结构简图。
- 观察旋转变阻器的铭牌，上面标有什么字样？它们分别表示什么含义？
- 如图 20-2 所示，将 A、B 端接入电路，闭合开关，顺时针或逆时针旋转轴柄，观察电流表示数如何变化，判断接入电路中的阻值如何变化。
- 如图 20-2 所示，将 A、C 端（或 B、C 端）接入电路，观察哪一部分电阻接入电路。若将轴柄逆（或顺）时针转动，接入电路的阻值将如何变化。
- 按照结构简图（图 20-2），根据欧姆定律分析它的工作原理，了解它的使用方法。

### 实验说明

- 拆开旋转变阻器的外壳后，旋转轴柄时不要接触金属片，以免金属片变形而导致接触不良。
- 旋转轴柄时，要注意观察电流表的示数，避免超过电流表的量程、旋转变阻器允许通过的最大电流。

### 器材维护

器材名称	维护保养
旋转变阻器	防止金属片锈蚀变形，要及时装好放入盒子中。

## 21. 探究串联电路中电流、电压的规律 (随堂实验)

### 实验目的

- 利用电流表、电压表测量串联电路的电流和电压，分析归纳串联电路电流和电压的特点。
- 经历探究串联电路特点的过程，认识记录数据、分析数据及归纳总结的方法。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.3 串联电路”第一课时的教学内容。本实验中，学生根据欧姆定律、电阻知识，利用电流表测量串联电路中通过不同电阻的电流和总电流，利用电压表测量串联电路中不同电阻两端的电压和总电压，计算和分析实验数据，寻找串联电路中电流、电压的规律。串联电路中电流、电压的规律是电路的基本规律，是本章的核心规律之一，也是高中学习混联电路的基础。

本实验对应内容的学习水平是B级，技能要求是：会正确连接串联电路，会正确使用电压表和电流表测电路不同位置的电压、电流。

本实验的重点是“数据处理”，根据所记录的实验数据分析归纳串联电路中电流、电压的规律。

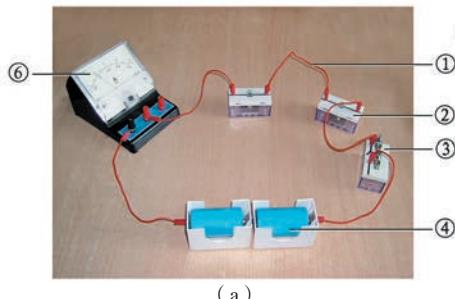


### 实验过程

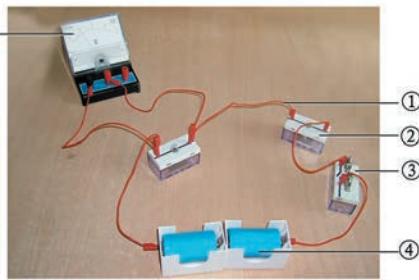
#### 【实验器材】

电流表，电压表，干电池，不同规格的小灯泡，开关，导线。

#### 【实验装置】



(a)



(b)

①导线 ②小灯泡 ③开关 ④干电池 ⑤电压表 ⑥电流表

图 21-1

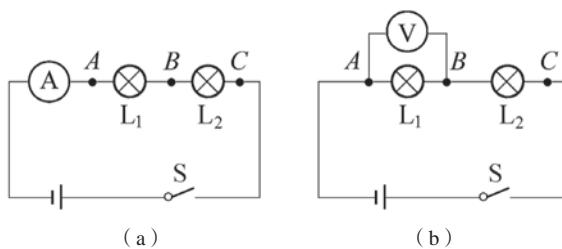


图 21-2

## 【实验步骤】

## • 提出问题

将两只灯泡  $L_1$ 、 $L_2$  串联在电路中，通过灯泡  $L_1$  和  $L_2$  的电流大小有怎样的关系？总电压与灯泡  $L_1$  和  $L_2$  两端的电压有怎样的关系？

- 进行实验

- 设计实验电路，画出电路图，如图 21-2 (a) 所示。标出电流表在电路中所接的位置，以及电流表的“+”“-”接线柱。
  - 按照图 21-2 (a) 所示的电路图将实验器材连接好。闭合开关，用电流表分别测出通过 A、B、C 的电流，填入实验数据表一中。

表一

$I_A$ / 安	$I_B$ / 安	$I_C$ / 安
0.22	0.22	0.22

3. 分析归纳表一数据，串联电路的电流有何特点？

4. 按照图 21-2 (b) 所示的电路图，将实验器材连接好。闭合电键，用电压表分别测出电路中  $AB$ 、 $BC$ 、 $AC$  两点之间的电压，填入表二中。

表二

$U_{AB}$ / 伏	$U_{BC}$ / 伏	$U_{AC}$ / 伏
3.5	0.5	4.0

5. 分析归纳表二数据，串联电路的电压有何特点？

### • 表达与交流

- 各小组交流实验结果，共同归纳出串联电路中电流、电压的规律。
  - 实验结束，整理器材。

### 【实验结论】

串联电路中，各处的电流都相等，串联电路两端的总电压等于各串联电阻两端的电压之和。



#### 实验说明

- 可用两个不同规格的电阻代替实验中的小灯泡。
- 探究串联电路中电压的规律时，应选择阻值差别较小的用电器，这样可以减少实验误差。

**实验目的**

1. 会根据测电阻的要求，设计实验方案，正确使用电流表、电压表。
2. 理解伏安法测电阻的实验原理，并正确测出电阻值。
3. 认识间接测量物理量及“多次测量取其平均值减小误差”等科学方法。

**22. 用电流表、电压表测电阻(学生实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.3 串联电路”第二课时的教学内容。本实验是在学习了欧姆定律、串联电路等知识后，用电流表、电压表、滑动变阻器等仪器测电阻的实验。这是电学中三个重要电学仪器的首次综合应用，同时也是欧姆定律、串联电路特点等知识的综合应用。

本实验的学习水平是C级，技能要求是：会正确使用电流表、电压表和滑动变阻器；按照实验电路图正确连接电路。

本实验是测量性实验，重点突出的要素是实验方案的“交流与讨论”，交流不同实验方案，如是否使用滑动变阻器；讨论如何实现多次测量的方法。

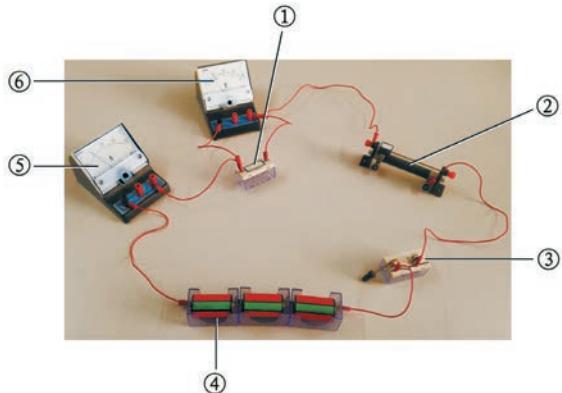
**实验原理**

欧姆定律： $R=U/I$ 。

**实验过程****【实验器材】**

干电池，待测电阻，电流表，电压表，滑动变阻器，开关，导线。

## 【实验装置】



①待测电阻 ②滑动变阻器 ③开关  
④干电池 ⑤电流表 ⑥电压表

图 22-1

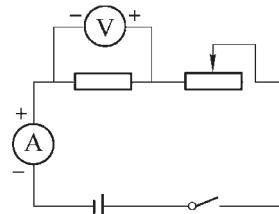


图 22-2

## 【实验步骤】

## • 设计方案

根据实验原理  $R=U/I$ , 小组设计测电阻的实验电路, 画出电路图。

## • 交流方案

交流不同实验方案, 如是否采用滑动变阻器, 并最终确定实验方案, 正确画出测电阻的电路图。

## • 实施方案

- 按电路图连接实验器材。开关试触, 观察电压表和电流表的指针偏转是否正常。
- 缓慢移动滑动变阻器的滑片改变电路中的电阻, 读出电流值、电压值, 用  $R=U/I$  算出被测电阻的电阻值, 将测量数据填入下表。
- 缓慢移动滑动变阻器的滑片进行多次测量, 将电流值、电压值填入下表, 并计算电阻的平均值。

实验数据表

实验次数	电压 $U$ / 伏	电流 $I$ / 安	电阻 $R$ / 欧	电阻 $R$ 的平均值 / 欧
1	1.3	0.08	16.3	16.1
2	1.9	0.12	15.8	
3	2.6	0.16	16.3	

## • 交流讨论

同一待测电阻，测量多次求平均值的主要目的是什么？



## 实验说明

1. 实验前，应对电流表、电压表进行调零。
2. 避免由于测量方式（电流表内、外接）不同而产生的系统误差较大，待测电阻的阻值约几十欧为宜。

## 23. 用灵敏电流计测量通过人体的微小电流 (演示实验)

### 实验目的

知道人体可以导电，显示通过人体的微小电流。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.3 串联电路”第三课时的教学内容，是在学习串联电路特点之后的进一步探究。该实验是一个与生活紧密联系的应用性实验。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验学生参与广，通过亲身体验经过人体的微小电流，认识到人体也是导体，感受电压一定时，串联的导体(电阻)越多，电流越小，可以激发学习兴趣。



### 实验原理

串联电路的特点。



### 实验过程

#### 【安全提示】

绝对不允许用220伏交流电做实验。

#### 【实验器材】

数字演示电流表(内置直流电源)，盐水，导线。

## 【实验装置】



①数字演示电流表 ②导线 ③人体

图 23-1

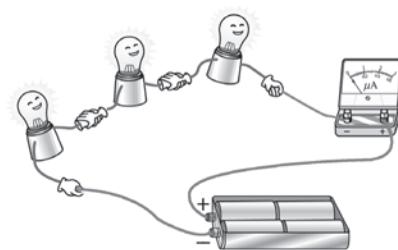


图 23-2

## 【实验步骤】

1. 将数字演示电流表的正负接线柱分别与两根导线连接，让一位同学双手在盐水中浸湿后，握住引出导线两端的接头，引导学生观察灵敏电流表的示数。
2. 另一位同学也将双手在盐水中浸湿后，一只手握住第一位同学的手，另一只手握住引出导线一端的接头，引导学生再观察灵敏电流表的示数。
3. 再增加串联人数，会发现电压不变时，串联人数越多，灵敏电流表示数越小。

### 实验说明

1. 建议使用干电池组，不要用学生电源。
2. 实验时要用数字演示电流表或 DIS 实验系统的电流传感器。若无数字演示电流表或 DIS 实验系统的电流传感器，也可用灵敏电流计与 4 节干电池串联代替，并用摄像头进行即时播放。

## 24. 探究并联电路中电流、电压的规律 (随堂实验)

### 实验目的

- 利用电流表、电压表测量并联电路的电流和电压，分析归纳并联电路电流和电压的特点。
- 经历探究并联电路特点的过程，认识记录数据、分析数据及归纳总结的方法。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第一学期《第七章 电路》“7.4 并联电路”第一课时的教学内容。本实验中，学生根据欧姆定律、电阻知识，利用电流表测量并联电路中各支路电流和干路总电流，利用电压表测量并联电路中各支路两端的电压和干路总电压，计算和分析实验数据，寻找并联电路中电流、电压的规律。并联电路中电流、电压的规律是电路的基本规律，是本章的核心规律之一，也是进一步学习电学知识的基础。

本实验对应内容的学习水平是 B 级，技能要求是：会正确连接并联电路，会正确使用电压表和电流表测电路不同位置的电压、电流。

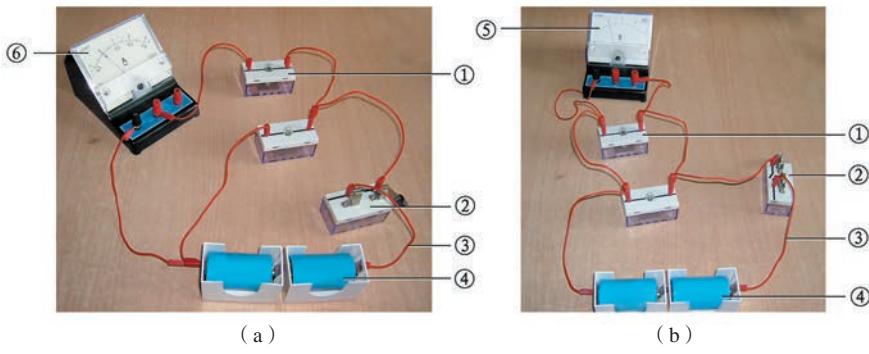
本实验重点突出的要素是“数据处理”，根据所记录的实验数据分析归纳并联电路中电流、电压的规律。

### 实验过程

#### 【实验器材】

不同规格的小灯泡，干电池，电流表，电压表，开关，导线。

#### 【实验装置】



①小灯泡 ②开关 ③导线 ④干电池 ⑤电压表 ⑥电流表

图 24-1

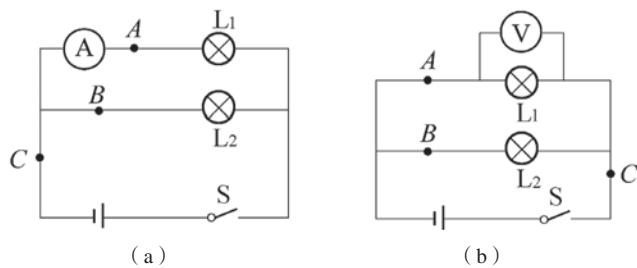


图 24-2

### 【实验步骤】

#### • 提出问题

将两只灯泡  $L_1$ 、 $L_2$  并联在电路中，通过灯泡  $L_1$  和  $L_2$  的电流和总电流的大小有怎样的关系？总电压与灯泡  $L_1$  和  $L_2$  两端的电压有怎样的关系？

怎样利用电流表测量并联电路中通过各支路电流和干路总电流？怎样利用电压表测量并联电路中各支路两端的电压和总电压？

#### • 进行实验

1. 设计实验电路，画出电路图，如图 24-2 (a) 所示。标出电流表在电路中所接的位置，以及电流表的“+”“-”接线柱。

2. 按图 24-2 (a) 所示的电路图连接电路。闭合开关，用电流表分别测出通过  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点的电流，并填入表一。

表一

$I_A$ / 安	$I_B$ / 安	$I_C$ / 安
0.2	0.4	0.6

3. 分析归纳表一中的数据，并联电路的电流有何特点？  
4. 按图 24-2 (b) 所示的电路图连接电路。闭合开关，用电压表分别测出  $A$ 、 $C$  点之间的电压  $U_{AC}$  和  $B$ 、 $C$  点之间的电压  $U_{BC}$ ，以及电源电压  $U$ ，并填入表二。

表二

电源电压 $U$ / 伏	$U_{AC}$ / 伏	$U_{BC}$ / 伏
3	3	3

5. 分析归纳表二中的数据，并联电路的电压有何特点？

**• 表达与交流**

- 各小组交流实验结果，共同归纳出并联电路中电流、电压的规律。
- 实验结束，整理器材。

**【实验结论】**

并联电路中，各支路两端的电压都相等，并联电路干路中的电流等于各支路中的电流之和。



可用两个不同阻值的电阻代替实验中的小灯泡。

**实验目的**

1. 理解电流做功的过程就是电能转化为其他形式能的过程。
2. 知道电功与电压、电流、通电时间有关，从而建立电功的概念。
3. 进一步认识观察、实验等科学方法。

**25. 演示电功与哪些因素有关(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.1 电功率”第一课时的教学内容。本实验中，两个不同规格的小灯泡分别组成串、并联电路，引导学生通过观察灯泡的亮暗，分析灯泡的亮暗与电流、电压之间的关系，从而引入电功概念。本实验是学习电功率概念的基础，电功率是本章的核心概念。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验可以帮助学生进一步理解电流做功的本质是能量转化，体会观察、控制变量的科学方法。

**实验原理**

$$W=UIt。$$

**实验过程****【实验器材】**

电流表，电压表，干电池，2个不同规格的小灯泡，开关，导线。

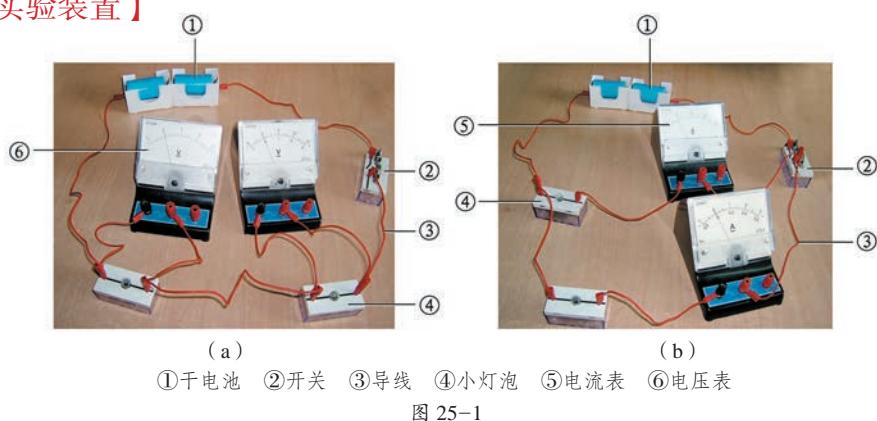
**【实验装置】**

图 25-1

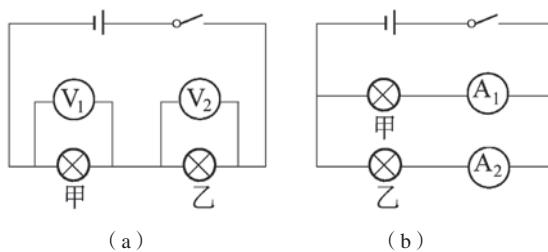


图 25-2

### 【实验步骤】

- 如图 25-1 (a) 所示连接电路, 甲、乙两只小灯泡串联接入电路, 闭合开关后, 观察哪只灯泡较亮, 记录电压表  $V_1$  和  $V_2$  的示数。由此可知, 当电流和通电时间都相等时, 灯泡两端的电压越大, 电流做功就越多, 灯泡就越亮。
- 如图 25-1 (b) 所示连接电路, 甲、乙两只灯泡并联接入电路, 闭合开关后, 观察哪只灯泡较亮, 记录电流表  $A_1$  和  $A_2$  的示数。由此可知, 当电压和通电时间都相等时, 通过灯泡的电流越大, 电流做功就越多, 灯泡就越亮。
- 引导学生讨论: 在电流和电压都相等的情况下, 电流做功与通电时间有何关系。

### 【实验结论】

电流做功(电功)的大小, 随着电压、电流、通电时间增大而增大。



#### 实验说明

- 实验中所选取的两个不同规格的灯泡, 既要能观察到灯丝发光, 又要发光情况有明显区别, 便于观察、比较灯泡的亮暗。
- 电源尽量要用新的干电池。

**实验目的**

1. 理解测定小灯泡的电功率的实验原理，会正确设计实验方案，选择合适的实验器材，正确记录并分析实验数据。在出现故障时，能找出故障并予以排除。
2. 通过对实验中小灯泡不同亮暗时测得的数据进行分析，认识比较、分析、综合等思维方法。

**26. 测定小灯泡的电功率(学生实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.1 电功率”第二课时的教学内容。本实验是初中阶段重要的测量性实验，与伏安法测电阻实验所测量的物理量相同，但实验目的不同，是电学中三个重要电学仪器的再次综合应用，同时也是欧姆定律、串联电路特点的综合应用，是高中阶段进一步学习电学知识的基础。

本实验的学习水平是C级，技能要求是：能按照实验电路图正确连接电路，用电流表、电压表测电流、电压；正确使用滑动变阻器。

本实验是测量性实验，突出的要素是“实施方案设计”，通过小组合作完成实验操作，观察小灯泡的发光情况，测量小灯泡不同亮暗时的功率，能区分额定功率、实际功率的差异。

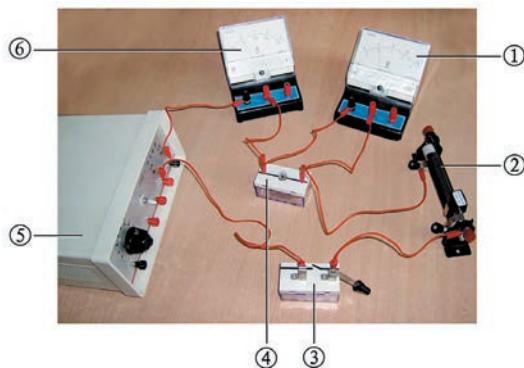
**实验原理**

电功率的计算公式： $P=UI$ 。

**实验过程****【实验器材】**

电源，小灯泡，电流表，电压表，滑动变阻器，开关，导线。

## 【实验装置】



①电压表 ②滑动变阻器 ③开关  
④小灯泡 ⑤学生电源 ⑥电流表

图 26-1

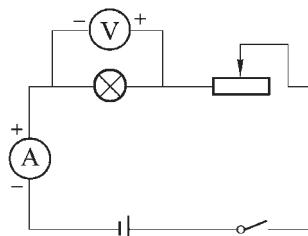


图 26-2

## 【实验步骤】

### 设计方案

根据实验原理  $P=UI$ , 小组设计测定小灯泡电功率的实验电路, 画出电路图, 并标出电流表和电压表的“+”“-”接线柱。

### 交流方案

- 各组交流各自设计的实验方案, 讨论如何实现测定小灯泡不同亮度时的电功率。
- 根据讨论的结果, 确定测定小灯泡电功率的方案和电路图, 设计实验数据记录表。

### 实施方案

- 观察并记录小灯泡的额定电压, 按电路图正确连接电路, 移动滑动变阻器的滑片, 使滑动变阻器接入电阻最大。开关试触, 观察电压表和电流表的指针偏转是否正常。
- 闭合开关, 移动滑动变阻器的滑片, 观察小灯泡的亮暗随电压表示数变化的情况。
- 当电压表的示数为额定电压时, 观察小灯泡的发光情况, 记录电流表、电压表的示数。
- 调节滑动变阻器, 使小灯泡两端的电压稍高于额定电压, 观察小灯泡

的发光情况，记录电流表、电压表的示数。

5. 调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压稍低于额定电压，观察小灯泡的发光情况，记录电流表、电压表的示数。

6. 计算小灯泡的额定功率和实际功率。

实验数据表

实验次数	电压 $U$ / 伏	电流 $I$ / 安	电功率 $P$ / 瓦	发光情况
1	2.5	0.28	0.70	正常发光
2	3.0	0.32	0.96	很亮
3	2.0	0.26	0.56	较暗

7. 断开开关，整理器材，完成实验报告。

### 实验说明

1. 连接电路时正确选择电表量程，并使开关断开。
2. 如果学生基础比较好，可事先准备几个断路、短路的小灯泡，实验时随机发给小组，让学生经历真实的电路故障分析、排除过程，增加实验的挑战性，激发学生的学习兴趣。

## 27. 观察电能表(演示实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.1 电功率”第三课时的教学内容。电能表是家庭生活、工业生产常见的仪器。

本实验对应内容的学习水平是B级。

在练习使用电能表过程中，学生可以感悟物理学与生活、技术的紧密联系，提高基本的科学素养。

- 知道电能表的使用方法，会用电能表估测用电器的电功率。
- 在练习使用电能表过程中，感悟物理学与生活、技术的紧密联系，提高基本的科学素养。

#### 实验原理

电功的表达式： $W=IUt=Pt$ 。

#### 实验过程

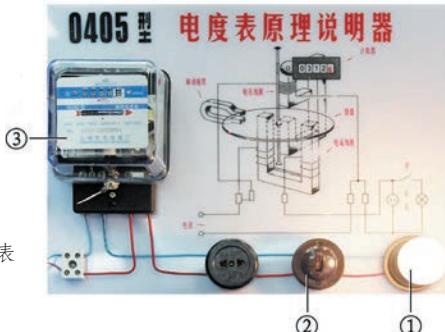
#### 【安全提示】

使用220伏交流电时，注意用电安全。

#### 【实验器材】

电能表，220伏电源，大白炽灯或电热水壶等。

#### 【实验装置】



①白炽灯 ②开关 ③电能表

图27-1

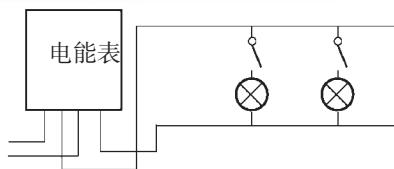


图 27-2

### 【实验步骤】

- 观察家用电能表，了解电能表是测量消耗电能的仪表。观察电能表表面下方表格中的示数，了解我国市电电压为 220 伏，电能表正常工作电流和短时间工作最大电流，如 5 (10) 安或 15 (30) 安。会计算该电能表的功率容量值。
- 知道读数时计量单位为千瓦时 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ )，分时电能表平段读数表示 6: 00—22: 00 时用电量，谷段读数表示 22: 00—次日 6: 00 时用电量。
- 如图 27-2 所示，闭合开关，白炽灯正常工作，引导学生观察电能表读数变化，了解电能表的使用方法。
- 讨论用电能表估测灯泡电功率的方法：测得时间  $t$  内电流所做的功  $W$ ，根据  $P=W/t$ ，可求出灯泡的实际功率。
- 给灯泡通电，记下电能表开始工作时的读数  $W_1$  和结束时的读数  $W_2$ ，以及通电时间  $t$ ，然后用  $P=(W_2-W_1)/t$  估算出灯泡的实际功率，并将估测的灯泡实际功率与额定功率进行比较。



### 实验说明

- 建议选用功率为 200 瓦的灯泡，便于观察电能表读数的变化。实验时灯泡亮度很亮，避免学生成长时观察造成眼睛不适。
- 在演示实验时，若接入灯泡后机械式电能表铝盘转动很慢，或数字式电能表数字变化太慢，可使用电热水壶等大功率用电器。



### 器材维护

器材名称	维护保养
家用电能表	家用电能表外壳易损坏，实验结束后要及时将仪器装入盒子放入仪器柜中。

## \*28. 定性演示焦耳定律(演示实验)

### 实验目的

#### 实验地位与作用

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.1 电功率”第三课时的教学内容，属于拓展性实验。本实验为学生理解电流将电能转换为内能提供感性经验。焦耳定律是一个实验定律，是高中物理学习电路的知识基础。

本实验对应内容的学习水平为B级。

焦耳定律是有关电流热效应的规律，它的适用范围很广，在电路设计过程中均要用它来分析电路的安全性。

- 知道电流通过电阻产生热量的多少决定于导体中的电流、电阻和通电时间。
- 应用控制变量法设计实验，探究影响电阻产生的热量多少的因素。

#### 实验原理

焦耳定律： $Q=I^2Rt$ 。

#### 实验过程

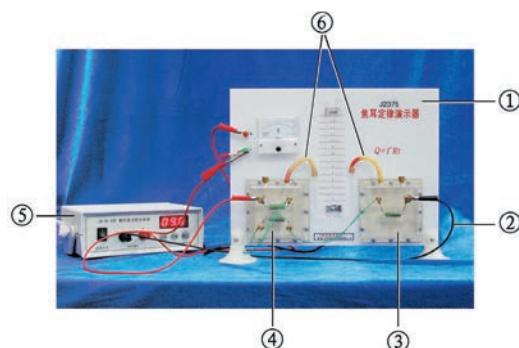
#### 【安全提示】

防止加热时间过长，空气膨胀太大，导致玻璃管内的水柱溢出。

#### 【实验器材】

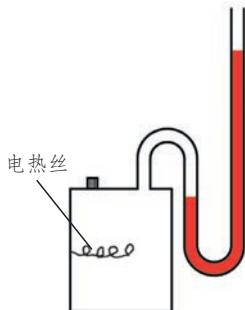
学生电源，焦耳定律演示器，开关，导线。

## 【实验装置】



①焦耳定律演示器 ②导线 ③甲贮气盒  
④乙贮气盒 ⑤学生电源 ⑥U形管

图 28-1



密闭气体温度升高，压强变大，水柱被上推。

图 28-2

## 【实验步骤】

1. 引导学生猜想电流通过导体产生的热量多少跟哪些因素有关，如何用实验证明猜想是否正确。
2. 教师介绍焦耳定律演示器原理，将甲贮气盒中的两个电阻串联后，再与乙贮气盒中的电阻串联连接（甲中的阻值大于乙中的阻值）。然后将它们连入含有滑动变阻器的电路中，调节滑动变阻器，将工作电流保持为1安，过一段时间后，比较两U形管中液面差的高低，甲的液面差大。这表明电流相同时，电阻越大，产生的热量越多。
3. 甲中只接入一个电阻，乙中外接一个分流电阻（甲中的电阻和乙中的电阻值相等），将甲、乙两个贮气盒中的电阻连接起来，甲中的电流大于乙中的电流。然后将它们连入含有滑动变阻器的电路中，调节滑动变阻器，将工作电流保持为1.2安，过一段时间后，比较两U形管中液面差的高低，甲的液面差大。这表明电阻相同时，电流越大，产生的热量越多。
4. 选定一个贮气盒接入电路，接通学生电源并调整滑动变阻器，将工作电流保持为1安，观察U形管中液面差的高低，时间越长，液面差越大。这表明电流相同、电阻相同时，时间越长，产生的热量越多。
5. 实验结束，整理器材。

## 【实验结论】

电流通过电阻时产生的热量，跟导体中的电流、电阻和通电时间有关，电流越大、电阻越大、通电时间越长，产生的热量就越多。

 实验说明

1. 将滴入红墨水的水用注射器注入 U 形管中，轻轻敲动 U 形管，使两侧液面在同一水平线上。
2. 每次实验前调整贮气盒的气门螺帽，使两管内的液面保持在同一水平线上，然后旋紧气门螺帽，封闭气体。
3. 若液柱上升过快接近管口，及时断开电路或松开气门螺帽，避免液体溢出。若液柱不能上升，检查橡皮管是否漏气，及时排除故障。

 器材维护

器材名称	维护保养
焦耳定律演示器	实验结束后要及时将仪器从电路中拆下来，装入盒子放入仪器柜中。要注意拆除橡皮管、清洗 U 形管并晾干。
学生电源	学生电源各功能键要归零，接线柱容易松动，要经常检查。

**实验目的**

1. 知道磁铁周围有磁场，知道条形磁铁、蹄形磁铁周围的磁感线分布。
2. 经历观察用铁粉来显示磁场分布的过程，认识建立模型的方法。

**29. 观察磁铁周围磁感线的分布(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.2 电流的磁场”第一课时的教学内容。本实验是在科学中学习磁体、磁场知识之后，通过实验定性了解条形磁铁、蹄形磁铁周围的磁场分布。在观察磁体周围若干小磁针N极的指向，以及铁屑的分布实验现象的基础上，本实验用磁感线形象直观地表示磁场，为学生提供感性认识。磁铁周围磁感线的分布是学习电流周围存在磁场的知识基础。

本实验对应内容的学习水平是A级。

磁感线是利用假想的曲线来形象、直观地描述磁铁周围磁场的分布情况，本实验可以帮助学生进一步认识模型法在研究物理问题中的重要作用。

**实验原理**

铁屑放入磁场后即被磁化成若干“小磁针”，“小磁针”在磁场作用下发生运动，无数“小磁针”首尾相接，排列成许多条“细线”。

**实验过程****【安全提示】**

磁感线演示板是玻璃板，避免划伤。

**【实验器材】**

磁感线演示板，条形磁铁，蹄形磁铁，铝棒，小磁针，铁屑。

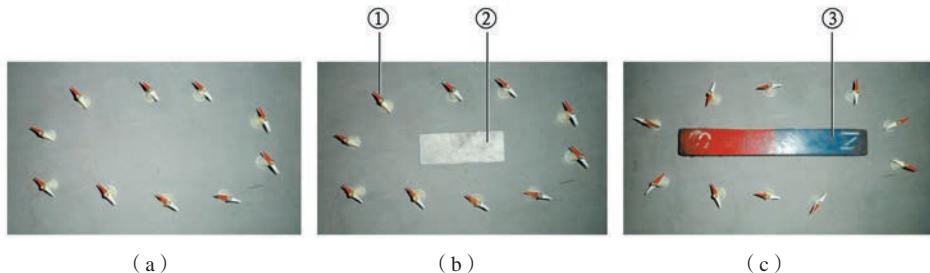
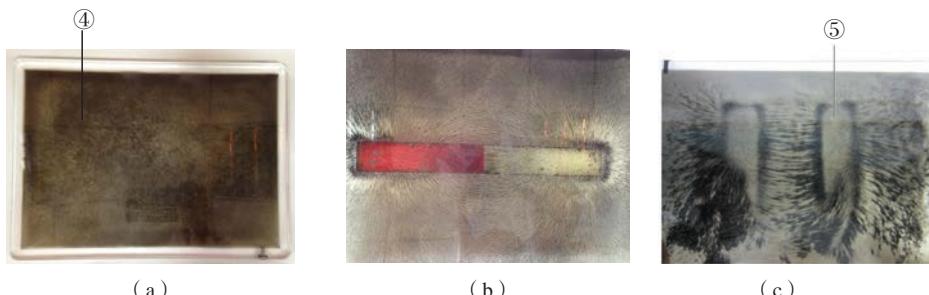
**【实验装置】**

图 29-1



①小磁针 ②铝棒 ③条形磁铁 ④铁屑 ⑤蹄形磁铁

图 29-2

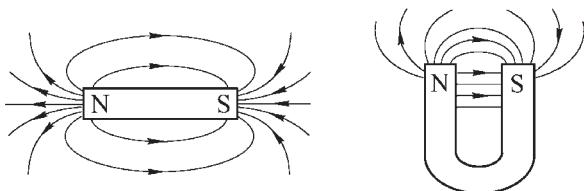


图 29-3

**【实验步骤】**

1. 如图 29-1 (a) 所示, 将 10 个小磁针环形放在图示位置, 分别将铝棒和条形磁铁放入其中, 如图 29-1 (b)、29-1 (c) 所示。观察并记录小磁针在不放物体、放入铝棒和放入条形磁铁后的指向。
2. 不放物体和放入铝棒时, 小磁针指向均不变; 当放入条形磁铁时, 小磁针指向发生变化, 这种变化说明了什么?
3. 如图 29-2 (a) 所示, 把磁感线演示板放在水平桌面上, 观察板内铁屑的分布情况。分别将磁感线演示板放在条形磁铁和蹄形磁铁上, 如图 29-2 (b)、29-2 (c) 所示, 轻轻敲击磁感线演示板, 仔细观察演示板内铁屑的分布情况。
4. 铁屑分布不均匀说明了什么? 用铅笔大致画出条形磁铁和蹄形磁铁周围铁屑的分布情况。

**【实验结论】**

铁屑(小磁针)在磁场作用下发生运动，排列成许多条“细线”。为了形象直观地描述磁场，按铁屑的排列在磁场中画出一条条带箭头的假想曲线，即磁感线，规定曲线的方向与放置在该处的小磁针N极指向一致。

 **实验说明**

1. 实验前检查小磁针的N、S极与标识是否一致，避免小磁针因被再次磁化而使磁极发生改变。
2. 实验前要轻敲磁感线演示板，使铁屑在板内的各个位置分布均匀。

 **器材维护**

器材名称	维护保养
磁感线演示板	实验结束后要及时装入盒子放入仪器柜中。

### 30. 观察通电直导线周围的小磁针指向 (演示实验)

#### 实验目的

- 知道通电直导线周围存在着磁场，以及周围磁场的磁感线分布情况。
- 认识实验在得出科学规律中的重要作用，感悟物理学的重大发现对人类社会产生的巨大影响。

#### 实验地位与作用

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.2 电流的磁场”第二课时的教学内容。本实验再现了奥斯特实验过程。奥斯特实验首次揭示了电与磁之间的联系，具有划时代的意义。

本实验对应内容的学习水平是B级。

奥斯特实验首次揭示电与磁之间的联系，具有划时代的意义。本实验再现了奥斯特实验过程，可以引导学生感悟物理学的重大发现对人类社会产生的巨大影响。

#### 实验原理

电流周围存在磁场。

#### 实验过程

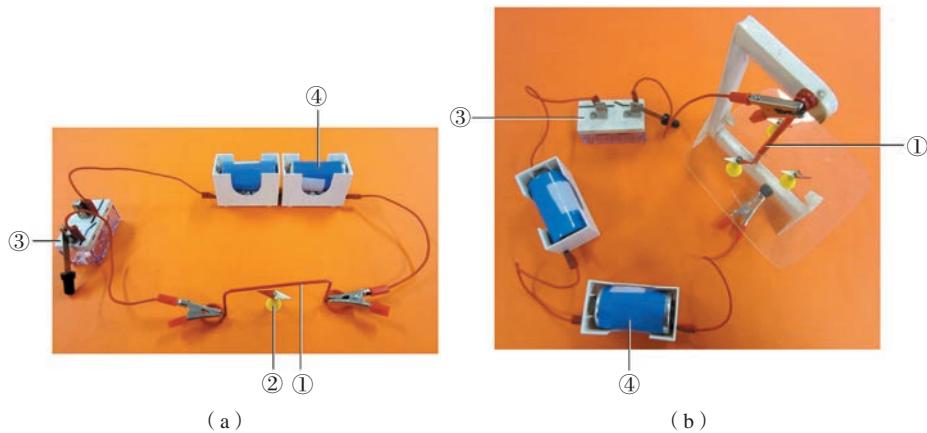
##### 【安全提示】

接通电源时，电流较大，注意接通时间不要过长。

##### 【实验器材】

电流磁场演示器，干电池，小磁针，导线，开关等。

## 【实验装置】



①直导线 ②小磁针 ③开关 ④干电池

图 30-1

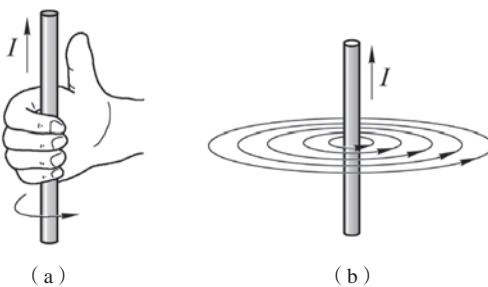


图 30-2

## 【实验步骤】

- 如图 30-1 (a) 所示, 将小磁针放在水平桌面上, 观察静止时小磁针 N 极的指向。将直导线放在小磁针上方, 使直导线沿南北方向放置。
- 将两节干电池串接后直接接到直导线两端, 同时观察小磁针并记录现象。实验现象说明了什么?
- 如图 30-1 (b) 所示, 在电流磁场演示器上放置几个小磁针, 连接电路。闭合开关前, 观察直导线周围小磁针的指向并画出小磁针 N、S 极的方向。
- 闭合开关后, 观察直导线周围小磁针的指向并画出小磁针 N、S 极的方向。
- 断开开关, 改变电流方向。再闭合开关, 观察直导线周围小磁针的指向并画出小磁针 N、S 极的方向。
- 根据步骤 3、4 或步骤 3、5 可得出什么初步结论? 根据步骤 4、5 可得出什么初步结论?

### 【实验结论】

通电直导线周围存在着磁场，磁场方向随电流方向改变而改变；用右手握住通电直导线，大拇指指向电流的方向，那么弯曲的四指就表示导线周围磁场的方向。



### 实验说明

电源要输出较大的直流电流，才能保证实验效果。实验时通电时间不宜过长，以免损坏电源。



### 器材维护

器材名称	维护保养
电流磁场演示器	实验结束后要及时切断电源拆下演示器，装入盒子放入仪器柜中。

**实验目的**

1. 知道通电螺线管周围存在磁场，知道通电螺线管周围的磁感线分布。知道用右手螺旋定则（安培定则）可以判定通电螺线管的磁感线方向。
2. 感受类比实验的方法，体会物理学知识在生活、生产中的应用价值。

**31. 观察通电螺线管周围的磁感线分布（演示实验）****实验地位与作用**

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.2 电流的磁场”第二课时的教学内容。本实验通过观察通电螺线管周围和内部若干小磁针N极的指向和铁屑的分布，知道通电螺线管周围的磁场与条形磁铁非常相似，初步学会用右手螺旋定则（安培定则）判断通电螺线管周围的磁感线方向。“电流的磁场”是电磁学的重要内容，是后续电磁铁、电铃等实验的知识基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

本实验通过观察不同绕法的通电螺线管磁感线方向，引导学生用右手螺旋定则来判断通电螺线管内部磁场的方向，感悟自然现象与物理规律的奇妙联系。

**实验原理**

电流周围存在磁场，所以通电螺线管周围也存在磁场。

**实验过程****【安全提示】**

接通电源时，电路中电流较大，注意接通时间不要过长，以免损坏电源。

**【实验器材】**

电流磁场演示器，直流电源，小磁针，铁屑，导线，开关。

### 【实验装置】

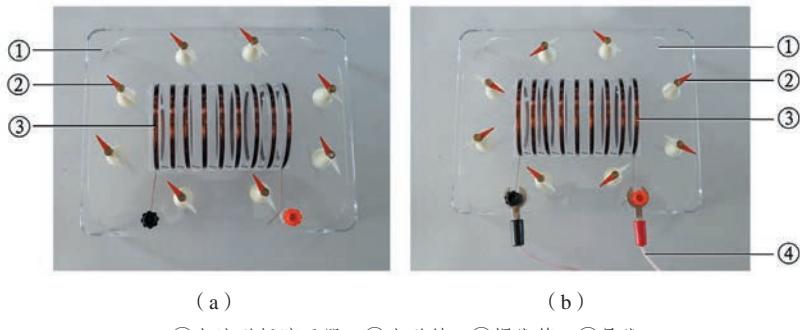


图 31-1

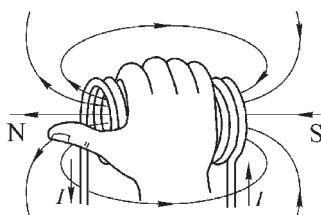


图 31-2

### 【实验步骤】

1. 如图 31-1 (a) 所示, 将电流磁场演示器放在水平桌面上, 连接好电路, 断开开关。在螺线管周围放一些小磁针, 观察小磁针静止时 N 极的指向。
2. 闭合开关, 观察小磁针静止时 N 极的指向, 如图 31-1 (b) 所示。
3. 断开开关, 将电源的正负极与螺线管的连接交换位置, 闭合开关, 观察通过螺线管的电流方向改变后, 小磁针静止时 N 极的指向是否改变。
4. 分析比较步骤 1、2 和 3 的现象, 说明了什么。
5. 在通电螺线管的周围均匀撒一些铁屑, 并轻敲面板, 观察铁屑的分布情况。在条形磁铁的周围均匀撒一些铁屑, 并轻敲面板, 观察铁屑的分布情况。
6. 比较通电螺线管周围铁屑的分布情况与条形磁铁周围铁屑的分布情况, 它们是否有相似之处? 这又说明了什么?
7. 用右手握住通电螺线管, 弯曲的四指指向电流方向, 观察大拇指所指的方向与通电螺线管内部磁场的方向有何关系?

### 【实验结论】

通电螺线管周围存在磁场的, 它的磁场与条形磁铁非常相似。用右手握住通电螺线管, 弯曲的四指指向电流的方向, 那么大拇指的指向就是通电螺线管内部磁场的方向。磁场方向随电流方向改变而改变。

 实验说明

电源要能输出较大的直流电流，才能保证实验效果，同时不要长时间通电，以免损坏电源。

 器材维护

器材名称	维护保养
电流磁场演示器	实验结束后要及时切断电源，将电流磁场演示器清理干净后，装入盒子放入仪器柜中。

## \*32. 演示电磁铁的结构和工作原理 (演示实验)

### 实验目的

知道电磁铁的结构、工作原理及作用，感悟物理学对社会发展的作用。

### 实验地位与作用

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.2 电流的磁场”第三课时的教学内容。本实验也是后续的电铃、电磁继电器原理的知识基础。

本实验对应内容的学习水平是B级。

电磁铁在日常生活、生产技术中有着广泛应用，本实验可进一步巩固电流周围存在磁场的知识。

### 实验原理

电流周围的磁场可随控制电流的变化而变化。

### 实验过程

#### 【安全提示】

注意不能超过电磁铁允许通过的最大电流，以免烧坏电磁铁。在电磁铁下吊重物时，防止重物坠落。

#### 【实验器材】

电磁铁实验器，滑动变阻器，学生电源，重物，导线，开关，海绵垫块(或尼龙网兜)。

## 【实验装置】



①电磁铁实验器 ②衔铁  
③重物 ④接学生电源 ⑤导线

图 32-1

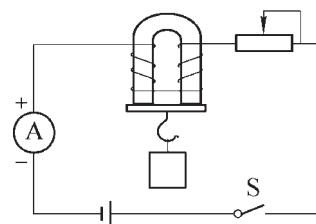


图 32-2

## 【实验步骤】

1. 观察电磁铁实验器的结构，认识各部件及名称。
2. 按图 32-2 连接电路，将学生电源调节到较低的电压，不接通电源，观察衔铁能否被吸住。
3. 闭合开关 S，接通电源，观察电流表的示数，在衔铁下挂重物，如图 32-1 所示。逐渐增加重物的质量，直到衔铁被拉开。
4. 断开开关，向左移动滑动变阻器的滑片，再次闭合开关，观察电流表的示数。在衔铁下挂重物，逐渐增加重物的质量，看看最多能吊起多重的物体。
5. 比较步骤 2、3、4，分析电磁铁有无磁性以及磁性强弱与什么有关，电磁铁的优点是什么。

## 【实验结论】

电磁铁磁性的有无，可以由通断电流来控制；磁性的强弱可以由电流的大小来改变。



重物下方的保护装置可以用厚海绵块或尼龙网兜。



## 器材维护

器材名称	维护保养
电磁铁实验器	实验结束后及时切断电源，将电磁铁实验器装入盒子放入仪器柜中。

**实验目的**

知道电铃的基本结构和工作原理，感受电磁铁在生活中的应用。

**33. 演示电铃的工作原理（演示实验）****实验地位与作用**

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.2 电流的磁场”第三课时的教学内容。本实验是电流的磁场知识在技术上的应用，是电磁铁应用的实例。

本实验对应内容的学习水平是B级。

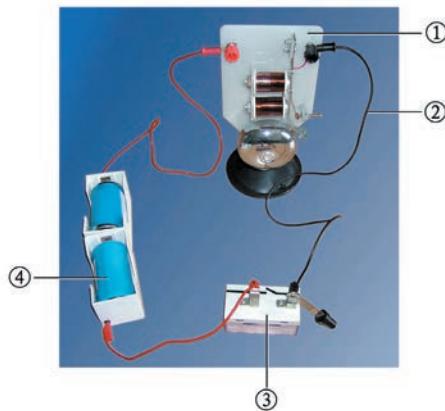
本实验可以帮助学生进一步巩固电流的磁场知识，感悟物理与生活的紧密联系。

**实验原理**

电流可以产生磁场。

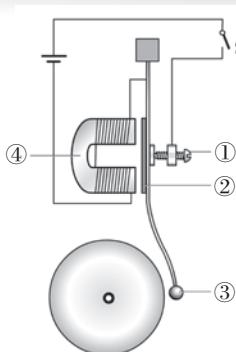
**实验过程****【实验器材】**

电铃，干电池，开关，导线若干。

**【实验装置】**

①电铃 ②导线 ③开关 ④干电池

图 33-1



①振针 ②衔铁 ③铁锤 ④电磁铁

图 33-2

### 【实验步骤】

1. 观察电铃的主要结构，认识各部件。用手指轻轻拨动衔铁，观察衔铁与蹄形电磁铁的接触和小铁锤与电铃之间的碰撞。
2. 按图 33-1 所示连通电路，闭合开关 S，观察电铃的工作情况。
3. 引导学生分析电铃的工作原理。

### 【实验结论】

如图 33-2 所示，闭合开关 S，电路接通，电磁铁产生磁性，衔铁被向左吸引，带动小铁锤敲击电铃。在小铁锤敲击电铃的同时，衔铁脱离振针，电磁铁因电路断开而失去磁性，衔铁被电磁铁释放复位，小铁锤离开电铃。小铁锤离开电铃后，电路重新接通，电路又开始工作，周而复始，电铃持续发声。



#### 实验说明

1. 电源可以用干电池，也可以使用学生电源。可以用直流电，也可以用交流电。
2. 实验过程最好用实物投影仪投影到大屏幕上，以便学生能清晰地观察到振针和衔铁的运动情况。



#### 器材维护

器材名称	维护保养
电铃	实验结束后要及时切断电源，将电铃装入盒子放入仪器柜中。

**实验目的**

知道发电机的结构和工作原理。

**34. 观察发电机模型(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.3 电能的获得和输送”的教学内容。本实验是在学习了“电生磁”后，对“磁生电——导线在磁场中切割磁感线就会在闭合电路中产生感应电流的现象”的初步感知。

本实验对应内容的学习水平是 A 级。

本实验是电磁感应现象的应用。电磁感应是将机械能转化为电能的重要方式，是人类大规模使用电能的基础。

**实验原理**

电磁感应原理。

**实验过程****【实验器材】**

手摇交流电发电机模型。

**【实验装置】**

①磁铁 ②线圈 ③小灯泡 ④手摇轮

图 34-1

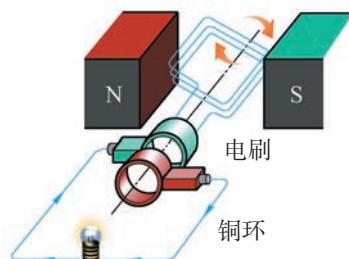


图 34-2

### 【实验步骤】

1. 观察手摇交流电发电机模型的各部分结构。把发电机模型放在水平桌面上，永磁铁放在发电机上部，将皮带连接在主动轮和发电机轴上。
2. 左手按住发电机底座，右手握紧手摇轮的手柄，分别慢速和快速顺时针摇动手摇轮，观察小灯泡的发光情况。
3. 交流讨论，分析发电机的工作原理。

### 【实验结论】

闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时，会在闭合电路中产生感应电流，且导体切割磁感线的速度越大，产生的感应电流越强。



#### 实验说明

1. 摆动手柄时，另一只手要扶紧发电机底座，且用力要均匀，防止手摇轮因晃动而脱落。
2. 人力摇动发电机模型，若线圈转速较低，感应电流较小，灯泡不亮。



#### 器材维护

器材名称	维护保养
发电机模型	实验结束后要及时将皮带和永久磁铁拆下来，装入盒子放入仪器柜中。

**实验目的**

知道高压远距离输电的目的是减少输电线上的能量损耗，知道高压输电的全过程以及电网的作用。

**35. 模拟高压输电(演示实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第二学期《第八章 电能与磁》“8.3 电能的获得和输送”的教学内容。本实验是电能、电功率、焦耳定律等知识的综合应用。

本实验对应内容的学习水平是A级。

本实验可以引导学生理解提高输电电压能有效减少输电线上的能量损耗，了解电能是一种输送方便的能量形式，体验科学、技术与社会的紧密联系。

**实验原理**

在输电功率一定的情况下， $P_{送}=IU$ ，U越大，I越小。导线上损耗的功率， $P_{损}=U_{线}I=I^2R_{线}$ ，所以I越小， $P_{损}$ 越小，因此要用高压输电。

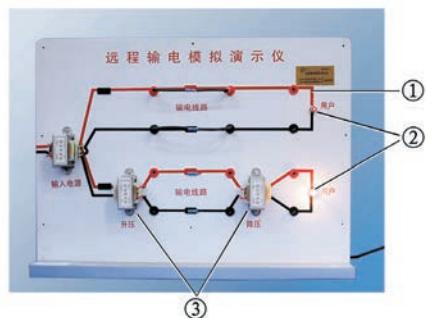
**实验过程****【安全提示】**

使用220伏交流电时注意用电安全。

**【实验器材】**

220伏交流电，远程输电模拟演示仪。

## 【实验装置】



①导线 ②小灯泡 ③变压器

图 35-1

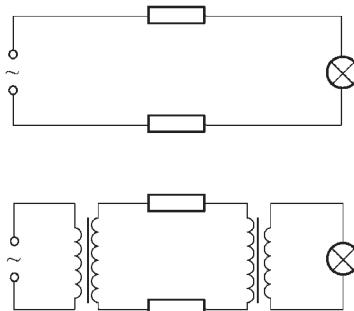


图 35-2

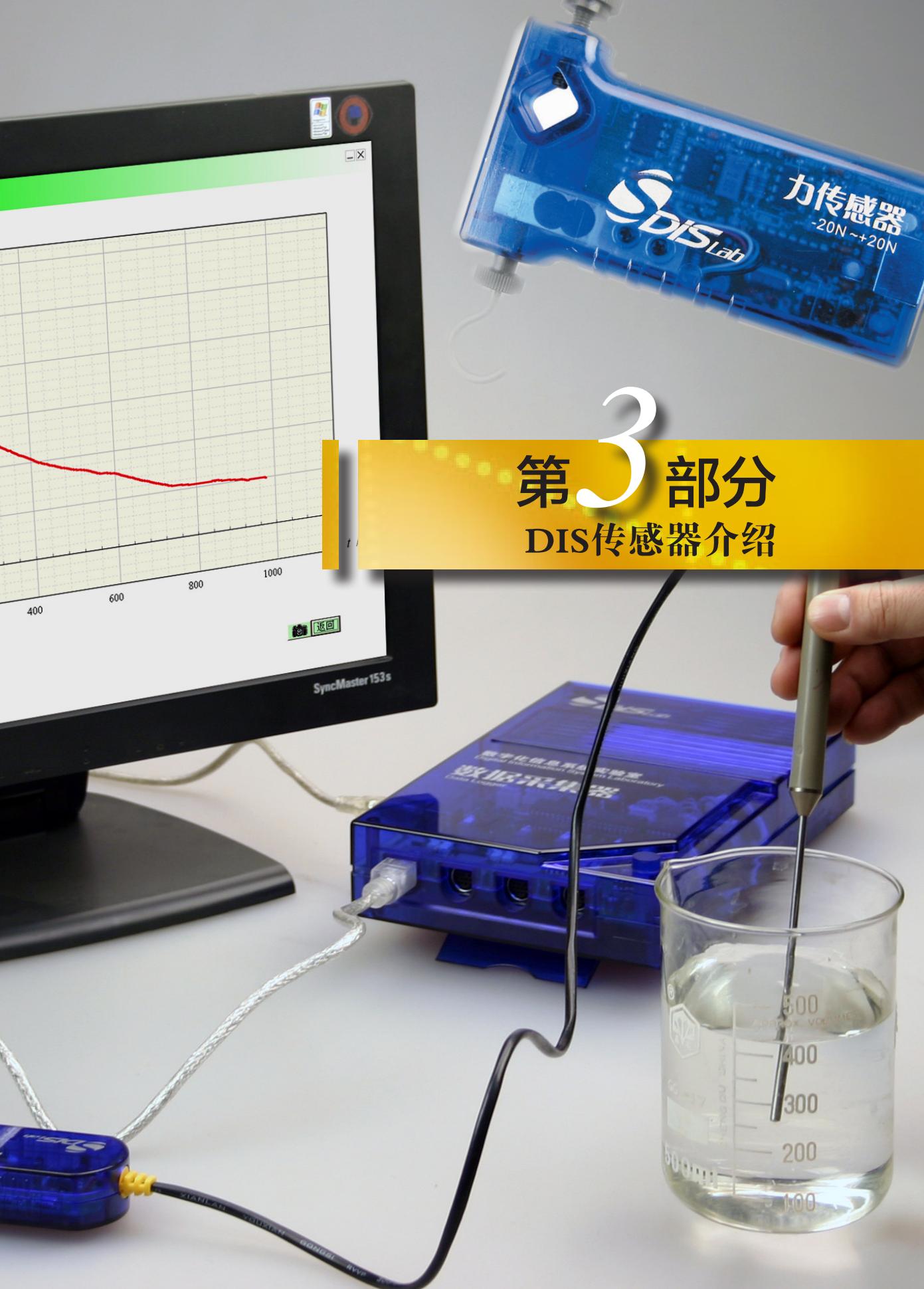
## 【实验步骤】

- 观察远程输电模拟演示仪的各部分结构，比较低压输电线路与高压输电线路的相同点和不同点。
- 接通电源，观察两个电路中小灯泡的亮暗程度，并分析其原因。
- 观察输电模拟电路，先经过变压器升压，远距离输送，再经过变压器降压，送到用户，用简图或文字描述演示装置和观察到的现象。
- 观察低压远距离输电模拟电路，由电源通过输电线直接送到用户，用简图或文字描述演示装置和观察到的现象。
- 理论分析：输电线上的发热功率损耗  $P_{\text{损}} = U_{\text{线}} I = I^2 R_{\text{线}}$ ，输电线的电阻相同时，减小  $I$  可以大大降低  $P_{\text{损}}$ 。在输送功率不变时，由  $P=UI$  可知，升高电压就可以减小输电线上的电流，从而减少输电线上的能量损耗。



器材名称	维护保养
远程输电模拟演示仪	演示器防止剧烈碰撞、震动。实验结束后要及时将仪器装入盒子放入仪器柜中。





## 第3部分 DIS传感器介绍

# 第 3 部分

## DIS传感器介绍



## 传感器

传感器 (Sensor) 是一种能感受规定的被测量，并按照一定的规律，将其转换成可用输出信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。简单地来讲就是：将输入的非电学量转换成电信号输出的器件或装置。

### 有关传感器的名词解释

1. 测量范围——传感器所能测量到的最小输入量与最大输入量之间的范围。超出这个范围，传感器无法保证输出量与输入量之间的对应关系。
2. 量程——传感器测量范围内，最大输入量与最小输入量的代数差。
3. 灵敏度——传感器的输出变化量与相应的输入变化量之比。传感器的灵敏度越高，后续的信号处理越简单。
4. 分辨力、分辨率——传感器能检测到输入量最小变化量的能力称为分辨力。分辨力与量程的比值称为分辨率，一般用百分数表示。
5. 精度——又称为精确度。它是指测量结果的可靠程度，是系统误差和随机误差的综合反映。精度越高，测量误差越小。

精度一般用量程内的最大基本误差（系统误差和随机误差）与全量程输出之比的百分数表示。

“精度”可细分为准确度和精密度。

准确度：指测量结果偏离“真值”的程度。它反映系统误差的影响，系统误差越小，准确度越高。

精密度：指测量数据的重复程度。即：对某一稳定的被测量，由同一测量者，在相同条件下，连续、重复测量得到测量值的分散程度。它反映随机误差的影响，随机误差越小，精密度越高。

工程测量中，主要是系统误差，因此应当力求准确度高；而精密测量中，由于已减小了系统误差，因而以随机误差为主，力求精密度高。

例如：测量 100.00 克标准砝码的质量。这里的 100.00 克为真值。用传感器进行多次测量，显示的结果分别为：112.509 克、112.505 克、112.503 克、112.506 克、112.507 克。那么，只能说明该传感器的“精密度”高——测量值很集中；但是“准确度”低——偏离了真实的数值。而仪器显示的 3 位小数，仅仅说明传感器的分辨力高。但分辨力高不等于精度高。

## DIS 物理实验常用传感器

名称	测量范围	分辨力	对应传统仪器
力传感器	-20N ~ +20N	0.1N	测力计
压强传感器	0 ~ 300kPa	0.1kPa	压强计
磁感应强度传感器	-15mT ~ +15mT	0.1mT	无
温度传感器	-20℃ ~ +130℃	0.1℃	温度计
光电门传感器	/	0.01ms	数字毫秒计或停表
位移传感器	0 ~ 200cm	1mm	打点计时器
声传感器	20Hz ~ 20kHz	1Hz	无
电压传感器	-20V ~ +20V	10mV	电压表
电流传感器	-2A ~ +2A	10mA	电流表
微电流传感器	-1 μ A ~ +1 μ A	/	灵敏电流计

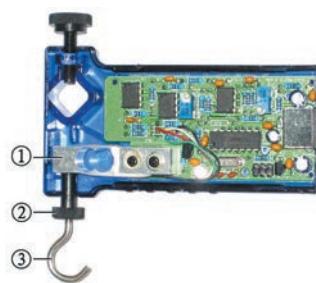


## 传感器的结构

力传感器(图1)中的敏感元件为悬臂梁，挂钩通过锁紧螺母固定在悬臂梁的下端(图2)。挂钩可根据需要调整角度，调整后要再次旋紧螺母。



图 1



①悬臂梁 ②螺母 ③挂钩

图 2

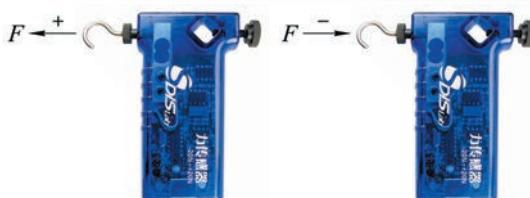


图 3

力传感器在软件中的设定：承受拉力时为正值；承受压力时为负值（图 3）。

### 传感器的工作原理

传感器通过敏感元件将“力”转换成金属的“应变”，然后由转换元件将“应变”再转换成“电”，从而完成“力—电”的转换（图 4）。

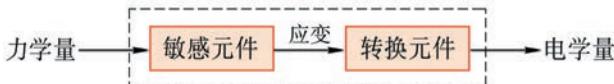
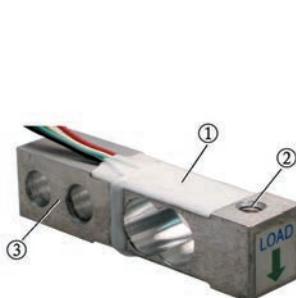


图 4

首先，力传感器内的悬臂梁将力学量转换为金属的应变。

悬臂梁（图 5）是一种弹性元件，它的一端固定，另一端安装测力钩。如图 6 所示，在力  $F$  的作用下，悬臂梁的上、下表面产生微小形变（应变）：上表面伸长，下表面压缩。在悬梁表面上粘贴有应变片。



①应变片 ②受力端 ③固定端

图 5

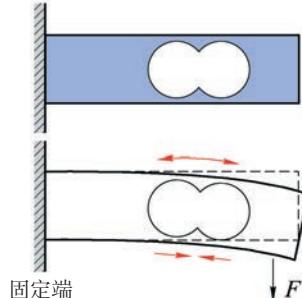
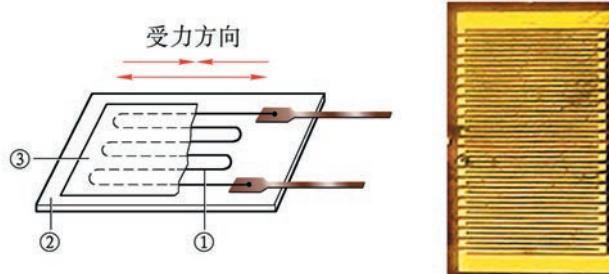


图 6

金属材料在外力作用下产生机械形变时，就能将悬臂梁的应变传递到应变片上，从而将悬臂梁的应变转换为电阻的变化。这叫做电阻应变效应。电阻应变片就是根据这一原理制成，这是一种将物体的应变转换成电阻变化的转换元件。

电阻应变片通常分为金属电阻应变片和半导体应变片两大类。力传感器使用的是金属电阻应变片，它的内部结构如图 7 所示，右侧是实物放大图。金属电阻丝夹在基片与保护层之间，沿受力方向分布。



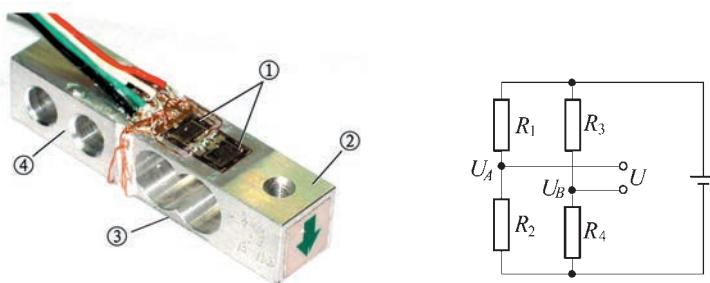
①电阻丝 ②绝缘基片 ③保护层

图 7

应变片未产生形变时，它的初始电阻  $R = \rho \frac{l}{S}$ 。

当应变片随悬臂梁产生形变时，金属电阻丝被拉伸或压缩，它的长度  $l$  和截面积  $S$  以及电阻率  $\rho$  均发生变化。但对金属材料而言，主要是长度和截面积发生改变而引起电阻的变化，而电阻率的变化相对很小，可以忽略不计。

悬臂梁的上、下表面各粘贴 2 枚应变片（图 8），它们的电阻值均相同，并以惠斯通电桥的形式连接成电路（图 9）。当悬臂梁不受力时，电桥平衡，输出电压  $U$  为零。当悬臂梁受到向下的压力时，4 枚应变片伴随悬臂梁同时发生变形：悬臂梁的上表面伸长，应变片  $R_1$ 、 $R_4$  电阻值同时增大；悬臂梁的下表面压缩，应变片  $R_2$ 、 $R_3$  电阻值同时减小。此时， $U_A$  降低， $U_B$  升高，电桥失去平衡，输出的电压  $U$  与压力成正比。



①上面两枚应变片 ( $R_1$ 、 $R_4$ ) ②受力端  
③下面两枚应变片 ( $R_2$ 、 $R_3$ ) ④固定端

图 8

图 9

### 使用中的注意事项

1. 传感器的测量范围： $-20N \sim +20N$ 。
2. 测量前传感器必须调零。
3. 作用力必须与悬臂梁始终保持垂直，否则测得的只是力的分量。
4. 悬臂梁避免长时间受力。仪器不使用时，必须取下重物，以免损坏传感器。

## 压强传感器

### 传感器的结构

压强传感器(图10)用来测量气体的绝对压强,其前端有一根软管,用以导入待测气体。其内部结构如图11所示,从中可以看到一个菱形的压力传感器件,它是利用单晶硅的压阻效应制成的。当受到气体压力时,它内部应变片的电阻率发生相应变化,将测得的压强大小转换为相应的电阻阻值变化。



图 10



图 11

### 传感器的工作原理

图12为压阻式压强传感器件的外形图,其内部有一片用半导体材料制成的敏感元件——硅膜片,图13为硅膜片的侧视图。



图 12

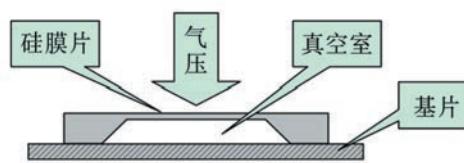


图 13

硅膜片为边长3mm的正方形,它的中部经光刻腐蚀形成直径为2mm、厚5μm的圆形薄膜。硅膜片的周边固定,中心部位可以发生微小形变。

硅膜片的下部与基片密封。将密封的真空室压力作为参照,测量与真空室相对的压力,得到绝对压力值。之所以采用真空室,是因为真空室内的压力不会受温度的影响。待测气体从硅膜片的上部导入。

从图13的顶部向下俯视,可以看到圆形薄膜上有4枚电阻值相等的半导体应变片(图14),这是一种转换元件。当膜片的两面有压力差时,膜片发生

形变，从而将硅膜片的应变转换成电阻的变化。

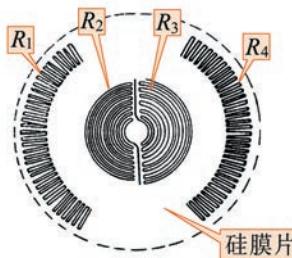


图 14

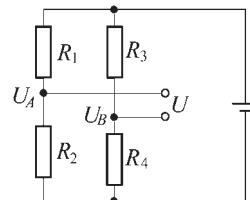


图 15

由于硅膜片的一侧是真空室（图 13），所以导入的气体压力越高，硅膜片的形变越大，它的形变与压力成正比，而附着在硅膜片上应变片的电阻值也与气体压力成正比变化。

4 枚应变片  $R_1 \sim R_4$  以惠斯通电桥方式连接，如图 15 所示。当硅膜片承受的气体压力增大时，硅膜片向下凹陷，外围的应变片  $R_1$  和  $R_4$  被拉伸，电阻增大；与此同时，中间的应变片  $R_2$  和  $R_3$  被压缩，电阻减小；电桥失去平衡，从而输出与气体压力成正比的电压值。

压强传感器使用的是半导体应变片。当半导体应变片未受力时，它的初始电阻： $R = \rho \frac{l}{S}$ 。当应变片在外力的作用下被拉伸或压缩时，它的电阻率  $\rho$  以及长度  $l$  和截面积  $S$  均发生变化。对半导体材料而言，主要是电阻率发生改变而引起电阻的变化，而长度和截面积的变化相对很小，可以忽略不计。

实验室另有一种测量相对压强的“相对压强传感器”，其内部的压力传感器件如图 16 所示。从外形看，它有两根导管，一根通过软管与待测气体连接；另一根接入参考压力（通常与大气相通），即测量两个端口输入的压力差，也就是相对于参考压力的数值。相对压强传感器的内部结构如图 17 所示。与图 13 相比，硅膜片的下部直接与大气相通。



图 16

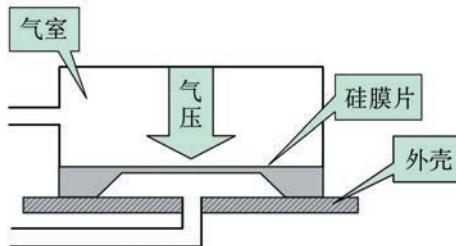


图 17

实验室常用的是绝对压强传感器。

### 使用中的注意事项

1. 传感器的测量范围: 0~300kPa。
2. 使用时应保证被测气体容器与传感器前端软管之间连接紧密。
3. 传感器前端的软管容积约为 1mL, 传感器所测量的气体体积包含了这 1mL, 因此实验时可根据需要进行相应处理。
4. 传感器不能直接测量液体或有害气体的压强。如确需测量, 可通过隔离装置进行间接测量。
5. 压强传感器的动态响应非常快(1毫秒), 如果与动态响应慢的传感器(如温度传感器)一起进行同步测量时, 将会出现测量值开始时不同步的现象。



### 传感器的结构

磁传感器(图 18)有一根细长的探测管, 传感器中的传感器件——霍尔集成电路位于探测管的端部, 当磁场的磁感线穿过霍尔集成电路的测试面时, 测得的磁感应强度被转化为电压信号。

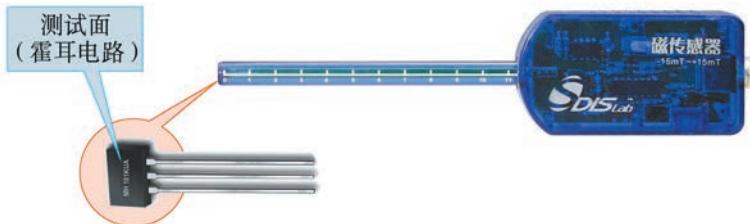


图 18

磁传感器可以用来测量磁感应强度, 以此弥补传统实验器材的不足。

### 传感器的工作原理

磁传感器中的传感器件是霍尔集成电路, 而真正起到转换作用的是集成电路内部的霍尔元件——一枚  $4 \times 2 \times 0.1\text{mm}$  的半导体薄片。新型传感器中的霍尔元件体积更小。

在金属薄片左右相对的两侧面间通以控制电流  $I$ , 在薄片垂直方向上施加磁场  $B$ , 那么, 在垂直于电流和磁场方向的另外两个侧面, 将产生与控制电流和磁场成正比的电动势  $U_H$ , 这种物理现象称为霍尔效应。由于金属材料产

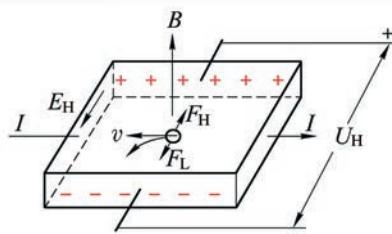


图 19

生的霍尔效应非常微弱，实际使用的是半导体材料。

霍尔效应是带电粒子在磁场中受到洛伦兹力的缘故。如图 19 所示，将半导体薄片置于磁场  $B$  中，沿薄片施加电流  $I$ 。半导体中的电子除了做定向运动外，

还在洛伦兹力  $F_L$  的作用下向薄片的一个侧面偏转，并在该侧面积累，而在另一侧面则因缺少电子而积累等量的正电荷。

这样，在两个侧面之间逐渐形成电场，该电场对电子产生电场力  $F_H$ ，阻止运动电子继续偏转。当电场力  $F_H$  与洛伦兹力  $F_L$  相等时，电子的积累达到动态平衡，这时在两个侧面之间建立的电场称为霍尔电场  $E_H$ ，相应的电势称为霍尔电势  $U_H$ 。即：

$$U_H = KIB \quad (K \text{ 为灵敏度参数})$$

当  $I$  保持不变时，可以通过测量  $U_H$  得到  $B$ ，磁传感器正是利用这一原理测量磁场的磁感应强度。

实际应用中，将霍尔元件、放大器、温度补偿电路等制作在一枚芯片上，称为霍尔集成电路。

### 使用中的注意事项

1. 传感器的测量范围： $-15\text{mT} \sim +15\text{mT}$ 。
2. 传感器的读数：传感器检测读数的绝对值，即为测量点处平行于探测管方向的磁感应强度分量。当读数为正时，表示该分量方向沿探测管向前（图 20）；反之，表示方向相反（图 21）。

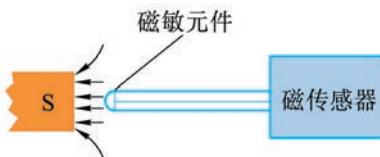


图 20

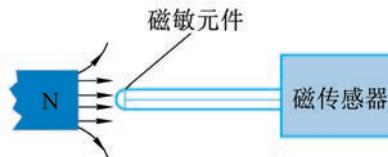


图 21

### 3. 磁传感器在测量中的安放位置与方向

磁传感器的内部结构如图 22 所示。霍尔集成电路位于传感器探测管的前端，其测试面与探测管垂直。测量磁场时，要求所测量的磁感线必须与霍尔集成电路的测试面相互垂直，否则测得的磁感应强度只能是平行于探测管方向的分量。如果磁感线与测试面相互平行（即与探测管方向垂直），则测量

值为零。测试方向未知的磁场时应转动探测管，使磁感应强度的读数为最大时，探测管的方向即为待测磁场的方向。

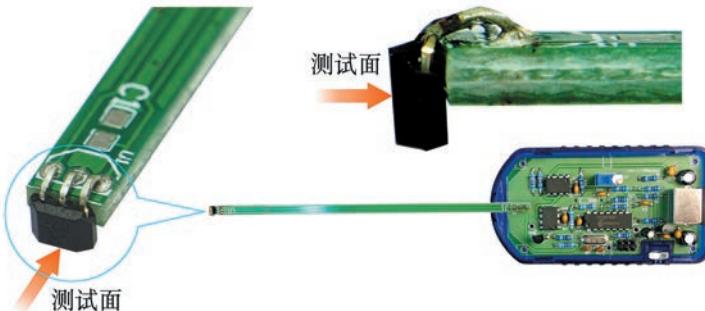


图 22

4. 传感器使用时，需接入数据采集器预热 2 分钟，等读数稳定后再进行测量。

5. 霍尔集成电路通电后自身会发热。当它与通电螺线管合用时，传感器的探测管不得长时间滞留在通电螺线管内，以免损坏传感器。

## 温度传感器

### 传感器的结构

温度传感器（图 23）有一支细长的金属探测管，探测管的端部为测量端。实验时，将探测管的端部与被测物体充分接触，以测量物体的温度。

传感器中的敏感元件是位于探测管顶端的铂电阻，它将温度的变化转化为电阻的变化。如图 24 所示，金属探测管与内部的铂电阻之间用导热材料进行填充，外部的温度变化通过导热材料传递到铂电阻。



图 23

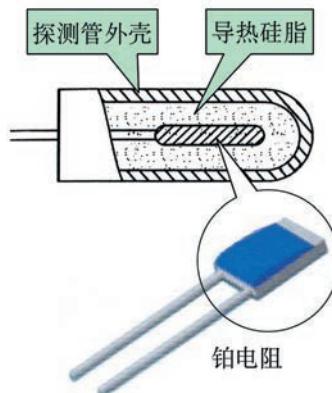


图 24

### 传感器的工作原理

温度传感器为接触式测量仪器，感温元件直接接触被测对象，两者进行充分的热交换，最后达到热平衡，由此测量被测对象的温度。

利用导体或半导体的电阻值随温度变化的特性可实现温度测量。通常将纯金属制成的测温元件称为热电阻。目前应用广泛的热电阻材料为铂和铜。铂电阻性能稳定，测量精度高，重复性好，但线性度略低于铜电阻。

铂电阻的内部结构如图 25 所示，真正用于温度测量的铂金属被封装在陶瓷与玻璃之间。由此可见，外部的温度变化需要通过金属探测管、导热硅脂，再通过封装片才能传递到铂金属，这样的结构使得温度传感器不能迅速跟上外部的温度变化，也就是所谓的“响应速度慢”，这种现象在动态测量中容易引起误差。

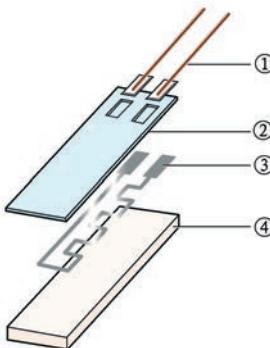


图 25

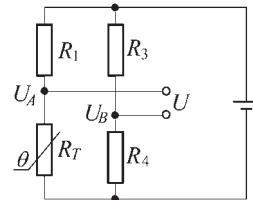


图 26

温度传感器的电路原理如图 26 所示， $R_T$  是铂电阻。平时电桥处于平衡状态， $U_A = U_B$ 。当温度上升时，铂电阻  $R_T$  的电阻随之变大，电桥失去平衡， $U_A > U_B$ ，因而输出的电压  $U$  与温度变化相对应。

### 使用中的注意事项

1. 传感器的量程： $-20^{\circ}\text{C} \sim +130^{\circ}\text{C}$ 。
2. 测量时，温度传感器探测管的顶端与被测物体必须充分接触，同时增加传感器探测管插入被测物体的深度，以增大传感器的受热部位。
3. 本传感器不得测量火焰等高温。
4. 传感器的探测管是薄壁金属管，因此不能将其作为搅拌棒使用，或使其处于受力状态，不能用物体直接摩擦探测管。
5. 由于温度传感器的动态响应非常慢，如果与动态响应快的传感器（如压强传感器）一起进行同步测量时，将会出现测量值不同步的现象。



## 光电门传感器

## 传感器的结构

光电门传感器为门式结构(图27)。传感器的红外线发射孔为圆形，而接收孔是一条窄缝。



图27



图28

图28为光电门的内部结构。发光管发射红外线，光敏管接收红外线，在发射孔与接收孔之间形成狭窄的光束。光电门下部设置电子计时器。

## 传感器的工作原理

光电门传感器中的敏感元件是利用光生伏特效应制成的光敏三极管(图29)，它将光照强度转换为电流的大小。



图29

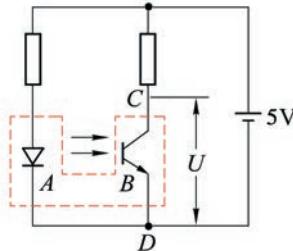


图30

如图30所示，发光管A持续发射红外线，光敏三极管B在红外线的照射下处于导通状态(有一定的电流)，C、D两点之间近乎短路，输出电压U接近0V，光电门内的计时器不工作。

当有物体遮挡光电门时，光敏三极管因红外线光束被遮挡而进入截止状态(电流几乎为零)，C、D之间近乎断路，输出电压U接近5V，计时器随即开始计时。当物体离开光电门，红外线重新照射光敏三极管时，计时器停止计时。

光电门的主要作用是测量时间，类似于停表。

光电门犹如一扇“门”，没有物体遮挡光束时，大门紧闭，光电门内部的

计时器不工作；当物体前缘到达光束中央时，光电门“开门”，计时器开始计时；当物体后缘越过光束中央时，光电门“关门”，计时器停止计时。光电门记录了物体从开始挡光到挡光结束的时间差，这就是物体通过光电门的时间。

利用光电门可以测量速度。

在物体上安装 I 型挡光片（图 31），测量从挡光片开始遮挡光束到遮光结束的时间差，根据挡光片宽度  $s$  和挡光片通过光电门的时间  $t$ ，即可计算速度  $v=s/t$ 。

学生对此熟悉后，就会将光电门和挡光片一起，作为测量速度的工具。

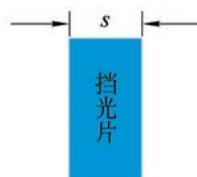


图 31

I 形挡光片越狭窄，越有利于瞬时速度的精确测量。但是，使用 I 形挡光片时，环境光会直接干扰光电门的测量结果。挡光片越窄，干扰越大，对光电门的精度要求越高。

使用 U 形挡光片可以抵消环境光带来的偏差，增加测量的准确度。

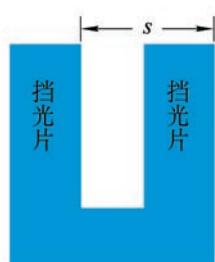


图 32

U 形挡光片的宽度  $s$  是从第一光片的前缘，到第二光片的前缘（图 32）。当它通过光电门时，测得先后 2 次挡光时间，来测量速度。

光电门的另一个作用是提供控制信号。

例 1：利用光电门提供的信号进行计数。

例 2：在平抛运动 DIS 实验中，光电门在测量小球初速度的同时，通知控制系统记录小球的飞行时间。

例 3：在向心力 DIS 实验中，光电门在测量角速度的同时，通知控制系统测量该时刻的向心力。

### 使用中的注意事项

- 若将小球作为挡光片使用，则小球的直径相当于挡光片的宽度，因此小球悬挂的位置，必须保证光电门的光束通过小球的直径处（图 33）。

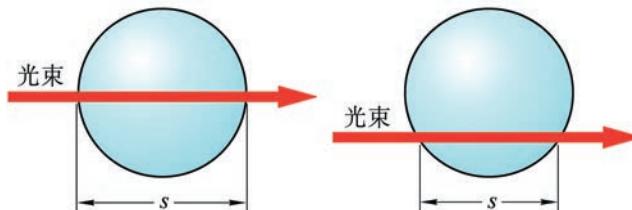


图 33

- 在使用 I 形挡光片的定量实验中，需要关注光电门自身的测量精度。

3. 光电门的接收孔避免强光照射，以免引起测量误差。
4. 挡光片尽量靠近光电门的接收孔一侧，以提高测量精度。



### 传感器的结构

位移传感器采用分体式结构，分为“发射器”和“接收器”两部分（图34），必须成对使用。



图 34

图35是发射器和接收器的内部结构。发射器内设有超声波发射器和红外线发光管；接收器内设有超声波接收器和接收红外线的光敏器件，以及计算时间的电子计时器。位移传感器所测量的距离，是发射器端面到接收器端面之间的长度 $s$ 。

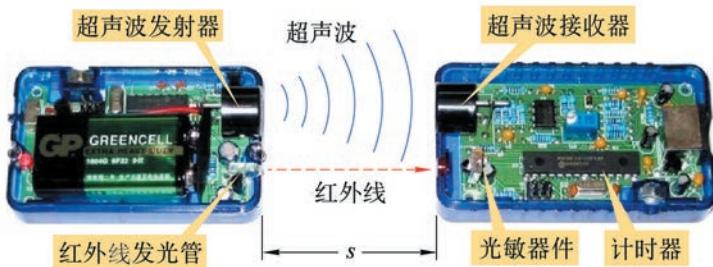


图 35

### 传感器的工作原理

夏季雷雨时，根据闪电和雷声的时间差，可计算雷电发生处距离地面的距离，位移传感器的测距原理与此类似。

如图36所示，发射器同时发射红外线和超声波。

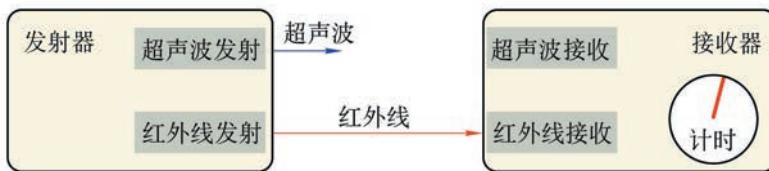


图 36

红外线率先到达接收器，记为  $t_1$ 。由于红外线的传播速度为光速，所耗时间实际上可以忽略不计，因此接收器收到红外线信号后，计时器立即开始计时。

紧接着超声波到达接收器，记为  $t_2$ 。接收器收到信号后计时器停止计时，由此得到时间差 ( $t_2-t_1$ )。

计算机根据时间差 ( $t_2-t_1$ ) 和空气中超声波的声速  $v$ ，计算出发射器与接收器之间的距离  $s$ ，即  $s=v(t_2-t_1)$ 。

将发射器安装在运动物体上，发射器不间断地发射信号，通过测量发射器和接收器之间的距离，就可以及时跟踪物体做直线运动时的轨迹。

### 使用中的注意事项

1. 传感器的测量范围：0~200cm。
2. 测量过程中，发射孔与接收孔必须正对，两者之间不得有物体遮挡。
3. 发射器与接收器之间避免气流扰动（空调、电风扇、气垫导轨等）。
4. 分组实验时，相邻的位移传感器同时工作，可能会产生超声波干扰。因此，要拉开各组的距离、调整器材方向或对传感器进行隔离等消除干扰。
5. 物体快速运动时，可能存在测量误差。
6. 实验完毕，关闭发射器的电源。传感器长期不用时，取出发射器内的电池。



### 传感器的结构

声传感器分为声波传感器（图 37）和声强传感器（图 38）两种。声波传感器输出的图形如图 39 所示，是声波波形随时间变化的情况；声强传感器输出的图形如图 40 所示，是某时刻声强的数值，即分贝值。



图 37



图 38

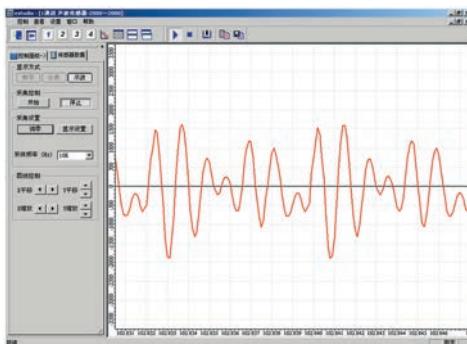


图 39

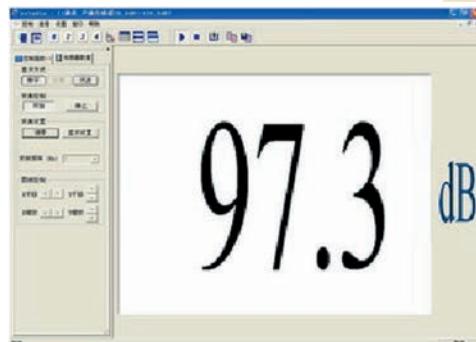


图 40

两种传感器的内部结构不尽相同，但使用的敏感元件均为电容式驻极体传声器（图 41），它将声音信号转化为电压信号。

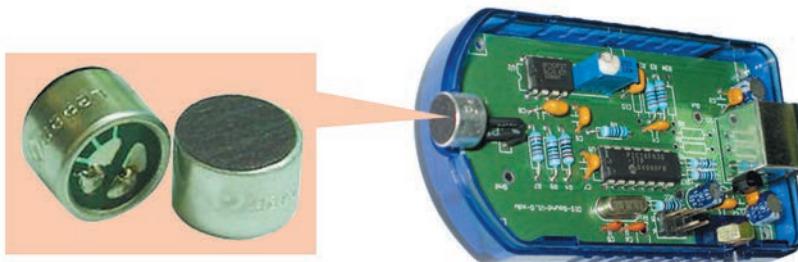


图 41

### 传感器的工作原理

在塑料薄膜上附着一层金属膜，经高压电场处理后，两个表面上分别储存正负电荷，这种材料称为驻极体。

将驻极体膜上的金属层作为电极，与固定电极保持一定的距离，中间以空气作为介质，这就构成了平板电容器（图 42）。

对于电容器：

$$C = \epsilon S / d$$

其中， $\epsilon$  和  $S$  保持不变。当振动膜振动时，振动膜与固定电极之间的距离  $d$  发生改变，使电容量  $C$  发生相应的变化。

$$\text{又 } Q = CU$$

由于膜片上的电荷量  $Q$  不变，电容量  $C$  的变化必然引起两个电极间电压  $U$  的变化，从而产生随声波变化的交变电压  $\Delta U$ 。

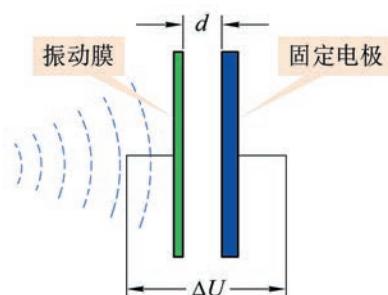


图 42

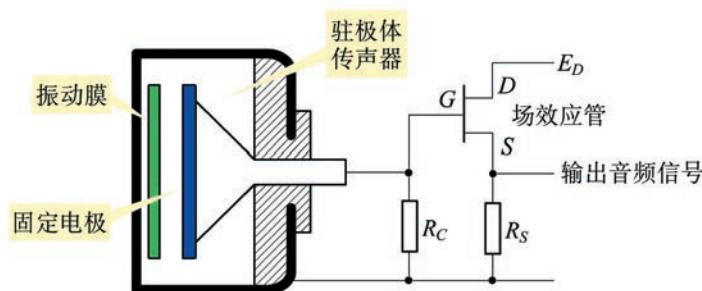


图 43

图 43 为电容式驻极体传声器的原理图，工作流程如下：

声波 —— 膜片振动 —— 电容量变化 —— 产生充放电流 —— 阻抗变换 —— 电信号

### 使用中的注意事项

1. 声波传感器的测量范围：20Hz ~ 20kHz，声强传感器的测量范围：20dB ~ 130 dB。
2. 声波传感器在使用过程中，必须根据实验需求及时调整计算机软件的采样频率，以保证输出波形的准确度。
3. 声波传感器对数据采集器的性能要求较高，当采集器的采样频率不能满足需求时，会影响实验效果。
4. 声波传感器对计算机的要求较高，使用老式计算机将影响实验效果。



### 传感器的结构

电压传感器（图 44）类似于实验室里的电压表，用于测量 -20V ~ +20V 的电压。另有一种多量程电压传感器（图 45）。



图 44



图 45

### 传感器的工作原理

电压传感器实际上是一种转换器，它将采集到的  $-20V$  至  $+20V$  之间的输入电压，转换成  $0\sim 2.5V$  之间对应的输出电压，如图 46 所示。

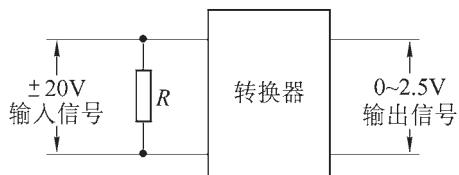


图 46

### 使用中的注意事项

1. 电压传感器的使用方法与电压表类似，必须并联在电路中进行测量。如果显示电压为正，表明红线端的电位高于黑线端；反之，表明黑线端的电位高于红线端。
2. 使用多量程电压传感器测量未知电压时，量程的选择必须从大到小，以免超出传感器的测量范围。
3. 对于多量程电压传感器，应根据被测量的大小，选择较少量程进行测量，从而获得较精确的测量结果。例如，测量  $1.9V$  电压，选择  $\pm 2V$  量程优于选择  $\pm 20V$  量程。



### 传感器的结构

电流传感器（图 47）类似于实验室里的电流表，用于测量  $-2A\sim+2A$  的电流。另有一种多量程电流传感器（图 48）。



图 47



图 48

### 传感器的工作原理

电流传感器实际上是一种转换器，它将采集到的  $-2A$  至  $+2A$  之间的输入电流，转换成  $0\sim 2.5V$  之间对应的输出电压，如图 49 所示。

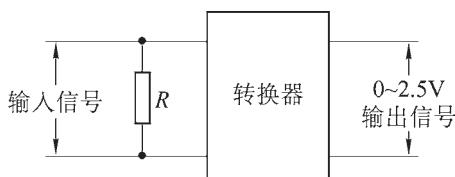


图 49

当输入电流通过电阻  $R$  时，在电阻的两端产生电压，从而将电流转换为电压，再经过后续电路的转换，输出  $0\sim 2.5V$  之间与输入电流相对应的电压信号。

### 使用中的注意事项

1. 电流传感器的使用方法与电流表类似，必须串联在电路中进行测量。如果显示电流为正，表明电流由红线端流入，从黑线端流出；反之，表明电流方向相反。电流传感器的内阻为  $0.1\Omega$ ，对被测量电路的影响很小。
2. 使用多量程电流传感器测量未知电流时，量程的选择必须从大到小，以免超出传感器的测量范围。
3. 对于多量程电流传感器，应根据被测量的大小，选择较小量程进行测量，从而获得较精确的测量结果。例如，测量  $190mA$  电流，选择  $\pm 200mA$  量程优于选择  $\pm 2A$  量程。



### 传感器的结构

微电流传感器（图 50）相当于灵敏度很高的灵敏电流计，有效地解决了微小电磁信号的测量问题，如人体导电、大地电流、水果电池、热电偶等，都能带来令人满意的显示效果，从而拓展了实验的深度和广度。



图 50

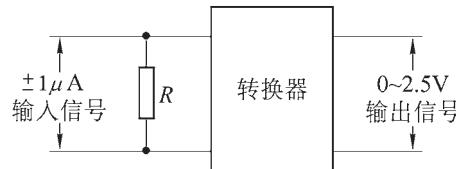


图 51

### 传感器的工作原理

微电流传感器实际上是一种转换器，它将采集到的  $-1\mu A$  至  $+1\mu A$  之间的电流信号转换成  $0\sim 2.5V$  之间对应的电压信号。

当输入电流流过电阻  $R$  时，在电阻的两端产生电压，从而将电流转换为电压，再经过后续电路的高倍放大和转换，输出  $0\sim 2.5V$  之间与输入电流相对

应的电压信号，如图 51 所示。

### 使用中的注意事项

1. 传感器的测量范围： $-1\mu\text{A} \sim +1\mu\text{A}$ 。
2. 微电流传感器一般用于定性的观察实验。
3. 微电流传感器使用屏蔽导线连接外电路，以避免引入干扰信号。
4. 不要将微电流传感器接入含有电源的电路，否则容易造成传感器损坏。
5. 将传感器串联在电路中，如果显示电流为正值，表明电流由红线端流入传感器，从黑线端流出；反之，表明电流方向相反。



### 传感器的外形

光敏电阻是用来检测光照强度的传感元件。

如图 52 所示，光敏电阻表面 S 形的褐色物质为半导体光敏材料，其余白色部分为两个电极。

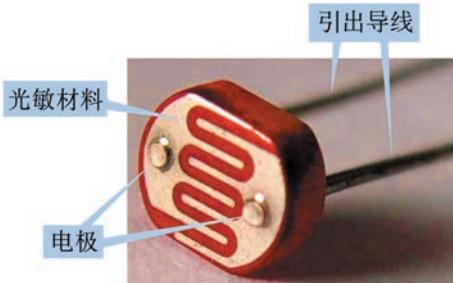


图 52

### 传感器的工作原理

物理学中的光电效应包括外光电效应（电子逸出）和内光电效应（光电导效应），而光敏电阻则是利用了其中的光电导效应：

$$\begin{aligned} \text{光电效应} & \left\{ \begin{array}{l} \text{外光电效应 (器件: 真空光电管)} \\ \text{内光电效应} \end{array} \right. \\ & \left\{ \begin{array}{l} \text{光电导效应 (器件: 光敏电阻)} \\ \text{光生伏特效应 (器件: 光敏晶体管、光电池)} \end{array} \right. \end{aligned}$$

光敏电阻是一种半导体陶瓷，当它受到光照后，其电导率会发生变化。光照越强，电导率越高（电阻越小）；光照越弱，电导率越低（电阻越大）。

### 使用中的注意事项

1. 有光照射时的电阻称为“亮阻”；无光照射时的电阻称为“暗阻”。亮阻与暗阻之差越大，说明其性能越好，灵敏度越高。
2. 光敏电阻的线性度较差，通常用于开关控制。
3. 使用时通过光敏电阻的电流不能过大，以免损坏。

4. 光敏电阻对不同波长的光，其灵敏度不同，用于科技活动时注意选择合适的类型。

5. 光敏电阻对温度敏感，温度升高将导致其灵敏度下降。

## 热敏电阻

### 传感器的外形

热敏电阻(图53)是家用电器中使用最广泛的传感元件。



图 53

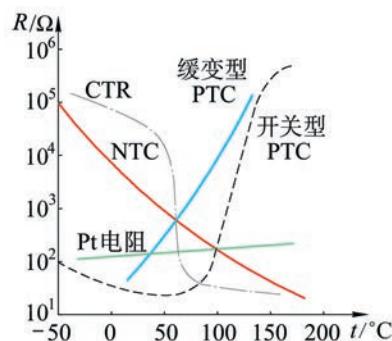


图 54

### 传感器的工作原理

热敏电阻由半导体陶瓷材料制成，利用半导体的电阻随温度变化的特性实现温度的检测。

热敏电阻包括：正温度系数(PTC)、负温度系数(NTC)和临界温度(CTR)三大类。利用不同类型的热敏电阻，可以实现各种情况下的温度测量和自动控制。图54为各类热敏电阻的电阻随温度变化的特性曲线。

实验室经常采用负温度系数热敏电阻，即电阻值随温度升高而减小。

### 使用中的注意事项

1. 热敏电阻具有灵敏度高、反应快、体积小、热惯性小、使用方便等特点。缺点是线性度差、互换性差，通常用于测温精度要求不高的场合。

2. 使用时通过热敏电阻的电流不能过大，以免损坏。

3. 热敏电阻标注的电阻值是指室温(25℃)时的电阻。

4. 由于热敏电阻通电后会发热，从而引起自身的电阻变化，因此用多用表测量其电阻时，测量时间必须短，否则电阻会发生变化。

## 压电陶瓷

### 传感器的外形

很多电器都装有会发声的蜂鸣器(图55)，而蜂鸣器中的发声器件大多是压电陶瓷片(图56)。



图 55

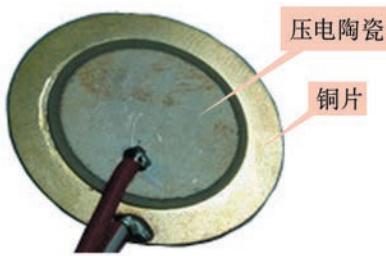


图 56

### 传感器的工作原理

某种晶体在外力作用下，表面有电荷出现，从而形成电场。当外力消失后，表面又恢复到不带电状态，这种现象称为压电效应。压电陶瓷就是根据这一效应制成的。

压电陶瓷在受到外力作用时会产生电场，利用这一特性制成的传感器，可以检测外界的动态变化。

需要注意的是：压电陶瓷作为传感器使用时，只能进行动态检测，无法完成静态测量。例如，将100N重物放在压电陶瓷上的瞬间，传感器将输出相应大小的脉冲电压；当重物静止后，传感器的输出为0V；而将重物移开压电陶瓷的瞬间，传感器输出极性相反的脉冲电压。

### 使用中的注意事项

1. 避免受力弯曲或剧烈撞击，以免损坏陶瓷层。
2. 避免高温，以免降低灵敏度。当温度接近居里点时，传感器将失效。
3. 压电陶瓷可多片叠加(串联或并联)后使用，以提高其性能。
4. 压电陶瓷片可以两用：既可以通过振动(敲击或按压)使压电陶瓷片产生瞬间电压；又可以施加交变电压使之发出声响。前者作为传感器使用；后者作为执行器使用。
5. 压电陶瓷层上的焊接点尽量要小。



## 参考文献

1. 上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会.九年级义务教育课本物理八年级第一学期(试用本)[M].上海:上海教育出版社,2007.
2. 上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会.九年级义务教育课本物理八年级第二学期(试用本)[M].上海:上海教育出版社,2007.
3. 上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会.九年级义务教育课本物理九年级第一学期(试用本)[M].上海:上海教育出版社,2007.
4. 上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会.九年级义务教育课本物理九年级第二学期(试用本)[M].上海:上海教育出版社,2007.
5. 上海市教育委员会.上海市中学物理课程标准(试行稿)[M].上海:上海教育出版社,2004.
6. 上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会.上海市中学物理课程标准解读[M].上海:上海教育出版社,2006.
7. 教育部师范教育司.中学物理实验教学与自制教具[M].上海:上海教育出版社,2000.
8. 冯容士,陆伯鸿.传薪[M].上海:上海三联书店,2011.
9. [美]帕迪利亚(Padilla.M.J.)主编,王耀村,应必锋译.科学探索者·电与磁[M].浙江:浙江教育出版社,2010.
10. [美]帕迪利亚(Padilla.M.J.)主编,万学,夏莉译.科学探索者·运动与能量[M].浙江:浙江教育出版社,2010.
11. [美]帕迪利亚(Padilla.M.J.)主编,胡跃明,曹增节译.科学探索者·天文学[M].浙江:浙江教育出版社,2010.



关键词	页码	关键词	页码
DIS	066, 114	动滑轮	089
阿基米德原理	143, 147	二力平衡条件	066
凹透镜	036	发电机	218
白光的色散现象	044	分子间的作用力	104
比热容	109	浮沉条件	147
并联电路	191	杠杆平衡条件	080, 084
串联电路	183, 189	高压输电	220
磁感线	204, 207, 210	惯性	076
打点计时器	007	光的反射定律	024
大气压强	152, 155, 157, 160	光的折射规律	032
电磁铁	213, 216	虹吸现象	160
电功	194	滑动变阻器	177, 179
电功率	196	滑轮组	092
电流	168, 171, 179, 183, 186, 191, 194, 196, 207, 210	机械效率	097
电能表	199	焦耳定律	201
电压	168, 171, 179, 183, 186, 191, 194, 196	晶体的熔化和凝固	114
电阻	174, 177, 179, 181, 186	扩散现象	102
定滑轮	086	力	052, 056, 063, 066
		流体压强与流速 的关系	162, 165
		轮轴	095
		马德堡半球实验	152
		密度	129
		内能	112, 117, 120

关键词	页码	关键词	页码
内燃机	120	凸透镜	036, 038
帕斯卡定律	150	温度计	100, 102
平面镜	027	响度	018
三原色光	046	压力	133
声波	010, 015	液体内部压强	135, 137
弹簧测力计	056, 060, 063, 066, 080, 086, 089, 092, 097, 143	音调	021
天平	003, 125, 129	匀速直线运动	050
同一直线上二力 合成	063	质量	003, 060, 125, 129
		重力	060, 073

## 说 明

本册实验手册根据上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会制定的课程方案、《上海市中学物理课程标准（试行稿）》和《九年义务教育物理》课本编写，供初中年级试验用。

本实验手册由上海市教育委员会教育技术装备中心主持编写，经上海市中小学教材审查委员会审查准予试验用。

本册实验手册的编写人员有：

主编：张 越 冯容士 副主编：赵谊伶

特约撰稿人：

八年级：卜文菊 曾 鸿

九年级：乔利亚 周卫红 戴金平

DIS 传感器介绍：陈开云

欢迎广大师生来电来函指出本手册的差错和不足，提出宝贵意见。出版社电话：021—64319241。

本册教材图片提供信息：

教材图片由上海市教育委员会教育技术装备中心提供。

**声明** 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定，我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。





经上海市中小学教材审查委员会审查  
准予试验用 准用号 II-CJ-2015003

责任编辑 李祥

九年义务教育

## 中学物理实验手册

初中

(试验本)

上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会

上海世纪出版股份有限公司  
上 海 教 育 出 版 社 出 版

(上海市闵行区号景路159弄C座 邮政编码:201101)

上海新华书店发行 上海信老印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16.25 插页 1

2015年7月第1版 2024年7月第10次印刷

ISBN 978-7-5444-6319-5/G·5177

定价:75.00元

此书如有印、装质量问题,请向本社调换 上海教育出版社电话: 021-64373213



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5444-6319-5