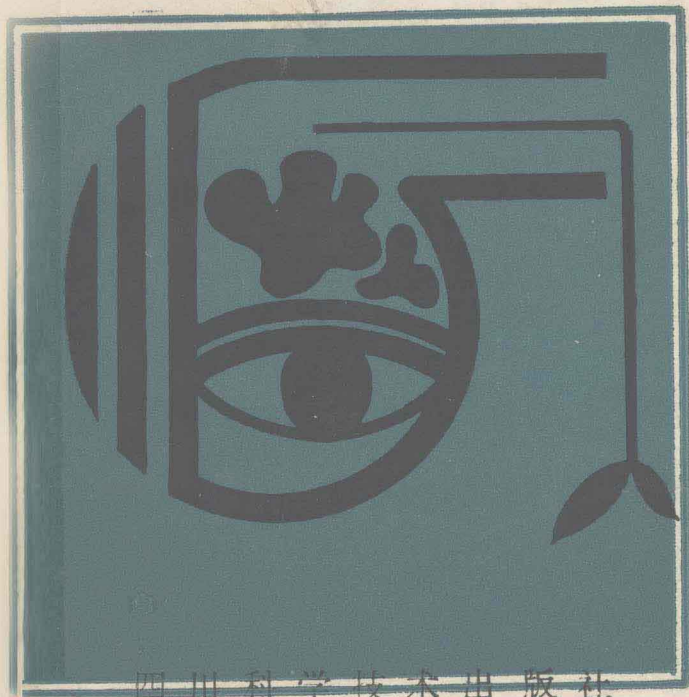


研  
究

下  
班

實  
驗  
教  
學



四川科学技术出版社

# 物理实验教学研究

王蜀光 江安亮 刘光汉 李书敏 李继彦  
陈潭友 陈泽生 周南高 周祖杭 姚文源 等编著  
张德吴 徐渝生 夏国祥 黄万勋 常嘉俊

四川科学技术出版社

责任编辑：张 俊

封面设计：甘小华

## 物理实验教学研究

---

王蜀光 江安亮 刘光汉 李书敏 李继彦  
陈谭友 陈泽生 周南高 周祖杭 姚文源 等编者  
张德吴 徐渝生 夏国祥 黄万勋 常嘉俊

---

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街三号)  
重庆花溪印制厂印刷 重庆发行所经销  
开本 787×1092 1/32 印张 4 字数 82 千  
1991年8月第1版 1991年8月第1次印刷 印数 1—12000册

---

ISBN 7-5364-2078-1/G·478

定 价：1.60元

## 前 言

物理学的研究方法是观察、实验、提出假说和建立理论。观察和实验是研究物理学的基础，也是物理教学的支柱。

中学物理教学大纲，在教学目的中指出：要培养学生的观察、实验能力；国家教委已把实验操作列为高中毕业会考中的考查项目；四川省教委于1990年行文强调：必须重视和加强实验教学。

但是，实验教学的现状与其地位、作用极不相称，距物理教学的要求甚远。即使行之有效的目标教学法已风靡全国，而物理实验教学目标尚孕育未娩。重庆市教育学会物理教学研究会，针对物理实验教学这个薄弱环节，组织成立了“高中物理学生实验教学专题研究组”，作者亦为该组成员，参与逐个研究了学生实验的教学目标以及为落实目标的实验预习、实验报告、思考训练等措施。经过反复讨论、试用、修改，形成了文稿。油印供试点校使用，时逾两年。为了扩大试点的需要，应广大师生要求，作者现将文稿交付出版社正式出版。

本书独具特色，辑学习目标、实验报告、思考训练成一册；集实验理论、实验方法、操作技能为一体。教学程序设计适合学生学习心理、思维特点，有利于学生自我掌握“双基”、培养能力、开发智力，且符合教学实际、使用方便。

参加本书编写的同志有（以姓氏笔划为序排列）：王蜀光、江安亮、刘光汉、李书敏、李继彦、陈谭有、陈泽生、周南

高、周祖杭、姚文源、张德昊、徐渝生、夏国祥、黄万勋、常嘉俊。全书由刘光汉、陈谭有、周祖杭、徐渝生修改统稿。

重庆市一中、南开、八中、育才、巴蜀、西师附中、江津中学、清华中学、卅七中、綦江中学、十六中、重庆重型铸锻厂子弟中学、重庆市中区教师进修校、綦江教师进修校，为我们试点和工作提供了帮助，在此深表谢意。

作者 1991年5月1日

## 目 录

|      |       |
|------|-------|
| 使用说明 | ( 1 ) |
|------|-------|

### 高中一年级

|     |               |        |
|-----|---------------|--------|
| 实验一 | 互成角度两个共点力的合成  | ( 3 )  |
| 实验二 | 练习使用打点计时器     | ( 7 )  |
| 实验三 | 测定匀变速直线运动的加速度 | ( 13 ) |
| 实验四 | 验证机械能守恒定律     | ( 18 ) |
| 实验五 | 用单摆测重力加速度     | ( 22 ) |
| 实验六 | 验证玻意耳——马略特定律  | ( 27 ) |

### 高中二年级

|     |                          |        |
|-----|--------------------------|--------|
| 实验一 | 测金属的电阻率                  | ( 31 ) |
| 实验二 | 把电流表改装为伏特表               | ( 37 ) |
| 实验三 | 用安培表、伏特表测定电池的电动势<br>和内电阻 | ( 41 ) |
| 实验四 | 练习使用万用表测电阻               | ( 48 ) |
| 实验五 | 测定玻璃的折射率                 | ( 54 ) |
| 实验六 | 测量凸透镜的焦距                 | ( 58 ) |
| 实验七 | 用卡尺观察光的衍射现象              | ( 62 ) |

## 高中三年级

|           |                |         |
|-----------|----------------|---------|
| 实验一       | 验证牛顿第二定律·····  | ( 66 )  |
| 实验二       | 研究平抛物体的运动····· | ( 72 )  |
| 实验三       | 碰撞中的动量守恒·····  | ( 76 )  |
| 实验四       | 电场中等势线的描绘····· | ( 82 )  |
| 实验五       | 研究电磁感应现象·····  | ( 86 )  |
| 实验总复习检测   | ·····          | ( 90 )  |
| 实验总复习检测答案 | ·····          | ( 118 ) |

# 使用说明

## 一、学习目标

编制高中物理学生实验学习目标时，我们借鉴了美国教育心理学家布卢姆(Bloom)的教育目标分类理论，经过集体研究讨论，一致认为，从实验教学的内容和要求方面看，实验教学的教育目标，不仅仅是操作技能领域的教育目标，应该由认知、操作、情感三个领域综合组成，且三个领域的层次交叉纵横。根据国家教委颁布的“教学大纲”；结合我们的教学实际情况；考虑到我们已经使用重庆市物理学会所编《高中物理学习目标和检测》的习惯和基础，故去繁就简地把学生实验的学习目标作出以下分类及层次要求：

### (一)认知领域

知道——识别和写出基本实验仪器的名称、构造、用途及使用方法；说出实验目的；产生做实验的愿望和兴趣；爱护实验用品。

理解——概述重要仪器的构造原理；能正确读数；能说明该实验的基本原理，实验步骤、方法、操作规程、所需测量的数据并记录数据。养成严肃、认真、求实的良好习惯。

分析——能对实验中获取的数据进行计算处理；得出实验结论、找出规律；能写出实验报告；会定性分析实验误差、选择合适的实验器材。具有热爱科学、为祖国、为人类、为真理而奋斗的品格。

### (二)技能领域

按照国家教委颁布的“全日制中学物理教学大纲”，对

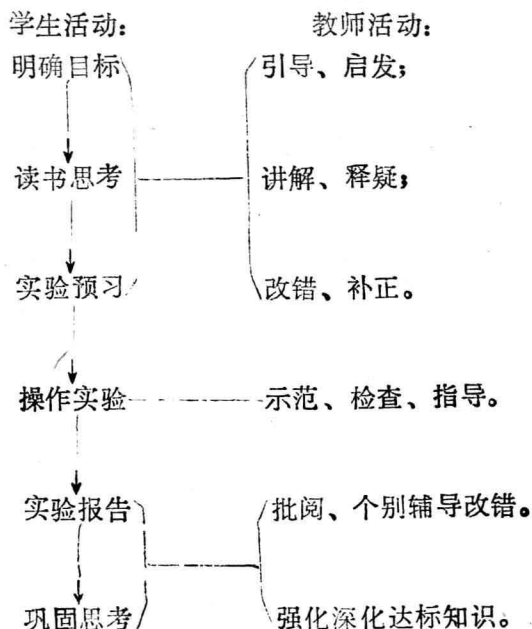
技能的要求用“会”来表示，未分层次。

对实验能力的要求和非智力因素(情感)领域如动机、习惯、品格等，则按具体情况纳入认知领域各层次，避免重复。

## 二、使用方法

执教老师要根据布卢姆的掌握学习理论，树立正确的学生观、教学观，增强目标意识和教学信心，认真备课，按本书所编排的基本教学程序，精心灵活设计教学过程。

我们编排的基本教学程序如下图所示：



三、卷末所载复习题，可供学期末或毕业总复习时选用。

## 高中一年级

### 实验一 互成角度的两个共点力的合成

#### 一、学习目标

| 层次<br>领域   | 知 道                                                                                                         | 理 解                                                              | 分 析                                          |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 认<br><br>识 | 1. 本实验目的是验证共点的二力合成的平行四边形法则<br>2. 说出需要的仪器<br>3. $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F$ 和 $F'$ 代表什么                              | 1. 实验中分力与合力的效果相同, 该怎样理解<br>2. 说明此实验中如何使用测力计时, 为何必须使弹簧秤的伸长方向与木板平行 | 比较作图得出的合力 $F$ 与实验测得的合力 $F'$ 的大小、方向, 从而得出实验结论 |
| 技<br><br>能 | 1. 会正确固定白纸和橡皮条一端的位置<br>2. 能正确使用弹簧测力计和刻度尺进行测量, 会按有效数字正确读数和记录实验数据<br>3. 会正确观察和记下力的方向, 并准确地作出力的图示和平行四边形, 以减少误差 |                                                                  |                                              |

#### 二、实验预习

1. 要保证实测合力 $F'$ 与分力 $F_1$ 、 $F_2$ 的效果相同, 必须: ①伸长后橡皮条的末位置 $O$ 完全 \_\_\_\_。②分力 $F_1$ 、 $F_2$

与实测合力 $F'$ 都平行于\_\_\_\_\_。

2. 实验中需要记录两个分力 $F_1$ 、 $F_2$ 的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_及实测合力 $F'$ 的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

3. 为减小实验误差，应该采用下列措施。

(1) 拉橡皮条的细线宜长些；

(2) 观察确定细线方位时，视线要通过细线垂直纸面，两个定位点要相距远些；

(3) 板式测力计较壳式测力计好；

(4) 两个分力与合力尽可能取大些；

(5) 两分力的夹角应适当取得小些；

(6) 测力计使用前，一定要将它平放桌面上调整零点；

(7) 用测力计测量时，要避免挂钩与纸面摩擦；

(8) 作图的比例标度应尽量取大些。

### 三、实验报告

日期\_\_\_\_\_ 同组人\_\_\_\_\_

1. 目的：\_\_\_\_\_

2. 原理：\_\_\_\_\_

3. 器材：\_\_\_\_\_

4. 步骤：

(1) 用图钉把\_\_\_\_\_方木板上。

(2) 把方木板平放在桌面上，用图钉把\_\_\_\_\_在A点，橡皮条的另一端\_\_\_\_\_。

(3) 用两只弹簧秤分别钩住细绳套，\_\_\_\_\_地拉橡皮条，使橡皮条伸长到\_\_\_\_\_。用铅笔描下O点的位置

和两条\_\_\_\_\_，并记录弹簧秤\_\_\_\_\_。

(4) 用铅笔和\_\_\_\_\_从\_\_\_\_\_O沿两条细绳的方向画直线，选定力的标度，作出\_\_\_\_\_的图示，以 $F_1$ 和 $F_2$ 为邻边利用刻度尺和三角板作出\_\_\_\_\_过O点画出平行四边形的\_\_\_\_\_图示。

(5) 用一只弹簧秤钩住细绳套把橡皮条的终点拉到\_\_\_\_\_，记下弹簧秤的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。用刻度尺按力的标度从O点起沿记录方向作出\_\_\_\_\_图示。

(6) 比较一下力 $F'$ 与\_\_\_\_\_是否相同。

(7) 改变两个力 $F_1$ 、 $F_2$ 的大小和夹角，重复实验两次。

### 5. 数据记录与处理

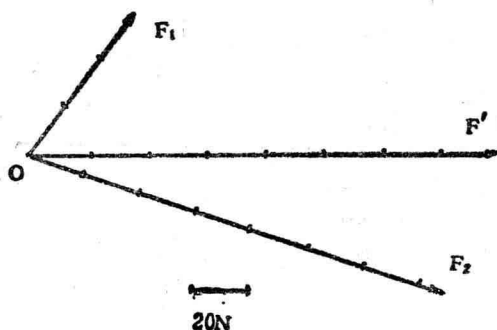
| 次数  | 分力(牛顿)  | 用平行四边形法则求出的合力<br>$F$ (牛顿) | 用测力计直接测出 $F_1$ 和 $F_2$ 的合力 $F'$ (牛顿) | $F'$ 和 $F$ 的夹角 $\theta$ |
|-----|---------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 第一次 | $F_1 =$ |                           |                                      |                         |
|     | $F_2 =$ |                           |                                      |                         |
| 第二次 | $F_1 =$ |                           |                                      |                         |
|     | $F_2 =$ |                           |                                      |                         |
| 第三次 | $F_1 =$ |                           |                                      |                         |
|     | $F_2 =$ |                           |                                      |                         |

6. 实验结论: \_\_\_\_\_

#### 四. 巩固与思考

1. 在实验预习第3题中, 说明减小实验误差的措施(3)、(4)、(5)、(8)的理由。

2. 下图是某同学实验中作出的分力 $F_1$ 、 $F_2$ 和 $F'$ 的图示。你通过作图和测量后回答: 合力大小的绝对误差为\_\_\_\_\_, 合力方向的绝对误差为\_\_\_\_\_。合力大小的相对误差为\_\_\_\_\_。



3. 如果分力 $F_1$ 、 $F_2$ 不平行于板面, 而只用一个力 $F'$ 又平行于板面, 那么合力 $F$ 将\_\_\_\_\_ (填“偏大”、“偏小”或“不变”) (相对于 $F'$ )

## 实验二 练习使用打点计时器

### 一、学习目标

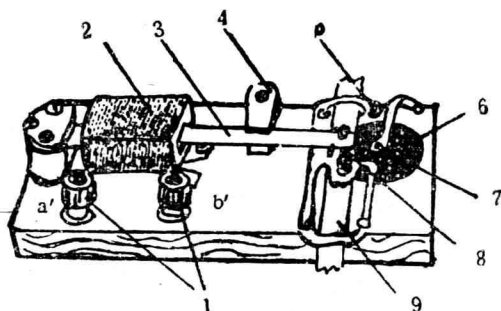
| 领域  | 层次  | 知 道                                                                               | 理 解                              | 分 析                                                 |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
|     |     |                                                                                   |                                  |                                                     |
| 认 知 |     | 1. 打点计时器的用途<br>2. 打点计时器各部件的名称<br>3. 纸带上的点子所表示的两项物理意义                              | 当交流电频率为50赫兹时，打点计时器每隔0.02秒打一次点的道理 | 1. 能根据纸带上打出的点子判断物体是否做匀速直线运动<br>2. 能根据纸带上打出的点子求出平均速度 |
|     | 技 能 | 1. 会正确固定打点计时器<br>2. 会正确穿放纸带和安放复写纸<br>3. 会正确使用学生低压电源<br>4. 熟练使用刻度尺测位移，按有效数字正确读数和记录 |                                  |                                                     |

### 二、实验预习

1. 右图中，1是\_\_\_\_\_、2是\_\_\_\_\_、3是\_\_\_\_\_、4是\_\_\_\_\_、5是\_\_\_\_\_、6是\_\_\_\_\_、7是\_\_\_\_\_、8是\_\_\_\_\_9是\_\_\_\_\_。

2. 打点计时器的用途是\_\_\_\_\_。它需用\_\_\_\_\_伏到\_\_\_\_\_伏的低压交流电，其交流电的频率恒为50赫兹(Hz)，所以

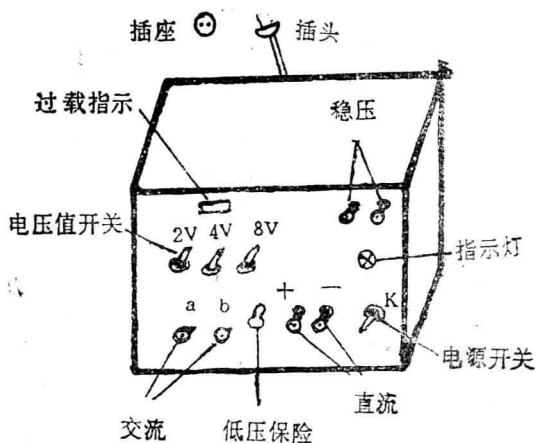
它能等时地打点。振针(又名打点针)每秒钟可在纸带上打上\_\_\_\_个点子,也就是每隔0.02秒打\_\_\_\_个点,每隔0.1秒打\_\_\_\_个点。



3. 纸带上的点,记录了拉纸带的物体运动的\_\_\_\_和在不同时刻的\_\_\_\_。

#### 4. 学生低压电源的使用方法:

学生低压电源如图所示,它是将220V、50V赫兹的交流电变成2~14V低压交流电、直流电和稳压的三种用途的电源。其中变为低压交流时



频率仍然为50赫兹(变压器变压但不改变频率)。

用它向打点计时器供电时,应将交流输出接线柱a、b用导线接到打点计时器的接线柱a'、b'(或b'、a')上。

输出电压值开关有2、4、8v三档。为了供给打点计时器4~6v的电压,应将4v一档上拨,如打点不力,再将2v一档也上拨,千万不要将8v一档上拨。

如果误将2、4、8v三档同时上拨,此时输出电压为\_\_\_\_伏。远大于打点计时器的额定电压4~6伏,带来危害。

低压电源的电源开关k,只有在需打点时才拨到“开”的位置,其余时间都拨到“关”的位置,防止线圈过热烧毁。

### 三、实验报告

日期\_\_\_\_\_同组人\_\_\_\_\_

#### 1.目的:

练习使用\_\_\_\_\_,学习利用打上点的纸带

#### 2.原理:

(1) 根据做直线运动的物体在任意\_\_\_\_的时间间隔内通过的位移相等,就可断定物体做的是匀速直线运动。

(2) 求平均速度的公式 $v =$ \_\_\_\_\_

3.器材: \_\_\_\_\_

#### 4.步骤:

(1) 把打点计时器\_\_\_\_在水平桌上。将纸带穿过\_\_\_\_,把圆形复写纸套在\_\_\_\_上,且使有兰色的面朝\_\_\_\_,紧贴下面的纸带。

(2) 将学生低压电源的电源插头,插入\_\_\_\_伏,\_\_\_\_赫

兹市用交流插座内，再将\_\_\_\_伏的输出电压值开关上拨，但不忙接通电源开关k，再将打点计时器的两个接线柱a'、b'用导线和低压电源的\_\_\_\_接起来。

(3) 闭合低压电源的电源开关k，开始打点，再用手牵动纸带，让纸带上打下许多清楚的点，再断开k，取出纸带。照上面的办法再打几条纸带，取其中最清楚的一条分析处理。

(4) 分析纸带：从能看清的某一点(标上“O”)算起，纸带上共取N个点子，O到N的距离为位移。从O到N的时间为t秒。

(5) 用\_\_\_\_测出O到N的距离S。

(6) 用公式  $V = \frac{S}{t}$  计算出手牵动纸带运动的平均速度，并填表一。

(7) 在纸带上标上记号0、1、2、……N，0到1的距离为 $S_1$ 、1到2的距离为 $S_2$ (0到2的距离 $d_2 - S_1$ 也是 $S_2$ ，且后一种计测法更准确。想一想，为什么?)……

如果 $S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_n$ ，则手牵动纸带做的是\_\_\_\_直线运动。

如果各段S发生变化，则为\_\_\_\_运动，并填表二。

## 5. 数据记录及处理

(表一)

| 点子数<br>(N) | 点子间隔数<br>(N-1) | 从O到N的时间<br>(t) | 从O到N的距离<br>(S) | 平均速度V |
|------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|            |                |                |                |       |