

本书经江西省中小学教材审定委员会审定通过 **配人教版**

高三

物理

实验教程

wulishiyanjiaocheng

江西科学技术出版社

演示实验

学生实验

探究实验

WULISHIYANJIAOCHENG

形成科学概念

巩固科学知识

获得实验技能



责任编辑 王少浪 黄长虹
封面设计 昇 同昇设计事务

高三物理

wulishiyanjiaocheng

实验教程

形成科学概念 • 巩固科学知识 • 获得实验技能
演示实验
学生实验
探究实验

ISBN 7-5390-2740-1



9 787539 027401 >

前言

江西省教育厅教学教材研究室组织编写

高三物理

实验教程

主 编：黄晓标

副主编：汪 伟 廖泉瑞 黄秋贵

刘 江 吴际春

作 者：黄晓标 廖泉瑞 黄秋贵

刘 江 江 峰 吴际春

卢 宪 陈礼明 吴 荣

刘 武 胡小云 钟俊敏

曾聪根 胡双根 曾春根

李济绵 李 明 彭国新

肖小山 彭 森 周 丽

饶日亮

审 校：胡银泉 娄理明 毛宗致

陈伟平

绘 图：饶日亮

江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

高三物理实验教程·人教版/黄晓标主编. —南昌:江西科学技术出版社, 2005. 7

ISBN 7-5390-2740-1

I. 高… II. 黄… III. 物理课—实验—高中—教学参考资料 IV. G634.73
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 083538 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

选题序号:KX2005013

赣科版图书代码:05196-102

高三物理实验教程·人教版

江西省教育厅教
学教材研究室编

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街2号附1号
	邮编:330009 电话:(0791)6623341 6610326(传真)
印刷	南昌市群众印刷厂
经销	各地新华书店
开本	787mm × 1092mm 1/16
印张	8.75
版次	2005年8月第1版 2006年8月第2次印刷
书号	ISBN 7-5390-2740-1/G·408
定价	9.80元

(赣科版图书凡属印装错误,可向出版社发行部或承印厂调换)

前 言

实验是人类认识世界的一种重要活动,是进行科学研究的基础。实验是物理、化学、生物科学的基础,也是这些学科教学的基础。实验教学对于激发学生学习科学的兴趣,帮助他们形成科学概念,巩固科学知识,获得实验技能,培育实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法有着重要的意义。因此,加强实验教学是提高这些学科教学质量的重要一环。

为了培养学生具有现代社会需要的普通文化科学基础知识和基本技能,具有基本的学习方法、学习态度和自学的能力,具有创新的精神和分析问题、解决问题的能力,我们组织部分优秀教师编写了这套《实验教程》。《实验教程》按“知识与技能、过程与方法、情感态度和价值观”三维目标的要求,分“演示实验”、“分组实验”、“探究实验”等几部分内容进行编写。

《实验教程》强调学生亲自动手做实验,使学生对科学事实获得具体的、明确的认识;《实验教程》重视培养学生的观察和实验能力,希望学生通过本书的使用逐步具备:规范的实验操作、良好的实验习惯、科学的方法和科学的态度。

因编写时间有限,本书不周之处,敬请指正,以便修订完善。

江西省教育厅教学教材研究室

二〇〇六年七月

C CONTENTS

目录

第一篇 实验理论

第一章	基本仪器	1
第二章	误差	10
第三章	有效数字	12
第四章	实验方法	14

第二篇 分组实验

实验一	长度的测量	19
实验二	验证力的平行四边形定则	27
实验三	练习使用打点计时器	31
实验四	研究匀变速直线运动	31
实验五	研究平抛物体的运动	38
实验六	验证机械能守恒定律	43
实验七	探究弹力和弹簧伸长的关系	46
实验八	验证动量守恒定律	50
实验九	用单摆测定重力加速度	54
实验十	用油膜法估测分子的大小	59
实验十一	用描迹法画出电场中平面上的等势线 ...	63
实验十二	描绘小灯泡的伏安特性曲线	67
实验十三	测定金属的电阻率	71
实验十四	把电流表改装成电压表	75
实验十五	测定电源电动势和内电阻	83
实验十六	练习使用示波器	89
实验十七	用多用电表探索黑箱内的电学元件 ...	91
实验十八	传感器的简单应用	96
实验十九	测定玻璃的折射率	101
实验二十	用双缝干涉测定单色光的波长	104

C

目录

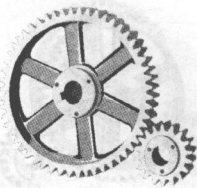
CONTENTS

第三篇 高考实验测试

一	高考实验测试卷 A	108
二	高考实验测试卷 B	115
三	高考实验测试卷 C	120

附 录 参考答案

第二篇	分组实验答案	124
第三篇	高考实验测试答案	129



第一篇 实验理论

第一章 基本仪器

一、秒表

【仪器介绍】

1. 结构和原理:

秒表有各种规格,它们的构造略有不同。一般的秒表有两根针,长针是秒针,每转一周是 30s,图 1-1-1 所示秒表的每一小格为 0.5s。位于秒表上部中间的小圆圈里的短针是分针,每转一圈为 15min,每小格为 0.5min。

2. 使用方法:首先要上好发条,它上端的按钮是开启和止动秒表的,第一次按压,秒表开始计时;第二次按压,指针停止计时,指示出两次按压之间的时间;第三次按压,两指针返回零刻度处。

3. 读数:所测时间超过 0.5min 时,0.5min 的整数倍部分由分针读出,不足 0.5min 的部分由秒针读出,总时间为两针示数之和。

4. 说明:

(1) 检查零点是否准确。如不准确,应记下其读数,并对读数作修正。

(2) 实验中切勿摔碰,以免震坏秒表。

(3) 实验完毕,应让秒表继续走动,使发条完全放松。

【方法指导】

图 1-1-2 中秒表的读数为 100.4s。(说明:图 1-1-2 所示为机械表,采用齿轮传动,指针不可能停留在两小格之间,故不能估读出比 0.1s 更短的时间。)

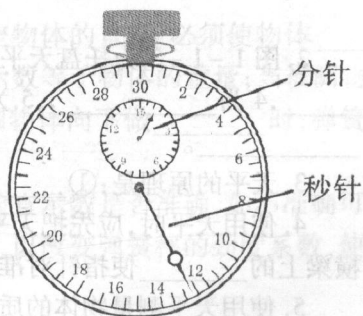


图 1-1-1

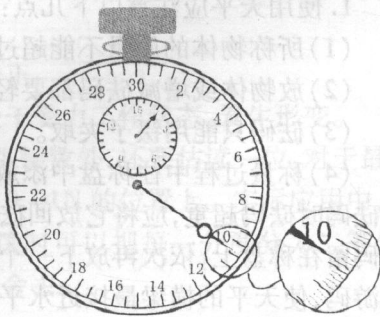
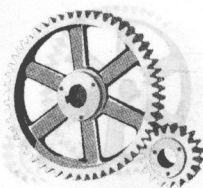


图 1-1-2



二、天平

【实验预习】

1. 天平通常可分为_____和_____两种。

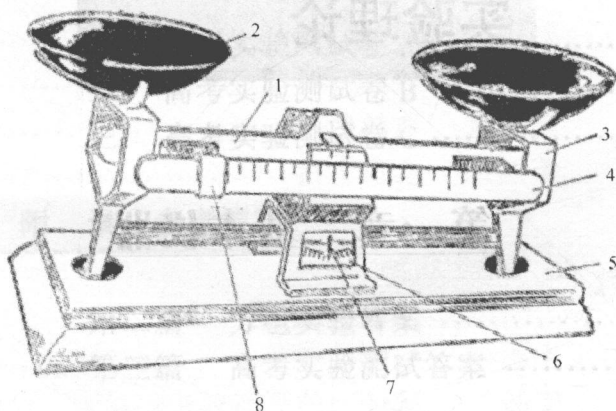


图 1-1-3

2. 图 1-1-3 为托盘天平结构,其中 1 为_____,2 为_____,3 为_____,4 为_____,5 为_____,6 为_____,7 为_____,8 为_____。

3. 天平的原理是:①_____;②_____。

4. 使用天平时,应先把天平放在_____上,把游码放在标尺的_____刻度处,调节横梁上的_____使指针对准分度盘的_____ ,此时横梁平衡。

5. 使用天平测量物体的质量时,应把物体放在天平的_____盘上,砝码放在天平的_____盘上,增减砝码,调节_____直至天平平衡为止,被测物体的质量读数为_____。

【方法指导】

1. 使用天平应注意以下几点:

(1) 所称物体的质量不能超过天平的最大称量。

(2) 放物体或增减砝码都要轻拿轻放,并使其重心尽量靠近托盘中心。

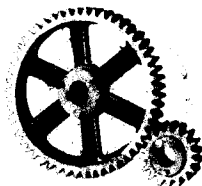
(3) 砝码只能用镊子夹取。

(4) 称量过程中往称盘中添放砝码时,可按砝码质量的大小,从大到小依次试放。如放某砝码时砝码超重,应将它放回砝码盒中,再依次往称盘上放下一个砝码;如不超重,即将该砝码留在称盘上,依次再放下一个。当所有的砝码都放过一遍后,天平仍不能平衡,就要拨动游码,使天平的横梁最接近水平(刻度盘上指针离零刻线最近)。

(5) 天平测得的数据,应是称盘上砝码的总质量数,游码在刻度尺上的读数以及指针在刻度盘上的读数之和。

(6) 不要把潮湿的、有腐蚀性物品直接放在托盘上,保持天平干燥、清洁,防止腐蚀。

2. 天平臂长不等所带来的误差的消除方法:



(1)复称法:左盘载物,右盘放砝码,称量值为 M_1 。然后对调,使右盘载物,左盘放砝码,称量值为 M_2 。如天平左力臂为 L_1 ,右力臂为 L_2 。

第一次平衡时: $ML_1 = M_1L_2$ 。

第二次平衡时: $ML_2 = M_2L_1$ 。

由此可得 $M = \sqrt{M_1M_2}$ 即消除了由于天平臂长不等所引起的误差。

(2)替代法:左盘载物,右盘加干砂,使天平平衡。拿去左盘被称物,代之以砝码,再使天平平衡(右盘砂不能动),这时砝码总质量即为被称物质量。

(3)减码法:左右两盘分别放入一定值的砝码(各个盘中砝码的总质量大于被称物的质量,左盘放入的是一些小的砝码),使天平平衡。将被称物放入左盘,逐渐减少在盘中的小砝码,使天平恢复平衡。左盘中减少的砝码总质量即为被称物质量。

三、弹簧秤(测力计)

【实验预习】

1. 弹簧秤是由_____等部分组成的,弹簧秤的刻度是_____的。

2. 弹簧秤是根据_____制成的,若用弹簧秤来测定物体的重量,必须使物体_____挂于弹簧秤的下端。当物体处于_____时,弹簧秤示数等于物体的重量;当被测物体向上做_____时,弹簧秤的示数大于物体的重量;当被测物体向下做_____时,弹簧秤示数小于物体的重量。

3. 弹簧秤使用要核准_____点,并用_____砝码检查示数是否准确,如不准确可以旋转卡在弹簧秤之间的三角形钢片来改变弹簧的_____,以改变弹簧秤的劲度系数,使其符合标准。

4. 说明:

(1)使用弹簧秤时不要超过弹簧秤的测量范围。

(2)使用测力计时弹簧的伸长方向要和所测拉力方向一致,弹簧、指针、拉杆都不要与刻度板和其末端的限位卡发生摩擦。

(3)如不能调整,要记下零误差,以便测量后加以修正。

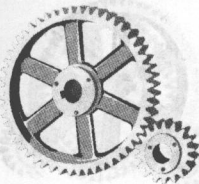
(4)测量结束后,应立即撤去外力,避免弹簧长期处于受力工作状态,发生形变。

(5)测量时,除读出弹簧秤上的最小刻度所表示的牛顿数外,还要估读一位,对于最小刻度为0.1N的弹簧秤(每1N有10个小刻度),应估读到0.01N的位置上。实际应用中,存在最小刻度为0.2N的弹簧秤(每1N有5个小刻度),估读时可以把每一分度分为二等分,若指针超过1等分(半格),就取为半分度(0.1N),否则就舍去。

(6)读数时,视线必须经过指针,并与刻度垂直。

【方法指导】

[例1]如图1-1-4所示是测量一个苹果的质量时天平上砝码的质量和游码示数,则该苹果质量为_____g。



实验教程

高中物理 Gao zhong wu li

[答案] 181.40g。砝码总质量为 180g, 加上游码上的 1.40g, 被测苹果质量为 181.40g。

[例 2] 一同学用已调好的天平测某一物体的质量, 错误地把物体放在右盘中, 左盘中放入 25g 砝码, 游码置于 0.6g 位置上, 指针指在标尺中央, 这个物体的质量为()

- A. 24.4g B. 25.4g C. 25.6g D. 24.6g

[答案] A。根据天平读数原理: 物体的质量加上游码质量等于 25g, 故物体的质量应是 25g, 减去游码质量 0.6g, 等于 24.4g。

[例 3] 读出图 1-1-5 中的两个相互垂直的弹簧秤的读数 $F_1 =$ _____, $F_2 =$ _____ (精确到 0.1N)。

[解析] 本实验中所用弹簧秤的精度为 0.1N, 本来应该估读到 0.01N, 由于本实验的系统误差较大, 所以题中要求只须读到 0.1N, 根据读数规则, 可以读到水平拉力 $F_1 = 4.0N$, 竖直向下的拉力 $F_2 = 2.5N$ 。

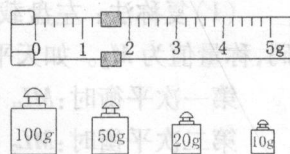


图 1-1-4

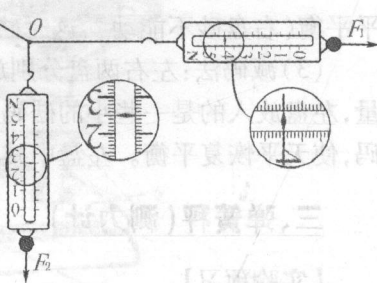


图 1-1-5

四、打点计时器

【实验预习】

1. 电磁打点计时器的工作电压为 _____。
2. 电火花计时器的工作电压为 _____。

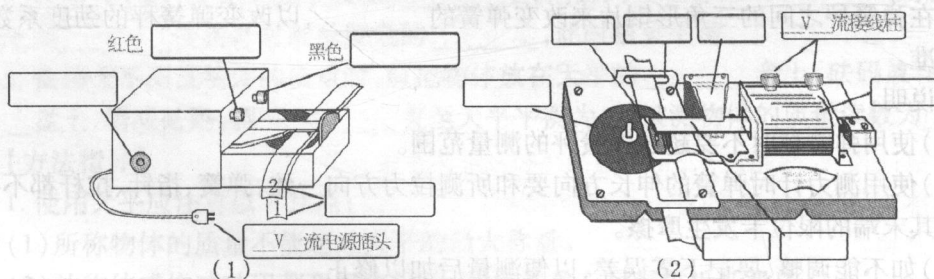


图 1-1-6

3. 图 1-1-6(1)是 _____ 计时器。请在图(1)的方框中填上相应部件的名称。
4. 图 1-1-6(2)是 _____ 计时器。请在图(2)的方框中填上相应部件的名称。
5. 电火花计时器相对电磁打点计时器的优点是: a. _____; b. _____。
6. 电磁打点计时器的计时原理是: 振片在 _____ 的作用下上下振动, 同时振片带动振针上下振动, 这时如果纸带运动, 振针就在纸带上打出一系列小点。
7. 电火花计时器的计时原理是: 计时器发出的脉冲电流产生 _____ 在运动的纸带 1



上打出一系列小点。

8. 电磁打点计时器和电火花计时器每秒打点的个数等于交流电源的_____。

9. 在电磁打点计时器安装纸带时必须使纸带穿过_____, 安装复写纸时必须使有油墨的一面_____。

10. 在电火花计时器安装纸带时必须放入_____条纸带, 并且使墨粉纸盘_____之间。

【答案】

1. 交流 4~6V 2. 交流 220V 3. 电火花 (按从上到下顺序) 脉冲输出开关 正脉冲输出插座, 负脉冲输出插座 纸带 220 交 4. 电磁打点 (按从上到下顺序) 复写纸 振针 限位孔 永久磁铁 4~6 交 线圈 纸带 振片 5. a 纸带运动时受到阻力小, 实验误差小 b 操作简便, 可以直接使用 220V 交流电源 6. 线圈和永久磁铁 7. 火花放电 8. 频率数值 9. 限位孔, 朝下 10. 两 夹在两条纸带。

五、电学测量仪器

电学测量仪器主要有: 静电计、学生电表、演示电表。

1. 静电计: 它是一种在无电流的情况下测量电压的仪器。

(1) 工作原理: 它实际上是一个电容器, 电容 C 不变, 电压 U 正比于电量 Q , 而指针偏转角 θ 又与电量 Q 成正比。所以它可通过指针偏转角来读出它两端的电压, 且刻度是均匀的。

(2) 使用: 只需要将它的外壳及上端的金属接线柱分别与待测器件并联即可。它特别适用于测量静电场中的电压。

2. 学生电表: 主要有灵敏电流表、安培(毫安)表、电压表、多用电表。

(1) 灵敏电流表: 它是磁电式仪表的基础。

① 工作原理。通电线圈在磁场中受力矩而转动。由于磁感应强度 B 沿半径方向, 线圈平面始终与磁感应线平行, 安培力矩 $M = nIBS$, 而两端螺旋弹簧力矩 $M_k = k\theta$, (θ 为指针偏转的角度)。当 $M = M_k$ 时线圈停止转动, 指针指在某一位置。由于转角 θ 正比于电流 I , 所以它可用 θ 来表示电流, 且刻度是均匀的。

② 使用注意事项。由于线圈允许通过的电流很小(一般为几十到几百 μA), 所以它只能用于测量直流电路中的微小电流或微小电势差, 否则将烧坏线圈。

实验中主要用于等势面(线)的确定及判断是否产生感应电流和感应电流的方向。一般电流从“+”接线柱流进, 指针向右偏, 反之, 则向左偏, 所以可根据指针偏转方向来判断电势的高低及感应电流的方向。

(2) 安培表、电压表。它是在灵敏电流表的基础上通过接分流电阻(安培表)或分压电阻(电压表)改装成的, 其刻度都是均匀的。

① 安培表。将灵敏电流表并联一个很小的电阻。 $R_{\#} = \frac{R_g}{n-1}$, $R_A = \frac{R_g}{n}$, $n = \frac{I}{I_g}$ 为电流表



实验教程

高中物理

量程的扩大倍数。 R_g 为灵敏电流表的内阻。 R_A 为安培表的内阻。由于 n 很大, R_A 很小, 一般为零点几 Ω , 且量程越大, 安培表的电阻越小。实验室中的安培表一般有两个量程, 分别为 $0 \sim 0.6\text{A}$; $0 \sim 3\text{A}$ 。使用时应将它与待测元件串联。

② 电压表。将灵敏电流表串联一个电阻。 $R_{\text{串}} = R_g(n-1)$, $R_V = n R_g$, $n = \frac{U}{U_g}$ 为电压表量程的扩大倍数 R_V 为电压表的内阻。由于 n 很大, R_V 的电阻很大, 一般为几十到几百 $\text{k}\Omega$, 且量程越大, 电压表的电阻越大。实验室中一般有两个挡, $0 \sim 3\text{V}$, $0 \sim 15\text{V}$, 使用时应将它与待测元件并联。

使用注意事项: 由于它们的指针都向同一方向(向右)偏转, 所以电流都必须从“+”接线柱流进。待测值不能超过其量程, 否则将烧坏该表。如不能确定其大致值, 可先用最大量程试测, 接通开关后又迅速断开, 看其是否超过其量程, 如偏角很小则改用较小量程。

(3) 多用电表: 它是将电流表、电压表、欧姆表合在一起使用, 共用一个表头(灵敏电流表), 分别接不同的电路, 分别实现对不同电学量的测量, 对欧姆表, 它内部还接有一个电源。常用的刻度线有三条, 分别为:

① 欧姆表刻度线。其特点为: 从左往右读数减小(与其他刻度线相反), 且刻度不均匀, 越往左越密。

② 电流、电压刻度线。由于电流、电压表的刻度都是均匀的, 所以电流、电压的不同量程都共用同一刻度线。使用时应根据不同量程, 确定一大格及一小格的读数, 从而正确读出所测值。

③ 低压交流电压刻度线。由于测交流电压时内部串联了一个二极管, 它在低压时为非线性元件, 所以其刻度不均匀。在测交流低电压时用此刻度线读数。

(4) 欧姆表:

① 工作原理。其电路图如图 1-1-7 所示:

$$\text{调零时, } I_g = \frac{E}{R_{\text{内}}} \quad \text{测量时, } I_x = \frac{E}{R_{\text{内}} + R_x}$$

$$\therefore \frac{I_g}{I_x} = \frac{R_{\text{内}} + R_x}{R_{\text{内}}}$$

令 $n = \frac{I_g}{I_x}$ (它代表指针最大偏角时与 R_x 时指针偏角的倍数),

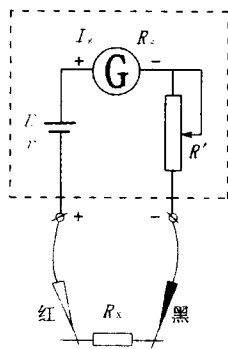
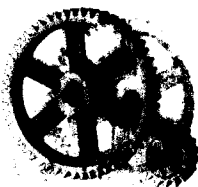


图 1-1-7

则 $R_x = (n-1)R_{\text{内}}$, 当 $n=2$ 时, $R_x = R_{\text{内}}$, 即中间刻度线的值为 $R_{\text{内}}$ 。对于 $\times 10$, $\times 100$, $\times 1\text{k}$ 等挡, 通过内部换接不同的电阻来改变 $R_{\text{内}}$, 所以换不同挡时都应重新电阻调零。

② 使用。由于欧姆表内部有电池, 所以使用时待测元件应与外接电源断开, 否则将烧坏表头。由于它的刻度不均, 指针在中间附近误差最小, 所以应选择合适的倍率($\times 1$, $\times 10$, $\times 100$, $\times 1\text{k}$ 等)使指针在刻度线中间附近。一般来说, 欧姆表刻度标尺长度的 $10\% \sim 90\%$ 之间为有效工作刻度。对每一倍率, 测量前都要电阻调零, 如不能调到欧姆表的“零”, 则应更换内部电池。若电池用久了, 电动势 E 下降, 但仍能调零, 则 $R_{\text{内}}$ 应减小, 但表头仍用原值;



第一篇

实验理论

故 $R_{\text{测}} = (n-1)R_{\text{内}} > R_{\text{真}}$, 测量值偏大。

使用完后, 应将功能选择开关旋离“ Ω ”档, 最好放到“OFF”处或交流电压最高挡, 使内部电池脱离其他电路, 不致产生漏电, 腐蚀电表, 或误用电阻挡测电压、电流, 造成烧坏表头。

3 演示电表: 中学物理实验室主要有 J0402 型、J0403 型、J0404 型三种。J0402 型为直流安培表、伏特表及交流电压表, J0403 型为微安表、伏特表及欧姆表, J0404 型为瓦特表。

它与学生多用电表工作原理相同, 但不同电学量(直流、交流、电压、电流)及不同量程是通过插入带不同电路的测量表盘来实现, 因而仪表更换量程时应选择同一型号的测量表盘及合适的量程, 否则不但测量结果不准, 而且会损坏电表。J0403 型欧姆表使用时, 应打开后表盖装上电池, 且将功能开关从“AV”旋到“ Ω ”处, 以便与内部电池相联接, 它有 $R \times 10$, $R \times 1k$ 两挡。

测直流时, 标有“+”或“*”号的端钮为高电势端, 此时指针为正向偏转。

J0404 型测量功率时“*”端应接发电机(供电电源)端。

六、电学常用实验器材

1. 低压电源:

常见为 J1201 型, 有交流、直流、稳压三种输出。它通过将交流电源经过变压器降压(副线圈有多组接头、以提供多个电压), 再经过整流变为直流。稳压则内部接有稳压电路。主要供晶体管电路、电子仪器、扩音机等高精仪器的外接电源。交流、直流电压输出有: $2 \sim 24V$, 每 $2V$ 一档共 12 挡。通过扳动标有数字的开关选择所需电压。开关向上为接通, 输出电压为接通开关的数字相加。稳压有 $6V$ 、 $9V$ 、 $12V$ 共三挡。通过将稳压旋钮旋到 $6V$ 、 $9V$ 、 $12V$ 任一挡, 此时指示灯亮。稳压旋钮旋到“关”位置, 稳压输出切断。实验时拨动电源开关, 指示灯亮, 再根据需要分别将交流、直流、稳压输出接入实验电路中即可。直流、稳压应注意正负极性。如指示灯不亮, 往往为电源保险丝烧断, 如指示灯亮而无输出电压, 则为低压保险丝烧断。如发生过载或短路, 输出将截止, 指示灯熄灭。过载或短路排除后, 指示灯亮电源自动恢复工作。交流、直流及稳压输出可单独或同时使用, 但总电流不能超过 $6A$, 总功率不得大于 $160W$ 。

2. 调压变压器: 它实际上是一个自耦变压器。其工作原理如图 1-1-8 示: 整个线圈绕在圆柱环形铁芯上, 输入输出有一公共接头; 另一接头接在滑动片上, 移动滑动片, 可实现输出端电压连续可调, 若固定端接输入电压, 则它为降压变压器; 反之, 若可移动端接输入电压, 则它为升压变压器。

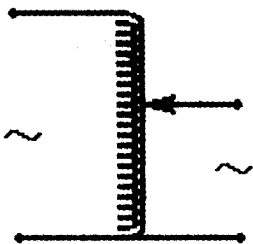
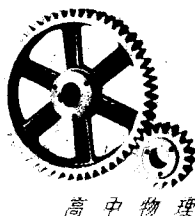


图 1-1-8

3 感应起电机: 主要为 J2310 型, 它是完成静电实验时的电源, 是利用静电感应起电的一种仪器。使用时摇转皮带轮应从慢到快, 且不宜过快, 过快会影响电刷与箔片的接触, 反而不能起电, 同时易损坏起电盘。它可用于演示电荷间相互作用、静电感应、尖端放电、电场线、静电屏蔽、静电除尘、避雷针等静电演示实验。



实验教程

高中物理

4. 感应圈:主要为 J1206 型。它为物理、化学实验提供小功率高压电源,主要用于低气压放电管、光谱管、阴极射线管、伦琴射线管、电谐振、空气中火花放电等演示实验。工作原理:电源经过断续器的触点反复地接通与断开,在初级线圈中产生断续的电流,引起铁芯磁通量变化,在次级线圈中产生感应电动势。当电路断开时,在次级线圈产生很大的感应电动势(8000V 左右),从而产生电火花。

使用时应用 8 ~ 12V 直流电源,严禁使用 220V 交流电,如用 8 ~ 12V 交流电则输出为交变电流,且电压不稳定。

使用时应先将转换开关断开,接上电源,再将转换开关转换过 90°,接通电源使断续器工作,产生正常火花放电,使用时应注意调节好触点间隔,不能将两触点压死,否则电流将很大,损坏初级线圈。一般应调节到触点间火花最小。没接负载时,放电针距离不能过大,应在 80mm 以下,如接放电板则在 50mm 以下。否则将可能使线圈内部的绝缘层击穿,损坏感应圈。操作时手部离放电柱应大于 80mm,以免遭电击。若触点间不产生电火花,可用砂纸轻轻摩擦,去掉表面氧化层。

5. 学生电源:主要为 J1202 型。主要用作学生物理分组实验的电源。有交流、直流、稳压三种输出。交流、直流有 2 ~ 14V,每 2V 一档。通过旋钮来选择所需要的电压,最大输出电流为 2A。有过载指示及过载保护。稳压输出只有 6V 一档,最大输出电流为 0.3A,当负载电流超过 0.5A 或短路时,输出自动截止。故障排除后需要将负载引线断开一下,稳压输出才能恢复正常工作。仪器背面有 2 个保险丝,分别为电源保险丝及低压保险丝。如指示灯亮而无交流输出,应检查低压保险丝是否完好。

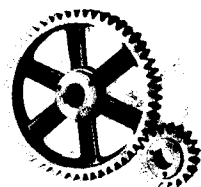
6. 直流高压电源:常见为 J1205 型,主要用作演示实验的电源。直流输出有 250V、300V 两挡,通过面板上的拨动开关来选择所需要的电压。交流输出有两组,都为 6.3V,两组共用一公共端。内部设有高压过载自动保护装置,当负载电流超过额定值时,高压指示灯(红灯)即亮,内部继电器自锁,切断高压进线电压。故障排除后需要将电源开关关闭一下后再开,继电器才能恢复原状,电路自动接通。为安全起见,使用前应在输出端接一个 3W 以上、1k Ω 以下的电阻,如高压过载指示灯亮,表明过载保护电路完好,可接入负载;如不亮,则应修复后才能接入负载。

七、电学基本实验技能

1. 铅蓄电池的使用和维护:学生实验目前使用的铅蓄电池为可调内阻电池,其内电阻较大且能连续可调,主要用于下列实验:验证闭合电路的欧姆定律,用伏安法测电池的电动势和内电阻。此外,还可用于研究电池的输出功率与负载电阻的关系实验。其外观为“H”型,改变内阻的方法有两种:一种是通过移动闸板来改变内阻,闸板放到底内阻最大;另一种是用打气法来改变内阻,气压越大,通道电解液截面下降,内阻增大,当液面下降到露出挡块时内阻最大。

(1) 铅蓄电池的使用:

①新电池使用前要进行初充电。方法是先配好密度为 1.26 ~ 1.28g/cm³ 的硫酸溶液,



将它注入铅蓄电池中,采用恒流法充电。可用低压电源 J1201 型充电,充电电流为 $100 \sim 150\text{mA}$ 、时间为 $60 \sim 70\text{h}$,充电结束后,单个电池的端电压可达 2.2V 以上,电解液密度应调整到 $1.28\text{g}/\text{cm}^3$ 。

②正常充电。当电池多次使用或电压下降到 1.8V 时,应正常充电,充电电流仍为 $100 \sim 150\text{mA}$,充电时间为 24h 。

(2) 铅蓄电池的维护:

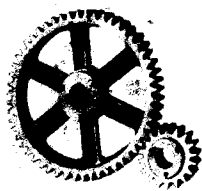
①电池搁置不用应定期充电,也可将极板取出,与电解液分别存放。电解液存放在密闭的耐酸容器中。极板存放需作如下处理:

A. 充足电,然后将极板在清水中浸洗 $1 \sim 2\text{h}$ (正负极板分开浸洗),正极板晾干后用干净的塑料薄膜包好存放。负极板晾干后先在松香酒精溶液中浸 $1 \sim 2\text{min}$ (松香酒精溶液按 5g 松香溶解在 100mL 的酒精比例配制),晾干后再用干净的塑料薄膜包好存放。注意:正极板应避免接触松香酒精溶液。

B. 新使用时,电极板分别插入电解槽中,注入电解液,进行一次正常充电即可使用。

探针用过后要用清水冲洗,晾干保存,不能长期浸在电解液中。

②蓄电池维护不当,极板(尤其是负极板)会生成一层白色的硫酸铅晶体,导致电池容量下降。此时可用以下方法激活:极板在清水中冲洗干净,插在密度为 $1.03\text{g}/\text{cm}^3$ 的稀硫酸电解液中充电为 $32 \sim 48\text{h}$,充电电流调节在 100mA 左右。



第二章 误差

一、误差的定义

1. 概念:被测物理量的测量值与真实值的差异叫做误差,测量误差 = 测量值 - 真实值

2. 说明:

(1) 误差存在于一切测量之中。实验中,误差是不可避免的,但可以减小。误差的大小是反映测量结果偏离客观真实的程度,反映测量结果的可信度。

(2) 误差不是实验中的差错,差错是指仪器故障、设计错误、操作不当等造成的测量偏差。差错在实验中可以而且应当完全避免。

(3) 真实值是指待测物理量在一定条件下具有的客观实际值,一般被测物理量的真实值是很难知道的,常用逼近真实值的最佳值代替,最佳值是在测量次数趋于无穷多时测量结果的平均值。实际上,我们是采用有限次测量的算术平均值表示或把经过精确测量的数据作为真实值。

二、误差的分类

(一) 按误差的性质和来源分,可分为系统误差和偶然误差。

1. 系统误差:在相同条件下,多次测量同一物理量时,误差的数值和符号恒保持不变,或者在条件改变时,按某一确定规律变化的误差,称为系统误差。系统误差的特征是:系统性和方向性,测量结果相对于真实值或者总是偏大或者总是偏小。

系统误差的主要来源是仪器误差、理论误差、环境误差、个人误差。

(1) 仪器误差:仪器误差是由于仪器本身不够精确或没有按规定条件使用仪器造成的,如刻度不准、零点未校正、安装不正常和元件老化等。

(2) 理论误差:理论误差是由于实验原理不够完善、实验中所依据的理论公式本身的近似性、实验条件不能达到理论公式所规定的要求、测量方法所带来的。如单摆周期公式: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} [1 + (\frac{1}{2})^2 \sin^2 \frac{\theta}{2} + (\frac{1 \times 3}{2 \times 4})^2 \sin^4 \frac{\theta}{2} + \dots]$, 我们的实验公式为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ 。其成立条件是摆角 θ 很小,忽略高次方项。再如,在伏安法测电阻的实验中,电流表的内、外接法也是为了解决这类问题。当待测电阻 $R_x < \sqrt{R_A R_V}$ 时,采用电流表外接法,当 $R_x > \sqrt{R_A R_V}$ 时,采用电流表内接法。(R_A 为电流表内阻, R_V 为电压表内阻)。

(3) 环境误差:由于环境因素(诸如温度、湿度、气压、照明、电磁场等)对实验的影响。也会导致系统误差,如在 20°C 条件下校准的仪器拿到 -20°C 条件下去使用。

(4) 个人误差:个人误差是由观察者个人生理和心理特点造成的,如停表使用时,习惯地超前或滞后某一时刻。又如,人眼习惯性对准标志线读数时总是偏左或偏右、偏上或偏下