

经陕西省中小学教材审定委员会2008年审查通过（试用）

普 通 高 中

WuLi 物理

实验操作与评价



主编 李文生

选修模块

（全一册）

陕西师范大学出版社

普通高中

物理实验操作与评价

选修模块

（全一册）

陕西省教育厅教育技术装备管理中心监制

丛书顾问：廖伯琴 王磊 王较过 张迎春

主 编：李文生

副主 编：马振亚 周引媚

编 者：李 明 卢京华 王 升 樊兰君
夏 勇 汪建满 刘 阳 贺小荣

摄 影：筑巢影像

陕西师范大学出版社

图书代号:JC8N0665

普通高中物理实验操作与评价(选修模块)

李文生 主编

责任编辑 刘 阳

责任校对 田均利

装帧设计 筑巢影像

出版发行 陕西师范大学出版社

社 址 西安市陕西师大 120 信箱(邮政编码:710062)

网 址 <http://www.snupg.com>

经 销 各地新华书店

印 刷 西安交通大学印刷厂

开 本 850mm×1168mm 1/16

印 张 7.5

字 数 150 千

版 次 2008 年 7 月第 1 版

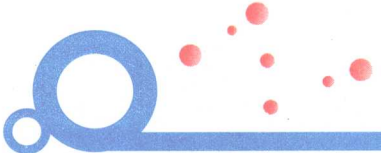
印 次 2008 年 7 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5613-4306-7

定 价 10.00 元

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题,请与本社读者服务部联系、调换。

电 话:(029)88218368·88270127(传真)



前言

Foreword

物理学是一门以实验为基础的自然科学。《普通高中物理课程标准(实验)》很具体地规定了同学们在科学探究和物理实验能力方面应达到的基本要求。《陕西省普通高中学生学业水平考试实施意见(试行)》将物理实验操作考试列入普通高中学生学业水平操作考试的范围,以检验同学们对《普通高中物理课程标准(实验)》要求的物理实验能力的掌握情况。为配合当前新课程改革带来的这一系列变化,我们组织国内著名学科专家、实验操作考试命题组核心专家和一线优秀教师,依据《普通高中物理课程标准(实验)》的要求,精心选取实验案例,编写了这本适用于各版本教材的实验操作与评价地方教材,经陕西省中小学教材审定委员会审查通过,供2007年秋季、2008年秋季入学的普通高中学生使用。

为了使同学们在有限的时间内系统地掌握物理实验的基本知识和基本方法,提高大家的实验动手能力,在熟悉基本原理、仪器和基本测量的基础上,本书按照多角度设计实验、自主完成实验、及时交流反思、巩固拓展、规范评价的整体思路,在每个实验下均设置了“实验准备”“实验过程”“巩固拓展及应用”“实验成绩评价”四个环节。编写适合课程改革需要的实验操作地方教材是一种探索,是一项凝聚教师集体劳动的工程。我们在编写本教材时,吸收了许多物理教学、

教研教师的研究和实践成果,在此表示衷心地感谢!

为帮助广大教师 and 同学们拓展课程资源,在本书出版的同时,我们开放了课程资源网站(zkoo.b88k.com),将更多有关实验操作的视频、图片、文本信息和教研动态免费提供给大家,并期望在大家的积极参与中,使网站成为面向全省、全国的教学、教研的互动平台。

由于普通高中实验操作考试和本教材的编写尚处于探索试行阶段,书中难免存在疏漏之处,恳请广大教师 and 同学们批评指正,以臻完善。

编委会

2008年7月

目录

实验 ①	探究导体电阻与其影响因素的定量关系	1
实验 ②	测绘小灯泡的伏安特性曲线	10
实验 ③	练习使用多用电表	19
实验 ④	探究路端电压与外电阻的关系、测定电池的电动势和内电阻	29
实验 ⑤	探究简单逻辑电路的特点	38
实验 ⑥	探究电磁感应的产生条件	45
实验 ⑦	探究决定感应电流方向的因素	52
实验 ⑧	观察电阻、电容、电感对直流和交流电路的影响	59
实验 ⑨	探究变压器线圈两端的电压与匝数的关系	66
实验 ⑩	探究单摆振动的周期	74
实验 ⑪	用单摆测定当地的重力加速度	81
实验 ⑫	研究水波的衍射	88
实验 ⑬	用双缝干涉测量光的波长	92
实验 ⑭	测定玻璃的折射率	98
实验 ⑮	物体碰撞的实验探究	105
参考答案		112



实验 ①

探究导体电阻与其影响因素的定量关系

实验准备

实验目标与要求

① 知识与技能

通过实验探究决定导线电阻大小的因素;测定金属导体的电阻率;通过测定金属导体的电阻率,练习使用螺旋测微器。

② 过程与方法

体验运用控制变量法研究物理问题的方法。

③ 情感、态度与价值观

发展学生的科学探索兴趣,体验探索导体电阻规律的困难和喜悦,培养主动与他人合作的精神和交流的愿望。

实验原理

① 根据部分电路欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$, 用电压表和电流表分别测出导体两端的电压 U 及通过导体的电流 I , 代入变形公式 $R = \frac{U}{I}$ 就可求出导体的电阻 R ; 伏安法测量电阻的两种方法——外接法和内接法, 为减小误差应根据测量导体的电阻大小选用其中一种接法来测量导线电阻。

② 利用控制变量的方法, 探究导线的电阻跟导线的长度、横截面积和材料之间的关系。

③ 根据电阻定律, 金属导体的电阻率 $\rho = R \frac{S}{l}$ 。因此, 测出金属导线的长度 l , 横截面积 S 和金属导线的电阻 R , 便可以求出金属的电阻率 ρ 。

了解器材

① 滑动变阻器是电学实验中的常用仪器, 了解实验仪器的构造、原理及使用方法是顺利完成物理实验的基础。

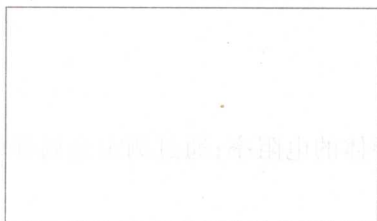
(1) 滑动变阻器的工作原理是什么?

(2) 滑动变阻器量程的选择: 在满足实验要求的条件下, 要选用阻值比较小的变阻器, 因为阻值越小, 电阻的变化越平缓, 不致使测量电路中的电流或电压变化非常突然, 调节方便。

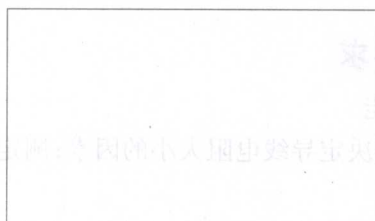
(3) 滑动变阻器有限流式接法和分压式接法。

A. 限流连接方式: ①一般情况或者没有特别说明的情况下, 由于限流电路能耗较小, 结构连接简单, 应优先考虑限流连接方式; ②当 $R_{\text{变}} > R_x$ 或 $R_{\text{变}} \approx R_x$ 时, 要选用限流连接方式; ③开关 S 闭合前滑片 P 位于变阻器接入电路电阻最大位置处。请在下面左方框内画出限流连接方式的电路图。

B. 分压连接方式: ①当 $R_{\text{变}} < R_x$ 时, 采用分压接法; ②实验所提供的电压表、电流表的量程或电阻元件允许最大电流较小, 采用限流接法时, 无论怎样调节, 电路中的实际电流均超过所允许的最大电流, 在这种情况下, 必须采用分压接法; ③要求测量电路的电压从零开始或要求测多组数据; ④开关 S 闭合前滑片 P 应位于能使测量电路电压为零的一端。请在下面右方框内画出分压连接方式的电路图。



变阻器限流接法电路图



变阻器分压接法电路图

② 螺旋测微器又叫千分尺, 用它测量长度可以精确到 0.01 mm。

它的刻度由两部分组成, 固定刻度最小分度为 1 mm, 上有半毫米线刻线; 可动刻度做在套筒上, 一周分为 50 等份, 可动刻度每旋转 2 周, 其在固定刻度(主尺)上前进或后退 1 mm。因此, 可动刻度上每一小格表示 0.01 mm。测量读数时, 可先在固定刻度上读取毫米数, 然后再在可动刻度上读小格数(如果看到固定刻度上毫米线中间的半毫米线, 说明已是第二圈, 应加上 50 小格), 所测长度是可动刻度上读得的小格数乘 0.01 mm 再加固定刻度上读得的毫米数。

图 1.1(a) 的读数是 _____ mm, 图 1.1(b) 的读数是 _____ mm。

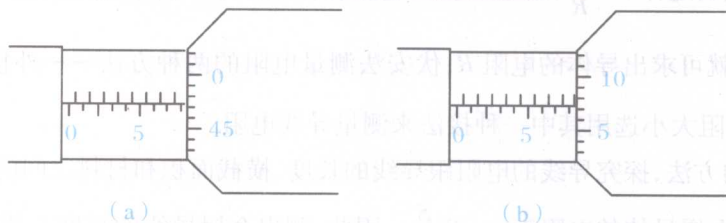


图 1.1

注意事项

- ① 测量金属导线长度时, 应将导线拉直。待测导线长度是指导线接入电路的两端点之间的长度。
- ② 在采用伏安法测电阻时, 通过待测导线的电流不宜过大(电流表用 0~0.6 A 量程), 通电时间不宜过长。
- ③ 滑动变阻器在使用前, 应先观察滑动变阻器铭牌上标注的电阻值和允许通过的最大电流值, 注意通过变阻器的电流不要超过允许通过的最大电流值, 以避免烧坏变阻器; 滑动变阻器在接入电路时, 应把滑片 P 移到变阻器电阻值最大的位置, 使电路中电流最小, 以保护电路。

④测直径时,可以在导线上选三处,在每一处两个相互垂直的方向分别测量一次,共得六个数据,取平均值为导线直径。

实验设计

①导线的电阻可以用伏安法进行测量。由于导线的电阻较小,为了减小误差,安培表应采用_____法(填“外接”或“内接”)连接。实验中为了减小偶然误差,应多次测量求平均值,实验中通过_____改变导线中的电流和两端电压,从而达到多次测量的目的。

②金属导体的电阻与导体的长度、横截面积及材料有关。探究它们之间的定量关系,应采用控制变量的方法,获得多组数据,建立坐标系,通过描点作图,观察分析图线从而获得定量关系。

③利用所测数据,根据电阻定律,计算所用材料的电阻率,并比较不同材料电阻率的大小,以获得感性认识。

实验过程

①实验器材

学生电源、电流表、电压表、滑动变阻器、开关、导线、粗细不同的锰铜合金导线各一根、粗细不同的镍铬合金导线各一根、刻度尺、螺旋测微器等,如图 1.2 所示。

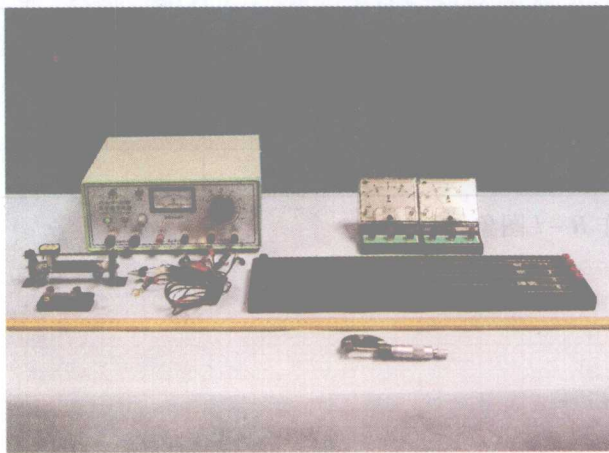


图 1.2 实验器材

②实验电路

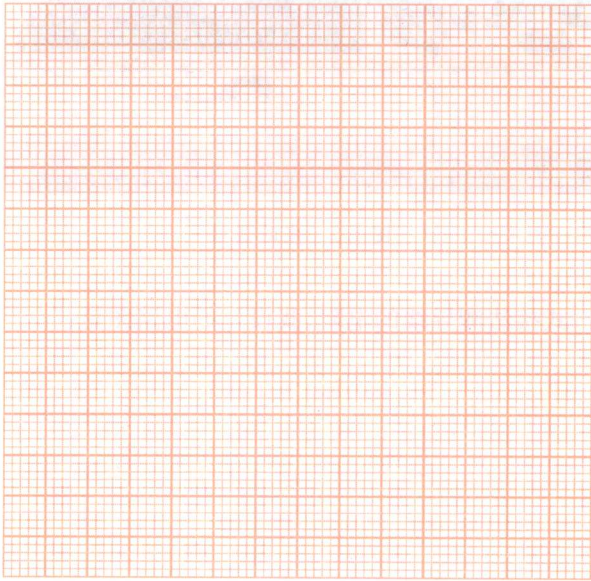
我选用滑动变阻器_____式接法测导线的电阻,我设计的电路图是:

③实验步骤

- (1)设计记录实验数据的表格。
- (2)测量粗细不同的锰铜合金及镍铬合金导线的直径,并计算出它们的横截面积。
- (3)根据电路图,连接实验器材,接被测电阻的导线两端分别连接接线柱(或接线夹)。
- (4)探究导体电阻与长度的定量关系。
- ①把其中一根锰铜合金导线接入电路,用刻度尺测出接入电路的长度;闭合开关,调节滑动变阻器滑片三次,读得三组电压和电流值,填入表格并计算出相应的电阻值。
- ②改变接入电路的锰铜导线的长度 5 次,分别重复步骤①。
- ③把其中一根镍铬合金接入电路,重复步骤①②。

锰 铜	直径/cm																		
	横截面积/cm ²																		
	长度/cm																		
	电压表示数/V																		
	电流表示数/A																		
	电阻/Ω																		
镍 铬	直径/cm																		
	横截面积/cm ²																		
	长度/cm																		
	电压表示数/V																		
	电流表示数/A																		
	电阻/Ω																		

- ④根据实验数据,描点作 $R-l$ 图象。



⑤分析坐标图线,得出实验结论:

(5)探究导线与横截面积的定量关系。

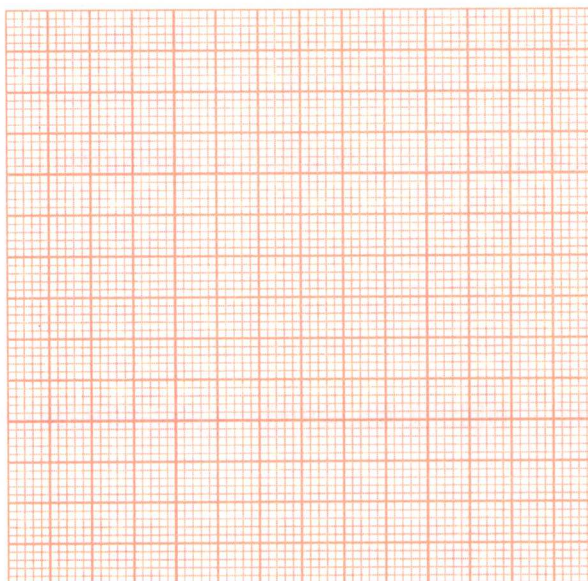
①把其中一根锰铜合金导线接入电路,用刻度尺测出接入电路的长度;闭合开关,调节滑动变阻器滑片三次,读得三组电压和电流值,填入表格并计算出相应的电阻值。

②保持接入电路导线的长度不变,改变接入电路的锰铜导线的横截面积 5 次(可用对折、粗细搭配的方式),分别重复步骤①。

③把其中一根镍铬合金接入电路,重复步骤①②。

锰 铜	长度/cm												
	直径/cm												
	横截面积/cm ²												
	电压表示数/V												
	电流表示数/A												
	电阻/Ω												
镍 铬	长度/cm												
	直径/cm												
	横截面积/cm ²												
	电压表示数/V												
	电流表示数/A												
	电阻/Ω												

④根据实验数据,描点作 $R-S$ 图象。



⑤分析坐标图线,得出实验结论:

(6)研究导体的电阻与导体材料的关系。

根据步骤(4)和(5),对锰铜合金和镍铬合金分别选取三组实验数据,填入下面表格。步骤(4)和(5)的实验结论表明导体的电阻与导体的长度、横截面积有以下关系:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

其中 ρ 是常数(比例系数),由该式可知 $\rho = R \frac{S}{l}$ 。据下表你所选取的数据,计算出对应的 ρ 值,并分析其含义。

锰 铜	长度/cm			
	直径/cm			
	横截面积/cm ²			
	电阻/ Ω			
	常数 ρ			
镍 铬	长度/cm			
	直径/cm			
	横截面积/cm ²			
	电阻/ Ω			
	常数 ρ			

分析表中数据,得出结论:

常数 ρ 称之为导体的电阻率,

(7)概括归纳:

导体的电阻与_____成正比,与_____成反比,与组成导体的材料有关,还与_____有关,这就是电阻定律。

交流感悟

问题 1

实验的误差主要来源于什么?和同学交流实验中减小实验误差的措施有哪些?

话题 2

实验过程中,可否长时间闭合开关使电路处于工作状态?

话题 3

交流实验中电流表采用外接法的原因。

巩固拓展及应用

巩固与提高

①用电流表内接法和外接法测量某电阻 R_x 的阻值,测得的结果分别为 $R_{内}$ 和 $R_{外}$,则测量值与真实值 R_x 从大到小的排列顺序是_____。

②在做《测金属的电阻率》的实验时,如实验时测得电阻丝的直径为 d ,长度为 l ,外加电压为 U 时,流过电阻丝的电流强度为 I ,则该金属的电阻率 $\rho =$ _____。用螺旋测微器测电阻丝的直径时示数如图 1.3 所示,则该电阻丝的直径为_____mm。

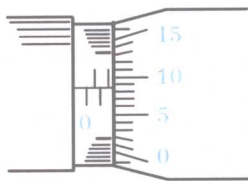


图 1.3

③如图 1.4 所示用伏安法测电阻时,如果不知道待测电阻的大概值时,为了选择正确的电路以减少误差,可将电压表一个接头分别在 a 、 b 两点接触一下,如果电流表读数没有显著变化,则 P 应接在 _____ 处,如果电压表读数没有显著变化,则 P 应接在 _____ 处。

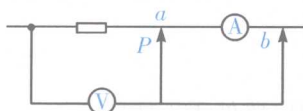
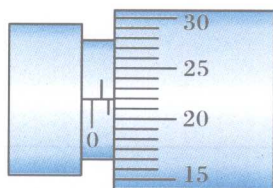


图 1.4

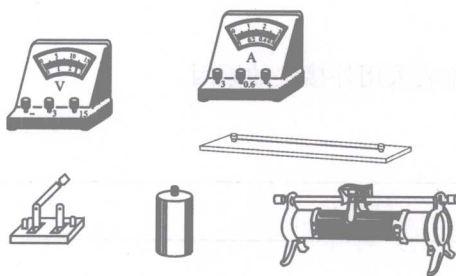
④某同学在“测定金属电阻率”的实验中:

(1)用螺旋测微器测量金属导线的直径,如图 1.5(a)给出了他某次测量结果的放大图,那么该次的测量结果为 _____ mm。

(2)如图 1.5(b)则给出了连接电路所需的实物,请你在图上正确连线,组成实验电路。



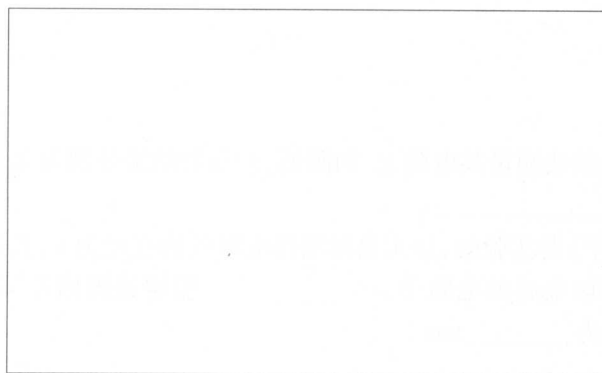
(a)



(b)

图 1.5

(3)请在下列方框中画出伏安法测金属丝电阻的电路图。



实验成绩评价

评价指标			评价者	得分
一级指标	二级指标			
实验原理描述 (10%)	正确说出欧姆定律内容及实验所要测量的物理量,知道伏安法测电阻的两种接法,正确设计测量电路,体现控制变量的思想方法,区分电阻与电阻率(10%)		学生	
			教师	
实验方案设计 (40%)	能设计一个可行的实验方案,正确列出所用仪器(10%)		学生	
	能详细清晰地写出实验步骤 (30%)	选择外接法实验电路(5%)	教师	
		合理选择电表的量程(5%)		
		正确设计实验电路(5%)		
		开关闭合前变阻器滑片位于最大值处(5%)		
	探究步骤合理、调控得当(10%)			
实验方案实施 (30%)	基本操作 (20%)	正确熟练地使用各种仪器(5%)	学生	
		正确连接实验装置(5%)	教师	
		正确测量电阻丝的长度和直径(5%)		
	观察记录 (5%)	电路调节、电表读数等操作正确(5%)	学生	
		认真仔细观察实验现象,准确记录(5%)	教师	
		态度习惯 (5%)	积极与他人交流合作(3%)	学生
仪器摆放合理,注意保护电路安全,实验后及时整理器材(2%)	教师			
形成实验结论 (10%)	能对实验现象进行解释或根据实验现象进行分析和推理,得出正确的结论(5%)		学生	
	实验报告书写规范、准确(5%)		教师	
实验反思 (10%)	实验后,能主动与他人讨论和交流实验方案的设计、实验实施过程和结果(5%)		学生	
	能对自己和他人实验结果的可靠性进行评价(2%)		教师	
	反思自己和他人的长处与不足,并能提出具体的改进意见(3%)			

实验②

测绘小灯泡的伏安特性曲线

实验准备

实验目标与要求

① 知识与技能

(1) 了解小灯泡的伏安特性曲线不为直线的原因,会从小灯泡伏安特性曲线分析电阻的变化规律,能从伏安特性曲线求出导体的电阻。

(2) 通过实验来描绘小灯泡的伏安特性曲线,探究描绘伏安特性曲线的方法。

② 过程与方法

(1) 体会滑动变阻器改变电路参数(电压、电流)的两种基本连接方法,掌握仪器、电路的选择与连接。

(2) 体会被测元件的电流、电压不可能同时准确测量会带来系统误差,探究减小系统误差的电路连接方法。

③ 情感、态度与价值观

亲自经历测绘小灯泡的伏安特性曲线的过程,体验与他人交流、合作与研究的乐趣。

实验原理

当一个电学元件接入电路构成闭合回路,其两端的电压与通过它的电流的比值即为该条件下电器元件的电阻。若元件两端的电压与通过它的电流成固定的正比例,则其伏安特性曲线为一条直线,这类元件称为线性元件;而当电器元件两端的电压与通过它的电流不成固定的正比例时,其伏安特性曲线是一条曲线,这类元件称为非线性元件。伏安法测电阻,即测出被测元件两端的电压 U 和通过它的电流 I ,然后运用欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$,即可求得被测元件的电阻 R 。小灯泡的导电特性,可以通过测量其中的电流随两端电压变化的规律。调节电路参数,得到多组数据,在坐标纸上描点作图,得到小灯泡的伏安特性曲线。用伏安法测电阻,原理和操作都很简单,但由于电表有一定的内阻,必然就会给实验带来一定的误差。伏安法测电阻的电路连接方式有电流表的内接和外接两种方式。

知识准备

① 小灯泡正常工作时的额定电压有 1.5 V、2.5 V、3.8 V 等规格,其电流约为 0.2 A、0.3 A、0.4 A。请估算小灯泡正常工作时的电阻。其中 3.8 V、0.4 A 的小灯泡正常工作发光时,电阻大约为 _____ Ω 。由

于金属的电阻率随温度的升高而增大,那么,3.8 V 小灯泡在电压为 1 V 时电阻_____ (大于、小于)正常发光时的电阻;电压为 2 V 时的电阻_____ (大于、小于)电压为 1 V 时的电阻。

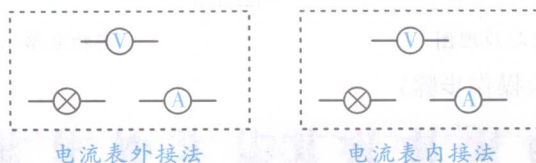
②要想测量一个元件两端的电压,要将电压表与此元件_____ (串联、并联);所使用的电压表的量程要符合要求,量程_____ (太小、太大),读不出读数并会损坏电压表;量程_____ (太小、太大),读数时表针偏角太小,读出的数值误差较大。

③要想测量一个元件中通过的电流,要将电流表与此元件_____ (串联、并联);所使用的电流表的量程要符合要求;量程_____ (太小、太大),读不出读数并会损坏电流表;量程_____ (太小、太大),读数时表针偏角太小,读出的数值误差较大。

实验设计

怎样连接电流表与电压表?

要同时测量一个元件两端电压及通过的电流,电压表、电流表以及被测元件有两种连接方式,即电流表外接法和电流表内接法,当电压表的电阻比被测元件的电阻_____ (大、小)得多,可选用电流表外接法,以便减小由于电压表的分流作用带来的误差;当电流表的电阻比被测元件的电阻_____ (大、小)得多,可选用电流表内接法,以减小电流表的分压作用带来的误差。请完成下列作图:



实验过程

①实验器材

学生电源 (4 V ~ 6 V 直流)、小灯泡 (3.8 V 0.3 A)、电流表、电压表、滑动变阻器、开关、导线,如图 2.1 所示。



图 2.1 实验器材

②本次实验中小灯泡的标称参数是_____ V、_____ A,正常发光时电阻约为_____ Ω ,所选择