



## 一、预习报告（10分）

（注：将已经写好的“物理实验预习报告”内容拷贝过来）

### 1. 实验综述（5分）

（自述实验现象、实验原理和实验方法，包括必要的光路图、电路图、公式等。不超过500字。）

惠斯登电桥实验是一种利用电桥平衡原理精确测量电阻的方法。实验中，我们组装了一个由比率臂  $R_1$  和  $R_2$ 、标准电阻、待测电阻、检流计和电源组成的电桥电路。通过调节比率臂和标准电阻，使检流计指示为零，达到电桥平衡状态。此时，待测电阻  $R_x$  可通过公式  $R_x = R_1 / R_2 * R_s$  计算得出。实验过程中，我们估测了待测电阻的阻值，选择了合适的比率臂，并测定了电桥的灵敏度。根据测量结果，我们进行了误差分析，并得出了电阻的测量值及其误差范围。实验结果表明，惠斯登电桥能够有效测量电阻，并具有较高的精度。

### 2. 实验重点（3分）

（简述本实验的学习重点，不超过100字。）

通过调节比率臂和标准电阻使检流计指示为零，从而精确计算待测电阻的阻值。学习并熟练使用 QJ-23 型盒式电桥、检流计、电阻箱等实验仪器。通过测定电桥的灵敏度，分析测量误差，掌握如何根据实验数据计算误差限，并正确表达测量结果。

### 3. 实验难点（2分）

（简述本实验的实现难点，不超过100字。）

精确调零：在电桥平衡过程中，需要精确调节比率臂和标准电阻。这一步骤对操作的精细度和耐心要求较高，稍有不慎可能导致测量误差。

灵敏度与误差分析：需要理解灵敏度对测量结果的影响，并掌握如何根据实验数据计算误差限，确保测量结果的准确性。

## 二、原始数据（20分）

（将有老师签名的“自备数据记录草稿纸”的扫描或手机拍摄图粘贴在下方，完整保留姓名，学号，教师签字和日期。）

## 三、结果与分析（60分）

### 1. 数据处理与结果（30分）

（列出数据表格、选择适合的数据处理方法、写出测量或计算结果。）

### 2. 误差分析（20分）

（运用测量误差、相对误差或不确定度等分析实验结果，写出完整的结果表达式，并分析误差原因。）

实验一：自组电桥测未知电阻 经多次尝试，电桥灵敏度在  $4 \times 10^{-9} A$  时，电桥难以调节平衡，故采用电桥灵敏度为  $4 \times 10^{-8} A$ 。

R1	R2	R1:R2	$R_s$	$R'_s$	$\overline{R_x}$	$\Delta d$	$\Delta R_s$
220 $\Omega$	220 $\Omega$	1:1	224.2 $\Omega$	223.8 $\Omega$	223.9 $\Omega$	8	1 $\Omega$

B类不确定度  $\Delta R_s = \pm(0.001R_s + 0.0002m)$

电桥灵敏度  $S = \frac{\Delta d}{\frac{\Delta R_s}{R_s}} = 671.7$

$R_x$ 的相对不确定度为  $E = \frac{\Delta R_x}{R_x} = \sqrt{\left(0.001 + \frac{0.0002m}{R_s}\right)^2 + \left(\frac{0.2}{S}\right)^2} = 1.09 \times 10^{-3}$

$\Delta R_x = E \cdot \overline{R_x} = 0.24\Omega$

所以得到的结果是  $R_x = \overline{R_x} \pm \Delta R_x = (223.9 \pm 0.24)\Omega$

实验二：用 QJ-23 型盒式惠斯登电桥测量未知电阻  
下表为编号为 1-8 的电阻所测得的阻值

编号	1	2	3	4	5	6	7	8
$R_x(\Omega)$	696.2	681.2	686.5	673.1	680.7	684.6	684.8	674.4

$\overline{R_x} = \frac{\Sigma R_x}{8} = 682.7\Omega$

标准偏差  $S = \sqrt{\frac{\Sigma(R_x - \overline{R_x})^2}{n-1}} = 7.3\Omega$

离散度 =  $\frac{S}{\overline{R_x} \times 100\%} = 1.1\%$

$R_x = \overline{R_x} \left(1 \pm \frac{S}{\overline{R_x}}\right) = (682.7 \pm 7.3)\Omega$

### 3. 实验探讨 (10 分)

(对实验内容、现象和过程的小结，不超过 100 字。)

(1) 测量误差来源：

- 检流计：检流计的调零完全依靠肉眼观察，指针是否指向中央判断主观性很强；有时按下“电计”再松开时，原本已调零的检流计又会发生偏转。
- 在读取  $\Delta d$  时，指针不完全与刻度线重合，且读数具有一定的主观性，读数误差不可忽略。

- 实验所用电阻最小分度值只有  $0.1\ \Omega$ ，测量时指针容易偏左或偏右，难以完全实现零偏转。
- 电子元器件在测量中发热、老化等可能产生阻值的误差。

## (2) 综合误差分析

实验一的电桥灵敏度较高，相对不确定度为  $1.09 \times 10^{-3}$ ，精确度较高；

实验二中部分电阻老化，导致阻值偏离  $680\ \Omega$ ，产生了一定的误差，测得的离散度为 1.1%。

## 四、思考题（10分）

（解答教材或讲义或老师布置的思考题，请先写题干，再作答。）

1. 准确度高：惠斯登电桥通过平衡条件测量电阻，避免了伏安法中电流表和电压表的内阻对测量结果的影响，从而提高了测量精度。

误差因素：主要误差来源包括电桥灵敏度、电阻元件的精度、接触电阻、温度变化以及电源电压的稳定性。

2. 措施：提高电源电压、使用高灵敏度检流计、选择适当的比率臂电阻、减少接触电阻和线路电阻。

原因：这些措施可以增强电桥对微小不平衡的检测能力，从而提高测量的灵敏度和准确性。

3. 用电桥测电阻时，若线路接通后检流计指针总是在一个方向偏转或总不偏转，试分析是什么原因？

总在一个方向偏转：可能是电桥未达到平衡，原因包括电阻值不匹配、电源电压不稳定或接线错误。

总不偏转：可能是检流计损坏、线路断路或电源未接通。

4. 原则：比率臂的电阻值应尽量接近，这样能够保证结果有效数字为四位。

原因：这样选取可以减少调节难度，提高测量的精度和灵敏度。

5. 测量方法：将待测电表接入电桥的一个臂，调节其他电阻使电桥平衡，通过平衡条件计算电表内阻。注意控制通过电表的电流不超过其最大允许值。

替换检流计：理论上可以，但待测电表的灵敏度可能不足以检测微小的不平衡，影响测量精度。因此，通常使用高灵敏度检流计来确保平衡的准确性。

• 注意事项：

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”，文件名：学生姓名+学号+实验名称+周次。

2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”本课程内对应实验项目的“作业”模块内。

3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内查询。

4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内进行，学生必须进行教学评价，才能看到实验报告成绩，教学评价须在本次实验结束后 3 天内进行。