

# 设计性物理实验

## 一. 物理实验的现状

物理实验是理工科大学学生必修的一门重要基础实验课。著名的物理学家麦克斯韦对物理实验的教育功能早有阐述，他说：“这门课程，除了在实践中保持在大学里长期培养的注意力和分析力外，也促进学生锤炼自己观察的敏锐和动手操作的能力。”正是如此，各学校对物理实验都非常重视。从八十年代开始，国内重点大学对物理实验独立设课（我校是1982年对物理实验独立设课的，学时数为54学时，3个学分）。全国每年都有几次物理实验研讨会、学术交流会，西北地区有物理实验协作组、陕西各高校物理实验协作组都定期进行教学研讨。

尽管从事物理实验教学的教师作了巨大的努力，但由于历史的原因，物理实验和时代有所脱节，不能反映当前物理学的发展及科学技术发展的现状，具有明显的陈旧性、滞后性、非实用性。传统的教学方式是：学生实验前先预习实验讲义，每个实验的目的、仪器、原理、实验内容、数据表格、数据处理都写得清清楚楚。学生在做实验过程中，基本上是“按部就班”，“照葫芦画瓢”。在实验中，学生没有充分锻炼自己动手能力和思维能力，而是把实验当做一种任务来完成，测量记录出所需数据就大功告成。从某种意义上讲，实验只是学生对所学知识的验证，重复和再现。而在知识的灵活运用上、与现代科学技术结合上、以及培养学生综合分析、解决问题的能力等方面，需要得到进一步的加强。

## 二. 开设设计性物理实验课的目的

随着现代化科学技术的飞速发展，当今世界学科门类已愈数千，不仅物理学本身内容不断更新，而且出现了不少边缘学科。就其测量技术而言，测量方法，测量手段，所用仪器仪表等也是日新月异。

教育要面向现代化，面向世界，面向未来，这是高校改革的根本目标。进入21世纪的教育，必须适应现代社会需要，着重培养学生的综合分析问题和解决问题的能力、创造力和创造精神。

设计性物理实验的教学目的，是在学生具有一定实验能力的基础上，把所学到的物理知识，电子技术及微机应用知识和技能，运用到解决物理问题或实际测量问题中。通过独立分析问题、解决问题，使学生把知识转化为能力，为作毕业设计，写科研成果报告和学术论文，作初步训练。这对激发学生的创造性和深入研究的探索精神，培养科学实验能力，提高综合素质有重要作用。通过生动活泼的学习和思考，对开发学生聪明才智以及培养独立工作能力都是大有好处的。

---

### 三. 设计性物理实验的选题

设计性实验的选题应具有综合运用所学知识和技能的性质，要有利于提高学生的科学思维方法和科学研究能力，还应采用较为先进的科学方法和测量技术，使学生紧跟当今科学技术发展的步伐。

例如，“光的衍射法测杨氏弹性模量”，其测量方法和经典的光杠杆法不同，而是让学生根据光的衍射理论，通过测量衍射条纹间距离的变化量（是在金属丝下端安装一个狭缝，用激光照射狭缝，狭缝变化时衍射条纹间距离发生变化），从而测定金属丝的伸长量，这样就大大提高了测量精度。“电谐振法测膜层厚度”是用电子线路课中学到的电谐振原理，来解决实际的测量问题。用AD590，把温度的变化转化为电信号的变化，让学生设计制作一个数字温度计。用光敏三极管，设计制作一个计数电路，记录迈克尔逊干涉条纹，从而达到对传感器的了解和使用。“对暂态过程的实时测量及曲线图的描绘”、“用微机测磁场”是用计算机进行实时数据采集、存贮和处理等。用这些现代化的测量手段进行测量，能使学生从中了解到当前先进的测量技术，开阔眼界，激发学生兴趣，提高学生综合运用知识的能力，为今后工作、科研打下坚实的基础。

### 四. 设计性物理实验的教学要求

设计性物理实验要求学生根据给定题目中的任务和要求，自行设计或选择合理的实验方案，并在实验过程中检验其正确性。

根据给定题目中的任务和要求，学会查阅文献、资料，以理论为根据，建立物理模型。选择实验方法和测量方法，选择最佳测量条件与最少配套仪器，以及测量数据的处理方法，并进行实验、观察现象、测量数据、计算结果、综合分析，写出完整的实验报告。

### 五. 设计性实验的教学方式

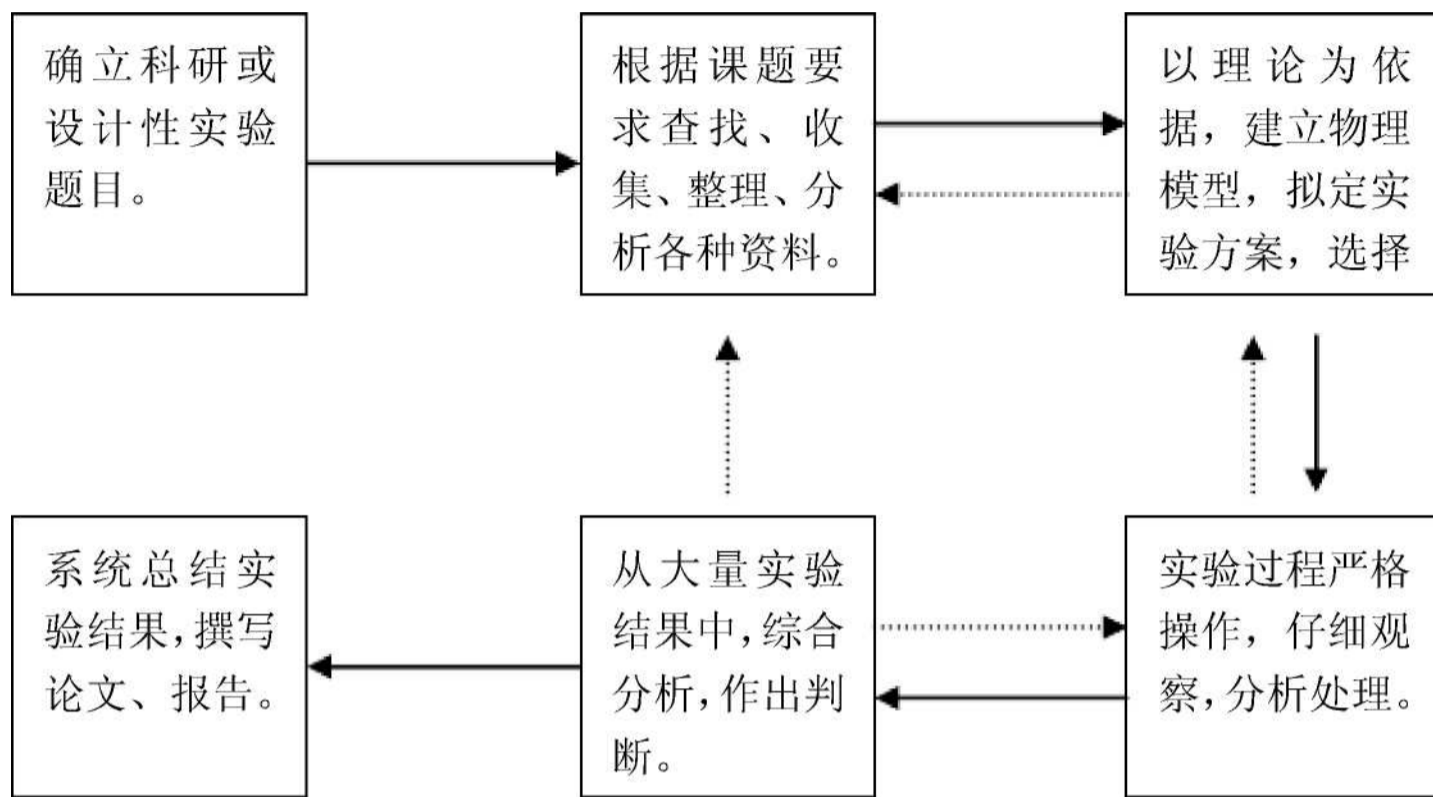
设计性物理实验采用启发式和开放型的教学方式。要求学生从查阅文献、资料、拟定实验方案直到完成实验报告，尽量独立完成。如需要，教师只作启发式引导，绝不包办代替。本课程提供较为充足的设计性实验题目，学生可以任意选择。学生还可以根据自己的兴趣，提出一些题目，在条件允许的情况下，自行完成。教师可根据学生的题目，完成情况进行评定记分。这样就可以激发学生对学习的兴趣，从而促进学生的深入研究和探索精神。

在实验时间方面，除固定课时外，每天下午，晚上和节假日，学生可与教师提前约定，到实验室进行实验。每个题目按给定学时数记分，而具体操作时间不限，为学生提供充足的时间进行专研和探讨。

### 六. 设计性实验的全过程

科学实验的全过程，一般可用如下流程图简明清晰的表示出来：

~~图中实线箭头表示依次进行的各个环节，虚线箭头表示反馈和修正。任何科学实验过程都需要经过反复多次的实践、反馈、修正，才能不断地得到完善。



## 实验1重力加速度的研究

一. 学时数：3学时

二任务

用单摆和自由落体法测定重力加速度。

二要求

1. 写出两种测量重力加速度的原理，推导出其计算公式。
2. 用单摆测定重力加速度 $g$ 时，要求单摆周期的相对不确定度 $\Delta T/T < 0.1\%$ ，确定其周期数 $n$ 并说明理由。
3. 用自由落体测定重力加速度 $g$ 时，如何测得初速度，如用光电计时法，应该怎样选择光电门的恰当位置？
4. 报告测量结果，并对两种测量方法进行比较。

四. 器材

单摆、米尺、秒表、游标卡尺、自由落体仪、多用数字测量仪。

## 五. 参考资料

1. 林杼、龚振雄, 《普通物理实验》, 人民教育出版社。
2. [德] 威廉·H·卫斯特发尔, 《物理实验》, 上海科学技术出版社。
3. [美] 伯科利物理学教程第一卷《力学》, 科学出版社。

## 实验2用焦利氏秤测弹簧的倔强系数

### 一. 学时数: 3学时

### 二任务

自拟实验方案, 推导计算公式, 利用焦利氏秤测弹簧的倔强系数。

### 二要求

1. 用静力学伸长法、动力学振动法测弹簧的倔强系数。
2. 推导计算公式(包括弹簧有效质量 $m_0$ 的计算公式)。
3. 计算实验结果, 写出实验报告。<sup>6</sup>

### 四. 器材

单摆、米尺、游标卡尺和秒表等。

### 五. 参考资料

1. 杨仲耆, 《大学物理学》, 人民教育出版社, 1980年。
2. 钟成奕、伍永泉、邓鸿鸣, 《工科物理实验》, 电子工业出版社, 1990年。

## 实验3简谐振动的研究

### 一. 学时数: 3学时

### 二任务

1. 学习简单实验的基本设计方法。
2. 学习如何选择实验方法来验证物理规律。
3. 通过简谐振动, 研究弹簧振子中弹簧的有效质量 $m$ , 测定弹簧的倔强系数。

## 二. 要求

1. 设计一个验证简谐振动运动规律的方案。
2. 设计测量弹簧有效质量\*和倔强系数的实验方法。
3. 列出数据表格, 对实验数据进行处理。
4. 写出实验报告。

## 四. 器材

所须仪器设备请自行提出。

## 五. 参考资料

1. 林杼、龚振雄, 《普通物理实验》, 人民教育出版社, 1987年。
2. 程守洙、江之永, 《普通物理学》, 人民教育出版社, 1979年。
3. [美] A·M·波蒂斯、H·D·杨《大学物理实验》, 科学出版社, 1982年。

# 实验4物体密度的测定

## 一. 学时数: 3学时

## 二任务

1. 测定规则物体的密度。
2. 测定不规则物体的密度。

## 二. 要求

1. 用千分尺、游标卡尺、米尺和物理天平测定规则物体的密度。
2. 用流体静力称衡法测物体密度。
3. 用比重瓶法测物体密度。
4. 报告测量结果, 对结果进行误差分析, 并指出在实验中如何消除误差?

## 四. 器材

物理天平、比重瓶、烧杯、蒸馏水、温度计、千分尺、游标卡尺、米尺和待测物体等。

## 五. 参考资料

1. 钟成奕、伍永泉、邓鸿鸣, 《大学物理实验》, 西安电子科技大学出版社, 1990年。

2. 张仲奎、缪连元、张立，华东化工学院出版社，1990年。

## 实验5液体粘滞系数的测定

一. 学时数：3学时

二、 任务

1. 观察液体的内摩擦现象，学会用落球法测量液体的粘滞系数。
2. 掌握基本测量仪器（如游标卡尺、千分尺、停表等）的用法。

三要求

1. 写出测量原理，推导出计算公式。
2. 自拟数据表格，计算实验结果。
3. 根据计算公式求出相对误差。
4. 观察液体粘滞系数与温度的关系。

四. 器材

玻璃圆筒及润滑油、千分尺、秒表和温度计等。

五. 参考资料

华中工学院、天津大学、上海交通大学，《物理实验》，人民教育出版社，1981。

## 实验6液体表面张力系数的测定

一. 学时数：3学时

二任务

学会用焦利氏秤测液体的表面张力系数。

三要求

1. 掌握用焦利氏秤测量微小力的原理和方法。
2. 了解液体表面的性质，测定液体的表面张力系数。
3. 写出测量结果。 $\sigma = \sigma_0 + A\sigma_0$ 。

## 四. 器材

焦利氏秤砝码、镊子、烧杯、铂环、酒精灯和读数显微镜。

## 五. 参考资料

华中工学院、天津大学、上海交通大学，《物理实验》，人民教育出版社，1981。

# 实验7光的衍射法测杨氏模量

## 一. 学时数：3学时

## 二任务

根据光的衍射理论，自拟实验方案，测定金属丝的杨氏模量。

## 二. 要求

1. 简述实验原理及实验方案。
2. 画出光路图，写出测量公式。
3. 要求  $\frac{\Delta y}{y} < 3\%$ 。
4. 报告测量结果并作分析讨论。

## 四. 器材

杨氏模量仪、激光器、测量显微镜、米尺、千分尺等。

## 五提示

拉伸法测金属丝杨氏模量的关键是如何准确测量出金属丝在拉力作用下的微小伸长量（百分之几毫米）。本实验是在砝码托的下端连接一个活动刀口，与底座的固定刀口构成一狭缝，利用光的衍射原理，通过测量衍射条纹间距离的变化量，从而测定金属丝的伸长量。

## 六. 参考资料

1. 杨述武，《普通物理实验》，高等教育出版社，1993年。
2. 江苏师范大学物理系，《普通物理实验》，高等教育出版社，1988年。

## 实验8用凸透镜测狭缝宽度

一. 学时数：3学时

### 二任务

根据几何光学原理，用一凸透镜测量狭缝的宽度。

### 二. 要求

1. 画出光路图，写出测量公式。
2. 要求测量误差3%。
3. 报告测量结果。

### 四. 器材

光具座、光源、凸透镜、狭缝。

### 五提示

可参考“共轭法”测透镜焦距的原理、方法以及计算公式的推导。

### 六. 参考资料

钟承奕等，《大学物理实验》，西安电子科技大学出版社，1994年。

## 实验9替代法测电阻

一. 学时数：3学时

### 二任务

使用给定器材，用替代法测量电阻阻值。

### 二要求

1. 画出替代法测电阻的电路图。
2. 拟定实验方案，简述实验方法和实验步骤。
3. 分析误差产生的原因，报告实验结果。

#### 四. 器材

稳压电源1台，电压表、电流表、电阻箱、滑线电阻给1只，被测电阻1个，开关2个，导线若干。

#### 五. 参考资料

1. 张华峻，“替代法在伏法测量中的应用”，《物理实验》，1996年第2期。
2. 王希义、李寿岭，《物理实验》，陕西科学技术出版社，1993年。

### 实验10伏安法测电阻

#### 一. 学时数：3学时

#### 二任务

1. 用内接法测量中值电阻。
2. 用外接法测量低值电阻。

#### 二. 要求

1. 画出测量电路图，简述实验步骤。

2. 要求选择的测量线路和电表（规格、量程、级别）使得  $\frac{\Delta R}{R} < 3\%$ 。

3. 计算测量结果。

4. 电表的内阻对测量有何影响，您能得出什么结论？

#### 四. 器材

稳压电源1台，电压表、电流表、电阻箱、滑线电阻给1只，被测电阻2个，开关2个，导线若干。

#### 五. 参考资料

1. 钟成奕、伍永泉、邓鸿鸣，《物理实验》，西安电子科技大学出版社，1994年。
2. 华中工学院、天津大学、上海交通大学，《物理实验》，人民教育出版社，1981。

## 实验11非线性电阻特性的研究

---

一. 学时数：3学时

### 二任务

用给定器材设计实验电路，测定小灯泡和发光二极管的伏安特性。

### 三. 要求

- 1、 画出测量电路图，说明选用内接法或外接法进行测量的理由。
- 2、 测定额定电压下小灯泡灯丝的电阻。
- 3、 研究发光二极管的伏安特性与发光现象间的关系。

### 四. 器材

发光二极管，小灯泡，电压表，电流表（应注意电表的量程和内阻），滑线变阻器，开关和导线等。

## 实验12微安表内阻的测定

一. 学时数：3学时

### 二任务

用给定器材测定微安表的内阻。

### 一. 要求

1. 画出电路图，标明各器材参数。
2. 要求用3种以上方法进行测量。
3. 报告测量结果。

### 二. 器材

甲电池1节、电阻箱2个、多量程电压表、电流表各1只、滑线电阻1个、待测表头 1只、开关和导线。

## 实验13变阻器的使用与电路控制

---

### 一. 学时数：6学时

### 二任务

1. 研究滑线式变阻器的有关参数。
2. 学会设计简单的控制电路。根据对电路控制和调整的要求，正确选择滑线式变阻器的阻值、额定电流，以及它在电路中的连接方式。

### 二要求

1. 设计一个用伏安法测量阻值为 $30\Omega$ 负载的控制电路，要求电流在 $0.01\text{A}$ 到 $0.1\text{A}$ 之间连续可调。
2. 选择合适的电源（规格），安培表、伏安表（量程），滑线式变阻器（阻值、额定电流），以及电路的连接方式和理论依据。
3. 用实验来验证你的选择和设计的正确性。测量数据，作出制流特性曲线和分压特性曲线。观察调节情况并进行分析讨论。
4. 设计一个微型电动机的调速控制电路，能方便的连续控制和调节其转速和方向。画出控制电路，列出所需的仪器、元件。

### 四. 器材

请自行提出所须的仪器设备及其规格。

### 五. 参考资料

1. 张仲奎、缪连元、张立，《物理实验》，华东化工学院出版社，1990年。
2. 钟成奕、伍永泉、邓鸿鸣，《物理实验》，西安电子科技大学出版社，1994年。
3. 林杼、龚振雄，《普通物理实验》，人民教育出版社，1987年。

## 实验14比较法测互感系数

### 一. 学时数：3学时

### 二任务

设计一个电路，用比较法测互感系数。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/306143054024010112>