

# 普物（基础）力热实验重点预习内容和实验报告要求（v1.3.1）

## 实验一测定冰的熔化热

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 热学实验中对量热和计温这两个基本问题的考虑；
2. 测定冰的熔化热的方法和具体安排；
3. 怎样测好“冰的熔化热”这个物理量。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 测冰的熔化热采用什么方法，该方法要求的条件？
2. 实验测量的孤立系统中包括哪几个部分？从实验的各环节上怎样保证实验系统为孤立系统？
3. 实验需要测量哪些物理量？特别是测温度需要在什么条件下进行？这条件在操作中又如何去做到？
4. 测量水的初温采用了什么实验方法？它对实验有什么作用？
5. 从原理公式看主要影响实验结果的物理量是哪一个？应该怎样测好它？
6. 实验使用的主要仪器的规格、性能和使用中要注意的问题有哪些？

### 实验报告要求

#### 一、数据及处理

1. 测量数据列表：表一，各直接和间接测量物理量的质量；表二，系统温度随时间的变化关系（包括投冰之前和投冰之后两部分）
2. 利用教材中公式（1.2）计算冰的熔化热。
3. 作系统温度随时间变化关系图，从图中可以得到哪些信息？

#### 二、分析与讨论（\*可选）

- \*1. 从实测数据看，如果实验全过程中散热、吸热没有达到补偿，冰的熔化热结果不一定偏离“合理”的数据范围，这说明散热或吸热并不是该系统的主要实验误差来源。那么，本实验的主要误差来源是什么？
- \*2. 通过实验去体会粗略修正散热的方法——补偿法在本实验中的应用对学习做实验的意义。
- \*3. 在本实验室提供的条件下，实测熔化热的结果通常小于文献值  $L = 3.34 \times 10^5 J / Kg$ ，你能分析是什么原因吗？

#### 三、收获与感想（\*可选）

## 实验四模拟示波器的使用

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 在两个通道同时输入相同周期信号的情况下，调出清晰稳定的波形；
2. 信号源输出 100Hz、幅值最大的正弦波，分别利用屏幕上的标尺和读出测量功能，测量输入信号的周期、频率、电压峰峰值、电压有效值；
3. 观测  $x-y$  函数图形。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 示波管的结构及其各部分与波形显示的关系？
2. 触发扫描同步对获得稳定波形的重要作用？
3. 什么是内触发，为什么一般情况下优先推荐使用此种触发方式？
4. 为了获得清晰稳定的波形显示，为什么要选择合适的触发电平？
5. 如何根据偏转因数/每格扫描时间、利用屏幕上的标尺进行输入的信号幅度/周期测量？（要求 1 个误差位，注意标尺最小分度与测量结果有效数字之间的关系）。
6. 如何观测  $x-y$  函数图形？如何通过李萨如图形判断两个通道输入信号的频率关系、相位关系？

### 实验报告要求

#### 一、实验数据和现象

1. 周期、频率、电压峰峰值、电压有效值等测量数据；
2. 三种频率比的李萨如图形。

#### 二、实验数据和现象的分析、处理和结论

（撰写形式可选择与“实验数据和现象”合成一部分）

1. 测量仪器最小分度与测量结果有效数字的关系；
2. 根据李萨如图形确定两信号的频率比及相位关系。

#### 三、实验收获

对预习问题的进一步理解或与实验结果相关的其它问题讨论。

## 实验八测定金属的杨氏模量

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 用静态拉伸法测金属材料的杨氏模量（包括教材中一、二、三部分，重点是第一部分，在二、三部分中任选其一）；
2. 对实验装置调节的要领；
3. 根据误差分析的思想，选择合适的测量方法和合理安排测量；
4. 正确选择和使用各种长度测量的仪器和量具；
5. 对测量结果的处理以及估计其不确定度。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 以教材中的一、（CCD 成像系统测定杨氏模量）为例，为减小系统误差的影响，应该按怎样的步骤去调节实验装置（装置由三个独立部分组成），装置的各部分应该调节到什么程度方可以进行测量，对此又采用什么方法进行判断？
2. 以教材中的一、（CCD 成像系统测定杨氏模量）为例，测量不同长度的物理量，选择不同量具的依据是什么？
3. 在用 CCD 成像系统测定杨氏模量中，根据实验室提供的显微镜分划板标尺的规格，读数的有效数字位数应取到哪一位？

### 实验报告要求

#### 一、数据及处理

对用不同的测量方法测得的数据分别作以下记录：

1. 对测量某物理量的多个数据和测量多次的数据列表：参考教材中表 8-1 和 8-2；
2. 对一次测量的物理量结果及其不确定度做记录；
3. 用逐差法和最小二乘法分别对 1. 中的  $\bar{r}-m$  关系进行处理，（对于测量  $r$  和  $r'$  时，如果对应的数据相差较多，

即重复性不好，但是它们各自的变化规律是正确的，可以将  $r$  和  $r'$  两组数据分别进行处理，再求平均。）

4. 计算杨氏模量及其不确定度（只对 CCD 测杨氏模量内容计算不确定度）。

#### 二、分析与讨论（\*可选）

在用 CCD 法和光杠杆法测定金属丝杨氏模量实验中，对出现的下列两种情况分别分析可能的原因：一是，开始加第一、二个砝码时  $r$  的变化量大于正常的变化量；二是在上述情况下  $r$  的变化量小于正常的变化量。

#### 三、收获与感想（\*可选）

## 实验九刚体转动实验

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 测量刚体转动惯量的方法，重点做好用转动法测刚体绕固定轴转动的转动惯量  $I$ ；
2. 用实验的方法去寻求物理量之间的关系和物理规律的做法；
3. 对实验原理中的物理量做变量替换，用好测的物理量替换不好测的物理量的实验设计；
4. 用实验方法检验平行轴定理。
5. 正确利用数据处理方法（作图法、最小二乘法线性拟合）处理实验数据。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 根据实验室提供的装置如教材 P. 139 中图 9-1 的刚体系，用公式 (9.6) 测该刚体绕固定轴转动的转动惯量。从公式 (9.1) 推导到测量公式 (9.6)，做了哪些假设？
2. 对上述假设从实验设计上又是怎样去满足的？
3. 按照教材图 (9-1) 安装实验装置时，应该注意几个什么问题？
4. 考虑在教材的【实验内容】(2) 和 (3) 中怎样巧妙地分别选取  $m$  和  $r$  的数值，以及在测量中怎样利用实测的原始数据（不做数据拟合）及时判断测量的数据是否合理和正确？

### 实验报告要求

#### 一、数据及处理

##### 1、测量数据列表：

表一，教材 P. 143，实验内容 (2)，表格中包括原始数据及相关处理的数据；

表二，教材 P. 143，实验内容 (3)，表格中包括原始数据及相关处理的数据；

表三，教材 P. 143，实验内容 (4)，表格中包括原始数据及相关处理的数据；

##### 2、数据处理：

- ① 用作图法对表一、表二和表三中的数据作直线图，考察物理量之间的线性关系（不用计算）；
- ② 用最小二乘法对表一和表二中的数据作线性拟合，并通过直线的斜率求出转动惯量的数值。（请考虑在对所

测数据的线性关系  $m - \frac{1}{t^2}$  和  $r - \frac{1}{rt^2}$  分别做直线拟合时，当其中  $m, r$  的测量误差分别小于  $t$  的测量误差时，应该怎样正确选择自变量和因变量？）

#### 二、分析与讨论（\*可选）

- 1、总结从调节实验装置和操作两个方面，怎样做才能减小在实验中产生的系统误差和随机误差。
  - \*2、回答思考题 (5)，并对照自己的实验结果，进行系统误差分析。
- #### 三、收获与感想（\*可选）

## 实验十气轨上弹簧振子的简谐振动

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 测量弹簧振子的振动周期并考察振动周期和振幅的关系；
2. 研究振动周期和振子质量之间的关系；
3. 研究振动系统的机械能是否守恒。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 弹簧振子做简谐振动的条件是什么？实验中从仪器装置选择到操作如何保证？
2. 如何研究和评价实验条件的满足程度？
3. 研究振动周期和振子质量之间的关系时，振幅大小如何选取？振子质量如何安排？
4. 测量振动周期时，在什么位置进行计时？为什么？
5. 研究振动系统的机械能是否守恒时，如何安排和进行速度测量？
6. 光电门如何定位？
7. 在气轨上做简谐振动实验时，事先是否要把气轨调水平？理论分析结论和实测结果是否一样？

### 实验报告要求

#### 一、实验数据

1. 弹簧振子的振动周期和振幅的关系；
2. 弹簧振子的振动周期和振子质量的关系；
3. 振动系统的机械能和位移的关系。

#### 二、实验数据的分析、处理和结论

（撰写形式可选择与“实验数据”合成一部分）

1. 分析和讨论弹簧振子的振动周期和振幅的关系，给出结论；
2. 作图并用最小二乘法作直线拟合，研究弹簧振子的振动周期和振子质量的关系，测定弹簧的劲度系数和有效质量，评价不确定度；
3. 分析和讨论振动系统的机械能和位移的关系，给出结论。

#### 三、实验收获

对预习问题的进一步理解或与实验结果相关的其它问题讨论。

## 实验十一复摆实验

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 测定复摆重心的位置并安装、调整复摆；
2. 测量复摆的振动周期与悬点（支点）位置的关系；
3. 处理数据，研究复摆的物理特性（转动惯量和回转半径）并测定重力加速度。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 在推导复摆周期公式过程中，为什么要引入相对重心的转动惯量和回转半径？
2. 什么是复摆的共轭性？
3. 利用支撑法安装复摆有什么优点？
4. 如何测量复摆重心到悬点（支点）的距离？
5. 测定复摆的质量是否要计入刀口的质量？为什么？
6. 复摆振动周期的测量有哪些误差来源？
7. 处理振动周期与悬点（支点）位置关系数据获得重力加速度有三种方法（直线拟合、近似共轭点、共轭点），各自有什么优缺点？

### 实验报告要求

#### 一、实验数据

1. 复摆重心的位置；
2. 复摆的质量；
3. 复摆的振动周期与悬点（支点）位置的关系。

#### 二、实验数据的分析、处理和结论

（撰写形式可选择与“实验数据”合成一部分）

1. 作图并用最小二乘法作直线拟合，研究复摆的振动周期与悬点（支点）位置的关系，测定重力加速度、复摆对其重心的转动惯量和回转半径；
2. 根据复摆的共轭性质，在振动周期与悬点（支点）位置关系数据中选取 3 组近似共轭点，测定重力加速度；
3. 根据复摆的共轭性质，利用作图法，在振动周期与悬点（支点）位置关系图上选取 3 组共轭点，测定重力加速度。

#### 三、实验收获

对预习问题的进一步理解或与实验结果相关的其它问题讨论。

## 实验十二测定介质中的声速

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 极值法（共振干涉法、驻波法）测空气中的声速；
2. 相位法（李萨如图形、行波法）测空气中的声速；
3. 利用气体参量测定空气中的声速；
4. 测定水中的声速（极值法、相位法、声光效应法）。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 极值法（共振干涉法、驻波法）和相位法（李萨如图形、行波法）测定空气中的声速分别是什么原理？
2. 由信号源直接输入示波器的信号在极值法和相位法中分别有什么作用？
3. 如何测定共振频率？
4. 极值法和相位法测量过程中如何避免声速测定仪回程差（如螺距差）的影响？
5. 如何安排温度、压强、相对湿度和饱和蒸气压的测量？
6. 从介质角度出发，水中声速的测定与空气中相比要有哪些特殊考虑？

### 实验报告要求

#### 一、实验数据

1. 共振频率；
2. 极值法时，分别增大和减小两换能器的间距，记录 10 组正弦波振幅出现极大值的位置及相应的峰-峰值电压；
3. 相位法时，分别增大和减小两换能器的间距，记录 10 组李萨如图形呈现相同斜率直线状态的位置；
4. 温度、压强、相对湿度和饱和蒸气压的测量数据；
5. 水中声速的测量数据。

#### 二、实验数据的分析、处理和结论

（撰写形式可选择与“实验数据”合成一部分）

1. 用隔多项逐差法处理极值法空气中声速测量的数据，测定声速并评价不确定度；
2. 用最小二乘法处理相位法空气中声速测量的数据，测定声速评价不确定度；
3. 利用气体状态参量计算空气中的声速，根据有效数字运算传递规则确定测量结果的有效数字位数；
4. 作峰-峰值电压随距离衰减图，分析总结声波能量随传播距离衰减规律；
5. 处理水中声速测量数据，方法自选，注意测量结果的有效数字位数。

#### 三、实验收获

对预习问题的进一步理解或与实验结果相关的其它问题讨论。

## 实验十三弦上驻波实验

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 两端固定弦线达到共振和形成稳定驻波的条件；
2. 用实验方法确定共振频率与波长、弦线张力、弦线有效长度及弦线线密度之间的关系。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 两端固定弦线达到共振和形成稳定驻波的条件是什么？
2. 实验中如何快速调节弦线共振和形成稳定驻波？
3. 为什么探测线圈接收到的信号通常不是正弦波形？
4. 如何安排弦线线密度的测量？
5. 如何测量驻波波腹的个数？
6. 如何保证弦线张力线性变化？
7. 本实验的误差来源，重点思考系统误差的影响？

### 实验报告要求

#### 一、实验数据和现象

1. 弦线线密度的测量数据；
2. 对同一弦线、固定有效长度和张力，共振频率与驻波波腹个数的关系，记录弦线从起振到共振的实验现象；
3. 对同一弦线、固定有效长度，共振频率（基频）与弦线张力的关系；
4. 对同一弦线、固定张力，共振频率（基频）与弦线有效长度的关系；
5. 更换弦线、固定有效长度和张力，共振频率（基频）与弦线线密度的关系。（选作）

#### 二、实验数据和现象的分析、处理和结论

（撰写形式可选择与“实验数据和现象”合成一部分）

1. 分析总结如何确定判断弦线共振的判据；
2. 利用共振频率与驻波波腹个数的关系数据，测定弦线上横波的传播速度；
3. 作图并用最小二乘法作直线拟合，研究共振频率与弦线张力及有效长度的指数关系；
4. 用作图法研究共振频率与弦线线密度的指数关系。（选作）

#### 三、实验收获

对预习问题的进一步理解或与实验结果相关的其它问题讨论。



## 实验二十三高温超导材料特性测试和低温温度计

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 液氮使用的注意事项；
2. 测量电路的工作原理；
3. 控制降温速率，测量超导转变曲线，并完成低温温度计的比对。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 什么是零电阻效应？零电阻常规导体遵从欧姆定律，它的磁性有什么特点？超导体的磁性又有什么特点？它是否是独立于零电阻性质的超导体的基本特性？
2. 实验中用到三种低温温度计，分别是什么工作原理？
3. 测量电路的工作原理是什么？在四引线测量法中，电流引线和电压引线能否互换？为什么？
4. 如何判断低温恒温器的下挡板或紫铜圆筒底部碰到了液氮面？
5. 确定超导样品的零电阻时，测量电流为何必须反向？这种方法所判定的“零电阻”与实验仪器的灵敏度和精度有何关系？
6. 如果分别在降温和升温过程中测量超导转变曲线，结果将会怎样？为什么？

### 实验报告要求

#### 一、实验数据

1. 室温检测数据
2. 低温温度计比对数据；
3. 超导转变曲线测量数据；
4. 液氮沸点检测数据。

#### 二、实验数据的分析、处理和结论

（撰写形式可选择与“实验数据”合成一部分）

1. 处理室温检测数据，给出三部分测量电路的电流、室温、室温下超导样品的电阻；
2. 处理低温温度计比对数据，作图给出比对结果，总结三种温度计的特点；
3. 作图和最小二乘法处理超导样品测量数据，给出转变温度；
4. 处理液氮沸点检测数据，给出液氮沸点、液氮温度下超导样品的电阻、三部分测量电路的电流，与室温数据对比，评价测量系统的精确度和稳定性。

#### 三、实验收获

对预习问题的进一步理解或与实验结果相关的其它问题讨论。

## 实验二十六真空镀膜

### 重点预习内容和预习报告要求

#### 一、重点预习：

1. 真空的基本知识；
2. 热蒸法制备薄膜。

#### 二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 简要概述真空的定义、特点、获得及测量。
2. 热蒸法制备薄膜时，平均自由程与压强的定量关系对镀膜机的选取有什么指导作用？
3. 选取制备电阻加热器的材料时要有哪些基本考虑？
4. 预蒸发的作用是什么？
5. 加预蒸发电流，电流大小会不会发生变化？给出可能的解释。
6. 维持一定大小的预蒸发电流，分析压强将如何变化？
7. 真空室放气后短时间内重复实验，获得同样真空度的时间一般会明显缩短，为什么？

### 实验报告要求

#### 一、实验数据和现象

1. 估计本实验条件下蒸镀铜膜所需真空度的下限（压强上限）；
2. 分子泵开始工作后系统压强随时间的变化关系；
3. 真空度达到蒸镀铜膜所需下限时，加预蒸发电流（例如 5A），记录电流的变化情况；
4. 维持预蒸发电流大小不变，记录压强的变化情况；
5. 预蒸发后真空度再次达到蒸镀铜膜所需下限时，加蒸发电流（不大于 40A），记录成膜过程和系统最大压强值（精确到 10Pa 即可）。

#### 二、实验数据和现象的分析、处理和结论

（撰写形式可选择与“实验数据和现象”合写）

1. 分析总结估计真空度下限时，确定各物理量大小的依据；
2. 作图并总结系统压强随时间的变化关系；
3. 分析预蒸发时观察到的实验现象，分析总结并给出合理解释；
4. 总结热蒸发方法蒸镀薄膜的经验。

#### 三、实验收获

对预习问题的进一步理解或与实验结果相关的其它问题讨论。

## 普物（基础）电学实验重点预习内容和实验报告要求（v1.3.1）

### 实验二 电学实验基本知识

重点预习：

一、电学实验基本仪器的性能和使用方法；

二、电学实验操作基本规程和安全知识。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 指针式电表的准确度等级代表什么具体含义？
2. 用 ZX21 型电阻箱时 ,如果设置阻值为 200 欧 ,应该用哪两个接线柱？如果设置为 9 欧 ,最好用哪两个接线柱？  
为什么？
3. 做电学实验或与电相关的实验时，如何保证安全？

实验报告：

无

### 实验三 测量非线性元件的伏安特性

#### 重点预习：

一、如何测量电阻和稳压二极管的伏安特性曲线；

二、稳压二极管的基本特性。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 线性元件和非线性元件伏安特性各有什么特点？
2. 静态电阻、动态电阻如何定义？它们的大小反映了元件的什么特性？
3. 从减小测量误差的角度考虑，电流表内接法和电流表外接法分别适用于什么情况？
4. 稳压二极管和普通二极管有什么区别？稳压二极管有哪些重要的特性参数？
5. 画出测量电阻和稳压二极管伏安特性的电路图。

#### 实验报告：

##### 一、数据处理

1. 给出数字表测电阻的结果。将指针表测量电阻伏安特性的结果列表，并用作图法处理数据，获得电阻值。

从结果中修正电表内阻引入的系统误差。

2. 将数字表测量稳压二极管伏安特性的结果列表，并作图。计算特征点的静态、动态电阻值。

##### 二、思考题

(1) 选作，(2) 必做。

##### 三、分析与讨论 (\*可选)

讨论的内容可参考 (但不限制于) 以下：

1. 结合实测数据分析修正电表内阻引入的系统误差后测量结果是否有改善；
2. 实验测得的稳压二极管的静态、动态电阻值反映了二极管的什么特性；
3. 其他

##### 四、收获与感想 (\*可选)

## 实验十四 直流电桥测量电阻

### 重点预习：

- 一、如何用直流电桥测量电阻；
- 二、影响电桥灵敏度的因素；
- 三、平衡桥测电阻的误差计算。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 平衡电桥测电阻的基本原理是什么？画出测量电路图。
2. 什么是直流电桥的灵敏度？与哪些参数有关？
3. 平衡电桥测电阻的误差有哪些来源？如何定量计算结果的不确定度？

### 实验报告：

#### 一、数据处理

1. 将平衡电桥测电阻的结果列表，计算灵敏度  $S$ 。计算交换桥臂测量法测得的电阻  $R_{x2}$  值及其不确定度。
2. （选作）计算测得的各个电阻值的不确定度。
3. 将不同参数下测量的灵敏度结果列表。

#### 二、思考题

思考题（1）。

#### 三、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 分析比较电阻不确定度中各主要成分的贡献，了解各桥臂精度和电桥灵敏度对不确定度的影响；讨论如何提高电桥法测电阻的精度；
2. 比较灵敏度测量值与理论计算值；分析灵敏度与各个参数间的依赖关系；
3. 其他

#### 四、收获与感想（\*可选）

## 实验十五 非平衡电桥测量铂电阻的温度系数

### 重点预习：

- 一、铂电阻温度传感器的温度特性；
- 二、如何用非平衡电桥测量温度；
- 三、电阻的三线接法。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 非平衡电桥的用途是什么？与平衡桥有什么不同？
2. 如何用非平衡电桥测铂电阻的温度系数？实验中有哪些措施来减少误差？
3. 什么是电阻的三线接法？为什么非平衡桥要采用三线接法？

### 实验报告：

#### 一、数据处理

1. 将非平衡电桥测量结果列表，并作图。
2. 计算铂电阻的温度系数  $A_1$  及其不确定度。

#### 二、思考题

思考题 (1)(2)。

#### 三、分析与讨论 (\*可选)

讨论的内容可参考 (但不限制于) 以下：

1. 比较铂电阻温度系数的测量结果与理论值，并分析；
2. 其他

#### 四、收获与感想 (\*可选)

## 实验十六 霍尔效应测量磁场

重点预习：

一、如何利用霍尔效应测量磁场；

二、如何消除副效应的影响。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 霍尔效应的基本原理是什么？霍尔电压与哪些物理量有关？
2. 什么是霍尔元件的灵敏度？与哪些参数有关？如何提高霍尔元件的灵敏度？
3. 如何利用霍尔效应测量磁场？
4. 霍尔效应实验中伴随哪些副效应？这些副效应是系统误差还是随机误差？如何消除？
5. 画出实验的测量电路。

实验报告：

### 一、数据处理

1. 计算霍尔电压  $U_H$ ，验证  $U_H - I_H$  线性关系，并作图。
2. 计算霍尔电压  $U_H$ ，验证  $U_H - B$  线性关系。计算霍尔元件的灵敏度  $K_H$  及其不确定度。
3. 根据 2 中计算的  $U_H$  和  $K_H$ ，计算  $B$ ，作出磁化曲线图。
4. 根据测得的  $U_H - x$  关系和  $K_H$ ，计算  $B - x$  关系，并作图。

### 二、思考题

思考题（3）。

### 三、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 比较实验内容 1 中 a、b 接法的结果，并解释现象；
2. 说明实验内容 3 中为什么用计算的  $B$  作磁化曲线比用直接测量的  $B$  更好；
3. 实验中测得的各种曲线有什么主要特征？如何理解？

#### 4. 其他

#### 四、收获与感想 (\*可选)



## 实验十七 RLC 电路的谐振现象

重点预习：

一、RLC 串联电路的频率特性；

二、如何测量 RLC 串联电路的谐振频率、相频/幅频特性曲线和 Q 值。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1、什么是电路的谐振？

2、画出测量 RLC 串联电路频率特性的电路图。实验上如何测定谐振频率？

3、RLC 串联电路的相频特性曲线是怎样的？实验上如何测定相位差？

4、RLC 串联电路的幅频特性曲线是怎样的？实验上如何测定？

5、品质因子Q值的三种物理意义是什么？

实验报告：

### 一、数据处理

1. 给出谐振状态下的测量结果。计算第一和第二种Q值。

2. 将相频特性的测量结果列表，并做出相频特性曲线图。

3. 将幅频特性的测量结果列表，并做出幅频特性曲线图。计算第三种Q值。

### 二、思考题

选作思考题（2）。

### 三、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 实验中测得的各种曲线有什么主要特征？如何理解？

2. 比较三种方法测得的Q值；

3. 其他

### 四、收获与感想（\*可选）

## 实验十八 弗兰克-赫兹实验

重点预习：

一、弗兰克-赫兹实验为什么能验证原子能级模型；

二、如何测量微弱电流。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

预习：

1. 弗兰克-赫兹实验的主要现象是什么？该现象说明了什么物理问题？
2. 画出四栅式弗兰克-赫兹管的基本结构。各个电极起到什么作用？
3. 实验中如何做到只观察第一激发态？是通过什么参数实现控制？
4. 微电流放大器的工作原理是什么？为什么可以同时获得高放大倍数和小输入阻抗？

实验报告：

### 一、数据处理

1. 分别将 Hg 管和 Ar 管的测量结果列表，并标明测量条件。用软件作图。
2. 找出各个峰值对应的电压  $U_{kg2}$ ，列表。计算 Hg 管和 Ar 管的第一激发电位及其不确定度。
3. 将不同反向电压  $U_{g2p}$  下的测量结果列表，并作图。（选作）

### 二、思考题

思考题（1）（做了实验的，请结合实验数据分析、解释；如未做实验，请理论分析。）

### 三、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 实验中测得的各种曲线有什么主要特征？如何理解？
2. 分析测量第一激发电位时误差的主要来源；
3. 其他

### 四、收获与感想（\*可选）

## 实验三十九 X 射线衍射

### 重点预习：

一、如何理解 X 射线管所发出的 X 射线波谱；

二、X 射线的晶体衍射在什么条件下发生。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 什么是 X 射线？
2. X 光管是如何产生 X 射线的？
3. X 光管发出的 X 射线波谱中的连续背景是如何产生的？其最短波长由什么决定？X 射线波谱中的特征峰是如何产生的？其波长由什么决定？
4. 米勒-盖革计数器是如何探测 X 射线的？
5. X 射线的晶体衍射发生在什么方向上？
6. 了解 X 射线实验仪，实验中为什么要采用 coupled 模式进行扫描？

### 实验报告：

#### 一、数据处理

1. 列表打印出 NaCl 晶体的衍射曲线测量结果，并作图。
2. 列表打印出 LiF 晶体的衍射曲线测量结果，并作图。计算 LiF 晶体的晶面间距。
3. 比较不同阳极电压、发射电流下测得的衍射曲线，找出差异并解释原因，根据各谱的截止波长计算普朗克常数。（选作内容）

#### 二、思考题

思考题（1）。

#### 三、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 指出 NaCl 晶体的衍射曲线中各个峰的来源，并与理论计算峰位比较；

2. 指出 LiF 晶体的衍射曲线中各个峰的来源；

3. 其他

四、收获与感想 (\*可选)

## 实验四十 核磁共振

### 重点预习：

- 一、核磁共振现象的基本原理；
- 二、实验上如何观测核磁共振现象。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 什么核磁矩？什么是 g 因子？
2. 外磁场下原子核的能级如何分裂？什么是核磁共振？核磁共振时射频场的频率是多少？
3. 实验上通过什么方法观察核磁共振现象？扫场方法观察到的吸收曲线是什么形状的？
4. 实验中如何测定核磁共振频率？如何估计测量的不确定度？

### 实验报告：

#### 一、数据处理

1. 列表给出不同扫场电压下水探头在磁场最均匀位置的测量结果，并计算出该位置的磁场 B 大小及其不确定度。
2. 列表给出不同扫场电压下水探头在木座左边的测量结果，并计算出该位置的磁场 B 大小及其不确定度。
3. 列表给出不同扫场电压下水探头在木座右边的测量结果，并计算出该位置的磁场 B 大小及其不确定度。
4. 定性的观察、记录水探头在不同位置共振信号波形的变化。
5. 列表给出不同扫场电压下聚四氟乙烯探头在磁场最均匀位置的测量结果，并计算出氟核的 g 因子及其不确定度。定性的观察、记录聚四氟乙烯探头的共振信号波形。

#### 二、思考题

思考题 (1)(2)。

#### 三、分析与讨论 (\*可选)

讨论的内容可参考 (但不限制于) 以下：

1. 比较水探头在不同位置的核磁共振信号波形，并解释变化原因；

2. 比较水探头在不同位置的磁场大小测量结果并加以解释；
3. 比较聚四氟乙烯探头与水探头的共振信号波形差别并加以解释；
4. 其他

#### 四、收获与感想（\*可选）

## 实验七 测量误差和数据处理

重点预习：

一、测量误差的基本知识和对结果不确定度进行估计的基本方法；

二、了解处理数据的基本方法：列表、作图和直线拟合。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 什么是测量误差？
2. 如何判断实验结果是验证了还是推翻了理论假设？
3. 什么是系统误差？如何处理系统误差对测量结果的影响？
4. 什么是随机误差？如何处理随机误差对测量结果的影响？
5. 什么是不确定度？不确定度和误差有什么区别？
6. 如何估计结果的不确定度？
7. 测量结果和不确定度的有效数字如何保留？

实验报告：

### 一、数据处理

1. 按照表 7-7 列出测量钢杯含钢体积的数据表，并计算出相应的测量结果和不确定度。
2. 按照表 7-8 列出测量小钢球体积的数据表，并计算出相应的测量结果和不确定度。

### 二、习题

1, 2, 3(b)(c), 4, 5, 7, 10, 11。

### 三、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但限制于）以下：

1. 结合实测数据分析系统误差和随机误差对于钢杯体积不确定度的贡献；
2. 结合实测数据分析系统误差和随机误差对于小钢球体积不确定度的贡献；
3. 其他

#### 四、收获与感想 (\*可选)

---



# 普物（基础）光学实验重点预习内容和实验报告要求（v1.3.1）

## 实验五 测量薄透镜的焦距

### 预习报告要求

重点预习：

一、用位移法和自准直法分别测定凸透镜的焦距；

二、用物像距法和自准直法分别测定凹透镜的焦距

\* (自准直法测凹透镜焦距对非物理类学生是选做内容)

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 画出位移法测凸透镜焦距的光路，并说明两次成像与像面到物面之间距离的关系。
2. 画出自准直法测凸透镜焦距的光路，并说明平面镜与透镜之间的距离对透镜自准直成像是否有影响，有何影响？
3. 画出物像距法测凹透镜焦距的光路，并说明虚物成实像应满足的条件。
4. 画出自准直法测凹透镜焦距的光路，并说明其测量原理。(非物理类学生选做)
5. 结合上述成像光路，简述共轴调节的方法和意义。

### 实验报告要求

#### 一、数据处理

1. 用位移法和物像距法分别测定凸透镜和凹透镜的焦距数据要求列表处理，表格形式可参考教材附录表 5-1；
2. 自准直法测定凸透镜和凹透镜的焦距数据可分别只测一次，要求记录下透镜和平面镜位置的原始数据，并算出透镜焦距。（\*自准直法测量凹透镜焦距对非物理类学生属于选做内容。）

#### 二、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 位移法和自准直法两种方法各自的优缺点；

2. 实验中测量误差的来源分析；

3. 其他

三、收获与感想（\*可选）

## 实验六 显微镜

### 预习报告要求

重点预习：

一、将生物显微镜改装成测微显微镜，并用它测定一给定光栅的空间频率。

二、用读数显微镜测定另一给定光栅的空间频率。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 画出显微镜成像的原理光路图，标出光学间隔并说明其对物镜放大倍数的影响。
2. 什么叫调焦？实际操作的基本规则是什么？
3. 要让显微镜清晰成像，除了调焦以外，还应调节什么？
4. 什么叫显微镜的视差？如何消除？
5. 物镜的放大倍数通常都会标在镜头上，实验中为什么还需要重新测量物镜的放大倍数？
6. 改装了测微目镜的生物显微镜和读数显微镜都具有测量微小长度的功能，二者的测量有何区别？读数显微镜的放大倍数对精确测量有何帮助？

### 实验报告要求

#### 一、数据处理

表格形式可参考教材附录表 6-1，共 3 个表格，分别对应以下 3 个实验内容：

1. 显微镜物镜放大倍数的测定；
2. 利用改装测微目镜的生物显微镜测量一待测光栅的空间频率；
3. 利用读数显微镜测量一待测光栅的空间频率。

#### 二、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 两种显微镜测量的异同；

2. 实验中测量误差的来源分析；

3. 其他

三、收获与感想（\*可选）

## 实验十九 分光计的调节和掠入射法测量折射率

### 预习报告要求

重点预习：

- 一、调节分光计，用掠入射方法测定棱镜玻璃对钠黄光的折射率；
- 二、调节分光计，用最小偏向角方法测定棱镜玻璃对汞绿光的折射率。(非物理类学生选做)

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 简述分光计调节的操作步骤；
2. 如何调节望远镜光轴与分光计转轴垂直？
3. 画图说明等边三棱镜在分光计载物台上如何放置和相应的调节方法；
4. 如果三棱镜的顶角为直角，两个直角面为光学面，应把它在载物台上如何放置（画图说明）？
5. 分别推导两种方法测折射率  $n$  的不确定度  $\sigma_n$  的表达式。

### 实验报告要求

#### 一、数据处理

列表处理，表格形式自拟（要求记录原始数据），共 3 个表格，分别对应以下 3 个实验内容：

1. 测定玻璃三棱镜顶角；
2. 用掠入射法测定三棱镜折射率；
3. 用最小偏向角法测定三棱镜折射率。（\*非物理类学生选做）

分别算出三棱镜顶角  $A$  和两种方法测出的折射率  $n$ ，并计算相应的不确定度  $\sigma_A$  和  $\sigma_n$ 。

#### 二、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 实验中测量误差的来源分析；
2. 其他

#### 三、收获与感想（\*可选）

## 实验二十 光衍射的定量研究

### 预习报告要求

重点预习：

- 一、定量测定单缝及多缝衍射的光强分布，由此计算衍射缝的宽度和间距；
- 二、观察方孔和圆孔阵列衍射的光强分布，弄清楚单孔衍射和多孔干涉的关系。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 由基尔霍夫积分公式出发，说明远场接收夫琅禾费衍射（图 20-1b）的近似条件；
2. 为什么说夫琅禾费衍射的光场可看成是衍射屏的光学傅里叶变换？
3. 描述光栅尺位移传感器的工作原理；
4. 硅光电二极管的感光单元前有一可调狭缝，说明此狭缝对光强测量的影响；
5. 对于单缝衍射，缝宽  $a$  可由  $(\frac{a}{\lambda})\sin\theta = \pm 1.43, \pm 2.46, \dots$ ，或者  $(\frac{a}{\lambda})\sin\theta = \pm 1, \pm 2, \dots$ ，确定。请写出  $\frac{\sigma_a}{a}$  的表达式，并说明影响缝宽测量精度的主要因素是什么？
6. 多缝的缝宽和缝间距如何通过衍射实验来测量？给出相应的数学表达式和文字说明。

### 实验报告要求

#### 一、数据处理

1. 分别计算单缝的缝宽、多缝的缝宽和缝间距；
2. 画出其他衍射结构的衍射图样（不少于 10 个）。

#### 二、分析与讨论（\*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 实验中测量误差的来源分析，缝宽和缝间距结果的不确定度的计算；
2. 夫朗和费衍射图样与衍射结构之间的关系；
3. 其他

#### 三、收获与感想（\*可选）

## 实验二十一 观察光的偏振现象

### 预习报告要求

重点预习:

- 一、光的偏振状态；
- 二、反射起偏与检偏的原理；
- 三、双折射晶体与  $\lambda/4$  ,  $\lambda/2$  , 波晶片的应用。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 描述光的五种偏振态
2. 用布儒斯特定律描述玻璃反射和透射对光偏振态的影响；
3. 如何检测线偏振光的偏振方向？如何改变线偏振光的偏振方向？
4. 如何将线偏振光变成椭圆偏振光？如何利用 $\lambda/4$  片将椭圆偏振光变成线偏振光？

### 实验报告要求

#### 一、实验现象描述与解释

记录观察到的实验现象，并给出相应理论解释。所需记录的实验现象对应教材 P248-251 页中【实验内容】1-6

所有内容。（\*【实验内容】6 显色偏振对非物理类学生属于选做内容）

#### 二、分析与讨论（\*可选）

#### 三、收获与感想（\*可选）

## 实验二十二 迈克尔逊干涉仪

### 预习报告要求

重点预习：

- 一、迈克尔逊干涉仪的结构与调节；
- 二、用迈克尔逊干涉仪实现非定域干涉方法；
- 三、用迈克尔逊干涉仪实现定域干涉的方法。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 分束板  $G_1$  的后表面镀有透反比为 1 : 1 的介质膜，这是为什么？
2. 补偿板  $G_2$  起什么作用？
3. 设空间有两个相干的点光源，各自发出理想的球面波。请画图描述两者干涉所形成等光强面的空间分布。如何观察才能看到圆条纹、椭圆条纹、双曲条纹和直条纹？
4. 用迈克尔逊干涉仪实现非定域干涉，两个虚点光源是如何形成的？如何调节两者的空间方位？
5. 用迈克尔逊干涉仪实现定域干涉，为什么一定要使用扩展光源照明干涉仪？

### 实验报告要求

#### 一、实验现象描述与解释

1. 迈克尔逊干涉仪的调节步骤；
2. 非定域干涉圆条纹和椭圆条纹的调节步骤，圆条纹的变化规律及解释( 对应教材 P258 页【实验内容】2-(2)-②部分 )；
3. 非定域直条纹和双曲条纹的调节方法；
4. 定域干涉等倾条纹的调节方法，等倾条纹的变化规律及解释；
5. 定域干涉等厚条纹的调节方法，等厚条纹的变化规律及解释；
6. 白光等厚干涉条纹的调节方法及干涉条纹的现象描述。( \*非物理类学生选做 )



## 二、空气折射率的测量（以下二和三可任选一个做）

记录原始数据，利用公式算出空气折射率  $n$

## 三、压电陶瓷的压电常量的测量

记录原始数据，利用线性拟合算出压电常量  $d_{21}$

## 四、分析与讨论（\*可选）

## 五、收获与感想（\*可选）

## 实验三十七 光栅光谱仪（氢原子光谱）

### 预习报告要求

重点预习：

一、利用光学多通道分析器（OMA）测量氢原子光谱，并拟合里德堡常数；

二、氢原子能级与氢原子光谱之间的关系；

三、利用光栅光谱仪测量物质的吸收谱。（\*选做）

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 画出光栅光谱仪光路图，简述其工作原理，并指出其重要性能参数有哪些。
2. 简述 CCD 的工作原理，并指出相对于其他光电接收器（如光电二极管、光电倍增管等）有何特点？
3. 光栅光谱仪的入射狭缝（图 37-1 中的  $S_1$ ）有什么作用，其大小应如何调节？
4. Hg 灯在可见光波段有多条谱线可作为标准谱线来定标，应如何选择？
5. 利用郎伯定律描述如何测量物质的吸收谱。（\*选做）

### 实验报告要求

#### 一、数据处理

1. 记录所测量到的氢原子谱线波长（表格形式可参考教材 430 页表 37-1）；
2. 线性拟合里德堡常数  $R_H$ ；
3. 画出氢原子能级图，并标出氢原子谱线分别所对应的能级跃迁；
4. 利用 origin 软件绘出给定样品的光强、透过率、吸光度以及吸收系数曲线，并找出吸收谱线吸收峰的位置和对应的波长值和半值宽度。（\*选做）

#### 二、分析与讨论（\*可选）

#### 三、收获与感想（\*可选）

## 实验三十八 微波的布拉格衍射

### 预习报告要求

重点预习：

- 一、利用模拟晶体测量微波的布拉格衍射；
- 二、利用单缝衍射和迈克耳孙干涉实验测量微波波长。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 微波的定义以及常用的微波元器件有哪些？
2. 描述晶体结构的特征参数。
3. 描述布拉格衍射的原理及公式表达。
4. 模拟晶体的 [100] 面和 [110] 面分别能观察到几个衍射极大？
5. 布拉格衍射中随着入射角 $\beta$ 增大超过 80 度时，衍射强度会增大，原因是什么？

### 实验报告要求

#### 一、数据处理

1. 记录所测量到的入射角与衍射光强的之间的原始数据( 表格形式自拟 ),分别绘制模拟晶体( 100 )和( 110 )晶面的布拉格衍射曲线，得到衍射极大处的入射角位置，并和理论值比较。
2. 记录单缝衍射中入射角与衍射光强的之间的原始数据 ( 表格形式自拟 )，绘制单缝衍射曲线。利用得到衍射强度极小处的入射角位置，计算微波波长，并和理论值比较。
3. 记录迈克尔逊干涉实验中光强出现极小值时丝杠的位置  $x_n$  ( 表格形式，可参考教材 P437 页表格 )，作图由斜率得到微波波长，并和理论值比较。

#### 二、分析与讨论 (\*可选)

#### 三、收获与感想 (\*可选)

