

普物实验 II（物理类）力热实验重点预习内容和实验报告要求 20250217

（25 春周一、周二、周五适用）

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（课上完成）

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：

用最小二乘法对表一至表三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。（请考虑最小二乘法应怎样正确选择自变量和因变量）

二、分析与讨论（*可选）

回答教材 P. 143 思考题的第 5 题。

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？实验中应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（课上完成）

一、数据及处理

1. 测量数据列表：

弹簧振子的振动周期和振幅关系的数据表；

弹簧振子的振动周期和振子质量关系的数据表；

振动系统的机械能和位移关系的数据表。

2. 数据处理：

分析和讨论弹簧振子的振动周期和振幅的关系，给出结论；

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，给出弹簧劲度系数和有效质量的测量结果；

分析和讨论振动系统的机械能和位移的关系，给出结论。

二、分析与讨论（*可选）

评价不确定度。

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（课上完成）

一、数据及处理

1. 测量数据列表：

复摆重心位置的测量结果；

复摆质量的测量结果；

复摆振动周期与悬点（支点）位置关系的测量数据。

2. 数据处理：

用最小二乘法作直线拟合，研究复摆振动周期与悬点（支点）位置的关系，给出重力加速度、复摆对其重心转动惯量和回转半径的测量结果；

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，给出重力加速度的测量结果；

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，给出重力加速度的测量结果。

二、分析与讨论（*可选）

用数据分析复摆转动时刀口对实验结果的影响。

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（课后完成）

一、实验数据和现象

1. 测量弦线线密度的实验数据；
2. 对同一弦线、固定有效长度和张力，研究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，研究共振频率（基频）与弦线张力关系的测量数据；
4. 对同一弦线、固定张力，研究共振频率（基频）与弦线有效长度关系的测量数据；

二、实验数据和现象的分析、处理和结论

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关系的测量数据，给出弦线上横波传播速度的测量结果；
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，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（课后完成）

一、实验数据

1. 室温检测实验数据；
2. 低温温度计比对实验数据；
3. 超导转变曲线实验数据；
4. 液氮沸点检测实验数据。

二、实验数据的分析、处理和结论

1. 处理室温检测实验数据，给出三部分测量电路的电流、室温、室温下超导样品的电阻的测量结果；
2. 处理低温温度计比对实验数据，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，给出转变温度的测量结果；
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的测量结果，与室温下的数据对比，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。

普物实验 II（物理类）电磁学实验重点预习内容和实验报告要求 20250212

（25 春周一、周二、周五适用）

新建实验 Fano 共振实验（电子版讲义见学期初课程文件包；课后提交报告）

本次实验要求课前认真阅读讲义，并自行设计实验方案（本实验重在自由探索，设计不成功没关系），课前不提交预习报告，只在课后提交实验报告，相应的预习分并入实验报告分。请携带 U 盘到实验室，以拷贝电子数据。

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. Fano 共振现象的原理；
2. 附录中实验室提供的两个程序；
3. 根据所提供的仪器用具，自行设计电路，观察 Fano 共振现象。

请在课前自行独立设计电路，不要参考其他同学的结果（本实验重在自由探索，设计不成功没关系，故课前不提交预习报告），课上首先由同学自由探索一段时间，之后教师会统一公布参考电路和相应的测量结果。

实验报告要求（课后完成）

一、数据处理

1. 给出标称 18mH、16mH 的电感和标称 0.047 μ F 的电容的元件参量表征结果， 并做简单定性分析。
2. 给出 Fano 共振在统一参考电路和标准参量下的测量结果。
3. 给出系统改变参量值对相关现象开展研究的测量结果，总结并分析实验结果。

二、分析与讨论（*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 从实验角度解释实验中观察到的各种现象；
2. 结合理论分析解释实验中观察到的各种现象
3. 其他

三、收获与感想（*可选）

实验二十七 交流电桥（课上提交报告）

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 如何用交流电桥测量电容和电感的值及其损耗电阻；
2. 如何调节交流电桥达到平衡。

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. 交流电桥的平衡条件是什么？交流电桥和直流电桥有什么异同？为什么交流电桥电源必须用正弦信号？如果用三角波信号会带来什么问题？
2. 画出电容桥的电路，写出电容、损耗电阻和损耗的计算公式。推导电容值的相对不确定度表达式。
3. 画出麦克斯韦-维恩电桥的电路，写出电感、损耗电阻和 Q 值的计算公式。
4. 画出麦克斯韦电桥的电路，写出电感、损耗电阻和 Q 值的计算公式。
5. 分析麦克斯韦电桥在调节 R_0 和 R_2 情况下趋近平衡的过程，如果 R_0 和 L_0 连续可调，调平衡的过程又是怎样的？试定义一个表征调节收敛性的量，比较两种调节方式的收敛性。

实验报告要求（课堂完成）

1. 分别记录电容桥测量纸质电容和电解电容的条件和结果，计算电容、损耗电阻和损耗。（选做）计算不确定度。
2. 分别记录麦克斯韦-维恩桥和麦克斯韦桥测量电感的条件和结果，计算电感、损耗电阻和 Q 值。记录每次调某个参数达到的非平衡电压极小值，比较两种电桥的收敛性。（选做）计算不确定度。
3. （选做）列出测量标准互感器的条件和结果，计算互感值及其不确定度。
4. （选做）列出用麦克斯韦-维恩电桥测量磁环的条件和结果，计算不同频率下的电感、损耗电阻、 Q 值和磁导率，观察规律。

实验二十八 RLC 串联电路的暂态过程（课上提交报告）

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. RC、RL 串联电路的暂态过程；
2. RLC 串联电路的暂态过程；
3. 数字存储示波器。

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. 什么是电路的暂态过程？
2. RC 串联电路的暂态过程中电流和电压按什么规律变化？ U_C 和 U_R 能否跃变？为什么？
3. RC 串联电路的时间常量与元件参数有何关系？实验中如何从电压的变化曲线测量时间常量？
4. RL 串联电路的暂态过程中电流和电压按什么规律变化？ U_L 和 U_R 能否跃变？为什么？RL 串联电路的时间常量与元件参数有何关系？
5. RLC 串联电路的暂态过程中 U_C 按什么规律变化？小阻尼情况下如何测量 U_C 衰减振荡的周期和时间常量？如何根据 U_C 曲线寻找临界阻尼状态？
6. 画出实验电路图，标出信号源和示波器两通道的接地位置。图 28-12 中，可否保持电路其他部分连接不变，直接让示波器 CH2 转去测量 X1 部分电路的电压波形？为什么？
7. 为什么数字存储示波器可以显示单脉冲信号？为什么普通的模拟示波器不能显示单脉冲信号？图 28-14 中通道 1 显示的脉冲信号脉冲部分的持续时间大概是多少？高低电平差值是多少？（注：屏幕下方左侧 CH1（或 CH2）之后的电压值和 M 之后的时间值分别标度屏幕上 1 大格（即 5 小格）对应的通道 1（或通道 2）电压和时间量值）图右下角的 750 mV 代表什么含义？

实验报告要求（课堂完成）

1. 给出 RC 串联电路时间常量的测量结果，并与理论计算值进行比较。将不同 R 值下的 $U_C(U_R)$ 波形显示在一个示波器屏幕内，拍照，画示意图并标明 R 值，说明波形随 R 值的变化规律。
2. 给出 RL 串联电路时间常量的测量结果，并与理论计算值进行比较。将不同 R 值下的 $U_L(U_R)$ 波形显示在一个示波器屏幕内，拍照，画示意图并标明 R 值，说明波形随 R 值的变化规律。
3. 求出 $R=0.0\ \Omega$ 时 RLC 串联电路暂态过程中 U_C 衰减振荡的周期和时间常量，并与理论计算值进行比较。说明如何测量临界阻尼，给出结果，并与理论值比较。将不同 R 值（0、临界阻尼、 $2\text{ k}\Omega$ ）下的 U_C 波形显示在一个示波器屏幕内，拍照，画示意图并标明 R 值，说明波形随 R 值的变化规律。
4. （选做）改变 C 值，测量 $R=0.0\ \Omega$ 时 RLC 串联电路暂态过程中 U_C 衰减振荡的周期和时间常量，将不同 C 值下的时间常量进行比较。若有差异，尝试解释差异的来源。
5. （选做）观察并记录 RC 积分电路，在周期性矩形脉冲输入的起始阶段，其充电（或放电）过程未达到稳定时的过渡波形。

实验三十 用示波器观测动态磁滞回线（课后提交报告）

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 铁磁材料的磁化特性；
2. 动态磁滞回线的测量。

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. 什么是饱和磁滞回线？什么是饱和磁感应强度？什么是剩余磁感应强度、矫顽力？
2. 什么是起始磁化曲线？什么是动态磁化曲线？测量前如何对样品进行退磁？为何这种方法能有效的退磁？
3. 什么是振幅磁导率 μ_m ？什么是起始磁导率 μ_i ？ μ_i 反映了材料的什么特性？实验中如何测量？
4. 画出用示波器测量动态磁滞回线的电路图。实验中如何测量磁场强度和磁感应强度？对 RC 积分电路的时间常量有什么要求？用感应线圈测量磁场有什么优势和局限？
5. 实验内容(1)的③中要求固定励磁电流幅度 $I_m=0.2\text{ A}$ ，实验中通过控制哪些可观测量并如何控制该可观测量来保证这一点？实验内容(3)中要求在给定的交变磁场幅度 $H_m=400\text{ A/m}$ 下测量，实验中又如何保证这一点？（提示：示波器只能直接测量电压波形有关值）

实验报告要求（课后完成）

一、数据处理

1. 给出 100 Hz 下铁氧体饱和磁滞回线的测量结果，并作图。给出 B_S , B_r , H_C 的测量结果。
2. 说明不同频率下铁氧体饱和磁滞回线如何变化。给出 50/100/150 Hz 下 B_r , H_C 的测量结果，估计由仪器误差和线宽导致的测量不确定度，并对不同频率的测量结果进行比较和解释。
3. 粗略画出 50 Hz 下不同积分常量下的李萨如图，说明积分常量为什么会影响李萨如图。积分常量是否影响真实的磁滞回线的形状？
4. 给出 100 Hz 下动态磁化曲线的测量结果，并作图，说明曲线的变化规律。根据测量数据计算出 μ_m ，并作 μ_m - H_m 曲线图，说明曲线的变化规律。给出起始磁导率 μ_i 的测量结果。
5. 说明不同频率下硅钢样品在给定交变磁场幅度 $H_m=400\text{ A/m}$ 下的动态磁滞回线如何变化。给出 20/40/60 Hz 下 B_m , B_r , H_C 的测量结果，并对不同频率的测量结果进行比较和解释。
6. （选做）给出铁氧体样品在不同直流偏置磁场下可逆磁导率的测量结果，并作图。

二、思考题

思考题（1）（2）（3）（4）。

三、分析与讨论（*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 解释实验中测量的各个曲线的变化规律；
2. 其他

四、收获与感想（*可选）

光学实验重点预习内容和实验报告要求（25 春周一、周二&周五班适用）

双周实验 光信息处理

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 建立在夫琅禾费衍射现象之上的光学傅里叶变换的原理；
2. 光学傅里叶变换的频谱面及其上光场分布与衍射物结构的关系；
3. 卷积运算及卷积定理的数学形式，卷积定理在光学傅里叶变换中的应用。

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. 画图说明常见的观察夫琅禾费衍射的光路；
2. 分别画出单透镜和双透镜成像的光路图（在图中标出频谱面和像面），并简述各自的傅里叶变换原理；
3. 描述一维周期性函数的傅里叶级数展开与一维光栅的光学傅里叶变换的对应关系；
4. 试由卷积定理说明一张叠在光栅上照片的光学傅里叶变换的频谱特征。

实验报告要求（课后完成）

一、实验现象记录及数据数据处理

记录观察到的实验现象，进行相应的测量计算，并对实验结论给出相应解释。具体实验内容如下：

1. 观察并记录衍射屏上不同结构的空频谱与像的分布，分析小孔阵列（方孔方阵、方孔密排、圆孔方阵、圆孔密排）的频谱分布特征，并解释之。
2. 观察一维光栅空频谱与像的分布，在频谱面放上可调狭缝及其它附加光阑进行空间滤波，观察并记录像面特点，并解释之。
3. 观察二维光栅空频谱和像分布，在频谱面上利用不同取向的狭缝光阑进行空间滤波，观察并记录像面变化，并解释之。
4. 观察“光”字样品空频谱与像的分布，并利用 $\phi=1\text{mm}$ 和 $\phi=0.3\text{mm}$ 的圆孔光阑分别进行滤波，记录像面变化，并解释之。将频谱面上光阑平移，使不在光轴上的一个衍射点通过光阑，观察并记录像面变化，并解释之。
5. 将衍射物换成“十”字孔，在频谱面上放一圆屏光阑滤去频谱中心部分，观察并记录像面变化，并解释之。
6. 用激光束分别照射 20 条/mm 和 200 条/mm 的两个正交光栅，观察各自的频谱分布并记录之。将两光栅重叠，观察并记录频谱特点。先后转动两光栅之一，观察并记录频谱面上的变化，并解释之。
7. 观察 θ 调制现象，记录相应现象并解释之。

二、分析与讨论（*可选）

三、收获与感想（*可选）

实验三十六 光源的时间相干性

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 迈克耳逊干涉仪的结构与调节方法；
2. 如何利用迈克耳逊干涉仪实现等厚干涉？
3. 如何利用迈克耳逊干涉仪实现等倾干涉？
4. 什么是光源的时间相干性？它与相干长度、相干时间关系如何？如何定量测定？

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. 描述实现白光等厚干涉的实验调节方法和条纹特征；
2. 描述实现激光等倾干涉的实验调节方法和条纹特征；
3. 为什么不能用等倾干涉测量白光及相关的橙色和黄色光的时间相干性？
4. 为什么不能用等厚干涉测量准单色光的时间相干性？

实验报告要求（课后完成）

一、数据及处理

1. 测定几种光源（白光、白光分别经橙色玻璃和黄干涉滤光片滤光后的透射光、低压汞灯黄光）的相干长度，并求出相干时间；
2. 两种方法测定汞双黄线的波长差；

二、分析与讨论（*可选）

三、收获与感想（*可选）

实验三十四 全息照相

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 全息记录和再现的基本原理；
2. 设计实验光路图

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. 画出全息记录和再现实验光路图
2. 全息记录过程对两束光的夹角和光程差有什么要求（底片的分辨率为 3000 线/毫米）
3. 记录时物光/参考光光强比对全息记录有什么影响
4. 为方便同时观察+1 和-1 级衍射像，记录时底片法线沿什么方向比较合理？
5. 全息记录时对环境振动有什么要求。（曝光时间 3-4 秒）。
6. 再现时如果减小球面再现光的曲率半径，像的横向放大率会变大还是变小？
7. 共轭再现实像时怎样产生共轭再现光
8. 简述全息照相和普通相机照相的差别

实验报告要求（课堂完成）

一、请画出实验记录和再现光路，标出实现时参数（物光参考光夹角和光程差，曝光时间）

二、现象记录和分析

1. 原位观察虚像，（1）像的位置，大小，正立还是倒立；（2）从底片不同位置观察，像的变化？（3）旋转底片，改变入射角，观察像的变化；（4）改变底片与透镜距离，像大小改变？简要分析其原因。
2. 另一个像（-1 级衍射像）有没有？位置？实像还是虚像？为什么？如果没有，请简要分析原因。
3. 底片翻转 180 度，用共轭光照射，观察实像，记录实像位置，大小，正倒。

三、分析与讨论（*可选）