

一. 本学期物理实验教学安排

- 第三周 绪论课
 大物实验A
- 第四周~第十五周 完成12个实验
- 第十五周 实验考试（见具体通知）
 大物实验B
- 第四周~第十二周 完成9个实验
- 第十二周 实验考试（见具体通知）

分组名单、实验题目和轮换表如下：

序号	实验题目	地点:
1	弹簧振子的简谐振动	物理学院老楼 六楼A区 力热学实验室
2	声速的测定（驻波法、相位法）	
3	用冷却法测固体的比热容	
4	用拉脱法测液体的表面张力系数	
5	直流电桥测电阻	物理学院老楼 五楼B区 电磁学实验室
6	用补偿法测量电压电流和电阻	
7	交流电路的谐振（串联谐振）	
8	示波器的原理及应用	
9	薄透镜焦距的测定	物理学院老楼 四楼B区 光学实验室
10	等厚干涉的应用	
11	分光计及衍射光栅	
12	光的偏振	

序号	实验题目	《大学物理实验》 高教出版社2017年	习题
1	气垫导轨实验（弹簧振子的简谐振动）	实验2-2	课后习题1,2
2	声速的测定（驻波法、相位法 （设备更新）	实验2-3	课后习题1,2
3	用冷却法测金属的比热容 （设备更新）	实验2-7	预习思考题+课后习题2
4	用拉脱法测液体的表面张力系数	实验2-5	课后习题
5	直流电桥测电阻	实验3-5	课后习题1,2
6	用补偿法测量电压电流和电阻 （设备更新）	实验3-3	课后习题1,2
7	交流电路的谐振	实验3-7	课后习题1,2
8	示波器的原理及应用 （设备更新）	实验3-4及讲义（中心网站 可下载）	课后习题2
9	薄透镜焦距的测定	实验4-1	课后习题2,3
10	等厚干涉的应用	实验4-3	课后习题1,2
11	分光计及衍射光栅	实验4-2及实验4-6	实验4-6 课后习题2,3
12	光的偏振	实验4-8	课后习题3,4

实验9

透镜焦距测定：做物距像距法、贝塞尔法测凸透镜焦距、以及物距像距法测凹透镜焦距

实验10

等厚干涉的应用：只做牛顿环实验

实验11

分光计及光栅衍射：调节分光计，并利用汞灯绿色谱线（波长546.07nm）求光栅常数，并测量汞灯两条黄光的波长

表 1.5.8 高压汞灯可见光区主要谱线的波长和相对强度

颜色	波长/nm	相对强度	颜色	波长/nm	相对强度
紫	404.66	强	黄	579.96	强
	407.78	强		579.07	强
蓝	433.92	弱	橙	607.27	弱
	434.75	弱		612.34	弱
	435.84	很弱		623.45	强
青	491.61	弱	红	671.64	弱
	496.03	弱		690.75	弱
绿	546.07	很强		708.19	弱

汞灯从启动到正常工作需要预热时间 5~10 min. 高压汞灯熄灭后, 因灯管仍然发烫, 内部仍保持较高的汞蒸气压, 要等灯管冷却汞蒸气压降低到一定程度后才能再次点燃, 冷却过程亦需要 5~10 min.

低压汞灯的汞蒸气通常在 1 atm 以下, 辐射能量几乎集中在 253.7 nm 这一谱线上, 它一般作紫外线源使用. 超高压汞灯, 其汞蒸气压力为 100~200 atm, 主要发射波长在 546.1 nm (130 atm).

注意:汞灯紫外线辐射较强, 为防止眼睛受伤, 不要直视.

除了汞灯, 还有利用其他金属(如钠、镉、铊、铯、钾)蒸气的弧光灯, 其中钠光灯的光谱在可见光范围内有两条波长分别为 589.0 nm 和 589.6 nm 的强谱线, 在很多仪器中, 这两条谱线不易分开, 把它作单色光源使用, 取它们的平均值 589.3 nm 作单色波长; 镉灯有一条很细锐的红色特征谱线 643.846 96 nm, 曾作为波长的原始标准, 现仍常作定标用.

(2) 氢灯、氦灯

氢灯、氦灯也是气体放电光源, 放电时同时产生原子光谱和分子光谱, 制作时根据需要采取措施突出其中一种. 工作电流一般为几毫安, 但管压降约几千伏(氢灯约 8 000 V, 氦灯约 5 000 V), 使用时应防止触电.

氢原子光谱的巴耳末系谱线集中在可见光波段, 分别用 H_{α} 、 H_{β} 、 H_{γ} 、 H_{δ} 表示, 其波长值分

$$\bar{k} = \frac{\overline{\Delta m} \cdot g}{\overline{\Delta l}} = \quad \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$S_{\Delta m} = \sqrt{\frac{\sum (\overline{\Delta m} - \Delta m_i)^2}{n-1}} = \quad \text{mg}, \quad u_{\Delta m} = \sqrt{(1.24 S_{\Delta m})^2 + 2 \times (1 \text{ mg})^2} \text{ mg} = \quad \text{mg}$$

$$S_{\Delta L} = \sqrt{\frac{\sum (\overline{\Delta L} - \Delta L_i)^2}{n-1}} = \quad \text{cm}, \quad u_{\Delta L} = \sqrt{(1.24 S_{\Delta L})^2 + 2 \times (0.01 \text{ cm})^2} \text{ cm} = \quad \text{cm}$$

$$\frac{u_k}{\bar{k}} = g \sqrt{\left(\frac{u_{\Delta m}}{\overline{\Delta m}}\right)^2 + \left(\frac{u_{\Delta L}}{\overline{\Delta L}}\right)^2} =$$

$$k = \bar{k} \pm u_k = \quad \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

而变化,因此,每次另选好一个 f 值时,都必须调信号发生器 \odot 的输出调节旋钮,使输出电压 U 保持不变,取 $U_{pp} = 8.5 \text{ V}$ (U_{pp} 称为峰峰值,对应 U 的有效值为 3.0 V).

具体步骤如下:

第一步,寻找并测出 f_0 及其对应的 $(U_R)_{\max}$.

(1) 取 $L = 0.0100 \text{ H}$, $C = 0.320 \mu\text{F}$, 并估算出 f_0 的理论值 f_{0t} .

(2) 分析图 3.7.2, 可得寻找 f_0 的实验方法.

① 在远离 f_0 处, 当增大 f 时, 若 U_R 跟着增大, 则 f_0 应在 f 值继续增大的方向上; 若 U_R 随着减小, 则 f_0 应在 f 值减小的方向上.

② 在 $f_1 < f_0 < f_2$ 区间内, 增大 (或减小) f 会使 U_R 增大直至 U_R 出现极大值. 当找到 f_0 的实验值 f_{0e} 后, 调节 U_{pp} , 使 $U_{pp} = 8.5 \text{ V}$, 然后测出相应 $(U_R)_{\max}$ 的值.

第二步, 测量 f_1 和 f_2 的实验值 [其 $U_R = 0.71 (U_R)_{\max}$].

第三步, 测绘 $I-f$ 曲线. 在 f_0 两边均匀取点, 即 f 分别取值如下: $f_{0e} - 1.2 \text{ kHz}$, $f_{0e} - 1.0 \text{ kHz}$, $f_{0e} - 0.8 \text{ kHz}$, $f_{0e} - 0.6 \text{ kHz}$, $f_{0e} - 0.4 \text{ kHz}$, $f_{0e} - 0.2 \text{ kHz}$, f_{0e} , $f_{0e} + 0.1 \text{ kHz}$, $f_{0e} + 0.2 \text{ kHz}$, $f_{0e} + 0.3 \text{ kHz}$, $f_{0e} + 0.4 \text{ kHz}$, $f_{0e} + 0.5 \text{ kHz}$, $f_{0e} + 0.6 \text{ kHz}$, $f_{0e} + 0.8 \text{ kHz}$, $f_{0e} + 1.0 \text{ kHz}$, $f_{0e} + 1.2 \text{ kHz}$, 并测出对应的 U_R 值.

第四步, 计算 $I (I = U_R / R')$ 并用坐标纸作出 $I-f$ 实验曲线.

2. 观测 Q 值与 R 值的关系

(1) 在 $R' = 30 \Omega$ 的条件下测量 U_c , 计算 Q 值.

将交流毫伏表改接为测 U_c 的位置 (注意交流毫伏表与信号发生器“共地”). 调节 $f = f_{0e}$, $U_{pp} = 8.5 \text{ V}$, 记录 U_c 的值, 并算出 Q 值.

(2) 在 $R' = 100 \Omega$ 的条件下测量 U_c , 计算 Q 值.

(3) 取 $R' = 0.0 \Omega$ 的条件下测 U_c , 计算 Q 值.

(4) 找出使 $Q \leq 1$ 的 R' 值的范围.

3. 观测 f_0 、 Q 与 C 的关系

L 值不变, $R' = 30 \Omega$ 的条件下将 C 值增大 1 倍, 即 $C = 0.6400 \mu\text{F}$, 然后测出相应的 $(U_R)_{\max}$ 、 f_{0e} 、 Q 值, 并与内容 2 测得的相应值相比较.

二、RLC 并联电路的实验内容

所用电路如图 3.7.6 所示. 图中, $R' = 5 \text{ k}\Omega$ 是专为测量 $I-f$ 曲线的 I 值而设置的.

1. 测绘 $I-f$ 曲线. 其具体方法步骤自行思考. 测量时, 信号发生器的输出电压 U_{pp} 应保持不变. 取 $U_{pp} = 11.32 \text{ V}$ (对应有效值 4.0 V), 谐振时 U' 出现极小值.

2. 测量 Q 值

由于 $Q \approx \frac{I_c}{I} = \frac{U / \frac{1}{\omega_0 C}}{U'_{\min} / R'} = \frac{\omega_0 C R' U}{U'_{\min}}$, 故调节 f (即调节 ω) 使 R' 上电压 U' 正好为极小值 U'_{\min} 时

(此时 $\omega = \omega_0$), 代入各值便可算出 Q 值.

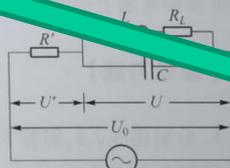


图 3.7.6 RLC 并联谐振电路

$L = 0.08 \text{ H}$, $C = 0.0032 \mu\text{F}$

测量取点:

f_1 分别减去 0.1 kHz , 0.25 kHz , 0.50 kHz , 1.0 kHz , 2.0 kHz , 5.0 kHz

f_2 分别加上 0.1 kHz , 0.25 kHz , 0.50 kHz , 1.0 kHz , 2.0 kHz , 5.0 kHz

P142 页的表 3.7.1 和 3.7.2 也做相应的变化

$C = 0.0064 \mu\text{F}$

【课后习题】

1. 分析图 3.7.3, 回答下面问题: 寻找 f_0 的过程中, 当减小 f 时, 若 $U_{R'}$ 值跟着减小, 那么现在的频率大还是小?
2. 叙述并解释: 当电源频率高于或低于电路的谐振频率时, RLC 串联电路和并联电路现什么性质(电容性还是电感性)?

实验 3.8 RLC 串联电路的测量与分析

测量 RLC 常用的方法有电桥法、伏安法. 用交流电压表、电流表和功率表测 RLC 的方法

$$u_M = \sqrt{S_M^2 + \Delta_M^2}$$

$$\frac{u_R}{R} = \sqrt{\left(\frac{u_\lambda}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u_M}{M}\right)^2}$$

(式中取 $\bar{\lambda} = 589.3 \text{ nm}$, $u_\lambda = 0.3 \text{ nm}$, $\Delta_M = 0.1 \text{ mm}^2$)

$$u_R = \frac{u_R}{R} \cdot \bar{R} =$$

$$R = \bar{R} \pm u_R =$$

$$E = \frac{u_R}{R} \times 100\% =$$

2. 计算细丝直径

$$\bar{b} = \frac{1}{20} \times \frac{1}{3 \times 3} \sum_{i=1}^3 (x_{i+3} - x_i) =$$

$$\bar{d} = \frac{\lambda}{2b} L =$$

(思考: d 的不确定度 u_d 如何计算?)

【预习思考题】

1. 牛顿环是怎样形成的?
2. 为什么不能直接用公式 $r_0^2 = kR\lambda$ 计算 R ?
3. 当劈尖尖角变小时, 干涉条纹有什么变化?

【课后习题】

1. 为什么实验中观察到的牛顿环条纹离中心远处条纹越密? 若用曲率半径很大的平凹透镜叠在标准平面上(凹面朝向标准平面), 看到的条纹是如何分布的?
2. 用牛顿环测球面的曲率半径时, 能否用测量弦长来代替测量圆环直径? 试作图说明。

实验 4.4 迈克耳孙干涉仪

迈克耳孙干涉仪(Michelson interferometer)是利用分振幅法产生双光束而实现干涉的仪器, 利用它可以测量光波波长、微小长度变化等, 利用干涉仪的原理研制的各种精密仪器已被广泛用于长度计量和光学平面质量检测等领域。历史上 1887 年利用这种干涉仪进行的著名的迈克耳孙-莫雷(Michelson-Morley)实验, 证实了以太不存在, 仪器发明人迈克耳孙于 1907 年获得了美国第一个诺贝尔物理学奖。近年来, 在引力波探测方面, 激光干涉引力波天文台(LIGO)等诸多地面

实验轮换表

大学物理实验A

	四周	五周	六周	七周	八周	九周	十周	十一周	十二周	十三周	十四周	十五周
第一组	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第二组	2	1	4	3	6	5	8	7	10	9	12	11
第三组	3	4	1	2	7	8	5	6	11	12	9	10
第四组	4	3	2	1	8	7	6	5	12	11	10	9
第五组	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
第六组	6	5	8	7	10	9	12	11	2	1	4	3
第七组	7	8	5	6	11	12	9	10	3	4	1	2
第八组	8	7	6	5	12	11	10	9	4	3	2	1
第九组	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
第十组	10	9	12	11	2	1	4	3	6	5	8	7
第十一组	11	12	9	10	3	4	1	2	7	8	5	6
第十二组	12	11	10	9	4	3	2	1	8	7	6	5

实验轮换表

大学物理实验B

	四周	五周	六周	七周	八周	九周	十周	十一周	十二周
第一组	1	2	3	5	6	7	9	10	11
第二组	2	1	4	6	5	8	10	9	12
第三组	3	4	1	7	8	5	11	12	9
第四组	4	3	2	8	7	6	12	11	10
第五组	5	6	7	9	10	11	1	2	3
第六组	6	5	8	10	9	12	2	1	4
第七组	7	8	5	11	12	9	3	4	1
第八组	8	7	6	12	11	10	4	3	2
第九组	9	10	11	1	2	3	5	6	7
第十组	10	9	12	2	1	4	6	5	8
第十一组	11	12	9	3	4	1	7	8	5
第十二组	12	11	10	4	3	2	8	7	6