物理实验预习报告

实验名称： 等厚干涉

指导教师：

班级：

姓名：

学号：

实验日期： 2025 **年** 11 **月** 18 **日** **星期** 二 **下午**

浙江大学物理实验教学中心

一、预习报告（10 分）

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。）

实验现象： 本实验主要观测两种等厚干涉现象。1. **牛顿环：**当一块大曲率半径的平凸透镜的凸面与一块光学平玻璃接触时，在两者之间形成一层厚度不均匀的空气薄膜。用单色光（如钠光灯）垂直照射时，会观察到一组以接触点为中心的、明暗相间的同心圆环条纹，中心为一暗斑。2. **劈尖：**当两块光学平玻璃一端接触，另一端用薄片垫起时，中间形成一个楔形的空气薄膜。用单色光垂直照射时，会观察到一组平行于接触棱边的、明暗相间的直线干涉条纹。

实验原理： 本实验属于**分振幅法**干涉。如图 1 所示，入射光在空气薄膜的上、下两个表面发生反射，形成两束相干光。这两束光的光程差（OPD）主要由空气膜厚度 e 决定。当下表面（空气 $\rightarrow$ 玻璃）为光疏介质到光密介质的反射，存在半波损失。因此，总光程差为：

$$\delta = 2e + \frac{\lambda}{2}$$

其中 e 是空气膜厚度，λ 是单色光波长。

- **暗条纹**（相消干涉）条件：$\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$

$$2e_k = k\lambda \tag{1}$$

- **亮条纹**（相长干涉）条件：$\delta = k\lambda \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$

$$2e_k = (k - \frac{1}{2})\lambda \tag{2}$$

实验中暗条纹更清晰，故我们主要测量暗条纹。

实验方法： 实验光路装置如图 2 所示，使用读数显微镜进行观测和测量。

1. 测量平凸透镜曲率半径 R（牛顿环）：由图 3 的几何关系，第 k 级暗环半径 r_k 处空气层厚度 e_k 满足 $e_k = \frac{r_k^2}{2R}$ (当 $R \gg e_k$)。代入式 (1)：$2(\frac{r_k^2}{2R}) = k\lambda$，即 $r_k^2 = k\lambda R$。为消除测量中心 $k = 0$ 的困难和形变误差，我们采用“逐差法”，测量第 m 级和第 n 级暗环的直径 d_m 和 d_n：

$$d_m^2 = 4r_m^2 = 4m\lambda R$$

$$d_n^2 = 4r_n^2 = 4n\lambda R$$

两式相减，得到曲率半径 R 的计算公式：

$$R = \frac{d_m^2 - d_n^2}{4(m-n)\lambda} \tag{3}$$

2. 测量薄膜厚度 e（劈尖）：如图 4 所示，劈尖角 $\theta \approx \tan\theta = \frac{e}{L}$，其中 L 是劈尖长度，e 是待测薄片厚度。相邻暗纹对应的空气层厚度差为 $\Delta e = \lambda/2$。若相邻暗纹间距为 i，则 $\theta \approx \tan\theta = \frac{\lambda/2}{i}$。联立两式可得：$\frac{e}{L} = \frac{\lambda}{2i}$，即：

$$e = \frac{L\lambda}{2i} \tag{4}$$

实验中，为提高精度，我们测量 $S_{k+10} - S_k$（即 10 条条纹的间距）并取平均值 ΔS_{10}，此时 $i = \Delta S_{10}/10$。

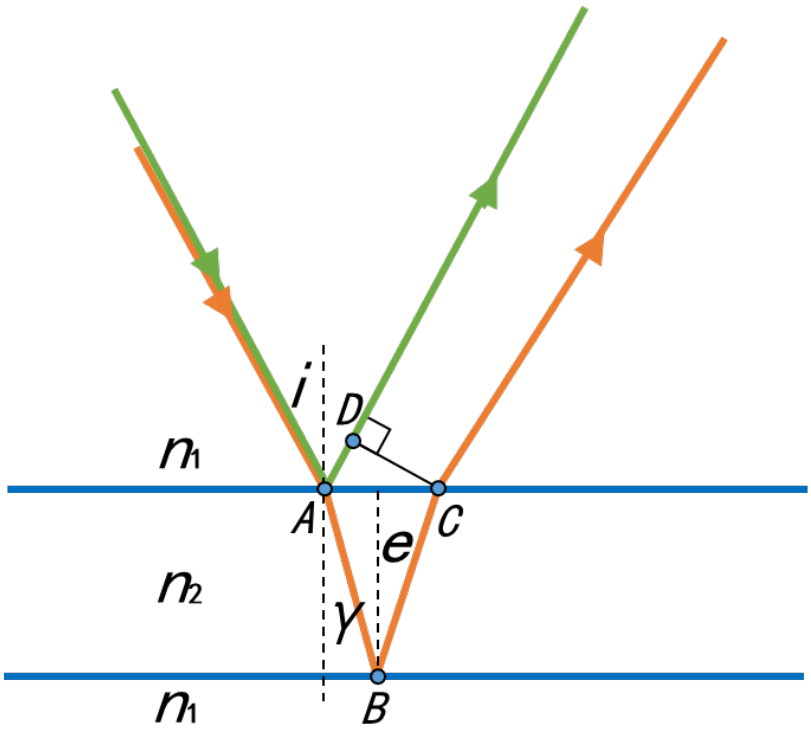


图 1: 牛顿环光程差（OPD）推导示意图。

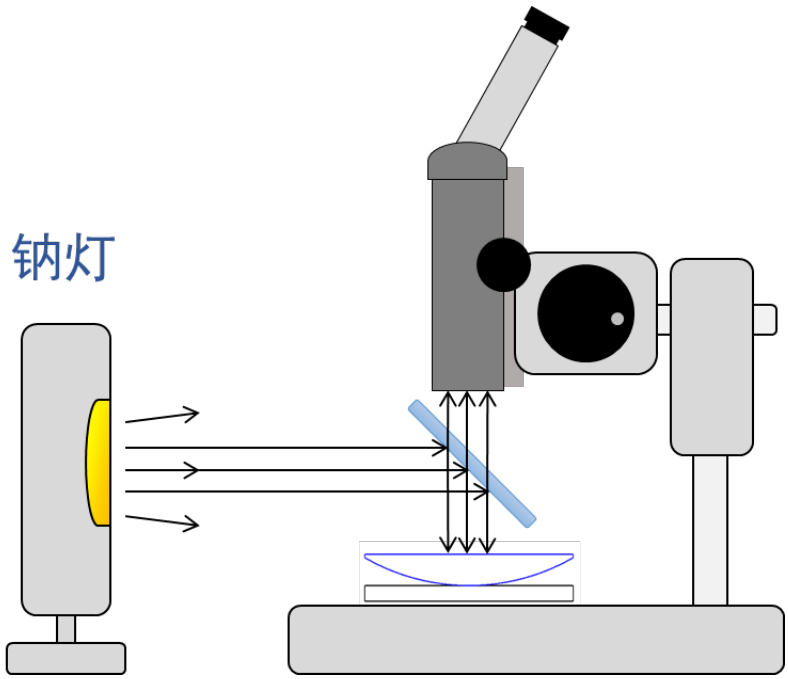


图 2: 读数显微镜测量等厚干涉的实验光路图。

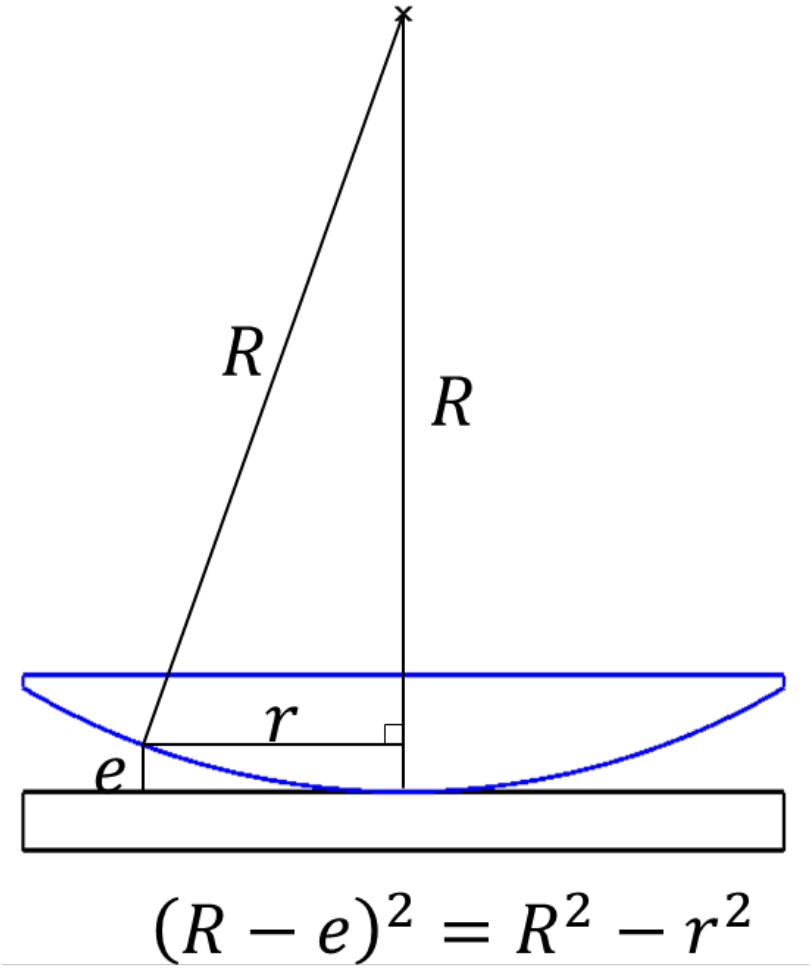


图 3: 平凸透镜曲率半径 R 与空气层厚度 e 的几何关系。

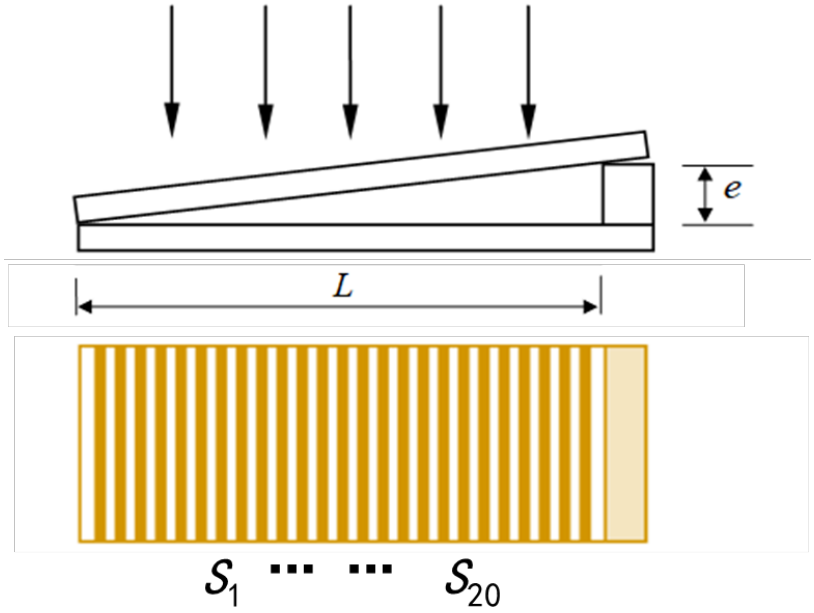


图 4: 劈尖法测量薄膜厚度 e 原理示意图。

2. 实验重点（3 分）

（简述本实验的学习重点，不超过 100 字。）

(1) **理解原理**：深刻理解分振幅法产生等厚干涉的原理，特别是光程差公式 $\delta = 2e + \lambda/2$ 中半波损失 $\lambda/2$ 的来源。

(2) **掌握方法**：学会使用牛顿环测量平凸透镜曲率半径 R（见式 (3)）和使用劈尖法测量薄膜厚度 e（见式 (4)）的实验方法。

(3) **仪器使用**：熟练掌握读数显微镜的使用，包括正确调焦、消除视差，以及在测量中始终单向转动鼓轮以**消除回程差**。

3. 实验难点（2 分）

（简述本实验的实现难点，不超过 100 字。）

(1) **调节视差**：正确调节读数显微镜的目镜和物镜，使十字叉丝平面与干涉条纹平面严格重合，达到“消除视差”的状态，这是精确瞄准的基础。

(2) **寻找条纹**：在视场中找到清晰、对比度良好的干涉条纹（特别是牛顿环中心），需要耐心调节半反半透镜的姿态和显微镜的焦距。

(3) **精确读数**：在消除回程差的前提下，精确地将十字叉丝的竖线对准暗条纹的中心进行读数。

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。

浙江大学物理实验教学中心制