

光学实验总结

2020年12月6日 22:44

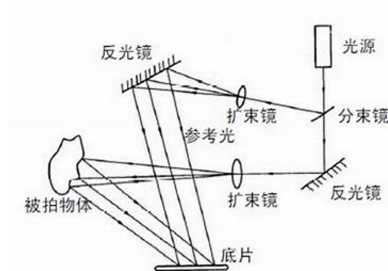
• 全息摄影

○ 全息摄影的特点：

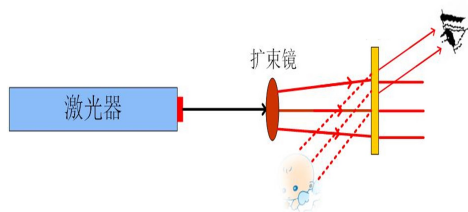
全息摄影记录了光的振幅与相位，普通照相只能记录物光波的强度（只记录振幅）

○ 原理图：

▪ 全息图的干涉记录



▪ 全息图的衍射再现



○ 光路排布中应该注意：

- 使物光和参考光的**光程差**尽量小 \rightarrow 光程差反映的是光的强度以及干涉条纹的间距。光程差越小，条纹间距越大，越便于观察和记录。物光和参考光的距离和光程差成正比
- 使物光和参考光**夹角**保持在 30° – 60° 之间 \rightarrow 角度不能太大，太大了条纹密度太高，胶片分辨率成为瓶颈；也不能太小，太小了难以满足离轴条件，再现时候容易重像。
- 使物光和参考光**光强**尽量接近 \rightarrow 使其均匀照明，不使对比度下降

○ 实验中的注意事项

- 应初步测量物光参考光的光程，是保持尽量相等
- 更换干板使其完全曝光时应保持干板与桌面垂直
- 曝光完成后的处理步骤为：显影–清洗–定影–清洗–吹干–再现

○ 相关问题：

- 没有单色再现光源时可以用白色光源来检测全息干板是否记录了信息：通过看是否有彩色光斑出现（色散现象）

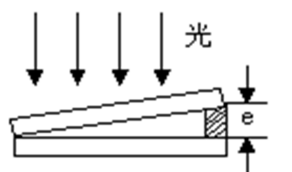
• 迈克尔逊干涉仪

○ 关于物理学家 Albert Michelson

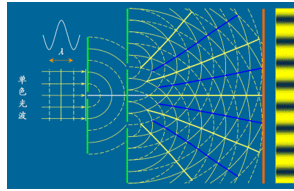
- 迈克尔逊于1881年设计了一种精密光学仪器，用以进行光谱学和计量学的研究，并与莫雷用此仪器做了非常著名的迈克尔逊–莫雷实验(1887年)，为相对论奠定基础。

○ 实验原理：

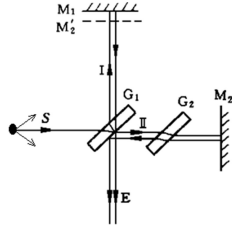
- 光的干涉：当满足一定条件（频率相同、振动方向相同、相位差恒定）的两束光，在叠加区域光的强度或明暗有一稳定的分布
- 相干光的获取：
 - 分振幅法（本实验所用方法）



分波振面法



原理图:



- 干涉条纹特征:
 - 静态:同心圆环;中疏外密;中心不明或分离、互不干
 - 动态:中心条纹明暗可变; d 增大,使条纹涌出的速度可以任意调节
- 等倾干涉 (点光源、扩展光源)
 - 特点:
 - 1. 图案为同心圆环, 相同倾角的光对应于同一干涉级次。
 - 2. 中心干涉级次最高。
 - 3. d 增大, m 增大。
- 操作要点:
 - 先进行粗调, 使仪器、元件大致水平等高
 - 调节光程相等、反射镜相垂直
 - 加入扩束镜
 - 测量时向同一方向转动微调手轮以消除回程差

P. S. 回程差: 属系统误差, 由螺母与螺杆间的间隙造成

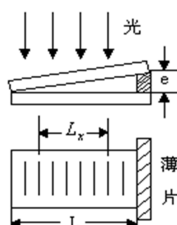
消除方法: 测量时只往同一方向转动手轮

等厚干涉-劈尖和牛顿环

- 基础概念
 - 光程: 介质中通过的路程 r 和折射率 n 的乘积
 - 光程差: 两束光到达某点的光程的差值
 - 半波损失: 光在分界面反射时发生

○ 劈尖干涉

▪ 条纹的形成



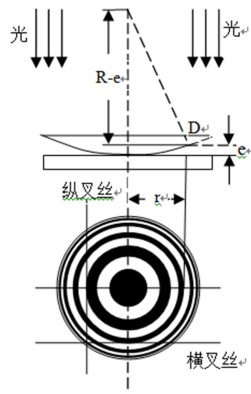
▪ 光程差与干涉条纹明暗的关系

$$\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad (k=0,1,2,3,\dots) \quad \text{暗条纹}$$

$$\delta = k\lambda \quad (k=0,1,2,3,\dots) \quad \text{明条纹}$$

○ 牛顿环

- 原理图 (利用其测球面镜曲率半径)



设第k级暗纹的半径为r，该处空气膜厚度为e

$$nD_m^2 = 4\lambda R \quad \rightarrow \quad nr^2 = k\lambda R$$

$$y = D_m^2 \quad a = 4\lambda R \quad b = 4\lambda R m_0 \quad x = m$$

$$\rightarrow y = ax + b$$

• 光电效应测普朗克常数

使用最小二乘法拟合

○ 光电管易损坏！实验中应注意

○ 光电效应：光照射到金属上，引起物质的电性质发生变化的一类现象

○ 光电效应将光信号转变为电信号，利用光电效应可以制作应用于各个领域的光电器件，如：

- ✓ 光电器件（光敏管、光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管、光敏组件、色敏器件、光敏可控硅器件、光耦合器等光电器件）。
- ✓ 太阳能电池。
- ✓ 成像系统（CCD、微光夜视）。
- ✓ 光电倍增管

○ 实验原理：

光电效应的实验原理如图 1 所示。用强度为 P 的单色光照射到光电管阴极 K 时，阴极释放出的光电子在电场的加速作用下向阳极板 A 迁移，在回路中形成光电流。

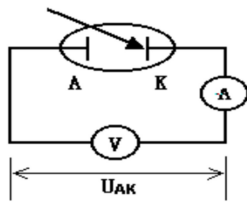


图 1 实验原理图

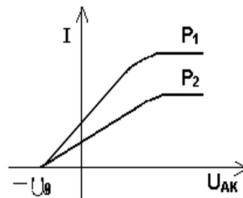
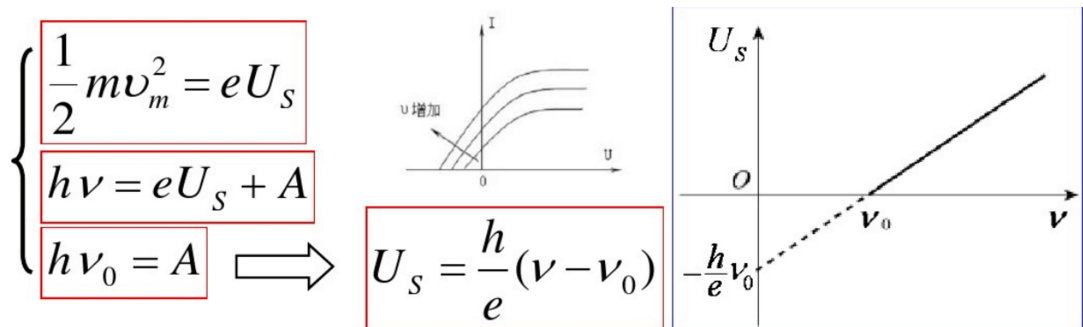


图 2 光电管同一频率不同光强的伏安特性曲线

光电效应的实验原理如图 1 所示。用强度为 P 的单色光照射到光电管阴极 K 时，阴极释放出的光电子在电场的加速作用下向阳极板 A 迁移，在回路中形成光电流。

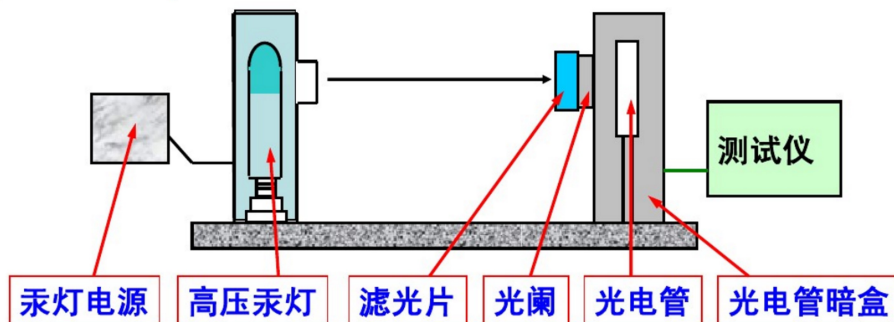
○ 相应结论：

- 每一种金属都有一极限频率(或称截止频率),即照射光的频率不能低于某一临界值。当入射光的频率低于极限频率时,无论多强的光都无法使电子逸出。
- 光电效应中产生的光电子的速度与光的频率有关,而与光强无关。
- 光电效应的瞬时性。产生光电流的响应时间不超过10秒(1ns)。



- 上式表明 U_s 与入射光频率 ν 成直线关系, 实验中可用不同频率的入射光照射, 分别测量相应的截止电压 U_s , 就可作出 U_s - ν 的实验直线, 此直线的斜率就是 $k=h/e$ 则普朗克常数 $h=k \cdot e$, 直线与横轴的交点即为红限频率

- 实验仪器:



- 实验过程

- 把汞灯及光电管暗盒遮光盖盖上, 将汞灯暗盒光输出口对准光电管暗盒光输入口, 调整光电管与汞灯距离为约 40cm 并保持不变。将测试仪及汞灯电源接通, 预热 20 分钟。(汞灯一旦开启, 不要随意关闭!)
- 进行调零
- 使用零电流法测量相应截止电压
- 三种实验前都应进行充分调零

- 注意事项:

- 更换滤光片和光阑时一定要先将汞灯遮光盖盖上实验过程中注意随时盖上汞灯的遮光盖
- 严禁让汞灯不经滤光片直接入射光电管窗口。
- 实验结束时应盖上光电管暗盒遮光盖和汞灯遮光盖!