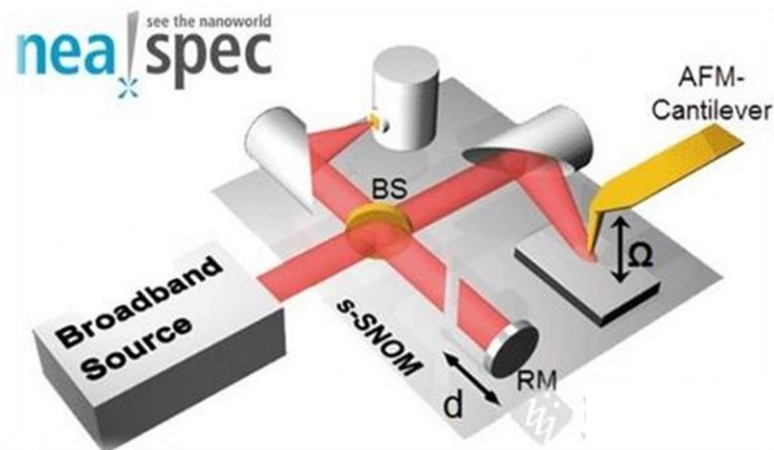




迈克耳孙干涉仪的调整和使用

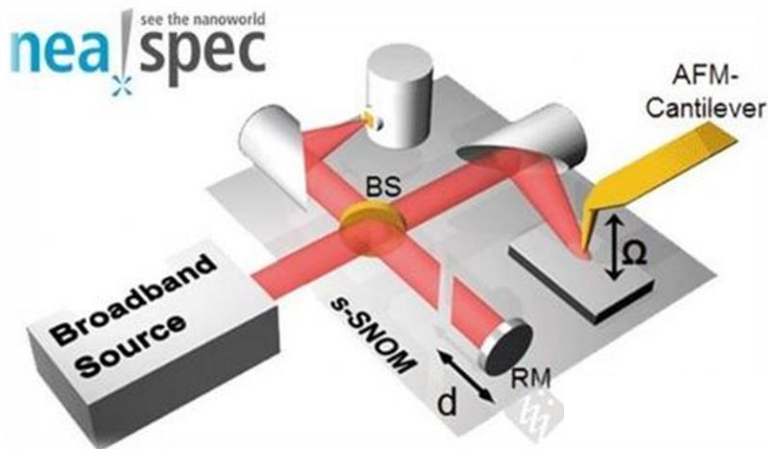
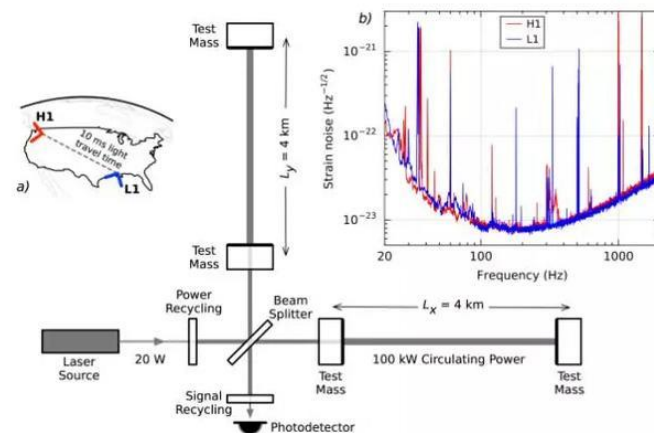
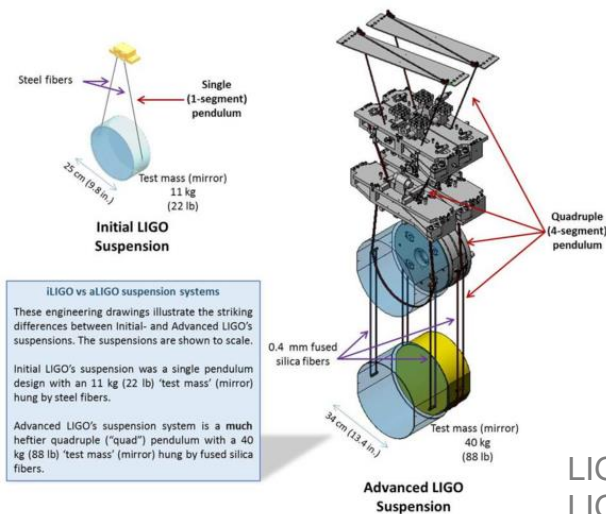
理学院物理实验中心
廖飞



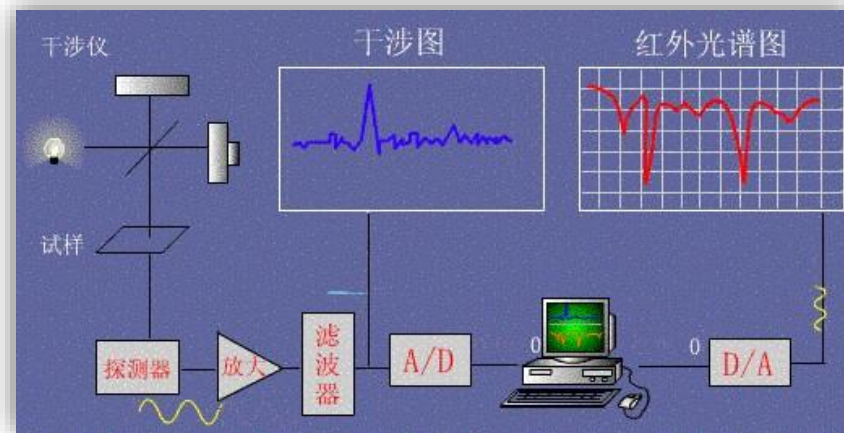
背景简介



LIGO



Neaspec: <https://www.neaspec.com/>



纳米傅里叶
红外光谱仪

背景简介



- **1887年**由迈克尔逊和莫雷完成的实验，否定了“以太”的存在，促进了相对论的建立；其研制的**迈克尔逊干涉仪**，至今为多种**双光路干涉仪**的原型。
如：1950年，美国PE公司研制了第一台双光束红外光谱仪Perkin-Elmer21 LIGO，起于1969年，2016年第一次探测到引力波
- **1896年**，瑞利为了测量惰性气体氦和氩的折射率而发明瑞利干涉仪(杨氏双缝光路)
- **1897年**，法国物理学家C.法布里和A.珀罗于1897 年发明**法布里珀罗干涉仪**(多光路)
- 20世纪，进一步提出马赫曾德干涉仪、奈曼干涉仪等干涉仪
- 近年来，微细加工技术、电子信息技术的推动下，出现**纳米近场傅里叶光谱仪**等新型干涉仪

干涉仪**主要用于**：

- 通常可观察光的各种**干涉现象**：测定单色光的波长、相干长度及透明介质的折射率、光的相位和频率变化等
- 分离的光束干涉，为研究许多**物理量**（温度、压强、电场以及媒质的运动等）对光传播的影响创造了条件

实验目的



1. 观察**等倾**干涉现象，加深对等倾干涉的理解。
2. 了解迈克尔逊干涉仪的结构、原理和调节方法。
3. **测量激光的波长。**

■ 预备知识：

■ **相干光**（实验室获得相干光的常用方法？）

■ 薄膜干涉、等倾干涉、等厚干涉

实验原理



1. 等倾干涉概述

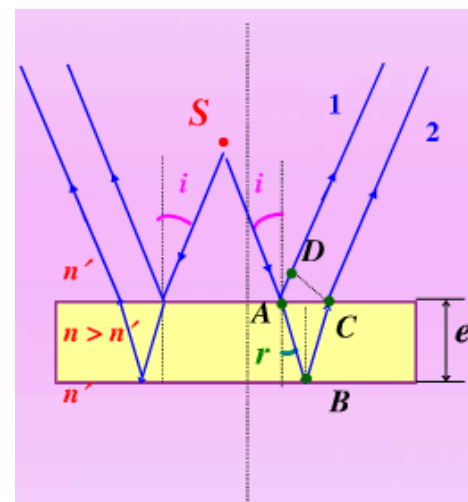
①**等倾干涉定义**：是薄膜干涉的一种，薄膜此时是均匀的，光线以倾角*i*入射，凡**入射角相同的就形成同一条纹**，上下两条反射光线经过透镜作用汇聚一起，形成干涉。

迈克尔逊干涉仪和法布里-珀罗干涉仪中就有平行平板装置。

②**条件**：薄膜厚度相同（不能超过最大相干长度），扩展光源

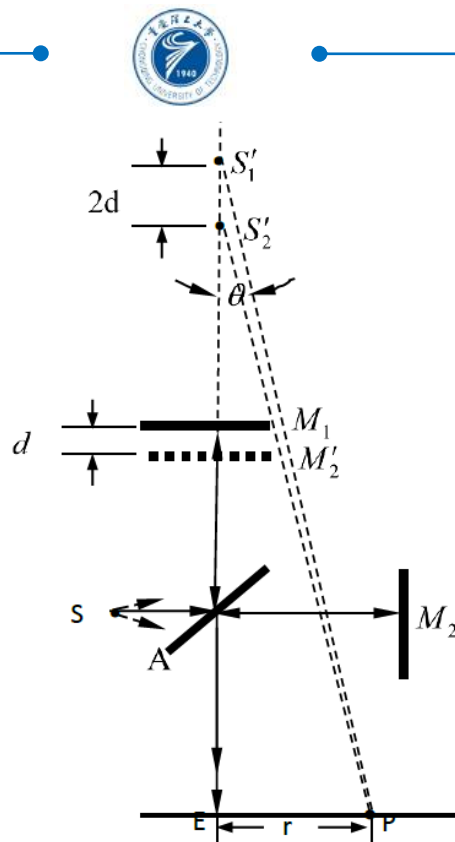
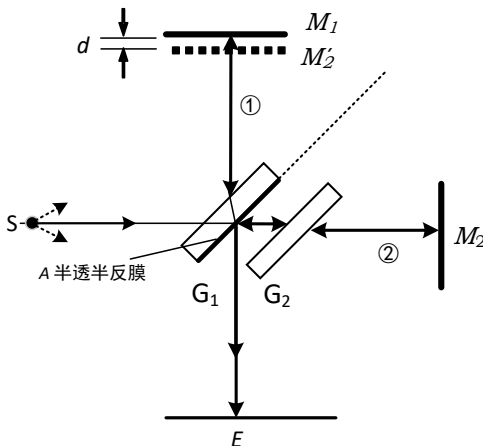
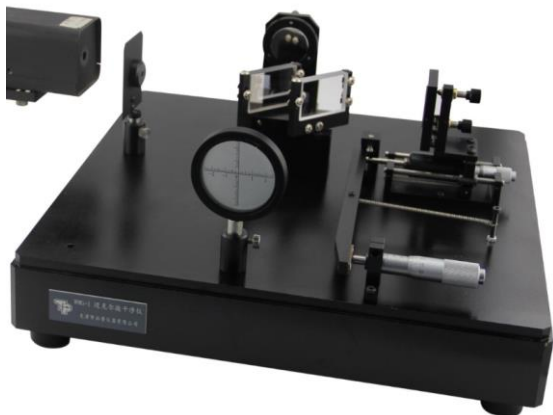
光程差

$$\begin{aligned}\delta &= n(\overline{AB} + \overline{BC}) - n'\overline{AD} + \frac{\lambda}{2} \\ &= \frac{2ne}{\cos r} - \frac{2n'e \cdot \sin r \cdot \sin i}{\cos r} + \frac{\lambda}{2} \\ \because n' \sin r &= n \sin i \\ \therefore \delta &= 2ne \cos r + \frac{\lambda}{2} \\ \text{或} \delta &= 2e\sqrt{n^2 - n'^2 \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} = \delta(i)\end{aligned}$$



实验原理

2. 迈克尔逊干涉仪的光路



由上图可知其迈克尔逊干涉条纹的特点如下：

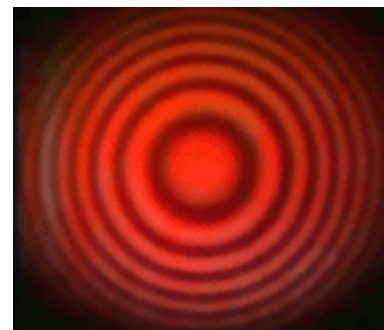
- ①干涉性质：分振幅、等倾干涉
- ②条纹形状：一系列明暗相间、内疏外密的同心圆环

③条纹级次分布：由中心向边缘递减

d 一定时, $k \uparrow \rightarrow \delta \uparrow \rightarrow i \downarrow \rightarrow r_k \downarrow$

d 变化时, k 一定, $d \uparrow \rightarrow i \uparrow \rightarrow r_k \uparrow$

波长对条纹的影响: k, d 一定, $\lambda \uparrow \rightarrow i \downarrow \rightarrow r_k \downarrow$



实验原理



3. 测激光波长

$$\delta = 2d \cos \theta = \begin{cases} k\lambda, & k = 1, 2, 3 \dots \text{明纹} \\ (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, & k = 1, 2, 3 \dots \text{暗纹} \end{cases}$$

$$\theta = 0 \text{ 时, } \delta = 2d$$

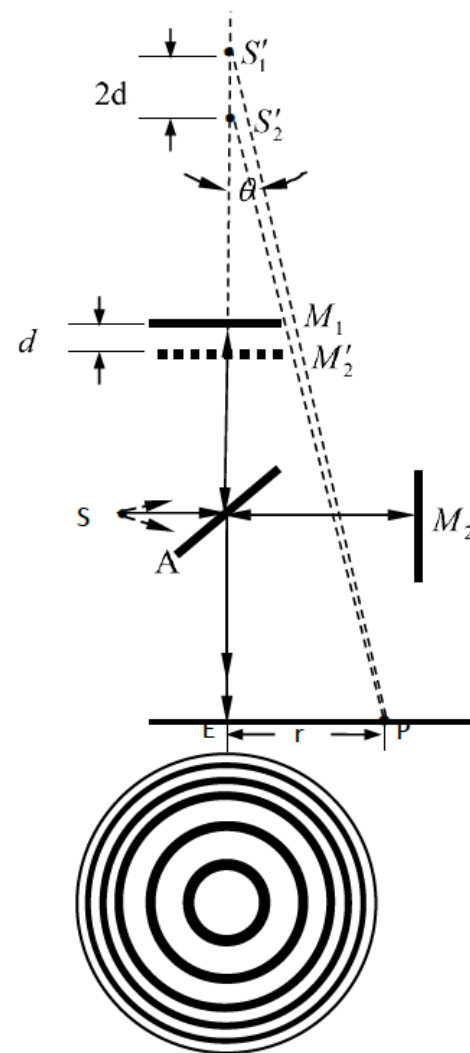
实验现象：当 d 每变化 $\lambda/2$ 时，会从中心冒出或消失一环。

$$N \times \frac{\lambda}{2} = \Delta d$$



$$\lambda = \frac{2\Delta d}{N}$$

测量模型



实验仪器



粗调鼓轮读数

微调鼓轮读数



实验内容及步骤



1. 仪器调整及干涉条纹定性观察

①粗调：

转动粗调测微头，使平面反射镜 M_1 、 M_2 到分光板 G_1 的距离大致相等。调节光源装置，取下扩束镜，开启激光器，使激光光束直接入射到分光板。透过观察屏可看到**两排激光光点**。

从每排激光光点中各自选择一个最亮的光点，调整平面反射镜 M_2 后的两颗螺钉，使两排激光光点重合，然后放入并调节扩束镜，此时观察屏上会出现**干涉条纹**。

②精调：

微调激光器完整照亮观察屏视场，微调 M_2 镜后方的倾角螺丝，并配合调节粗调测微头，直至视场中仅出现4-5个圆环，且圆环中心位于视场中央。

缓慢转动精调测微头，改变 M_2 镜在导轨上的位置，可观察到视场中条纹由中心向外一环一环地相继“冒出”或向内一环一环地相继“**陷入**”中心。

实验内容及步骤



2. 测量激光波长

连续数**50个条纹**“冒出”或“陷入”，在下表中记录 M_1 镜的始末位置 d_1 和 d_2 ，则 M_1 镜移动的距离 $\Delta d = |d_2 - d_1|$ 。

测量次数↕	d_1 ↕	d_2 ↕	Δd ↕	$\overline{\Delta d}$ ↕	λ / nm ↕
1↕	↕	↕	↕	↕	↕
2↕	↕	↕	↕		
3↕	↕	↕	↕		

3. 测量激光波长

测量值与标准值（650 nm）比较
求出相对误差。

讨论及拓展



1. 常用光谱仪的光路原理及应用（如傅里叶光谱仪，散射扫描近场光学显微镜/纳米傅里叶红外光谱仪）
2. 分析误差，迈克尔逊干涉仪的改进
3. 迈克尔逊干涉原理的应用 <http://www.qd-china.com/products2.aspx?id=273>
4. 马赫曾德干涉仪与迈克尔逊干涉仪的原理比较 <http://www.qd-china.com/products2.aspx?id=291>

建议1-4中选2
或按照自己思路做讨论

纳米傅里叶红外光谱仪



马赫曾德干涉仪

