



哈尔滨工业大学  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

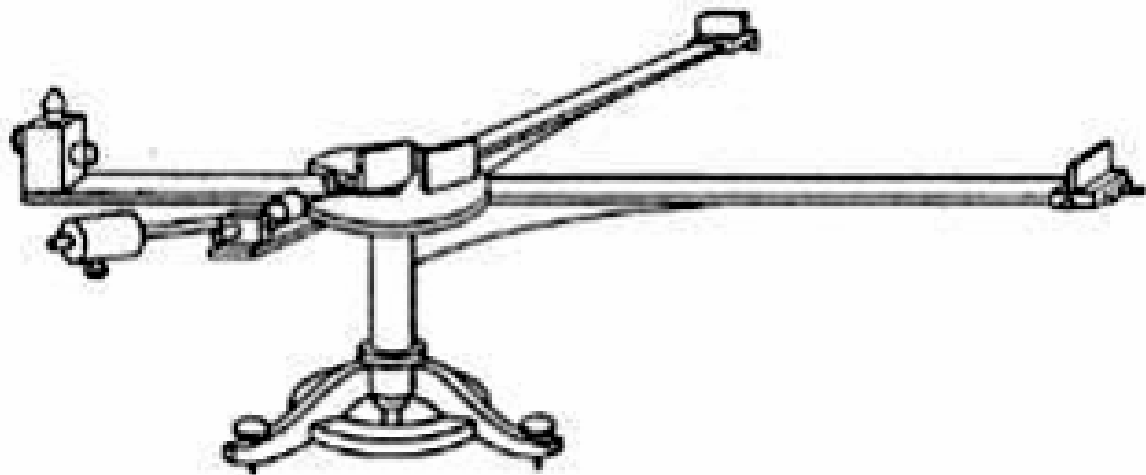
# 迈克耳孙干涉仪

哈尔滨工业大学物理实验中心

# 迈克尔孙干涉仪的发展



阿尔伯特·亚伯拉罕·迈克尔孙  
(1852年—1931年)

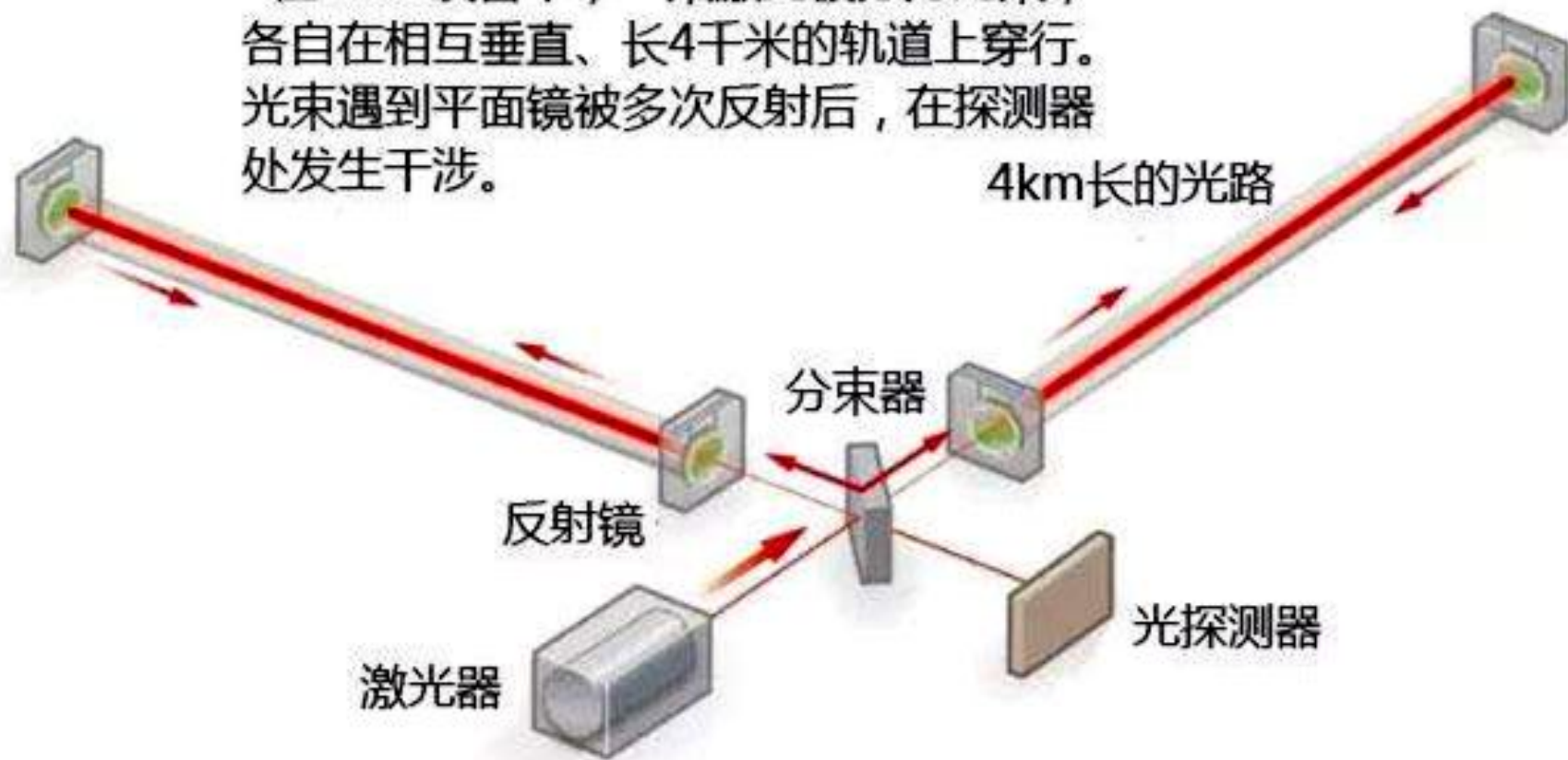


第一台迈克尔孙干涉仪

# 迈克尔孙干涉仪的应用

当移动的大质量物体使周围的时空产生扭曲时，就会在时空中产生波纹。能引起引力波的强引力源可能是一对距离很近、互相围绕的中子星或黑洞。

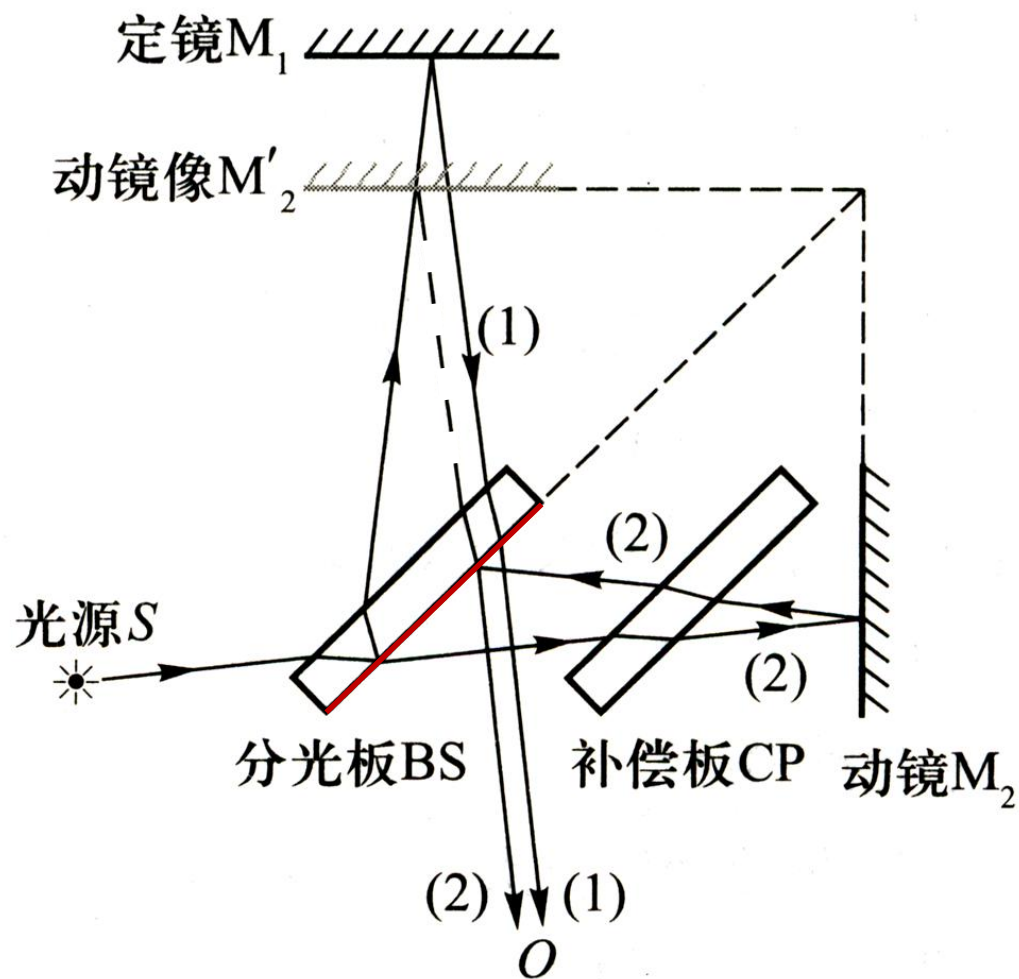
在LIGO设备中，一束激光被分为两束，各自在相互垂直、长4千米的轨道上穿行。光束遇到平面镜被多次反射后，在探测器处发生干涉。



# 实验目的

1. 了解迈克尔孙干涉仪的结构及调节方法；
2. 观察非定域干涉条纹的特征，考察其形成条件，分别采用逐差法测量He-Ne激光波长及作图法常分析压下空气的折射率；
3. 观察定域干涉（等倾干涉、等厚干涉）条纹的特征，考察其形成条件；
4. 观察白光干涉的特征（选做）。

# 迈克尔孙干涉仪的原理

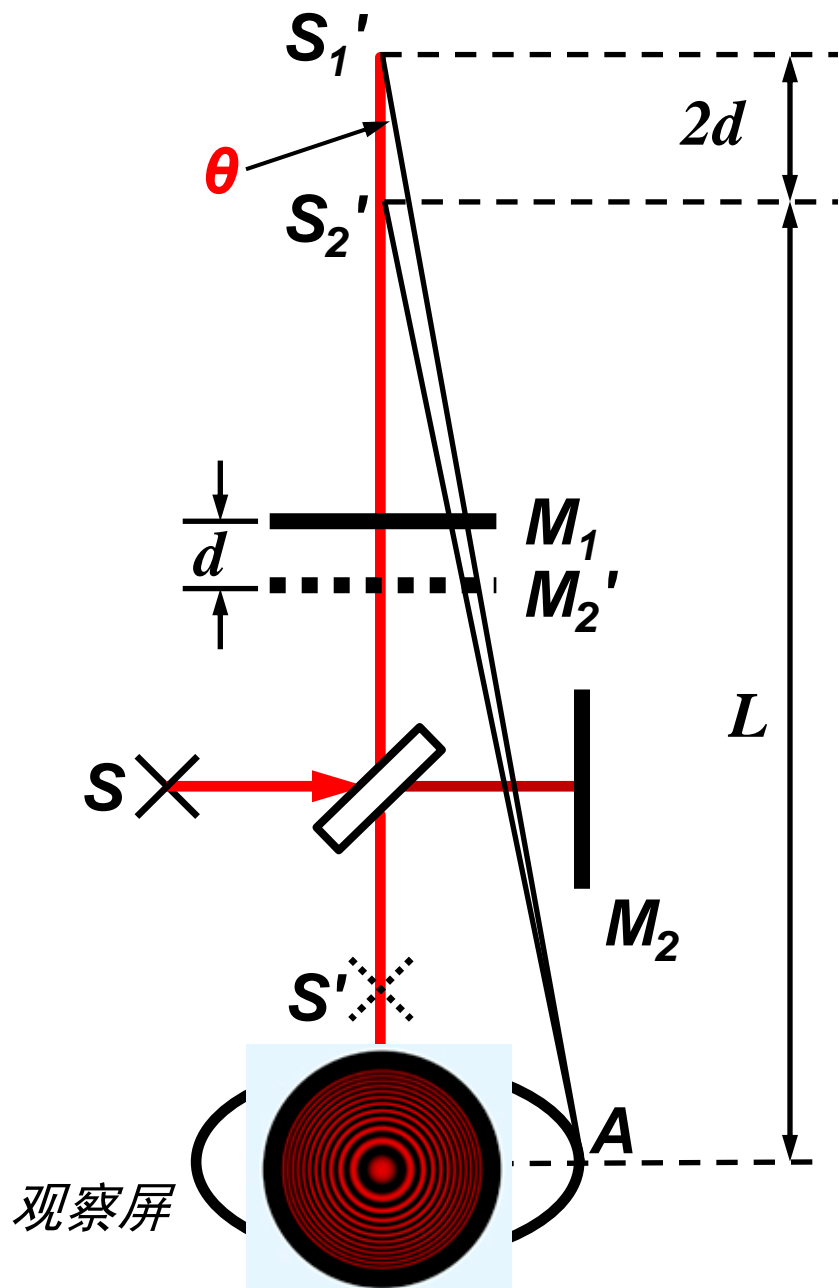


迈克尔孙干涉仪原理光路图

非定域干涉

定域干涉





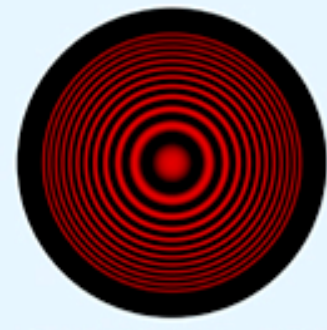
设空气折射率为  $n_0 \approx 1$ ,  $L \gg 2d$ ,  
则光程差为:

$$\delta \approx 2n_0 d \cos \theta + \frac{\lambda}{2}$$

$$= \begin{cases} k\lambda & \text{(明纹)} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{(暗纹)} \end{cases}$$

点光源产生的非定域干涉计算示意图

# 非定域干涉（点光源）



若中心处（ $\theta=0$ ）为明条纹，则：

$$\delta_1 = k_1 \lambda$$

圆心对应的干涉级最高

若改变光程差，使中心仍为明条纹，则：

$$\delta_2 = k_2 \lambda$$

每吞或吐一个圆环，  
 $d$  改变了半个波长。

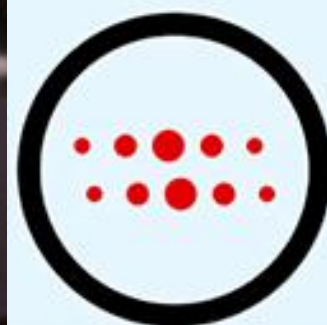
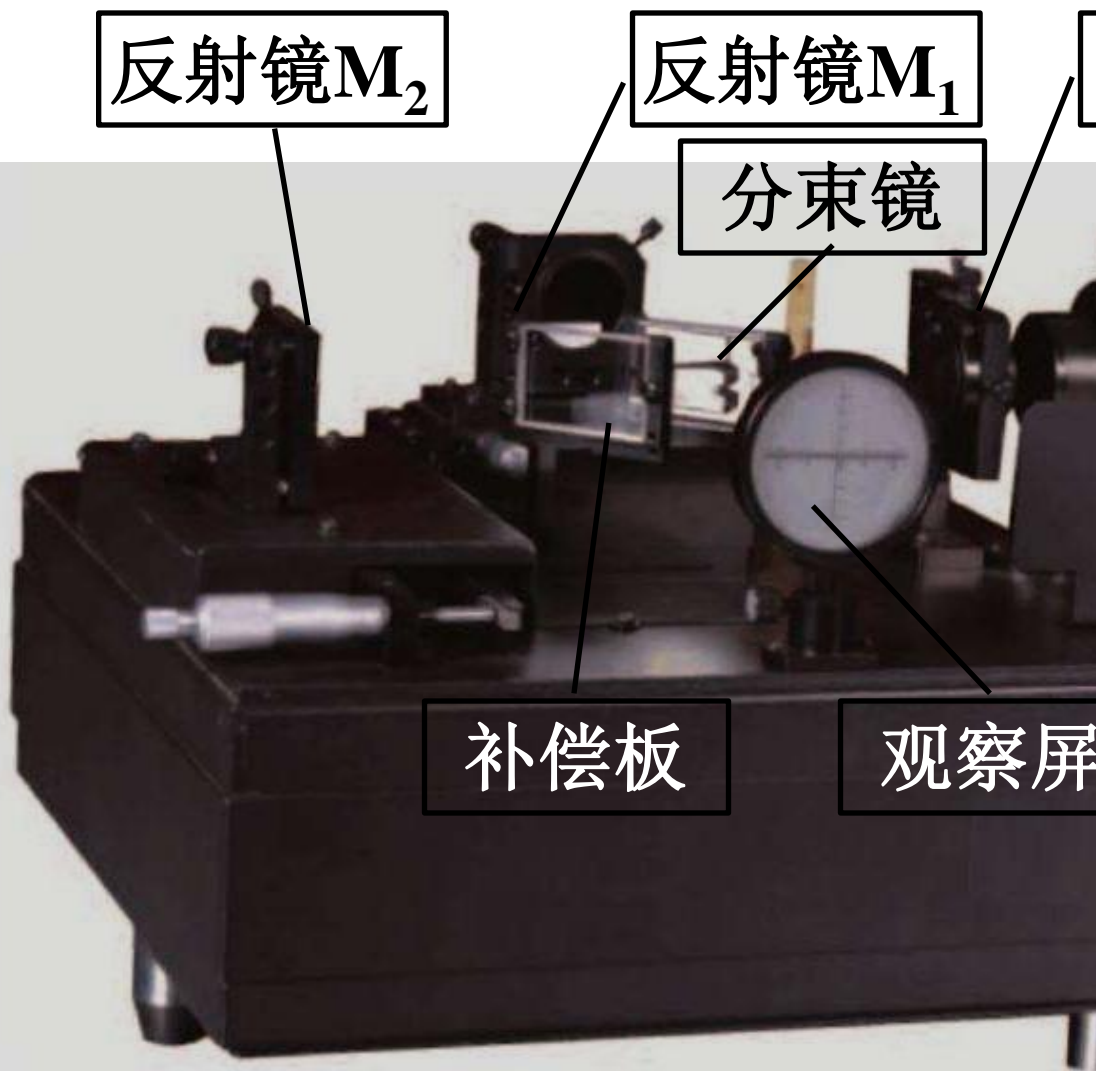
可得：

$$\Delta d = d_2 - d_1 = \frac{1}{2}(\delta_2 - \delta_1) = \frac{1}{2}(k_2 - k_1)\lambda = \frac{1}{2}\Delta k \lambda$$

由此可见，只要测出干涉仪中 $M_2$ 移动的距离 $\Delta d$ ，并数出相应的“吞/吐”环数 $\Delta k$ ，就可求出激光波长 $\lambda$ 。



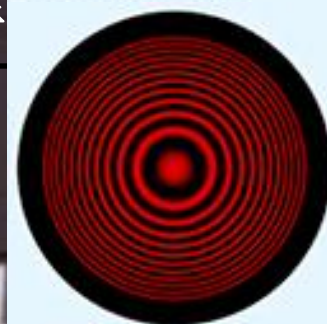
# 非定域干涉（点光源）



A. 打开扩束镜，调节两列光斑重合。



B. 放入扩束镜，从屏上可看到干涉条纹。



C. 微调反射镜，将圆心移到屏中央。

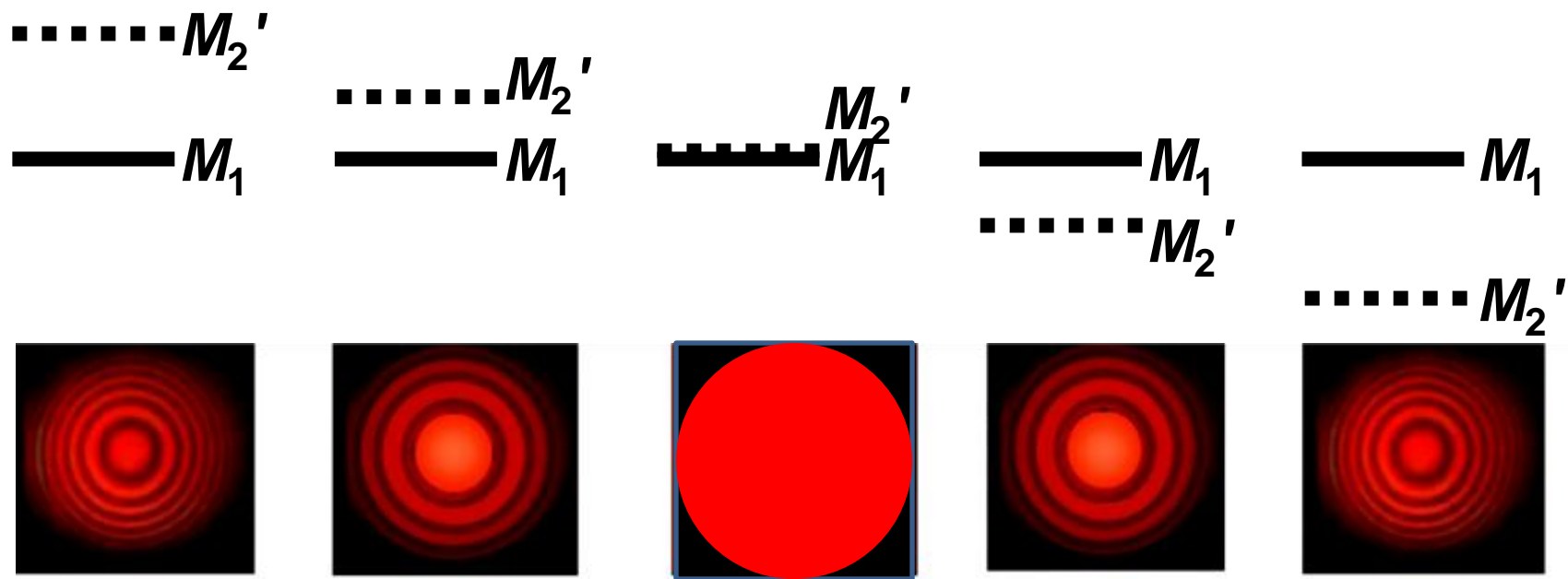


D. 调节非定域干涉条纹，使条纹变稀变粗。



# 非定域干涉（点光源）

注意观察：干涉圆环的“吞”“吐”现象



光程差由大变小

光程差变小到零

光程差由零变大

光程差继续变大

$d$  越小，条纹间距越大；

$d$  一定， $\theta$  越小，即越靠近中心，角间距  $\Delta\theta$  越大。

# 非定域干涉（点光源）



空气室放入定镜光路，充气至比环境大气压高出 $\Delta P$ ，缓慢释放气体，相应的空气折射率改变为 $\Delta n$ ，测量条纹变化的总数 $k$ （精确到0.5），则：

$$2\Delta n \cdot l = k\lambda$$

则环境气压下空气的折射率为：

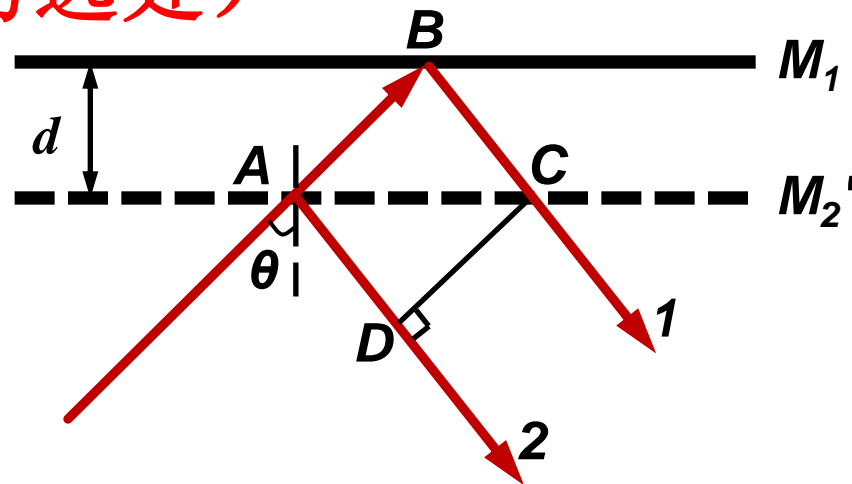
$$n = 1 + \Delta n \cdot \frac{P_{amb}}{\Delta P} = 1 + \frac{k\lambda}{2l} \cdot \frac{P_{amb}}{\Delta P}$$

# 定域干涉（扩展光源）

## 1) 等倾干涉（定域于无穷远处）

几何光程差为：

$$\begin{aligned}\delta &= AB + BC - AD \\ &= \frac{2d}{\cos \theta} - 2d \tan \theta \sin \theta \\ &= 2d \cos \theta\end{aligned}$$



当两个镜面平行时，干涉条纹是一系列与不同倾角 $\theta$ 相对应的明暗相间的同心圆环条纹，这种相同倾角的光所产生的干涉，称为等倾干涉。

# 定域干涉（扩展光源）

## 2) 等厚干涉（定域于镜面附近）

当 $M_1$ 、 $M_2'$ 有一个很小的角度时， $M_1$ 、 $M_2'$ 之间形成楔形空气薄层，这时“1”和“2”的光程差仍然可以近似写作：

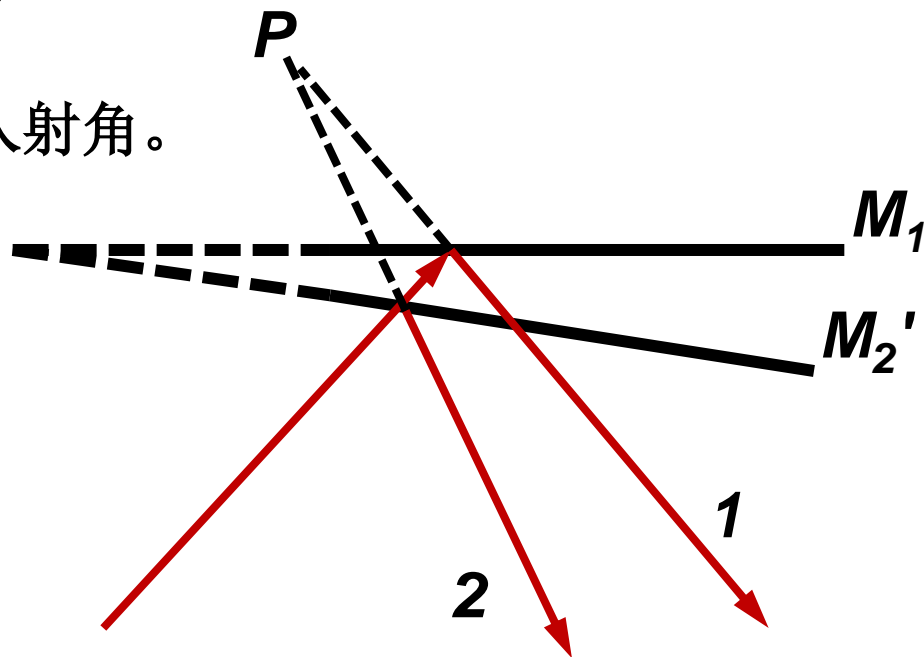
$$\delta \approx 2d \cos \theta$$

$d$ 为观察点处空气层的厚度。 $\theta$ 为入射角。

当 $\theta$ 很小时， $\cos \theta \approx 1$

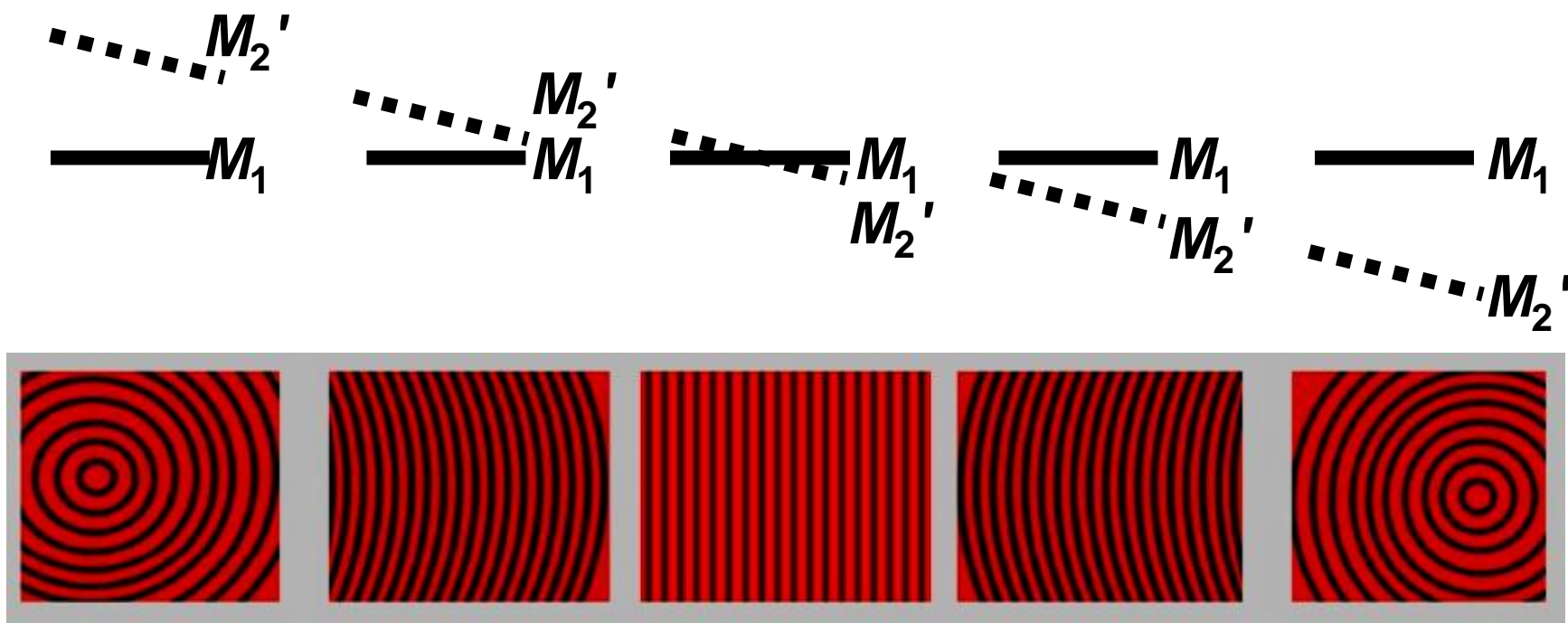
几何光程差： $\delta = 2d$

明暗相间的直条纹

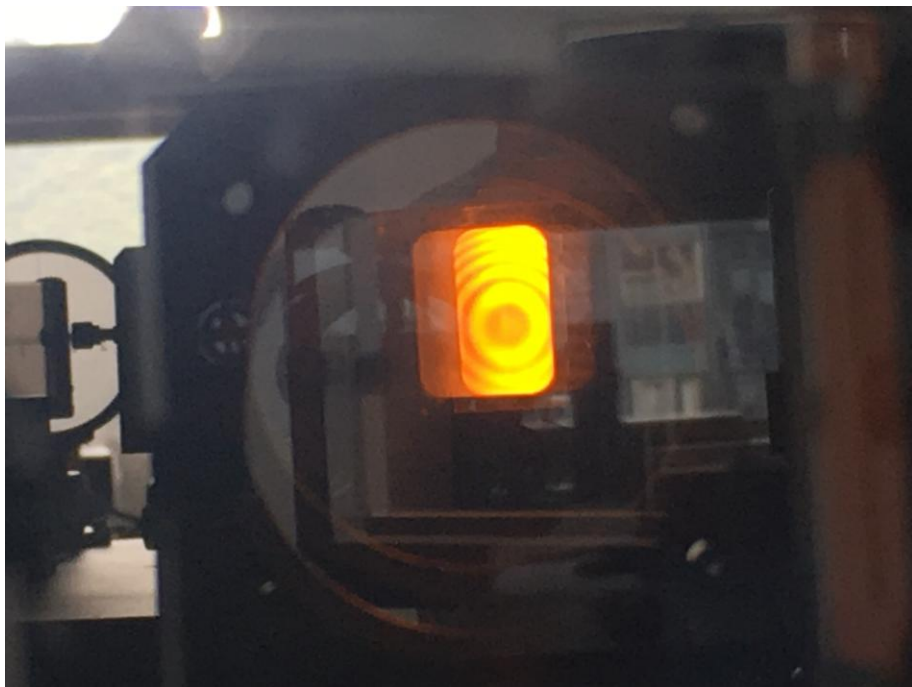


# 定域干涉（扩展光源）

## 等厚干涉条纹的调节和现象



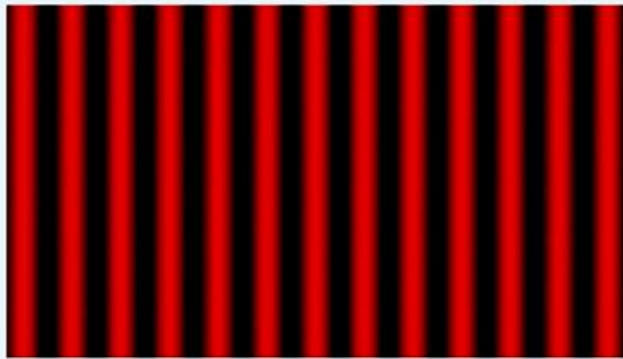
# • 定域干涉（扩展光源）





# 白光的等厚干涉

## 定域干涉条纹（扩展光源）



E. 放入毛玻璃板，用眼睛代替观察屏，调节以获得粗的平行直条纹，即为等厚干涉。



F. 调至条纹非常稀疏时，换上白光，微调动镜获得彩色条纹。



# 注意事项

- ◆ **注意激光防护**，切忌激光束直射入眼。
- ◆ 激光束的**自准直调节**。
- ◆ 调节前和实验后将反射镜背面的调节螺丝均匀缓慢地调节到中间状态。
- ◆ 测量过程中鼓轮只能沿一个方向旋转，**避免回程差**。
- ◆ 禁止用手触摸光学元件表面，也不允许擦拭。

实验内容和要求详见《实验指导书》