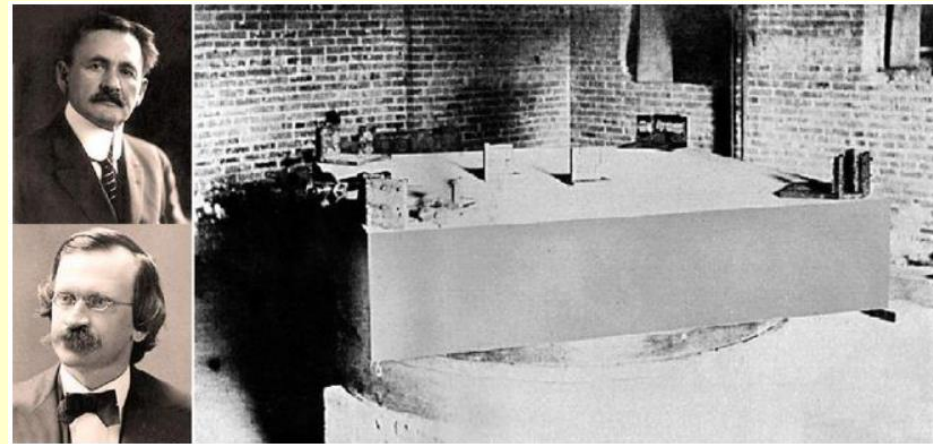


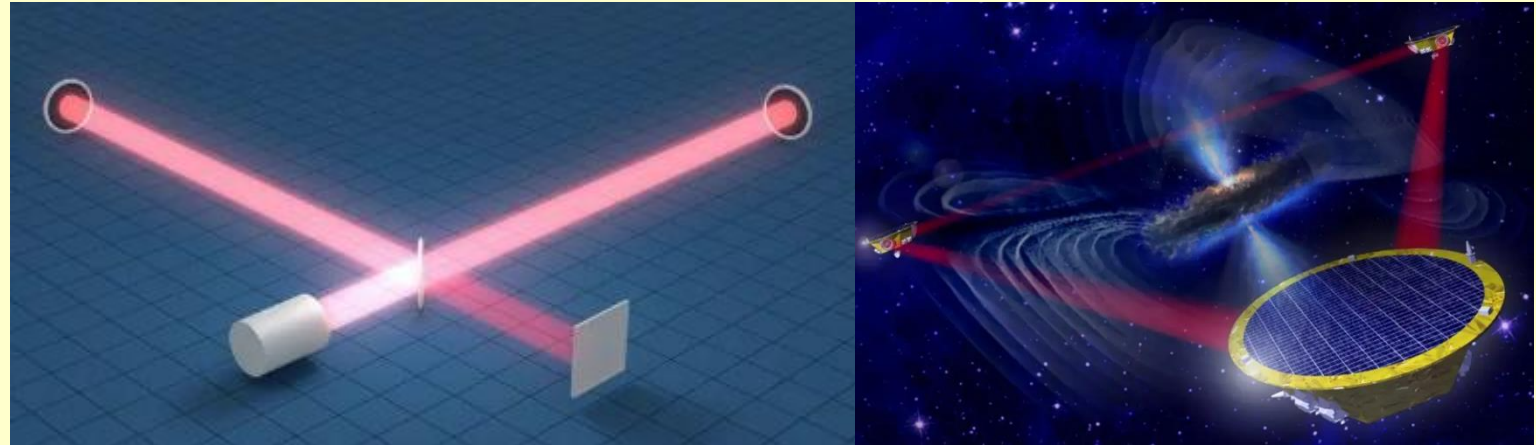
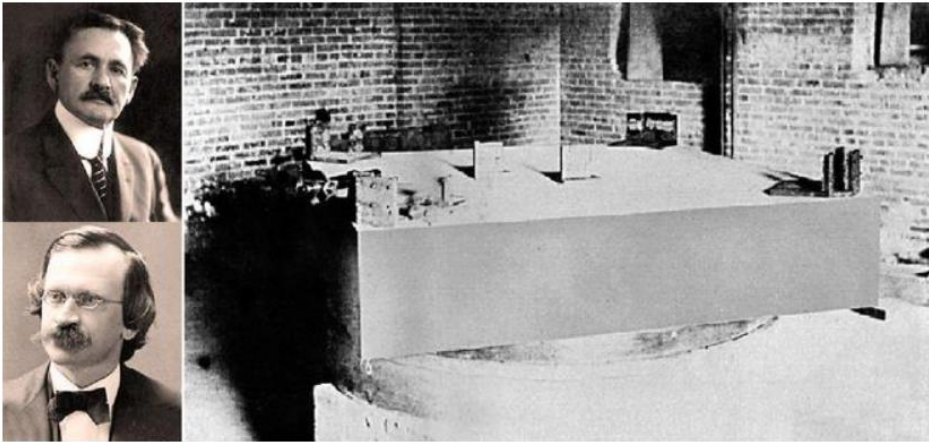
# 迈克耳孙白光干涉实验

# 实验背景



- 1881年，迈克耳孙干涉实验（**白光干涉**）
- 1887-1930年间，迈克耳孙、莫雷、米勒等人多次重复迈克耳孙干涉实验（**白光干涉**）

# 实验背景



## 白光干涉

- 1958年后，**激光干涉**实验：
- 2016 —— LIGO激光干涉引力波天文台
- 2015 —— 天琴计划

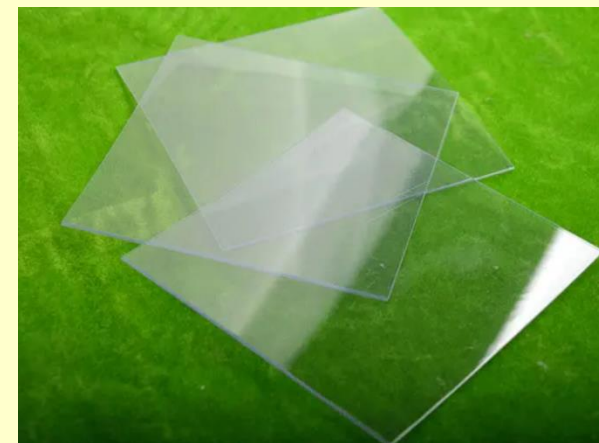
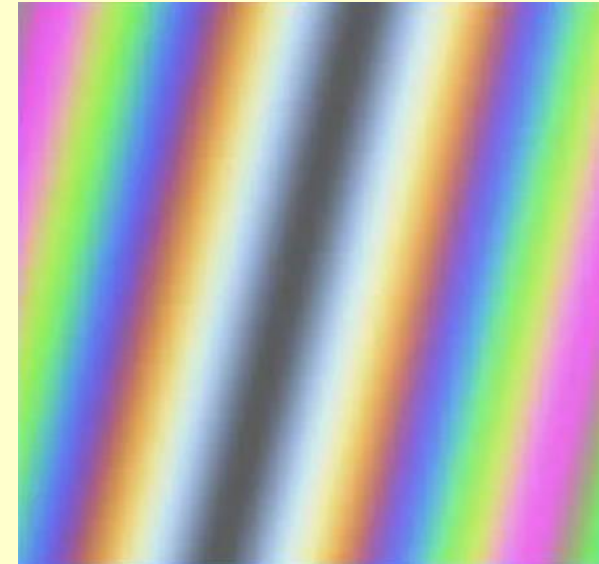
# 大纲

## 原理

- 激光非定域干涉
- 白光定域干涉

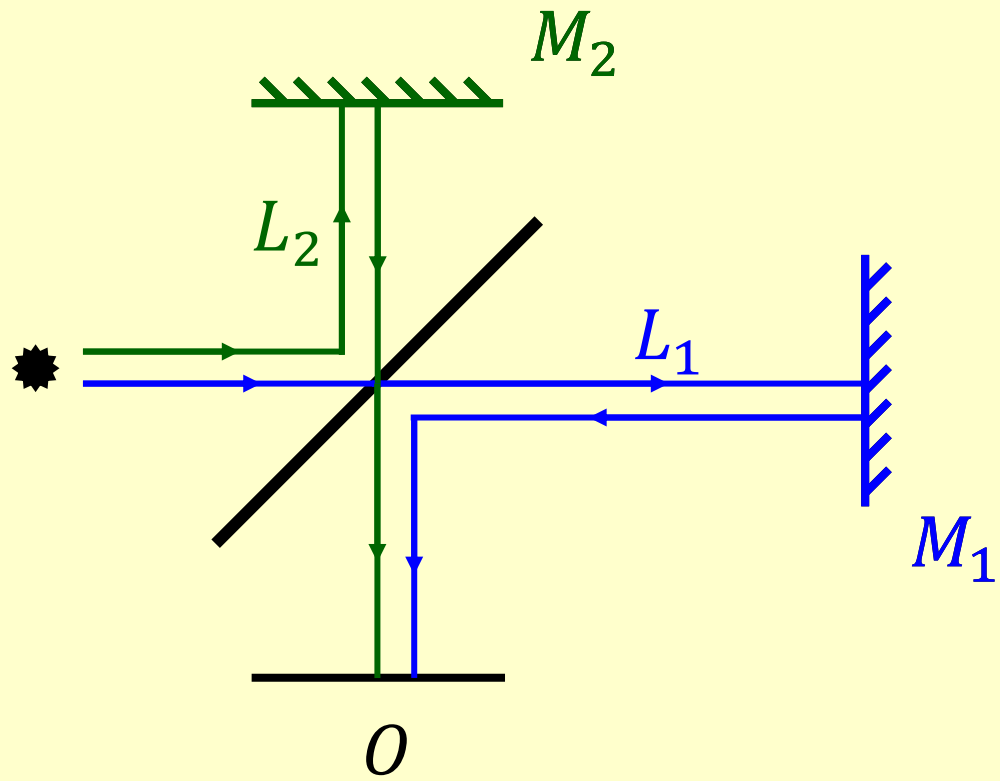
## 实验

- 实验方案设计
  - 观察白光干涉图样
  - 精密测量
- 实验操作

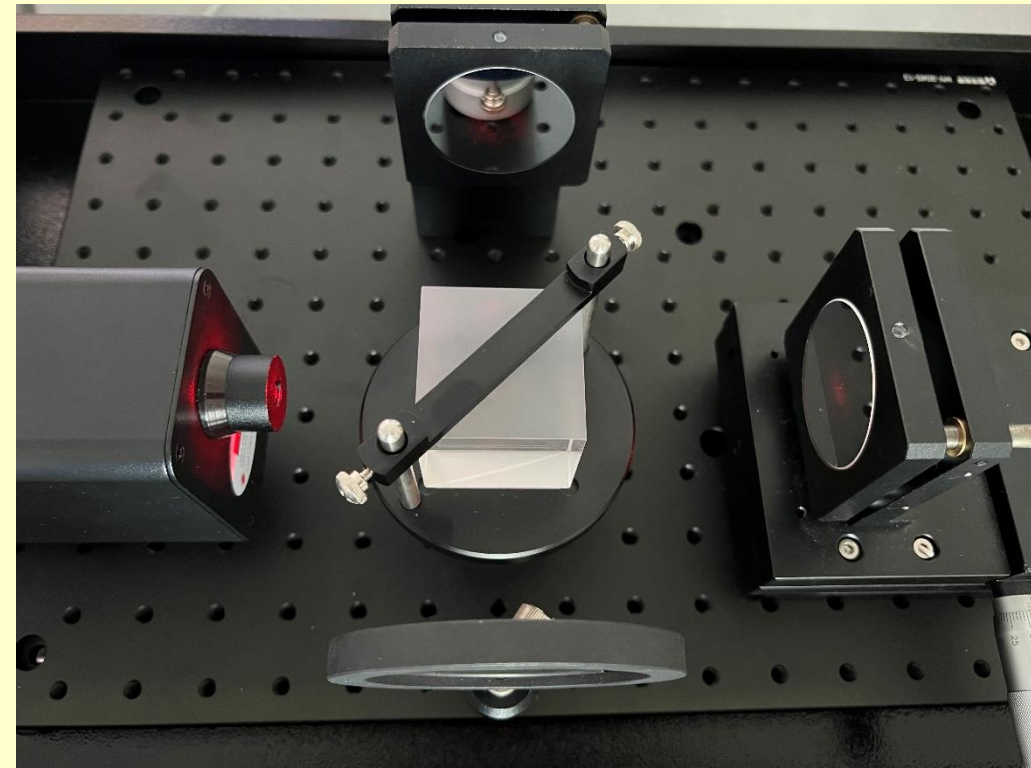




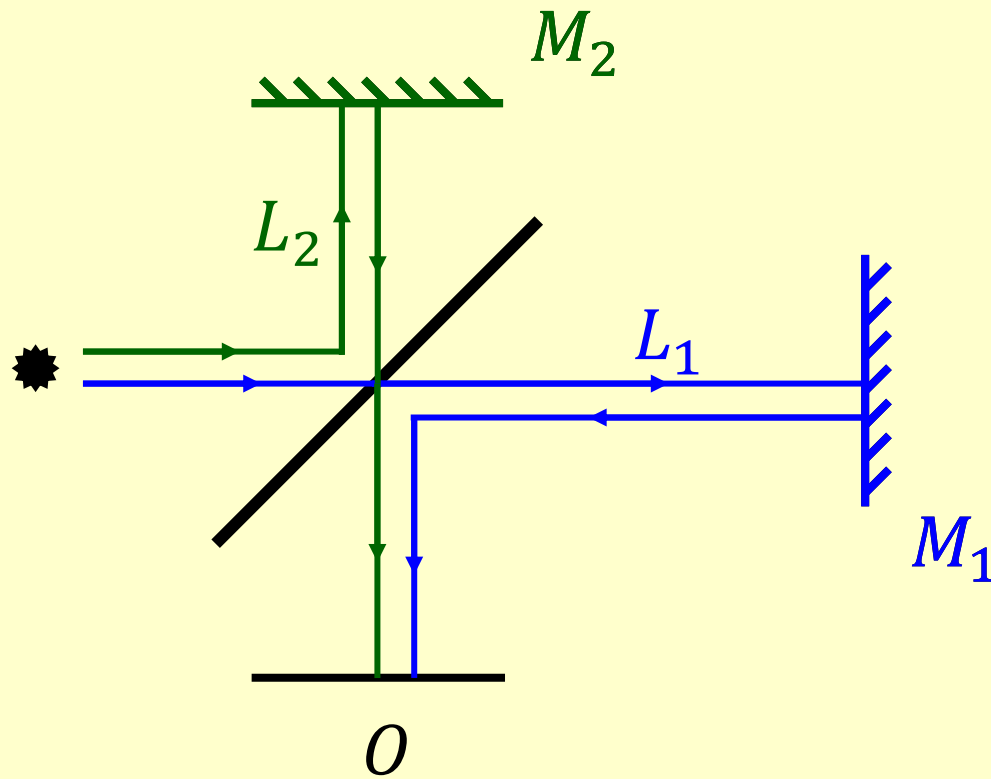
# 迈克耳孙干涉仪原理



实验仪器：迈克耳孙干涉仪

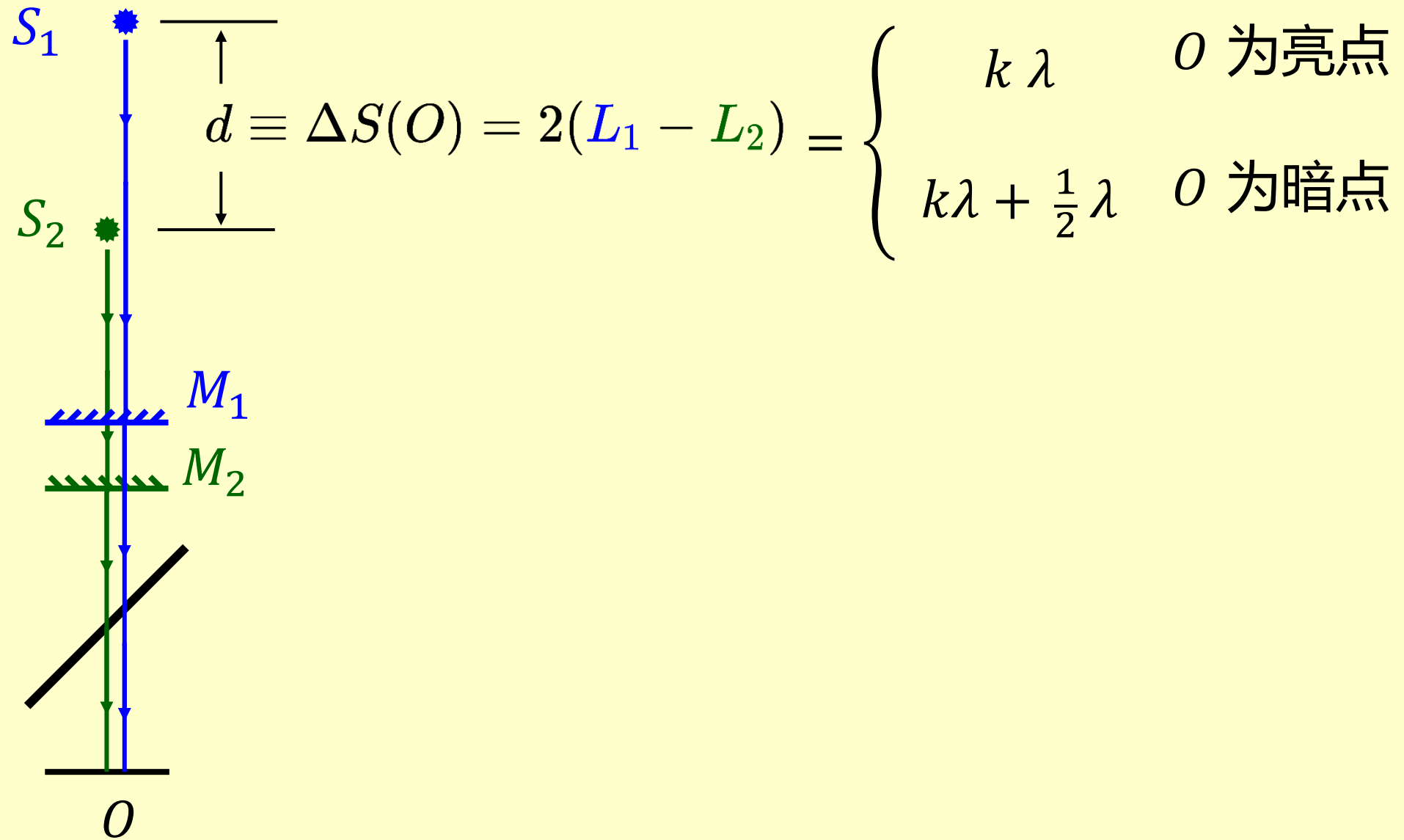


# 迈克耳孙干涉仪原理

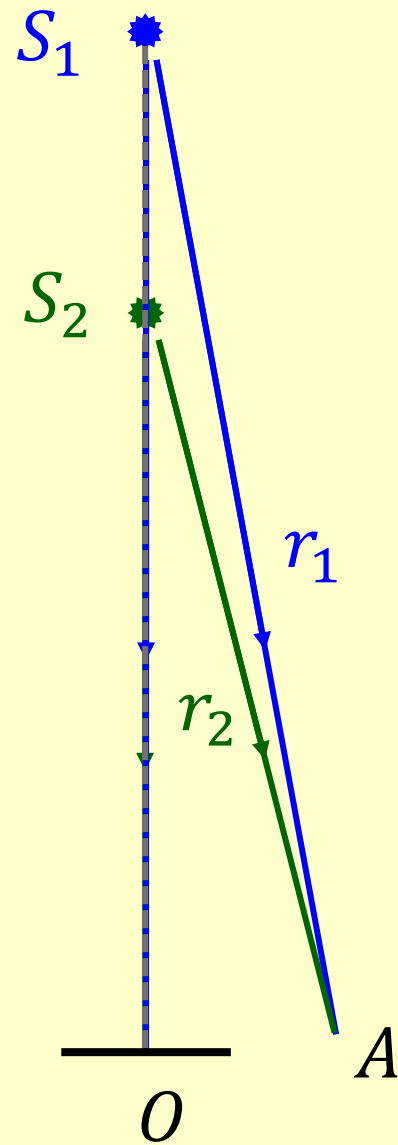


$$\Delta S(O) = 2(L_1 - L_2)$$

# 非定域干涉条纹的成因

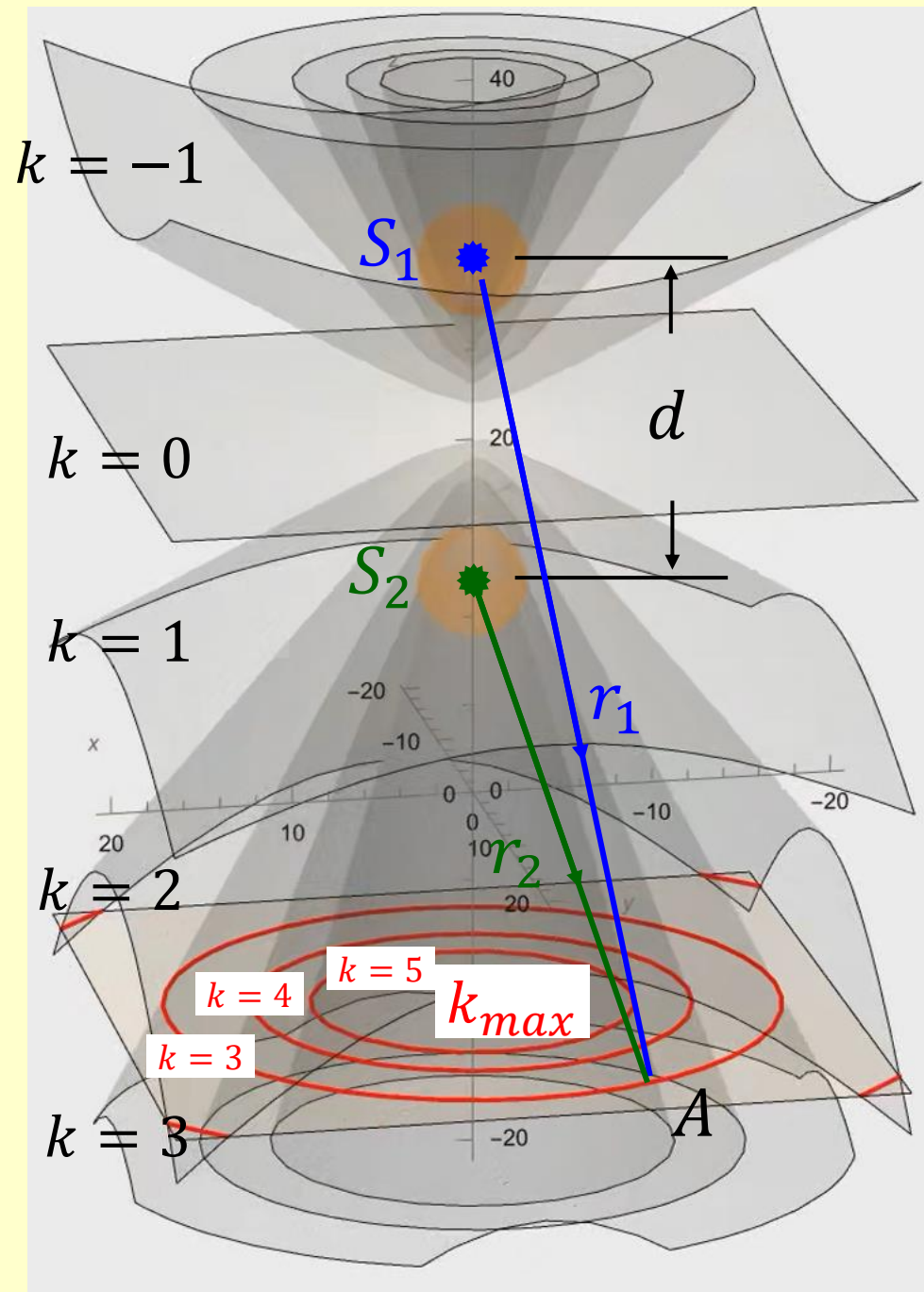


# 非定域干涉条纹的成因



$$\Delta S(A) = r_1 - r_2 = \begin{cases} k\lambda & A \text{ 为亮点} \\ k\lambda + \frac{1}{2}\lambda & A \text{ 为暗点} \end{cases}$$





$$k_{max} \lambda = (r_1 - r_2)_{max} \leq d$$

$d$  减小  $\rightarrow k_{max}$  减小  $\rightarrow$  截面环心吞圆环

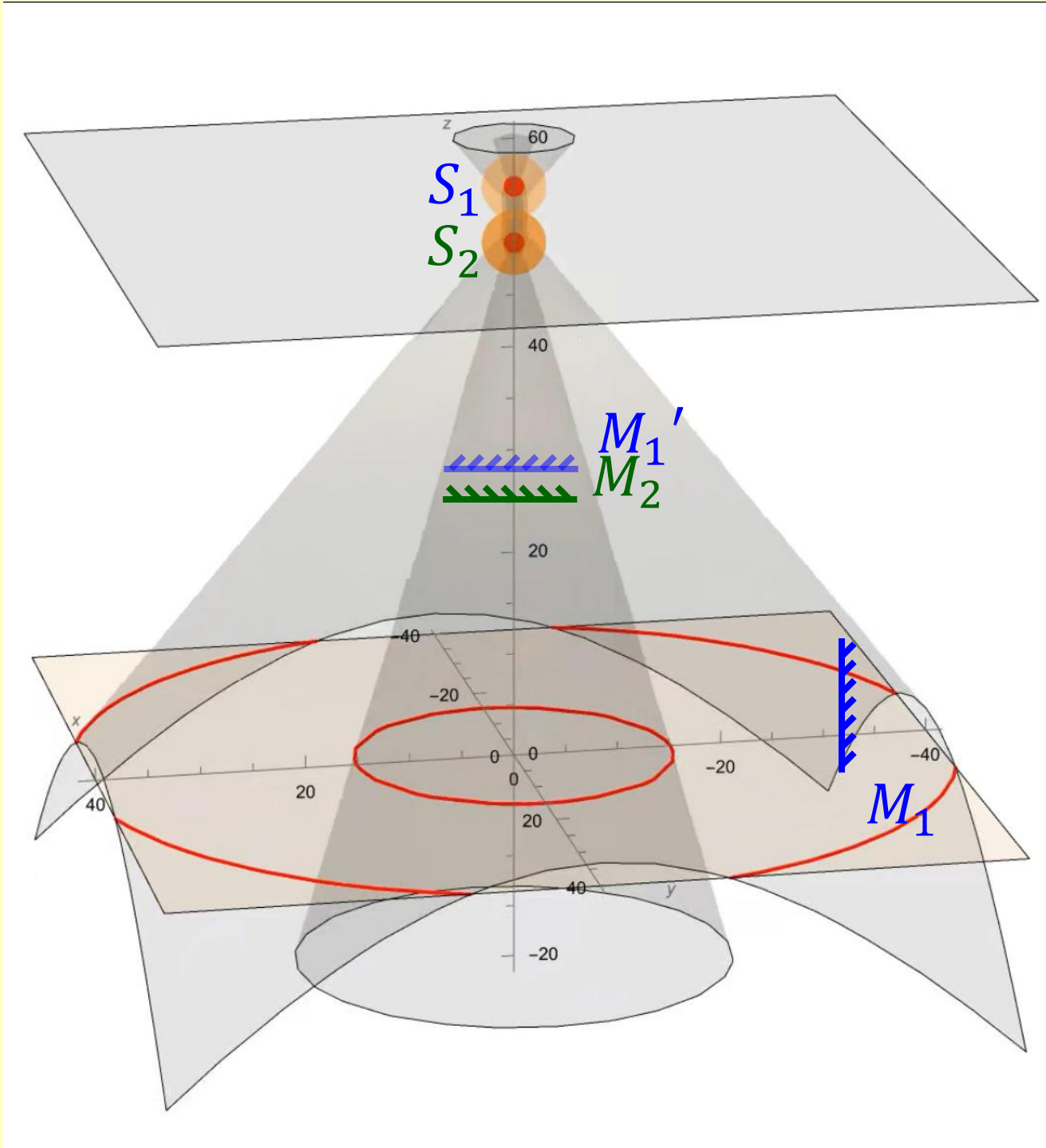
$d$  增大  $\rightarrow k_{max}$  增大  $\rightarrow$  截面环心吐圆环

$$\Delta S(A) = r_1 - r_2 = \begin{cases} k \lambda & A \text{ 为亮点} \\ k \lambda + \frac{1}{2} \lambda & A \text{ 为暗点} \end{cases}$$

# 干涉条纹的变化

$|d|$  增大  $\rightarrow$  环心吐圆环

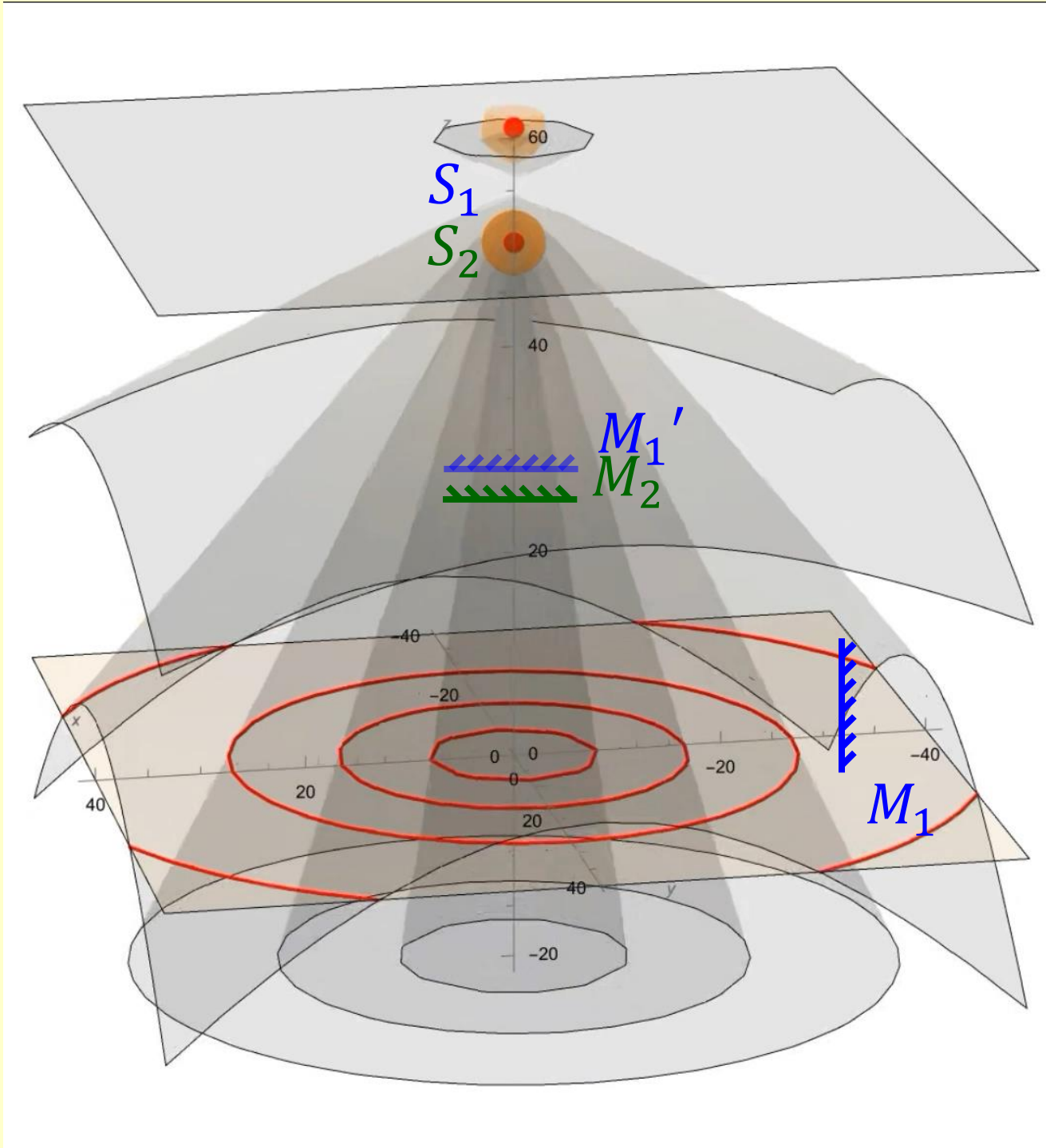
$|d|$  减小  $\rightarrow$  环心吞圆环



# 干涉条纹的变化

$|d|$  增大  $\rightarrow$  环心吐圆环

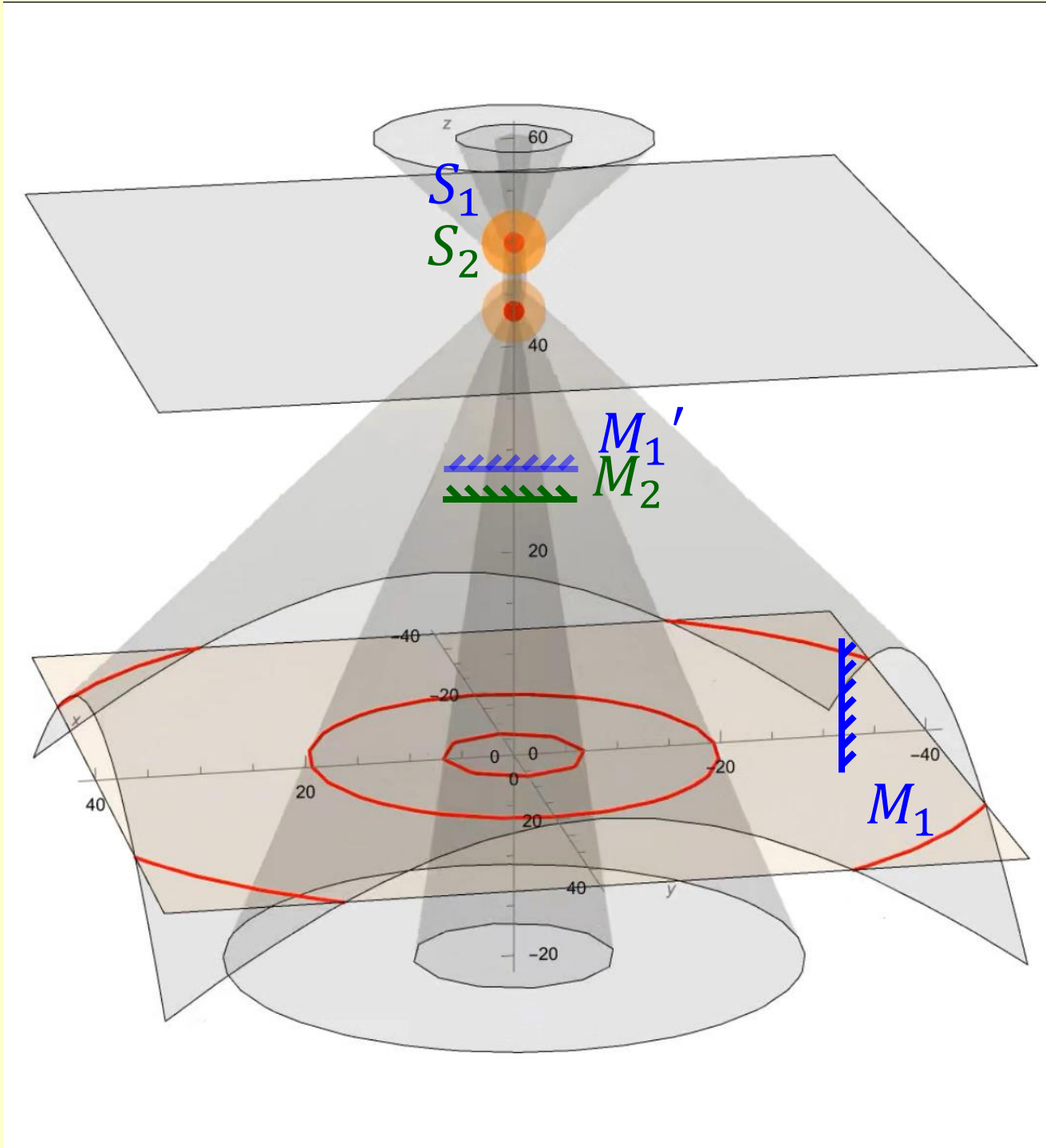
$|d|$  减小  $\rightarrow$  环心吞圆环



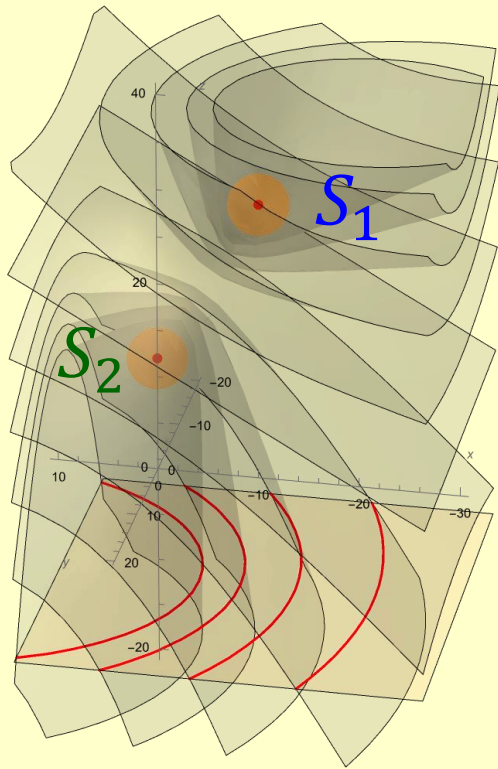
# 干涉条纹的变化

$|d|$  增大  $\rightarrow$  环心吐圆环

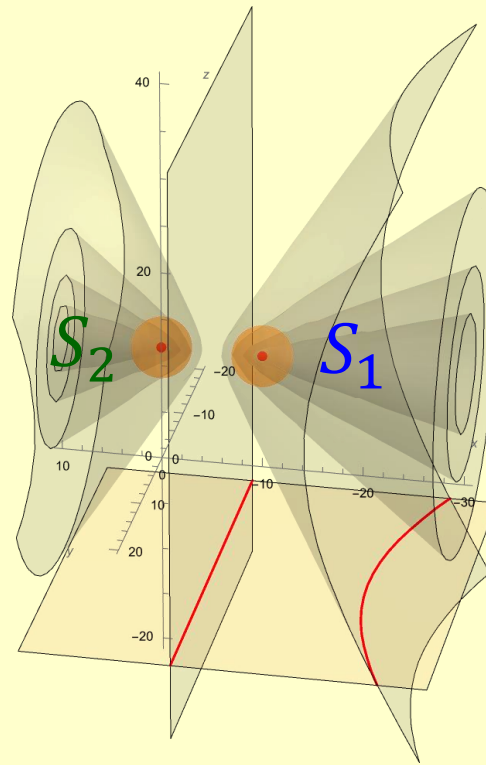
$|d|$  减小  $\rightarrow$  环心吞圆环



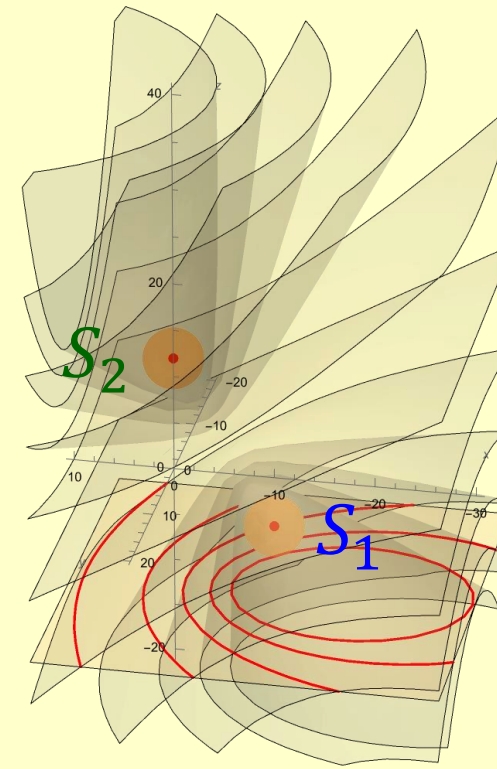
# 干涉条纹的形态



环心在左



直条纹



环心在右



# 规律总结

## 条纹形态 与 虚光源位置 的关系

虚光源连线垂直于观察屏 → 圆环形条纹

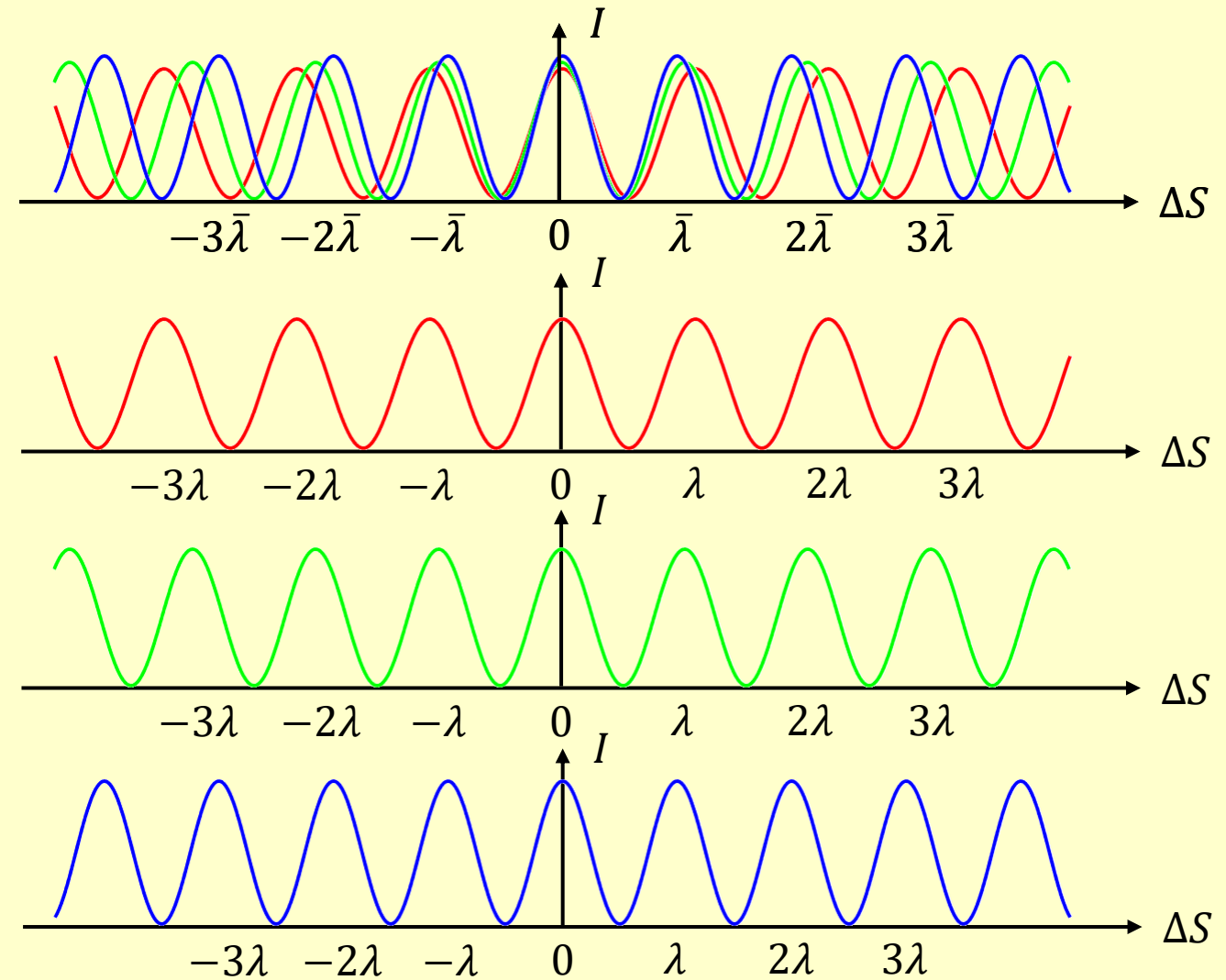
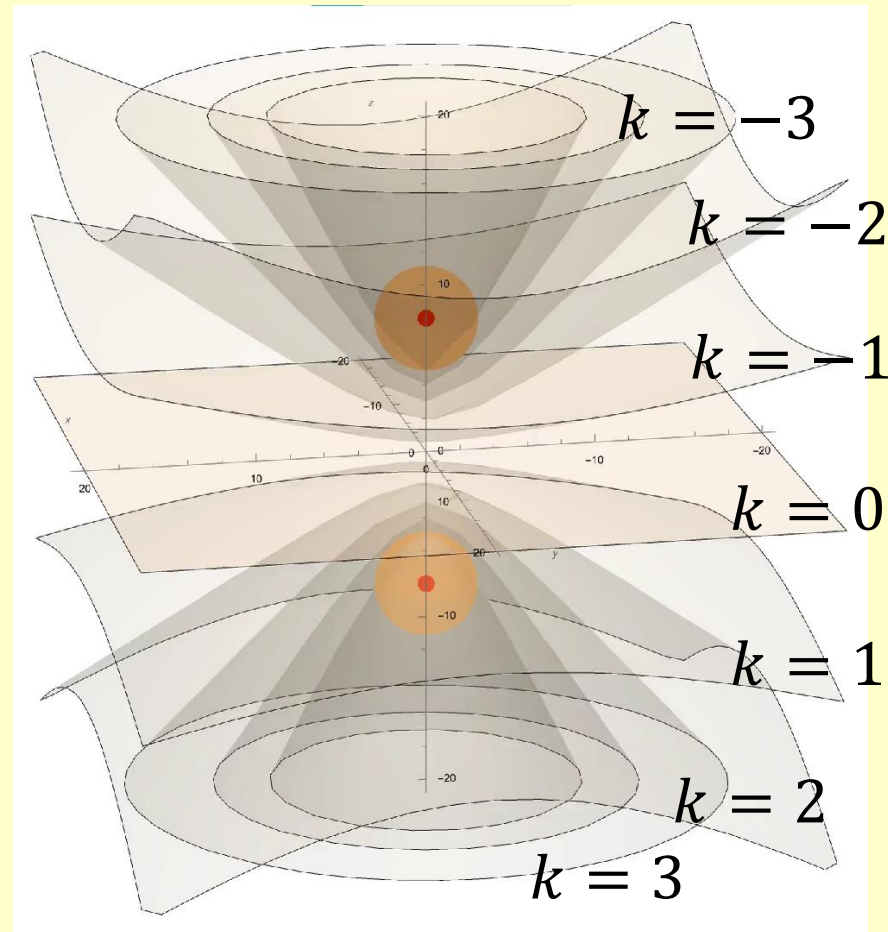
虚光源连线平行于观察屏 → 直条纹

## 圆环条纹变化规律

虚光源间距减小 → 吞圆环

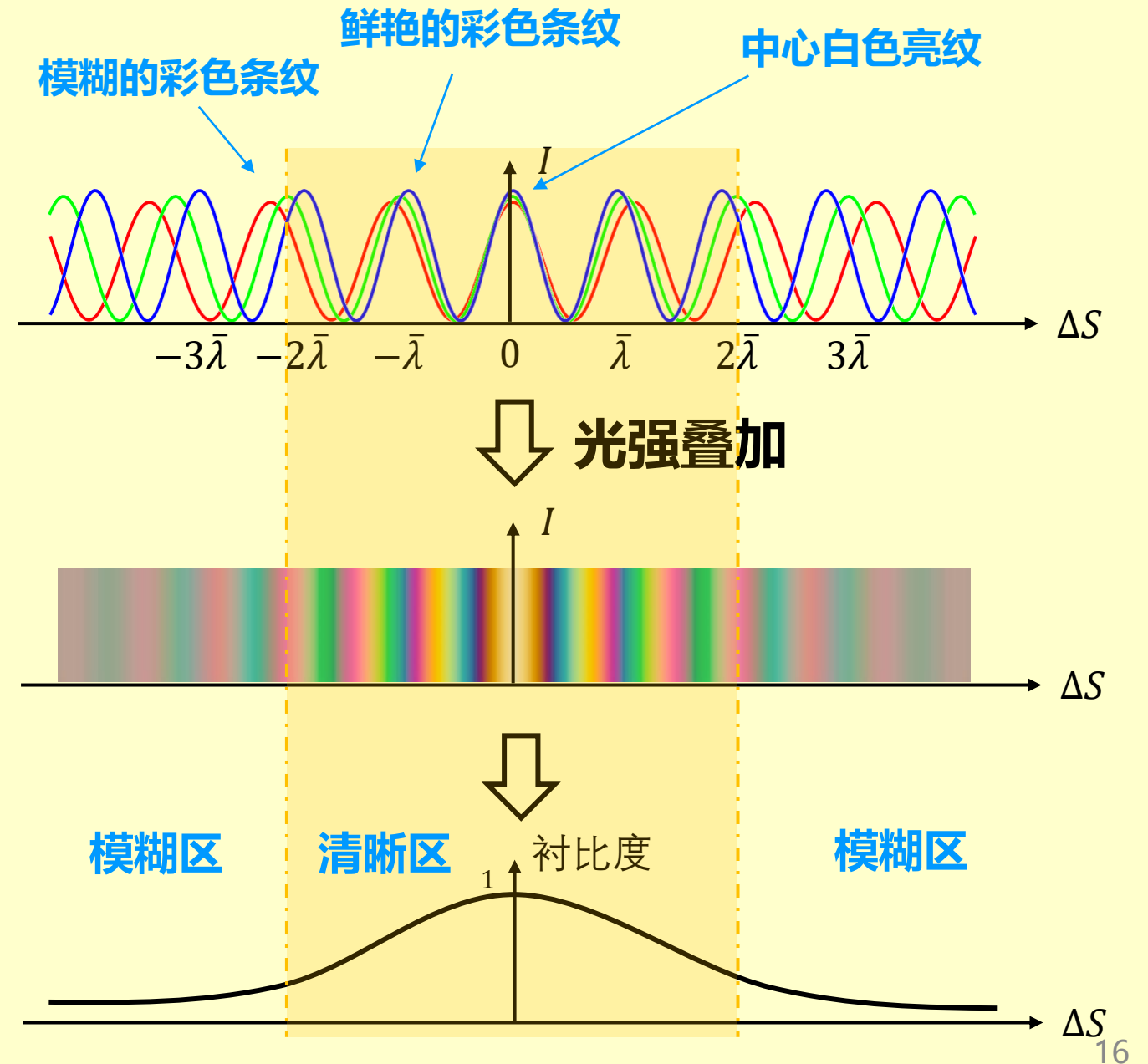
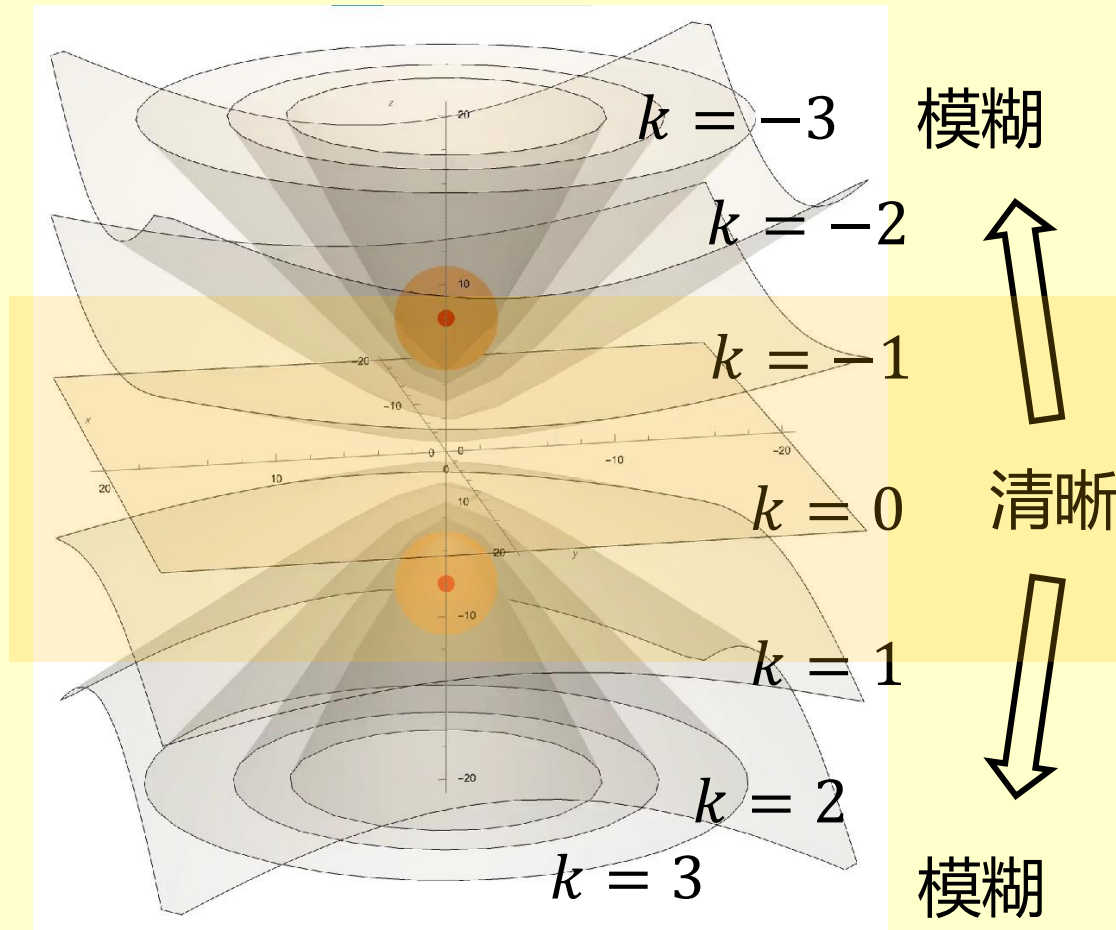
虚光源间距增大 → 吐圆环

# 定域性的成因





# 定域性的成因



# 定域性的成因

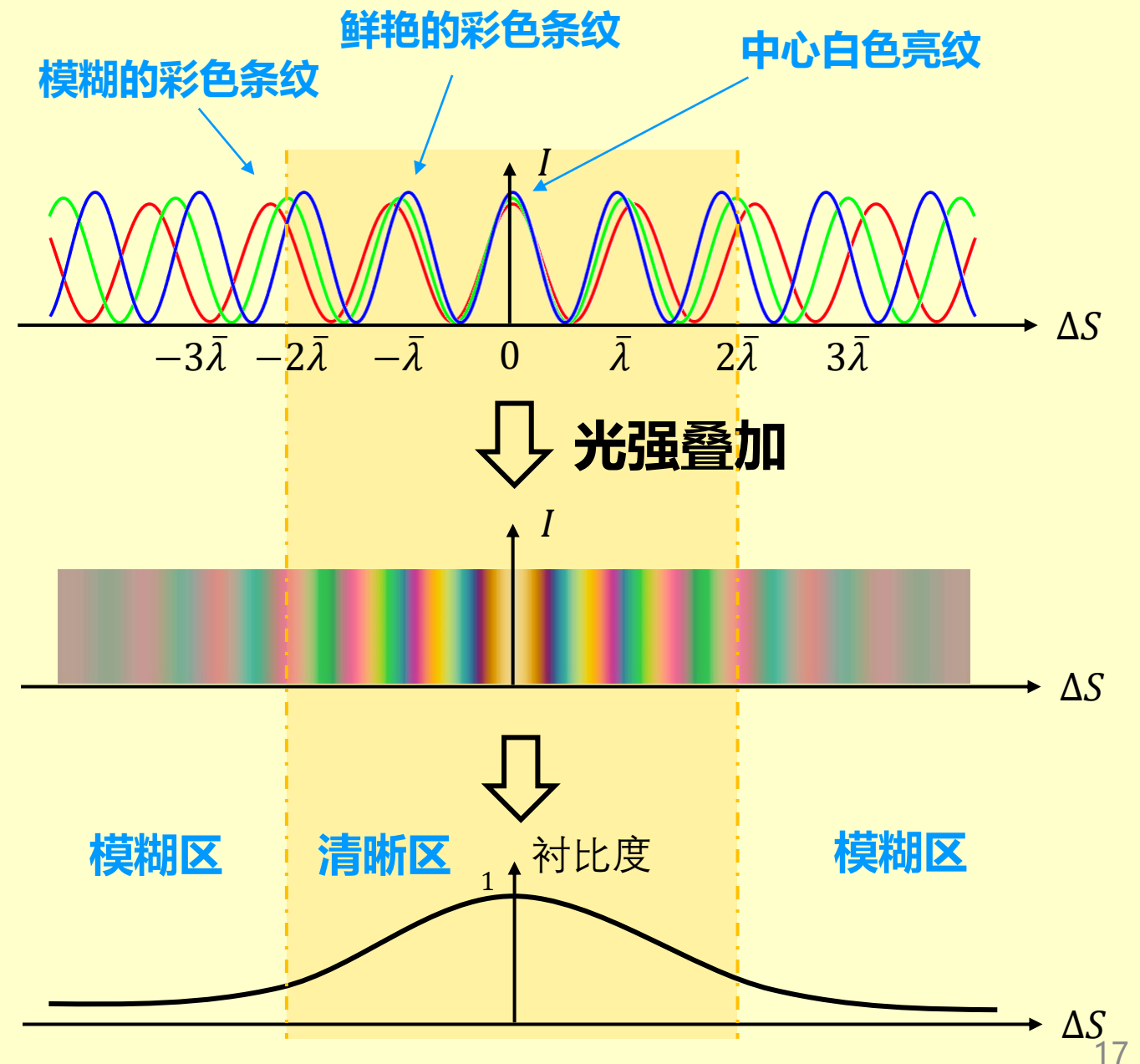
单色光非定域干涉场

↓ 非相干叠加

复色光定域干涉场



定域性为观测带来了困难



# 定域范围与光源相干性有关

光源相干性越好

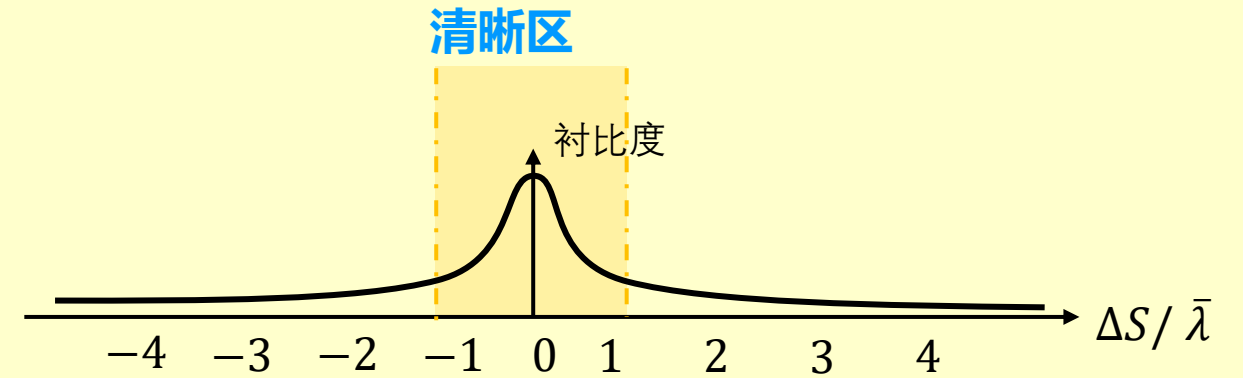


清晰区的条纹级数越多

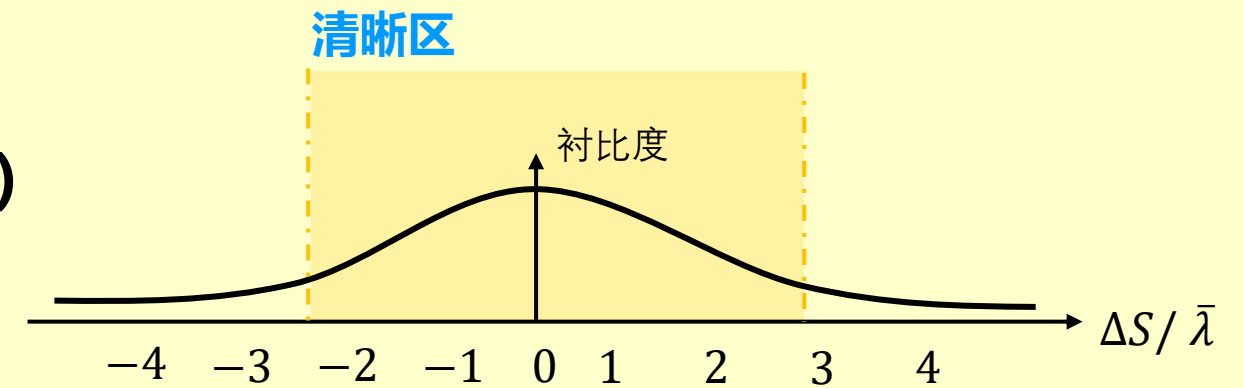


定域范围越大

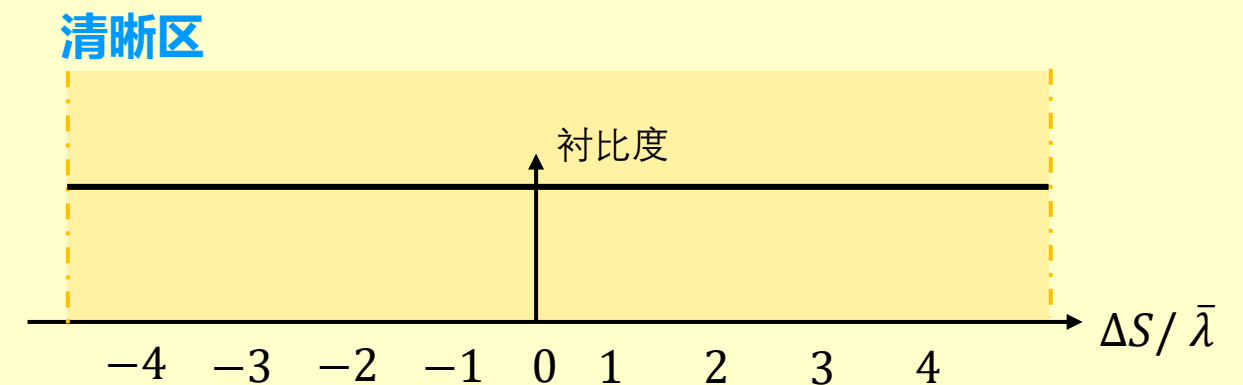
连续谱（白光）  
干涉场



分立谱（稀土灯）  
干涉场



激光干涉场



# 定域范围与虚光源间距有关

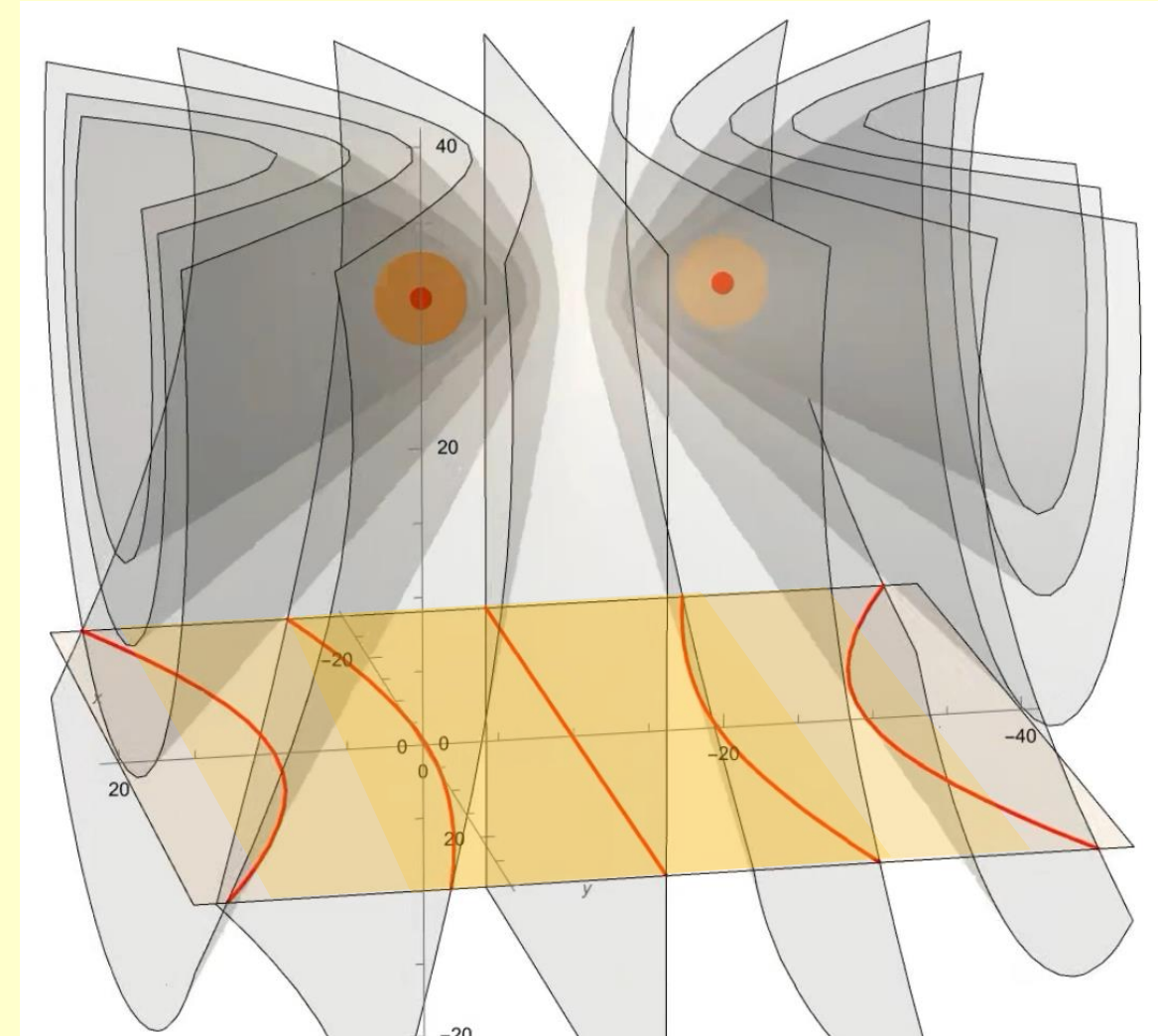
虚光源距离越近



清晰区的条纹越宽

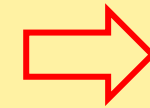


定域范围越大



# 实验启示

- 利用辅助光源
- 缩小虚光源距离



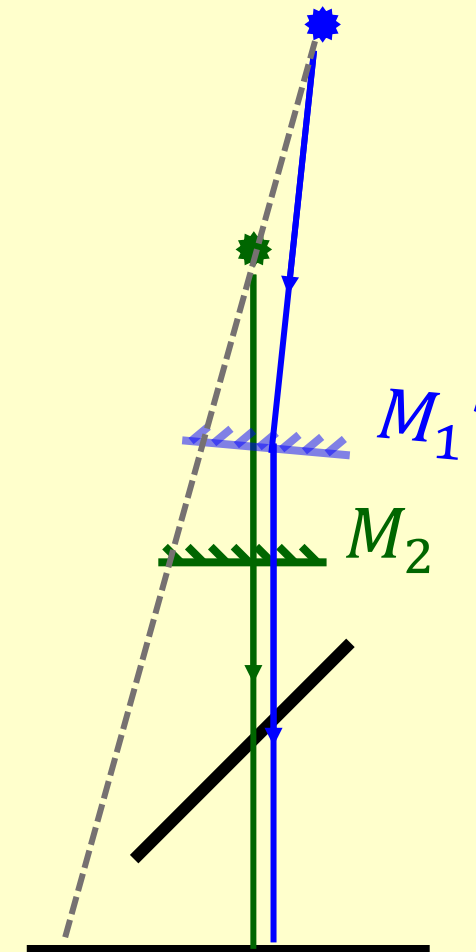
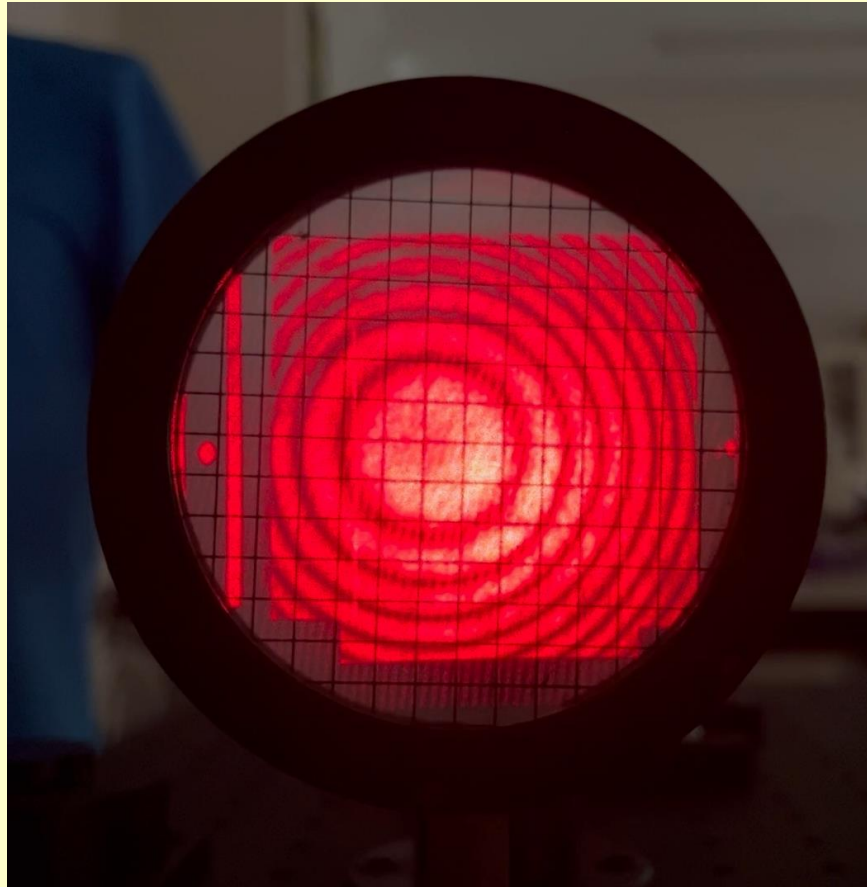
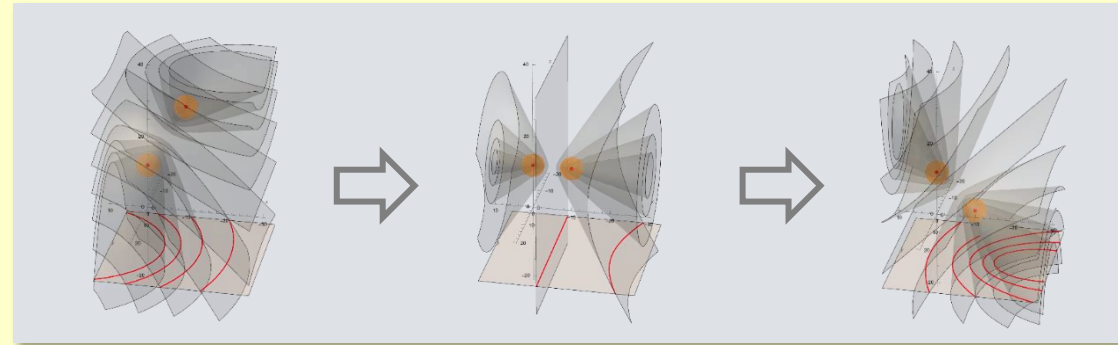
寻找零光程差面



!!!

# 寻找白光条纹

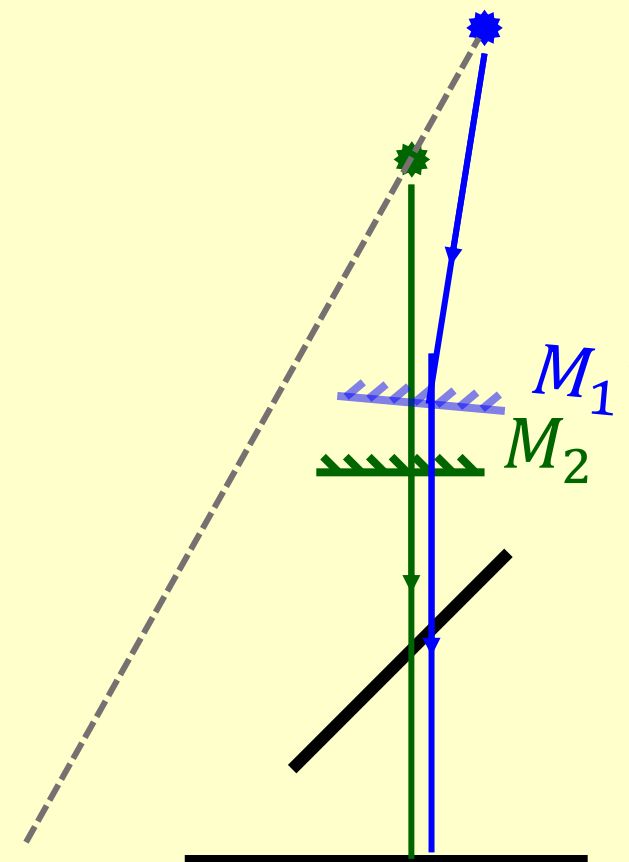
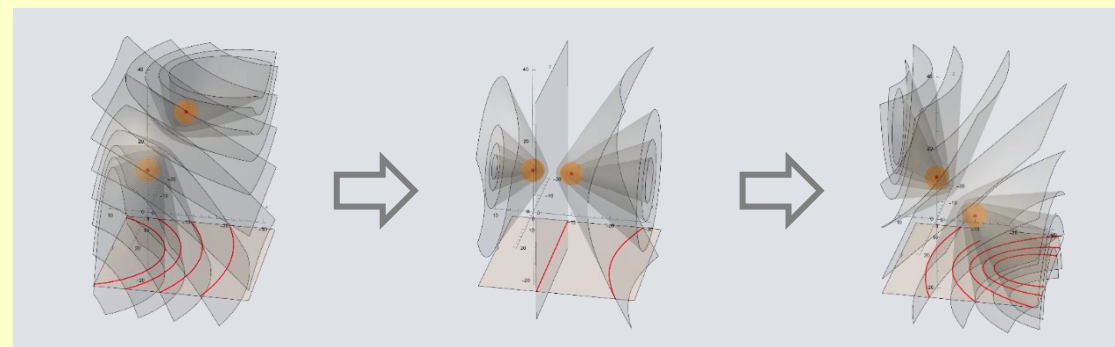
吞圆环  $\leftrightarrow$  虚光源间距减小





# 寻找白光条纹

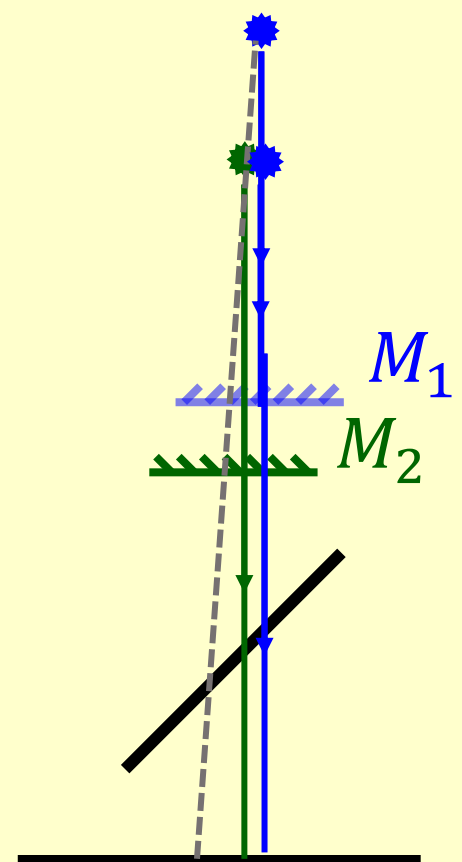
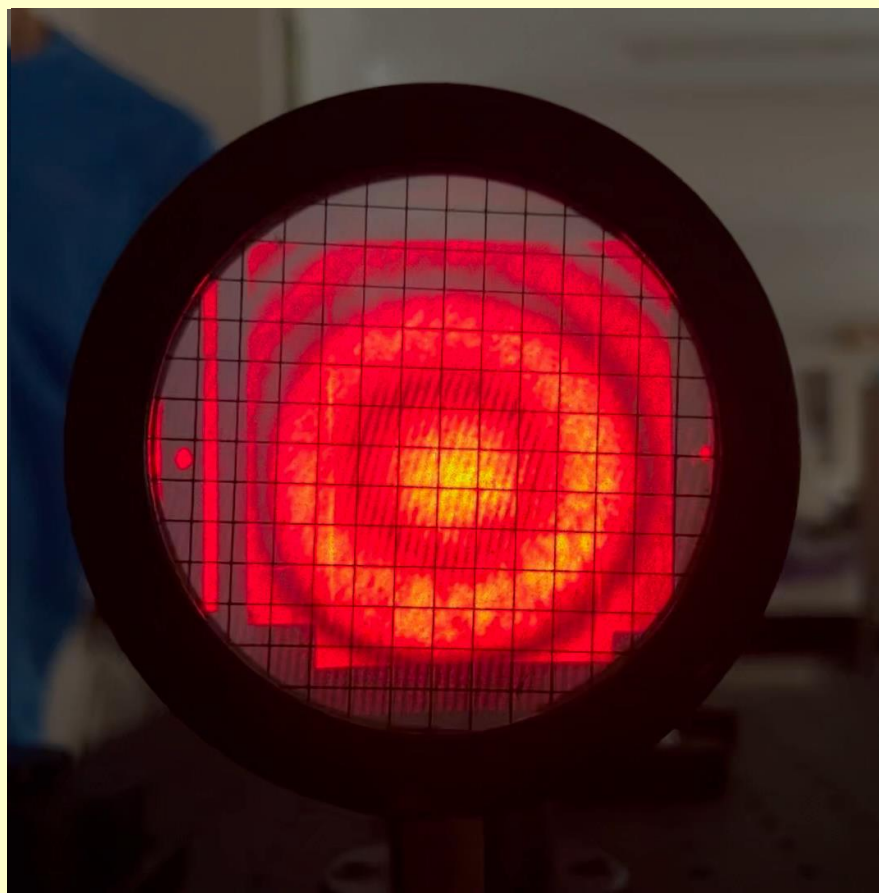
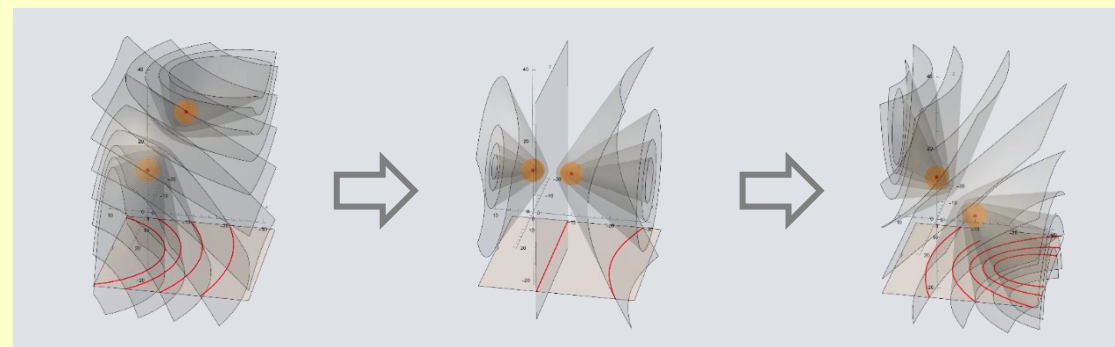
吞圆环  $\leftrightarrow$  虚光源间距减小





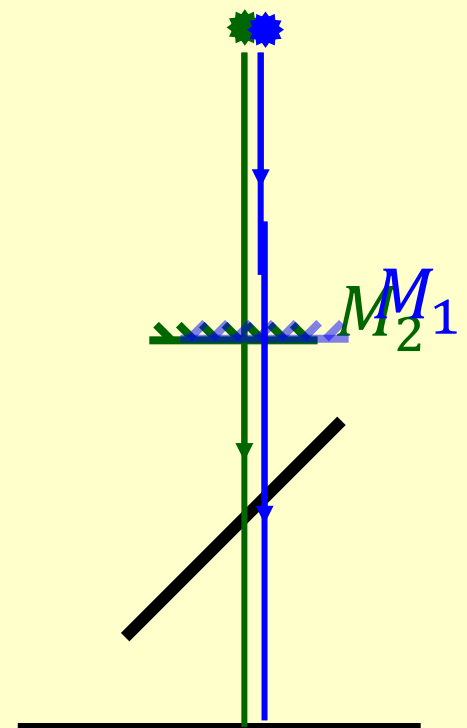
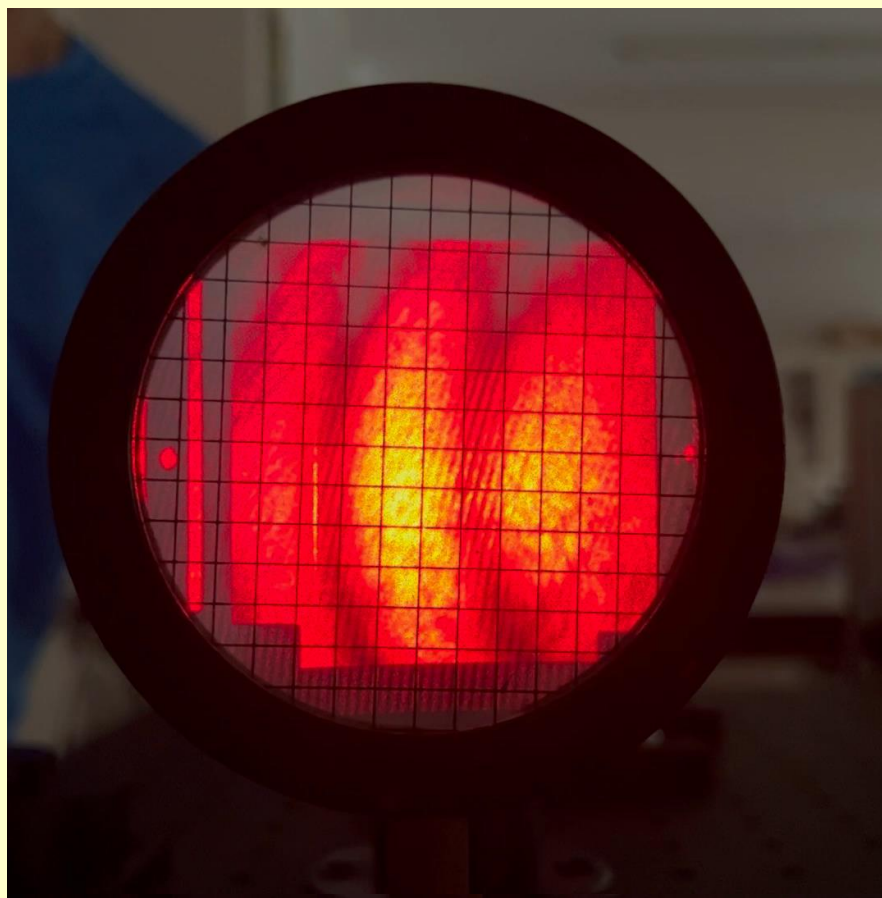
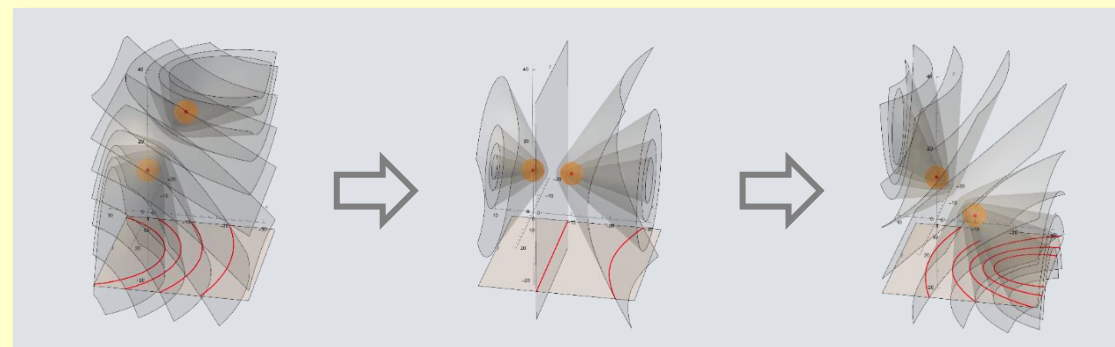
# 寻找白光条纹

吞圆环  $\leftrightarrow$  虚光源间距减小

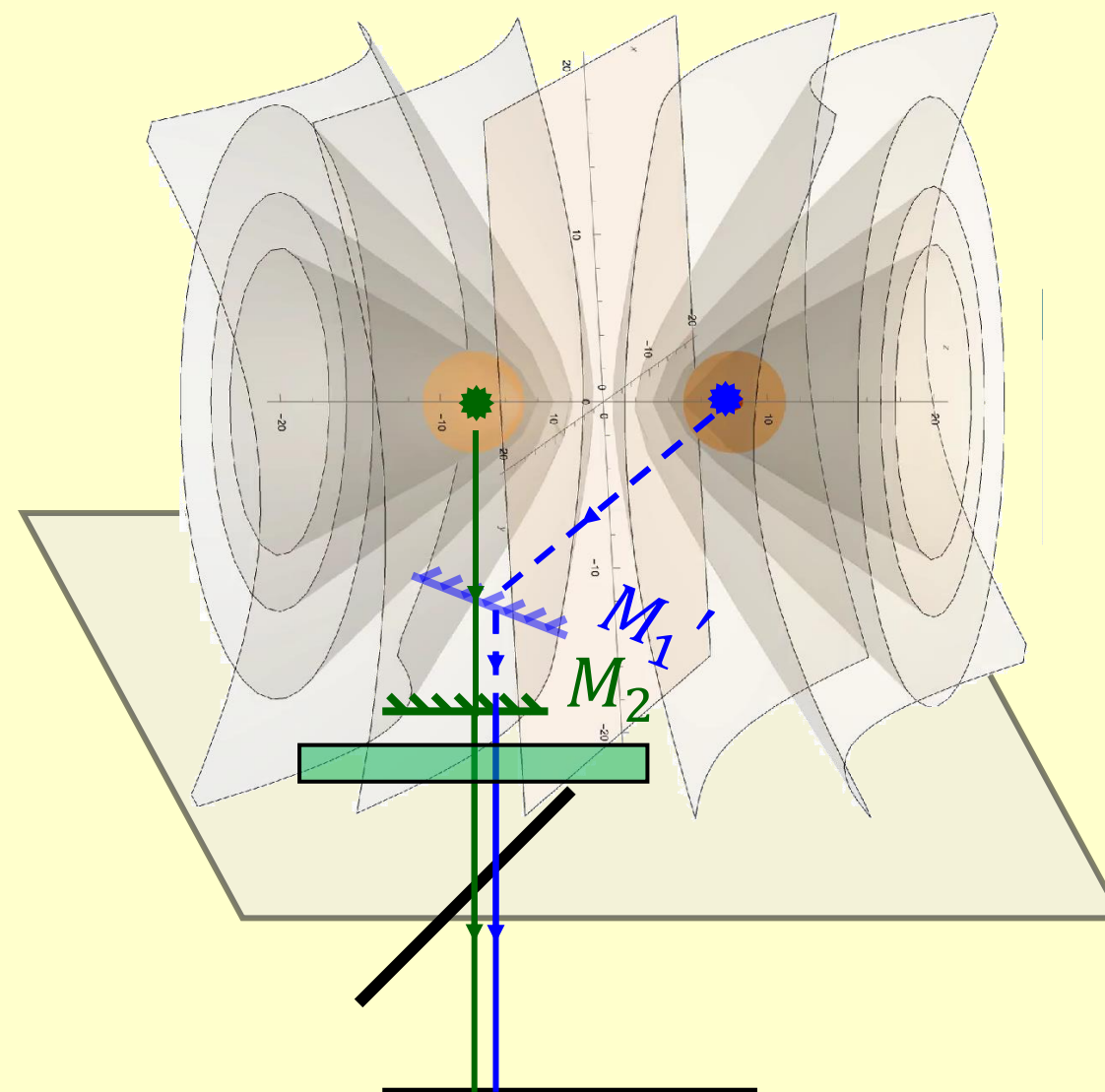
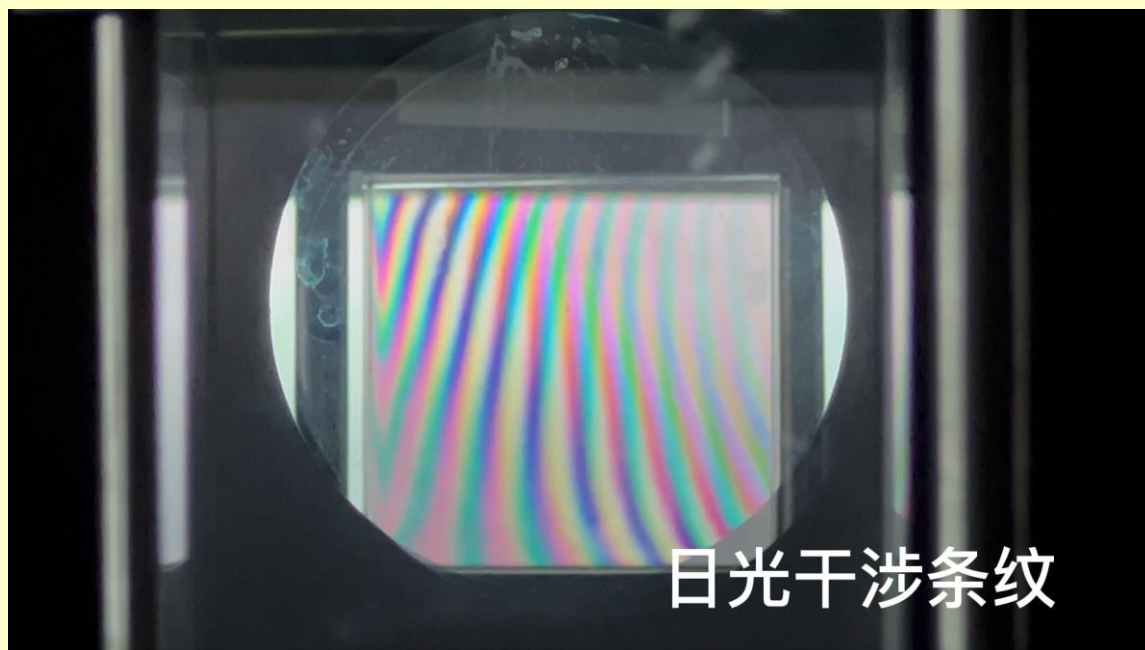


# 寻找白光条纹

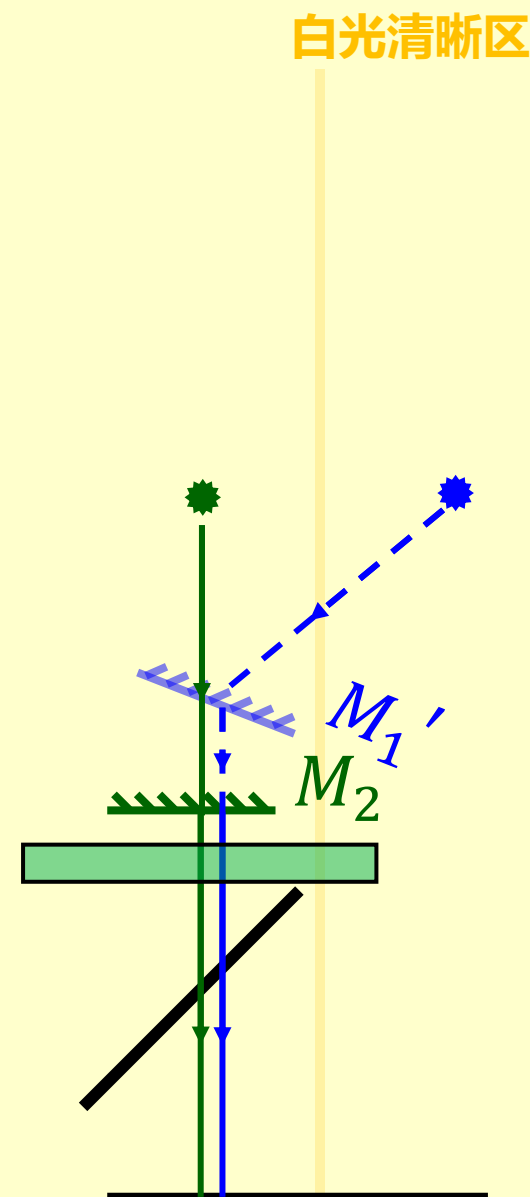
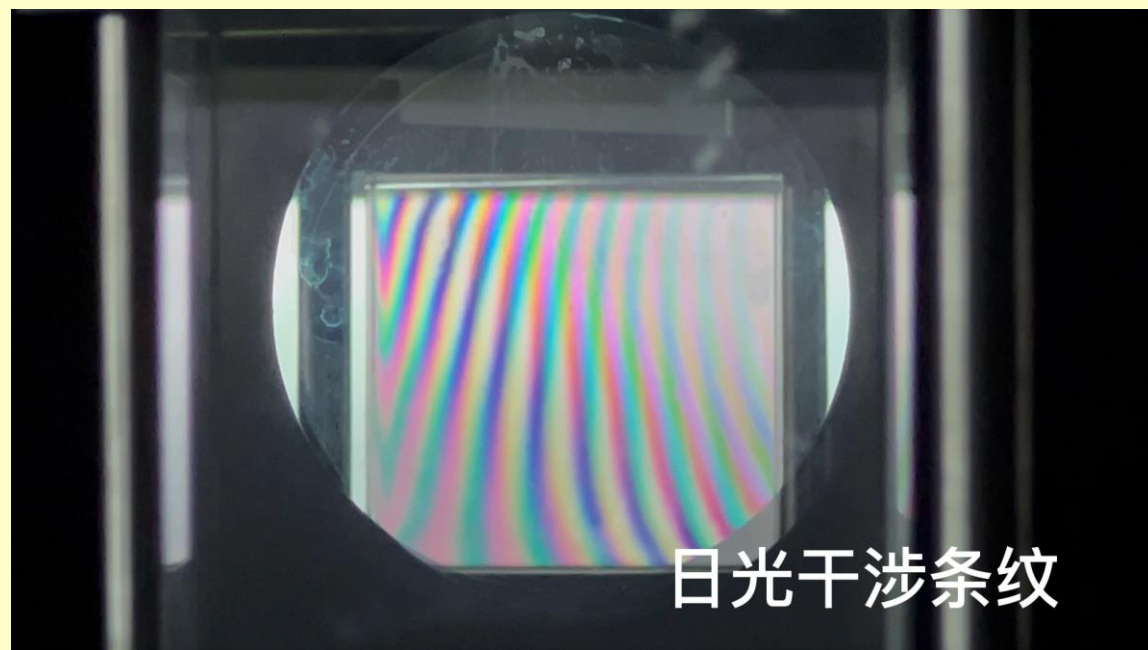
吞圆环  $\leftrightarrow$  虚光源间距减小



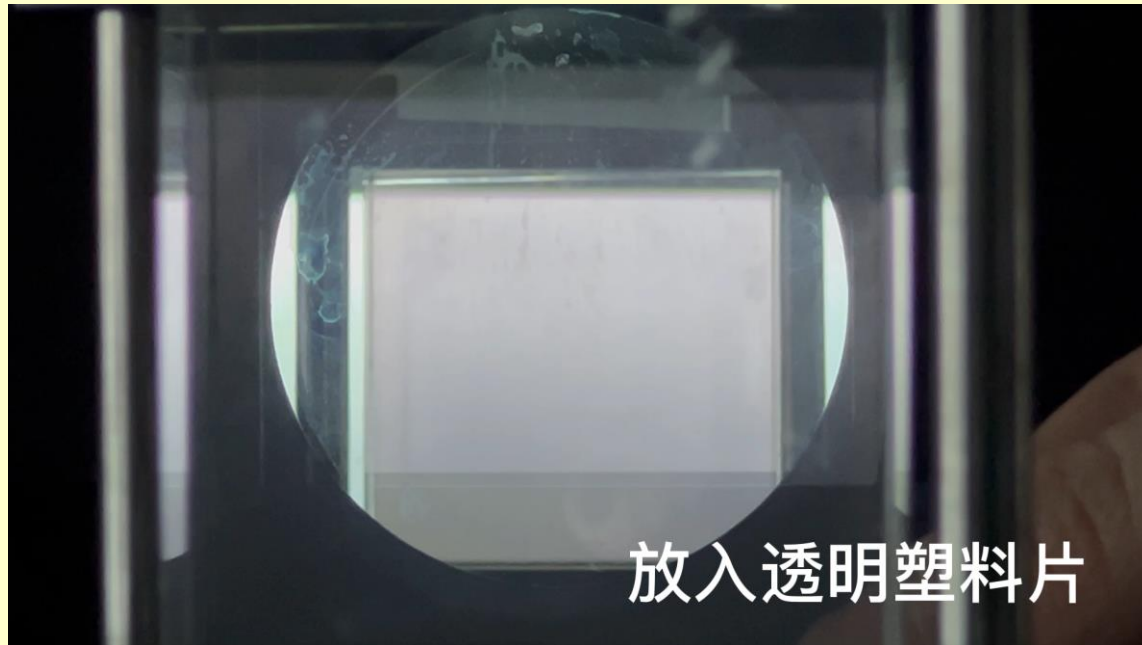
# 测量透明塑料片的折射率



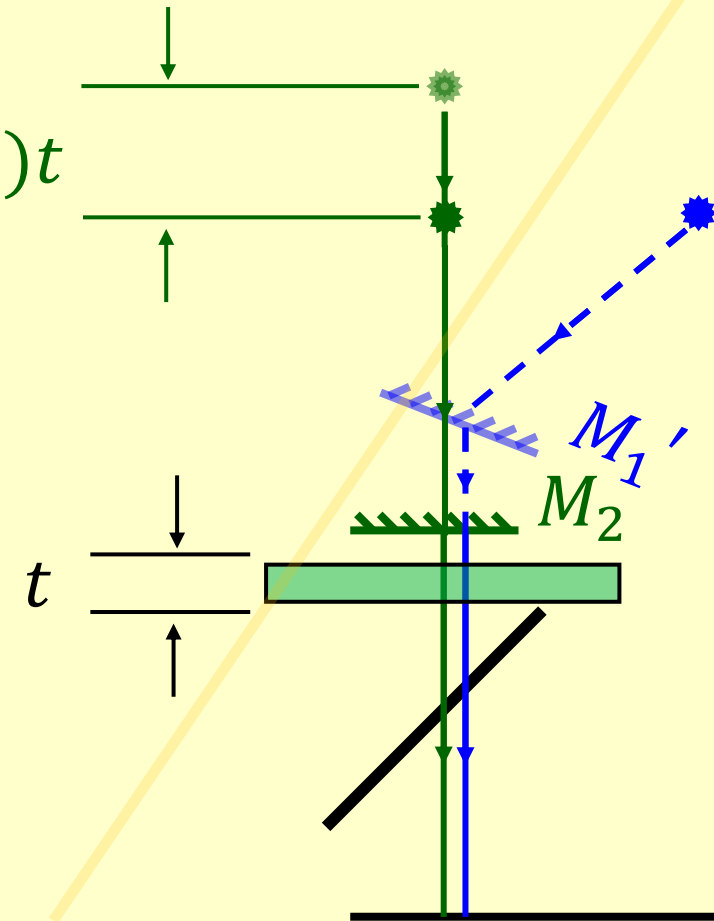
# 测量透明塑料片的折射率



# 测量透明塑料片的折射率



$$2(n-1)t$$

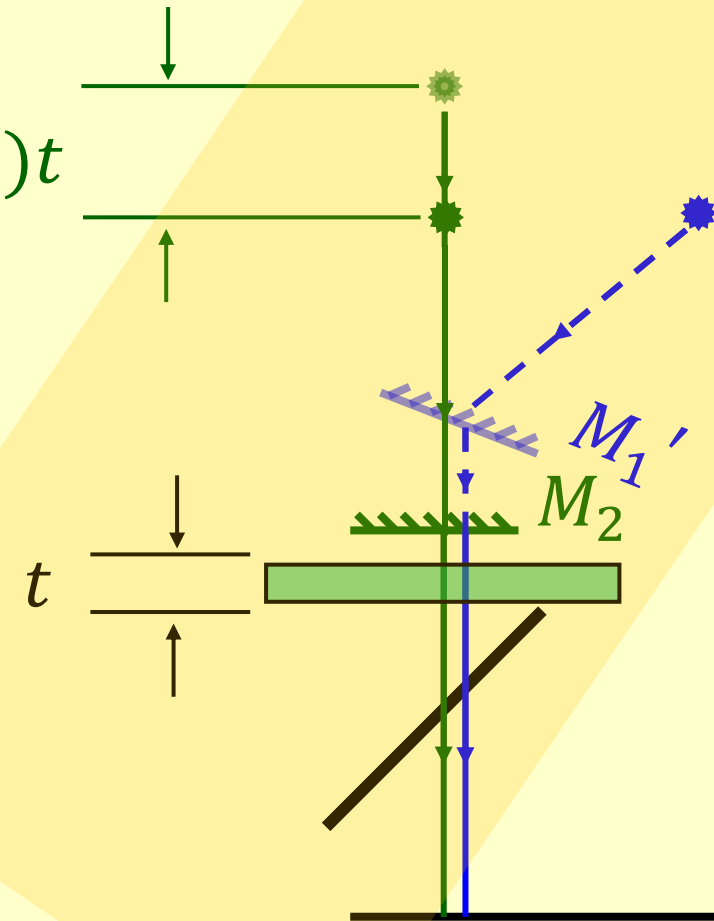




# 测量透明塑料片的折射率



$$2(n-1)t$$

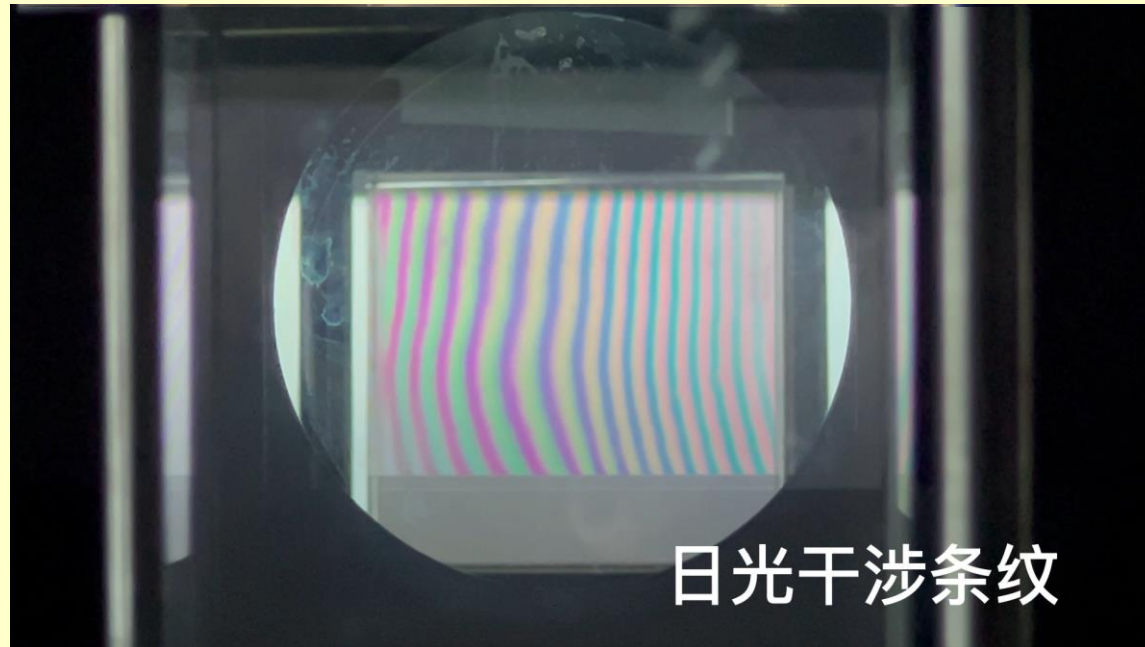




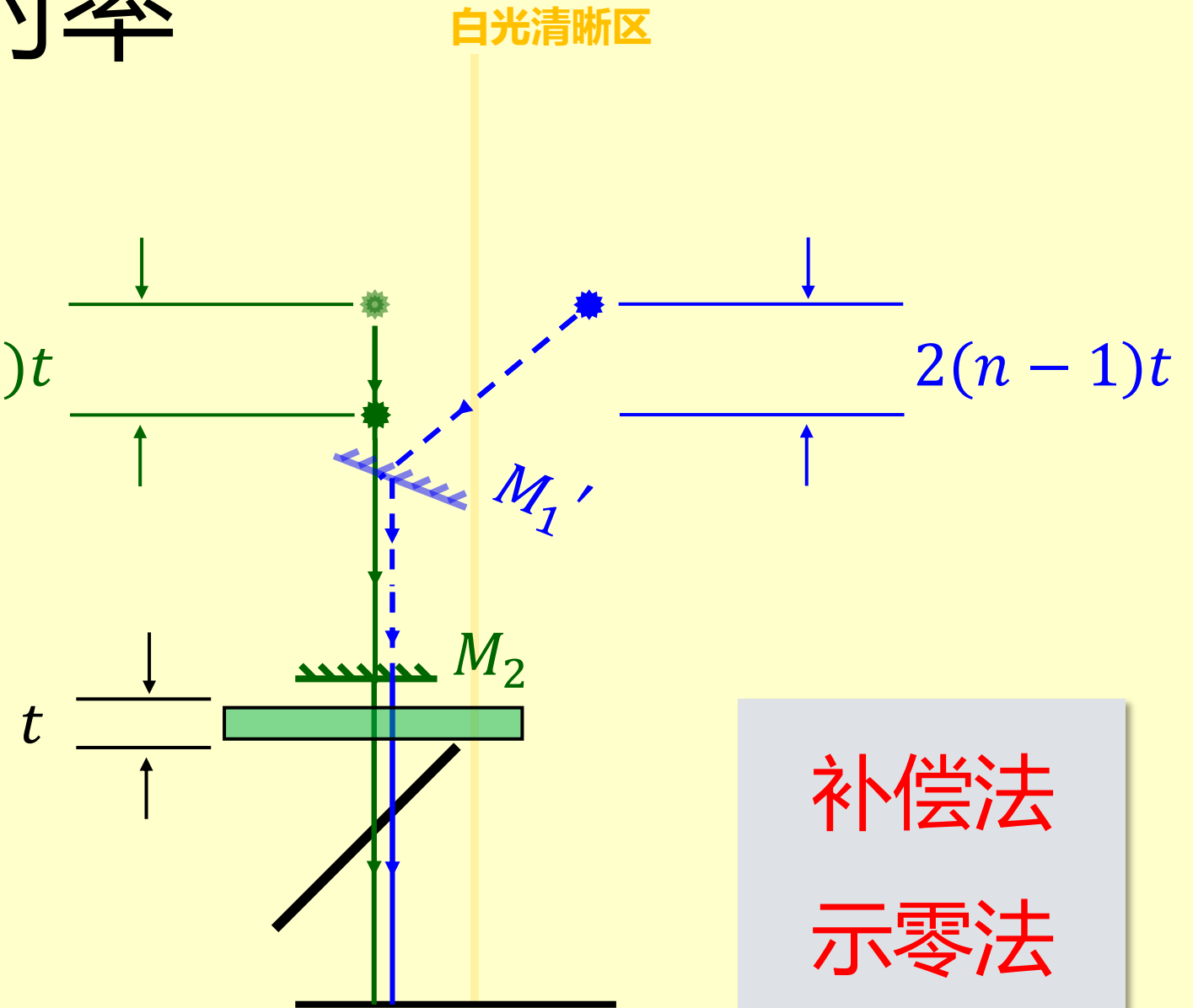


# 测量透明塑料片的折射率

$$\Delta l = (n - 1)t \Leftrightarrow n = 1 + \frac{\Delta l}{t}$$

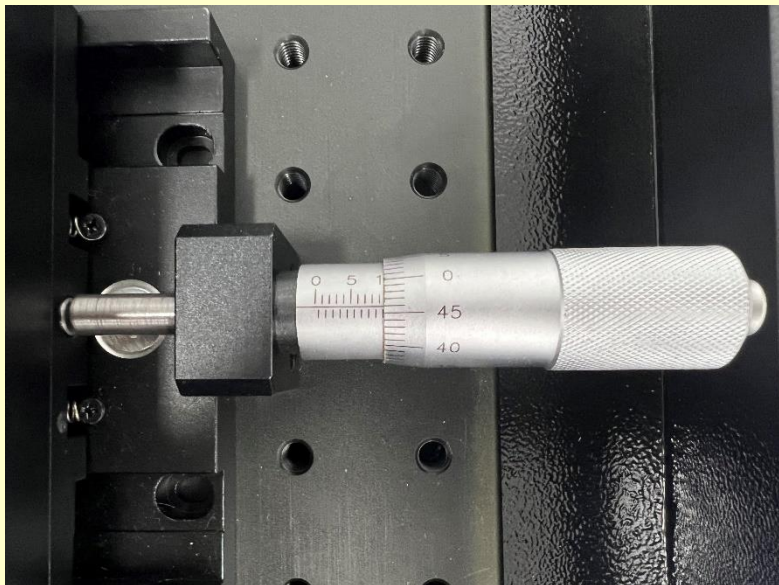
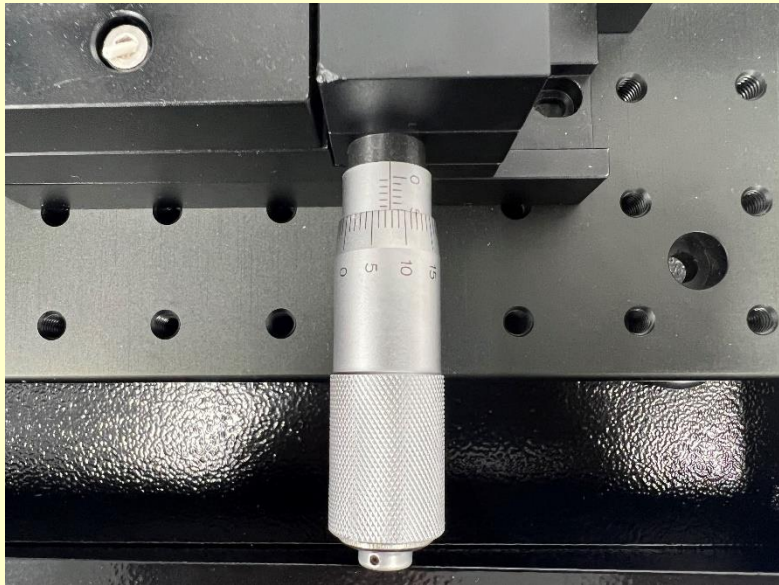


$$2(n - 1)t$$



补偿法  
示零法

# 一、实验仪器介绍



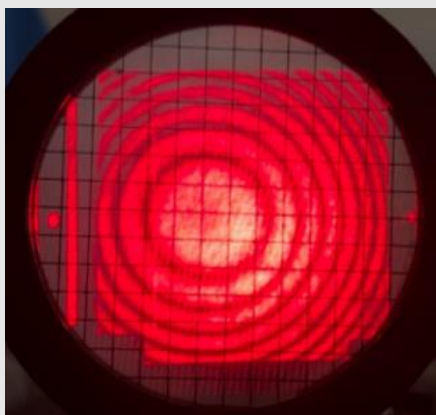
实物演示



## 二、寻找白光条纹

### 1 激光条纹

目标现象



实物演示



## 二、寻找白光条纹

### 2 条纹调粗

目标现象



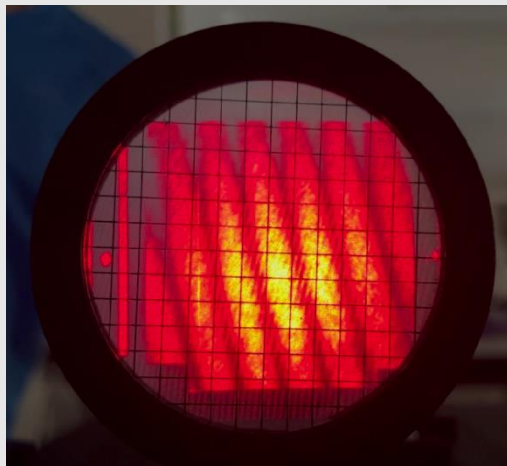
实物演示



## 二、寻找白光条纹

### 3 条纹调直

目标现象



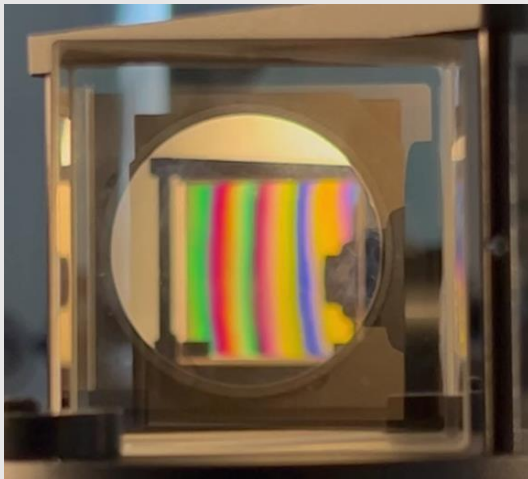
实物演示



## 二、寻找白光条纹

### 4 白光条纹

目标现象



实物演示

「

」

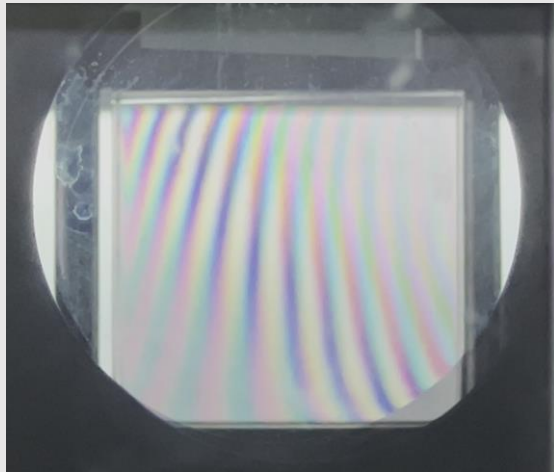
「

」

### 三、测量塑料薄片折射率

1 记录  $l_1$

目标现象



实物演示

「

」

└

└



## 三、测量塑料薄片折射率

### 2 插入薄片

目标现象



实物演示

「

」

「

」

# 三、测量塑料薄片折射率

## 3 辅助观察

目标现象



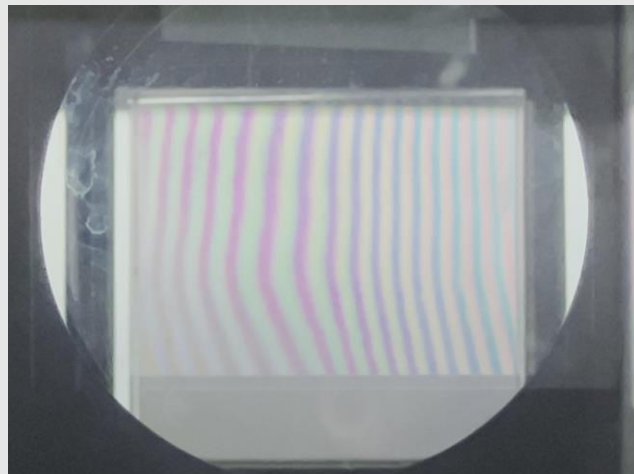
实物演示



# 三、测量塑料薄片折射率

## 4 补偿复位

目标现象



实物演示



### 三、测量塑料薄片折射率

5 记录  $l_2$

实物演示

「

」

└

└

# 三、测量塑料薄片折射率

6

数据处理

$$\bar{n} = 1 + \frac{\overline{\Delta l}}{\bar{t}}$$

分析A 类、B 类不确定度

测量反射镜  $M_1$  的补偿移动距离（单位：mm）

测量次数	1	2	3	4	5
$l_1$	5.8662	x	x	x	x
$l_2$	6.0017	x	x	x	x
$\Delta l$	0.1354	x	x	x	x
$\overline{\Delta l}$	xxx				

测量透明塑料片的厚度（单位：mm）

测量次数	1	2	3	4	5
$t$	0.189	x	x	x	x
$\bar{t}$	xxx				

# 要点总结

## 原理

- 激光的双曲面形非定域干涉场
- 白光干涉场的定域性

## 操作技巧

- 两种方法增大干涉条纹的清晰区



# 思考

- 测量折射率的白光干涉法和激光干涉法有什么区别？
- 实验中是否会遇到圆环形的彩色条纹？如何解释？

**请开始动手做实验吧！**