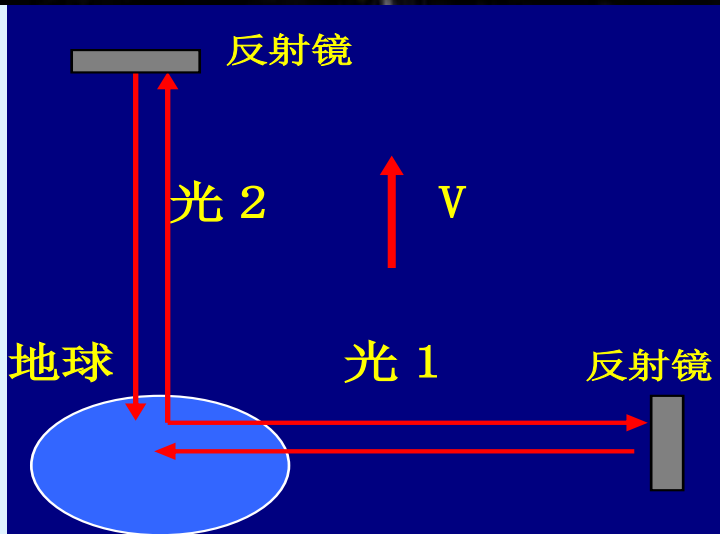
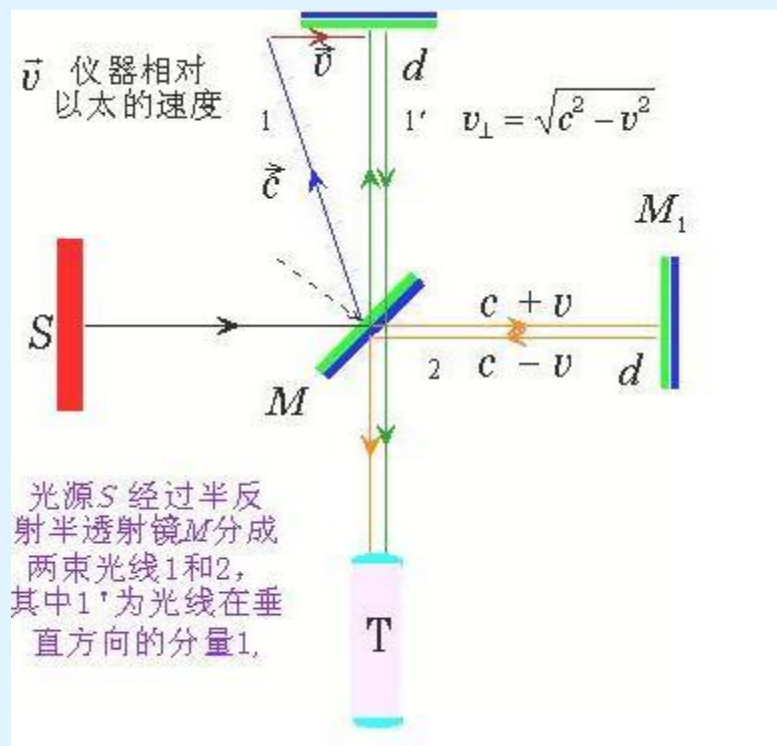


“以太”学说：以太在宇宙中无处不在，所有星球均在“以太海洋”里漂泊，“感受”到迎面吹来的“以太风”。



迈克尔逊干涉实验：
证明了“以太”学说的荒谬。

迈克尔逊-莫雷实验

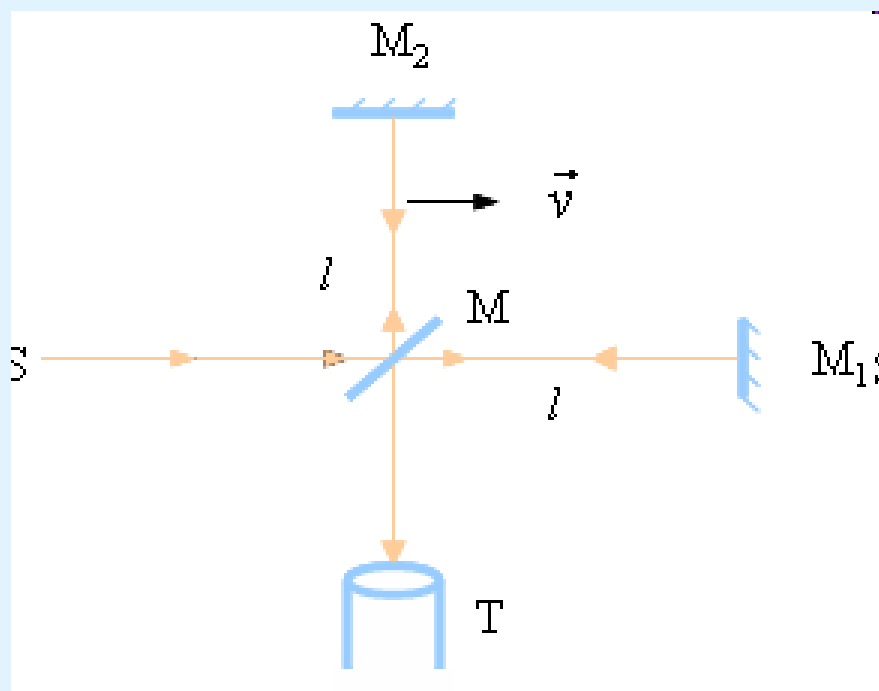


实验的基本思想:地球以30km/s的速度相对以太运动,地面上的观察者将会感到“以太风”

实验时,先使干涉仪的一臂与地球的运动方向平行,另一臂与地球的运动方向垂直

按照经典的理论,在运动的系统中,光速应该各向不同,因而可看到干涉条纹;再使整个仪器转过 $\pi/2$,就应该发现条纹的移动,由条纹移动的总数,就可算出地球运动的速度 v

当地球相对于以太的速度为 v 运动时，可看出光线 MM_1 和 M_1M 间犹如如顺水和逆水行舟，它相对于仪器的速度应各自为 $(c-v)$ 和 $(c+v)$ ，如果 MM_1 的长度为 l 时，那么光通过距离 MM_1+M_1M 所需的时间为：

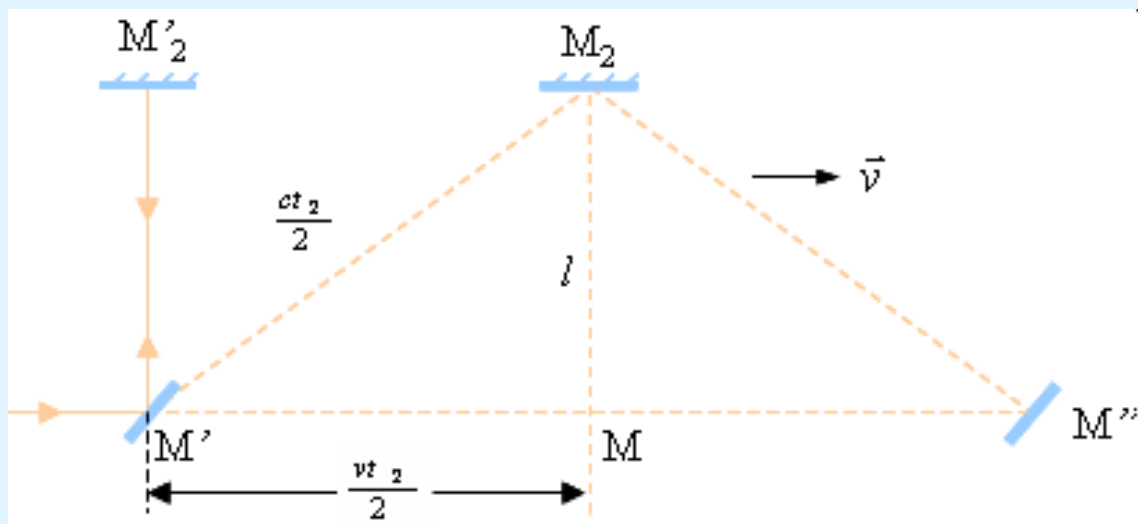


$$t_1 = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2cl}{c^2 - v^2}$$

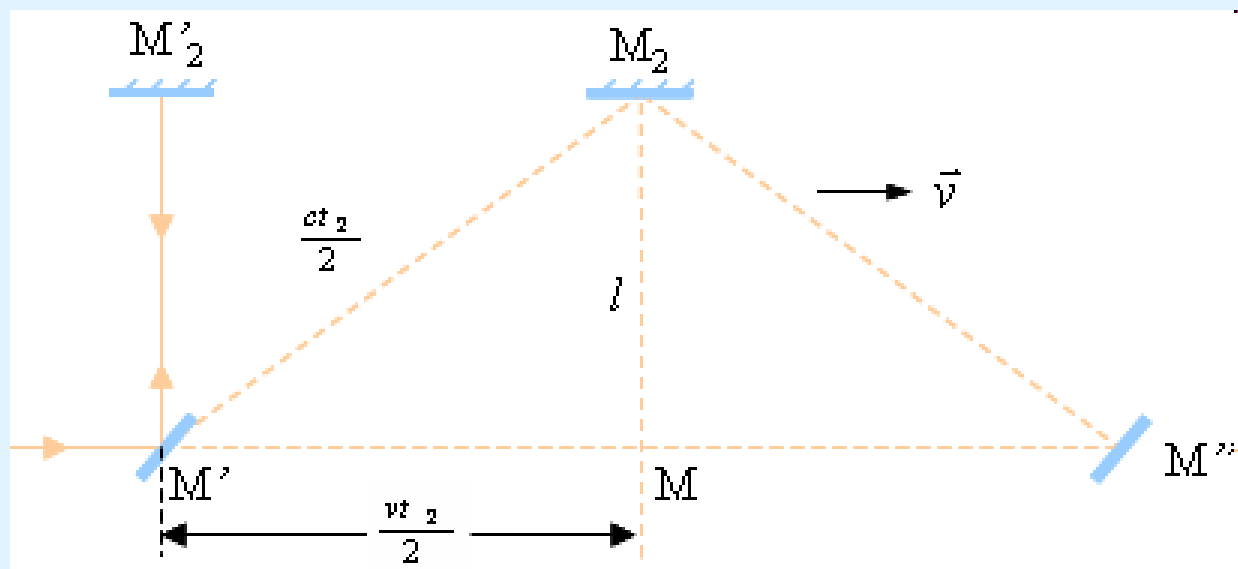
$$= \frac{2l}{c} \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{2l}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1}$$

光往返于 MM_2 和 M_2M 间类似横渡流水，在以太系看来光所走路径为 $M'M_2M''$ ，当 MM_2 的长度为 l 时，光通过距离 $M'M_2+M_2M''$ 所需的时间是 t_2

$$l^2 + \left(v \frac{t_2}{2}\right)^2 = \left(c \frac{t_2}{2}\right)^2$$



$$t_2 = \frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2l}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$



因为 $\frac{v^2}{c^2} \ll 1$ ，故作二项式展开，得

所以两束光到达的时间不同 $t_1 = \frac{2l}{c} \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)$

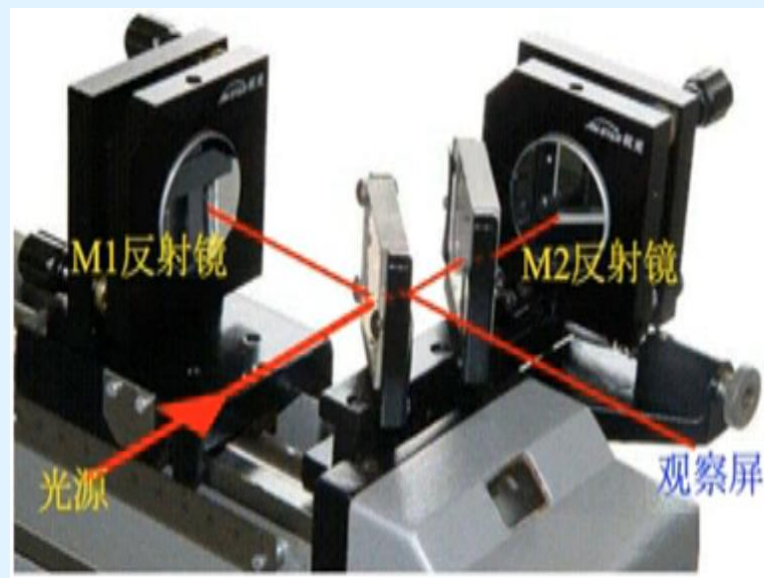
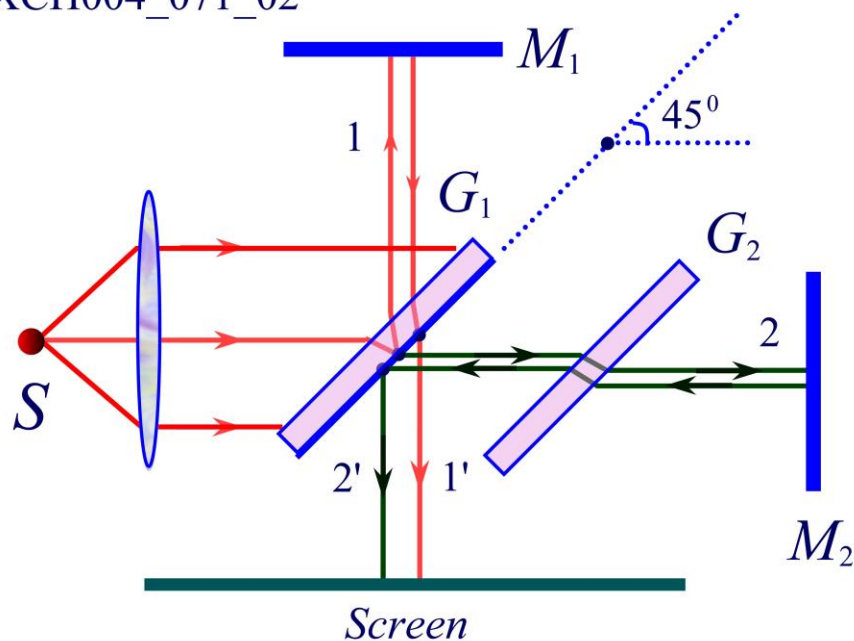
$$t_2 = \frac{2l}{c} \left(1 + \frac{v^2}{2c^2}\right)$$

09_03 迈克尔逊干涉仪

—— 平行单色光入射分光板 G_1 在镀膜面分为光束1和2

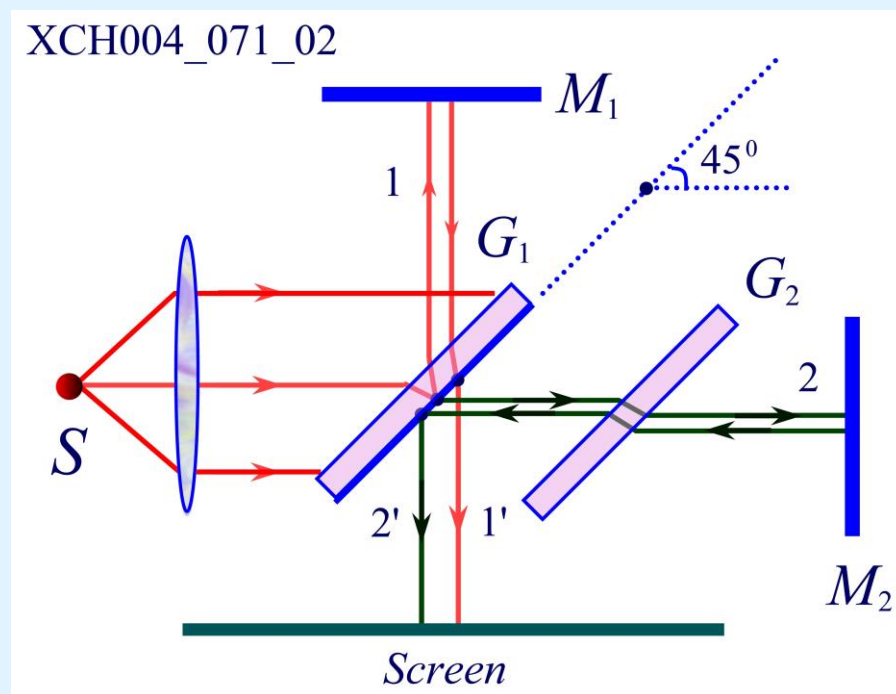
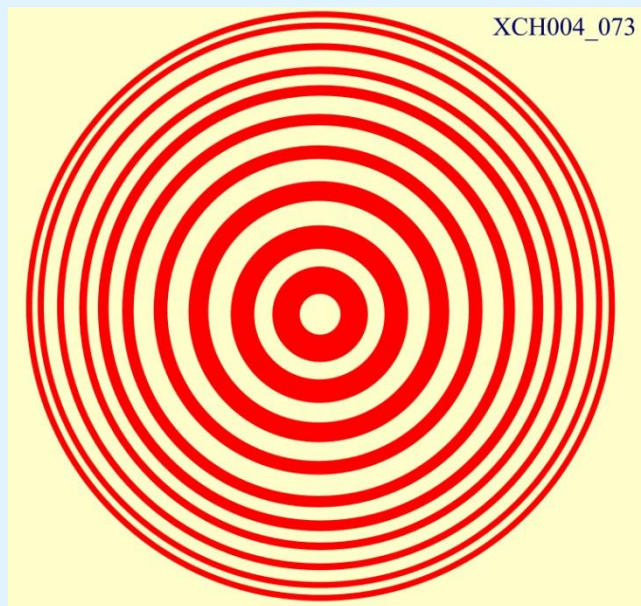
—— 光束1和2是相干光

XCH004_071_02



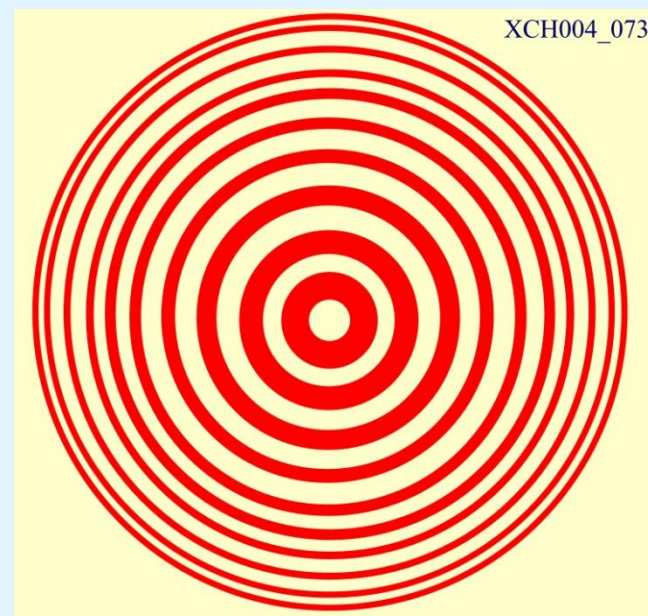
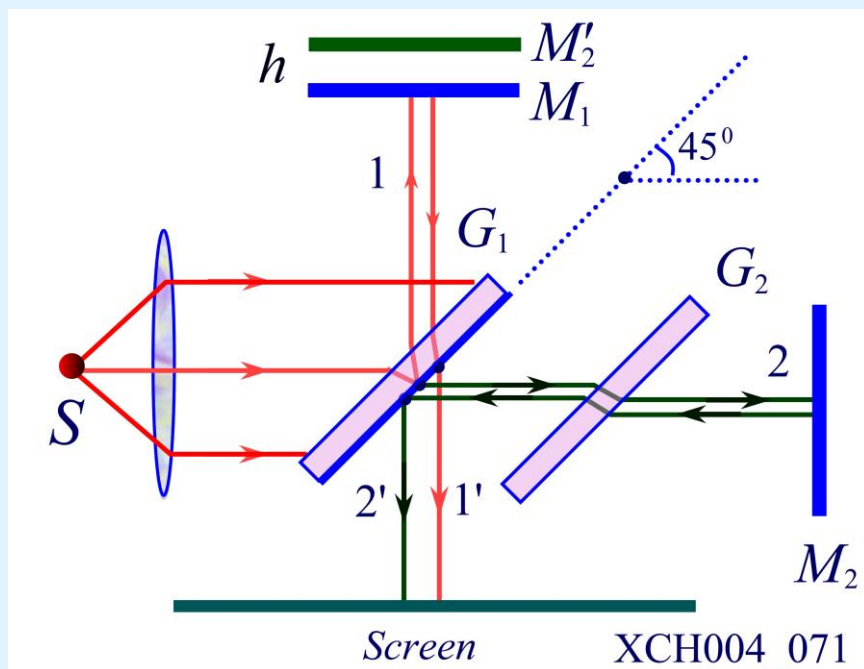
光路示意动画

- 光束1经 M_1 反射__经 G_1 透射传播到光屏
- 光束2经过补偿板 G_2 __ M_2 反射__ G_2 透射
 G_1 镀膜面反射传播到光屏
- 明暗相间的圆条纹



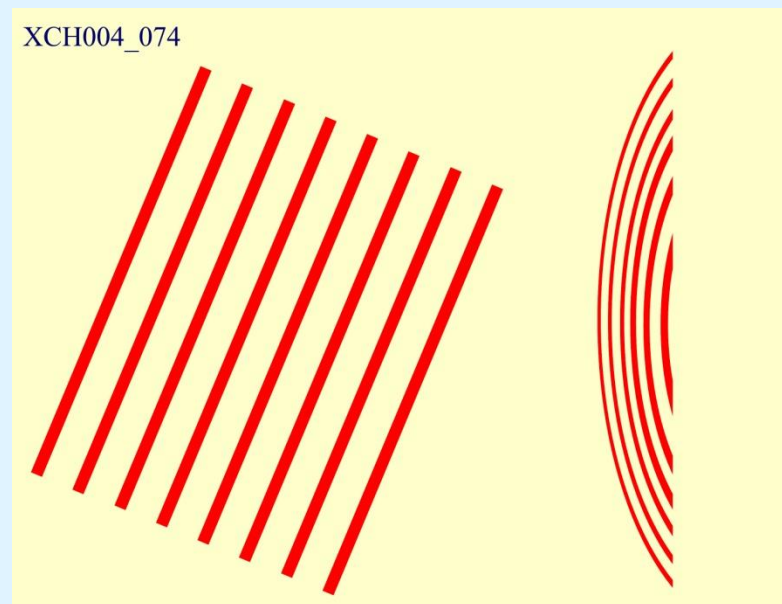
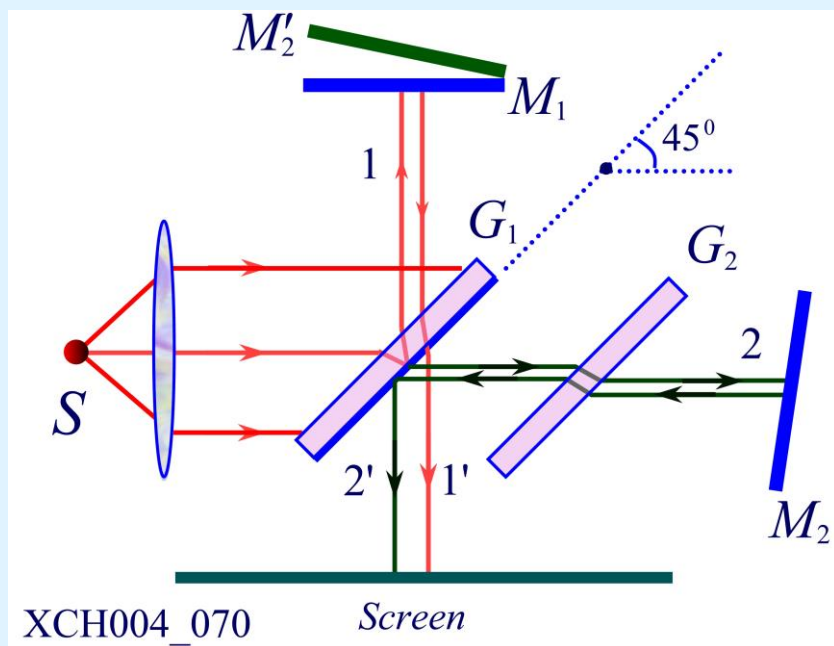
——干涉相当于 M_1 反射镜和 M_2 通过 G_1 成的像 M'_2 构成的薄膜空气层的干涉

G_2 的作用 —— 补偿光束1在 G_1 中多走的光程



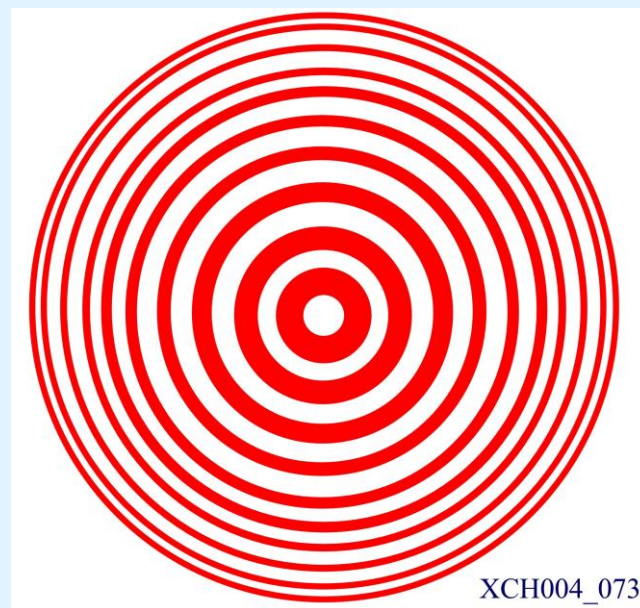
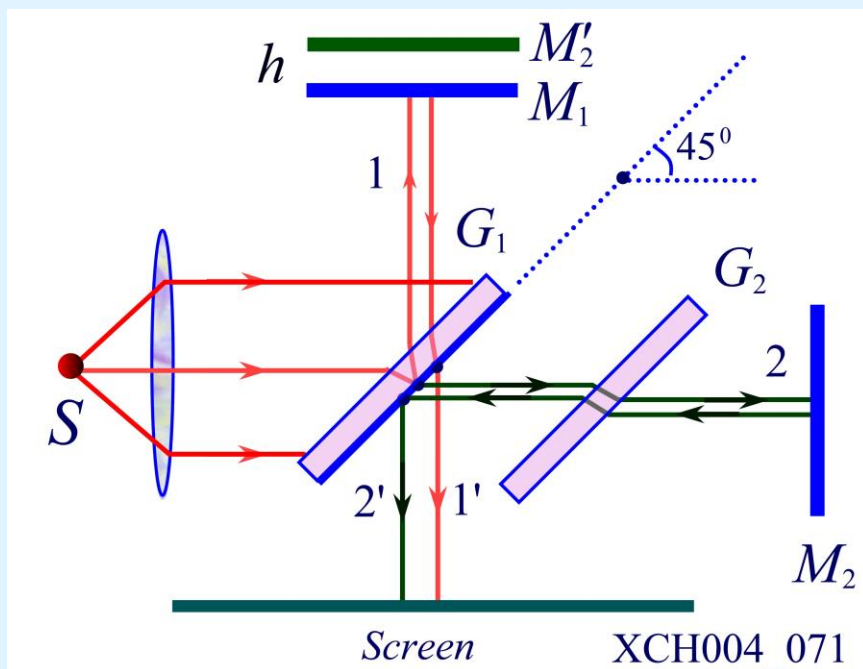
等厚干涉条纹

—— 如果 M_1 和 M_2 不是严格垂直
则会产生等厚干涉直条纹或弯曲条纹

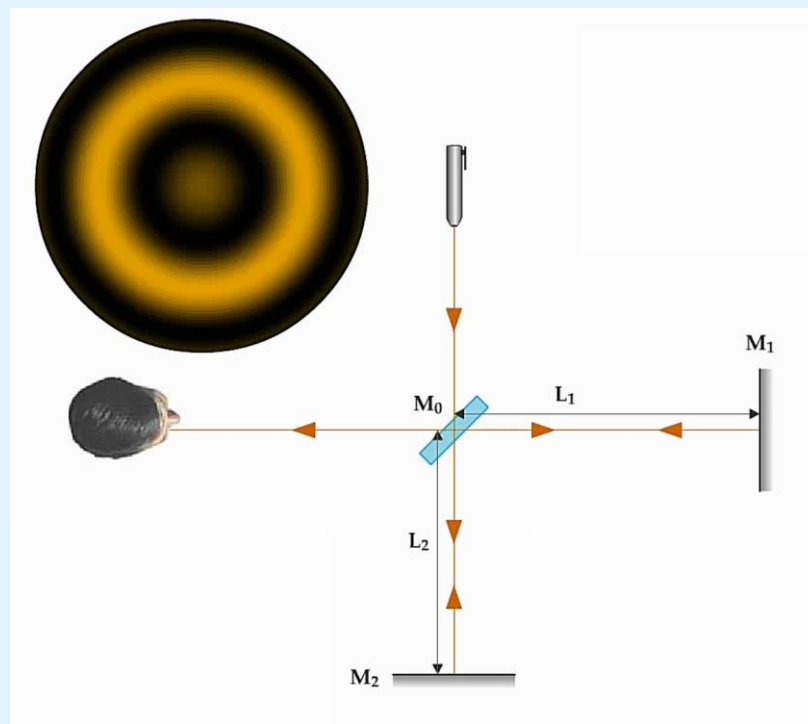
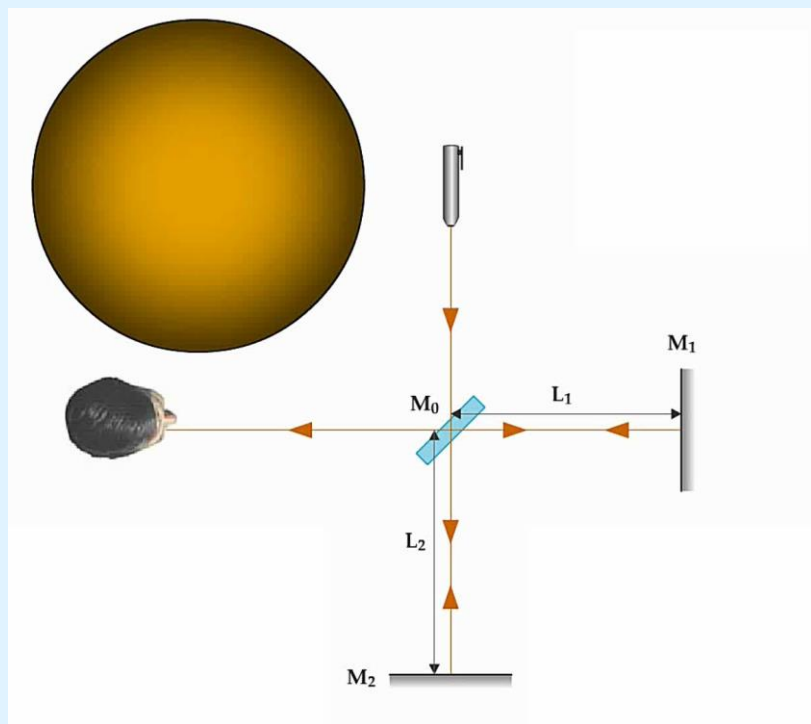


迈克耳孙干涉条纹特点

1) 条纹内疏外密__中央干涉条纹的级数最高 $\delta = 2h = k\lambda$

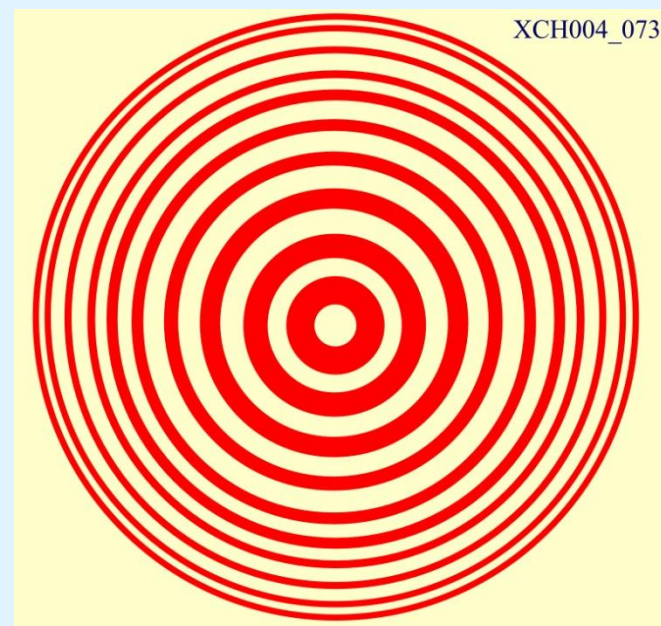
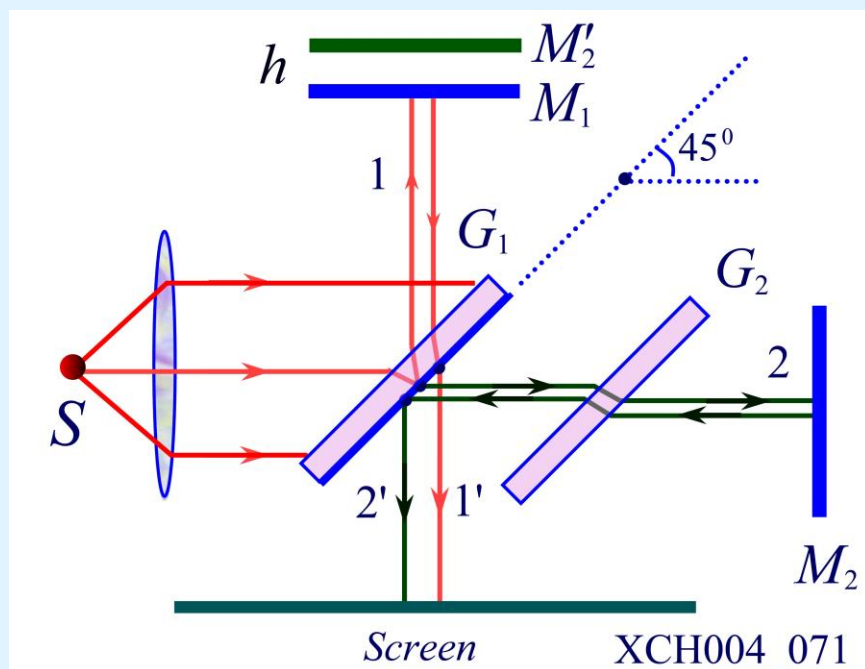


2) h 增大__减小 —— 中央视场冒出__沦陷条纹
 $h=0$ 时 —— 视场只有一个亮条纹



3) 中央视场冒出N个条纹或沦陷N个条纹和h的变化关系

$$\left. \begin{aligned} \delta &= 2h = k\lambda \\ \delta' &= 2(h + \Delta h) = (k + N)\lambda \end{aligned} \right\} \begin{aligned} 2\Delta h &= N\lambda \\ \Delta h &= N \frac{\lambda}{2} \end{aligned}$$



迈克尔逊干涉仪应用 —— 光波波长的测量

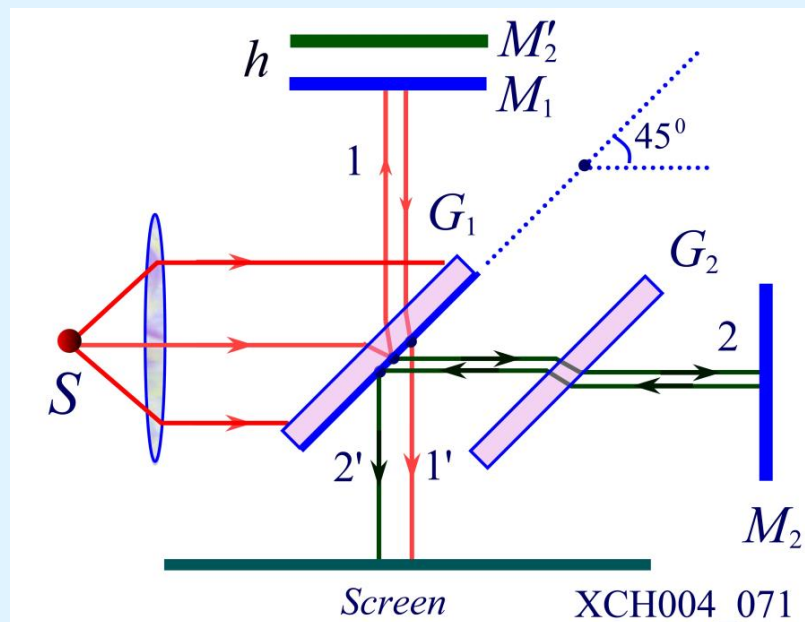
中央亮条纹 $2h = k\lambda$ $2\Delta h = N\lambda$

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

—— 透明物质长度的微小变化
折射率

中央亮条纹 $\delta = k\lambda$ $\Delta\delta = \Delta k\lambda$

开放光路 —— 精确测量透明介质折射率_长度的变化



例题 在迈克尔孙干涉一支光路中放入厚度 d 的玻璃管
管内充有某种气体，然后将玻璃管中的气体抽净
观测到中心漂过10个亮条纹，计算气体的折射率

➡ 充有气体时中心亮条纹光程差 $\delta = k\lambda$

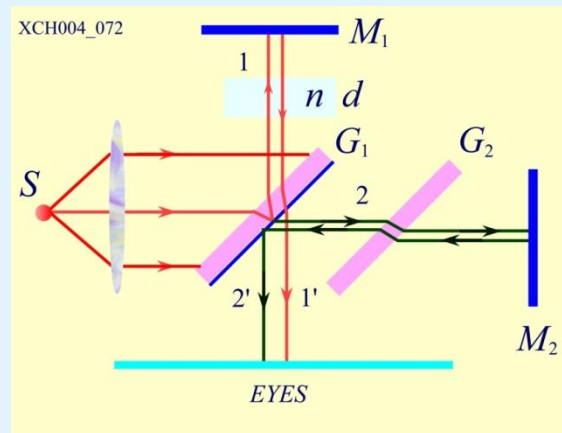
抽净气体后中心亮条纹的光程差 $\delta' = k'\lambda$

光程差的变化 $\Delta\delta = \delta - \delta' = N\lambda$

$$\Delta\delta = 2(n-1)d$$

因子2 —— 光通过气体2次

$$\text{气体折射率 } n = 1 + \frac{N\lambda}{2d} = 1 + \frac{100\lambda}{d}$$



如果 $d = 100\text{mm}$,

$\lambda = 585\text{nm}$,

则 $n = 1.0002925$