

大学物理实验

迈克尔逊干涉仪的 调整与使用

物理实验教学中心

背景简介



迈克尔逊干涉仪是美国物理学家迈克尔逊与莫雷合作于1883年设计制造出的一种精密光学仪器。他们曾用此做了非常著名的迈克尔逊——莫雷实验，可以说它是狭义相对论的实验基础，为物理学的发展做出了重要贡献。该仪器可以精密地测量微小长度，利用它的原理还能够制成各种专用干涉仪器它被广泛地应用于生产和科研各领域。

【实验目的】

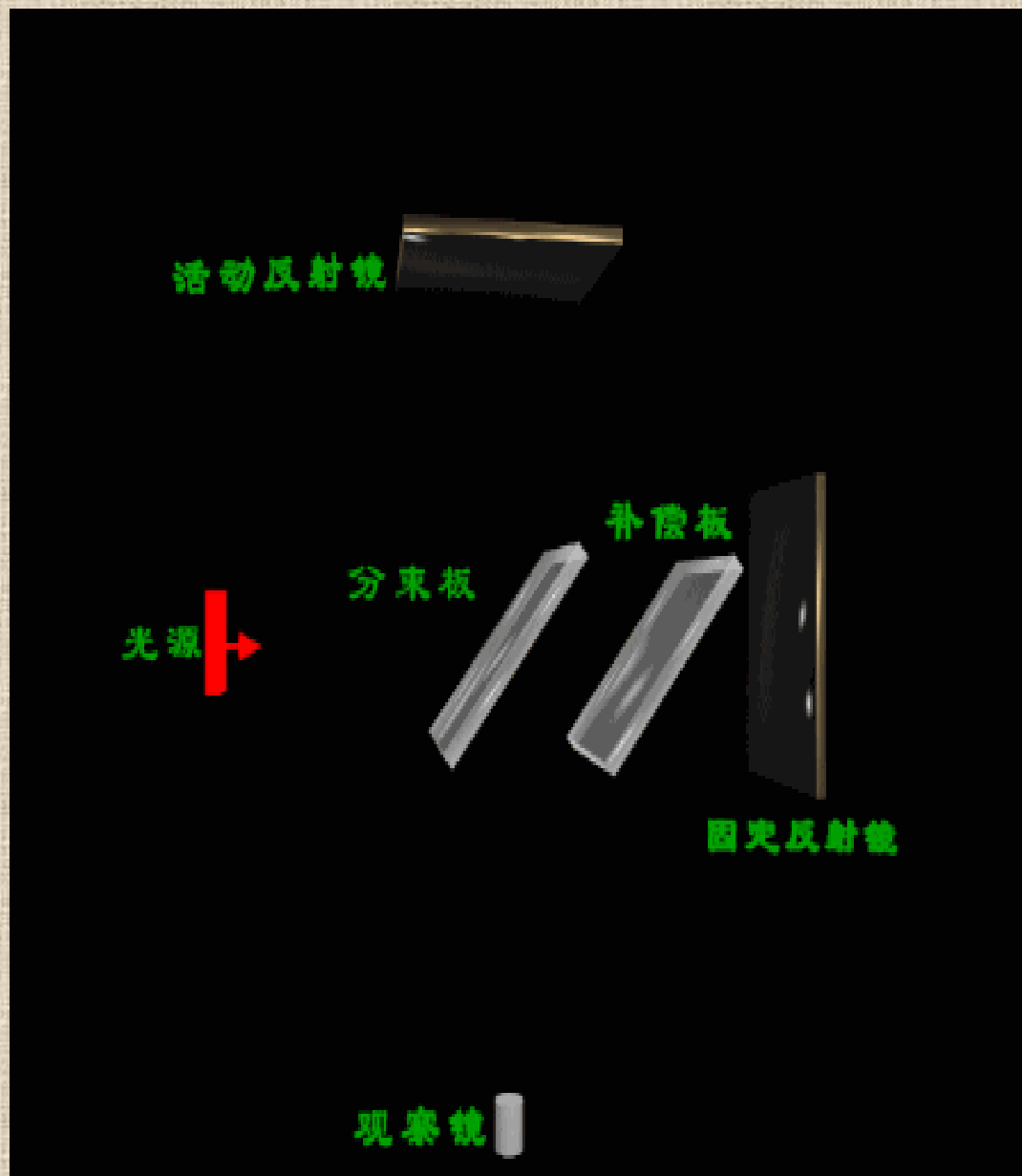
- 1、了解迈克尔逊干涉仪的结构，学会其调节方法。
- 2、观察迈克尔逊干涉仪形成的干涉图样。
- 3、用迈克尔逊干涉仪测量 He-Ne激光波长。

【实验仪器】

迈克尔逊干涉仪，He—Ne激光器



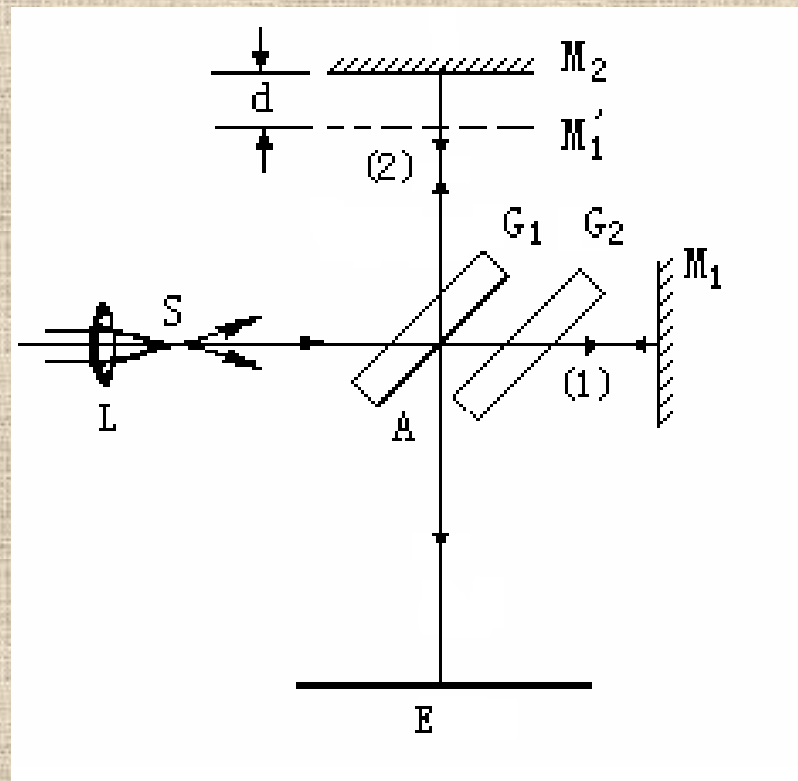
干涉光路原理图



【实验原理】

观察者从E处向G1看去，除直接看到M2外还看到M1的像M1'，光(1)和(2)如同M2、M1'反射过来的，因此迈克尔逊干涉仪中所产生的干涉和M2~M1'间“形成”的空气薄膜的干涉等效。

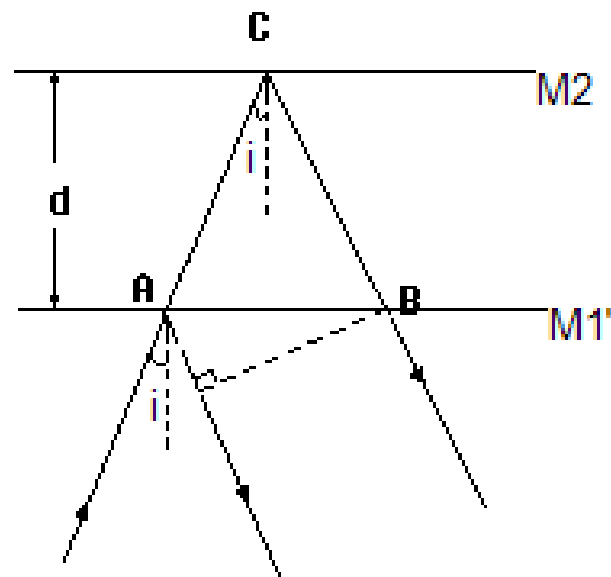
光(1)两次通过G2，光(2)两次通过G1，G1、G2厚度相同，因此计算光(1)和(2)的光程差时，只需计算空气中的光程差即可。



$$\Delta = 2d \cos i = \begin{cases} k\lambda \\ (2k+1)\lambda/2 \end{cases}$$

明条纹
暗条纹

其中， i 为入射角， d 为 $M2 \sim M1'$ 间空气薄膜的厚度， k 为干涉条纹级序， λ 为光波波长。



光程差只决定与入射角，为等倾干涉

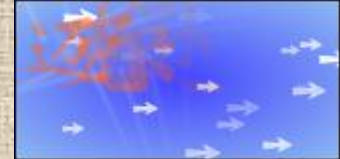
等倾干涉条纹-----同心圆环

$$\Delta = 2d \cos i = \begin{cases} k\lambda & \text{明条纹} \\ (2k+1)\lambda/2 & \text{暗条纹} \end{cases}$$

条纹特点

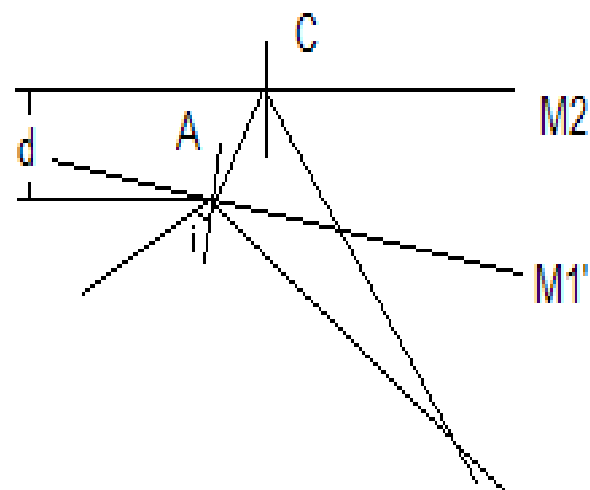
- 1、 i 越小，级次越大， $i=0$ 时级次最高。
- 2、 d 增加时条纹涌出， d 减小时条纹淹没。针对 $i=0$ 的中央条纹，当 d 增加（减小）半个波长时，便有一个条纹涌出（淹没）。设涌出或淹没的条纹数 N ，则 $\lambda=2\Delta d/N$ 。
- 3、 d 增大时条纹变细变密， d 减小时条纹变粗变疏。





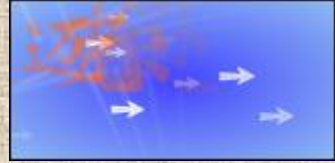
若M2与M1'不平行，光线经上下表面反射后得到的一对相干光也将不再平行，如图。设某处膜的厚度为d,如果入射角i以及的夹角α都很小时，两束相干光的光程差为：

$$\Delta = 2d - di^2 = \begin{cases} k\lambda & \text{明条纹} \\ (2k+1)\lambda/2 & \text{暗条纹} \end{cases}$$



干涉条纹沿等厚线分布，故称为等厚干涉。

则形成等厚干涉条纹-----直条纹



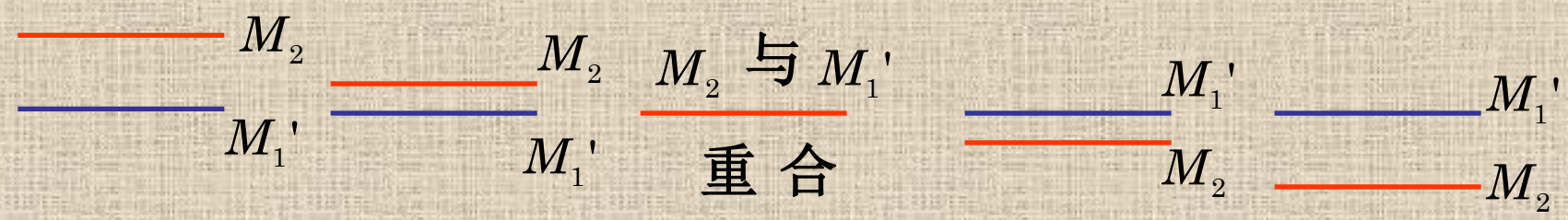
$$\Delta = 2d - di^2 = \begin{cases} k\lambda & \text{明条纹} \\ (2k+1)\lambda/2 & \text{暗条纹} \end{cases}$$

条纹特点

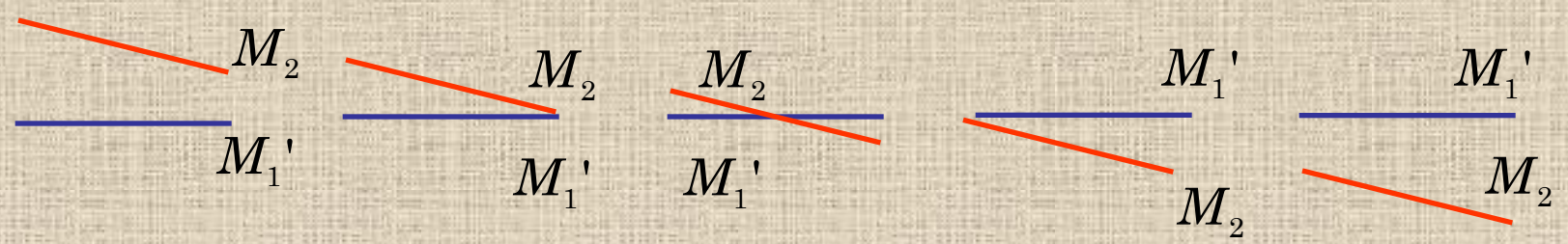
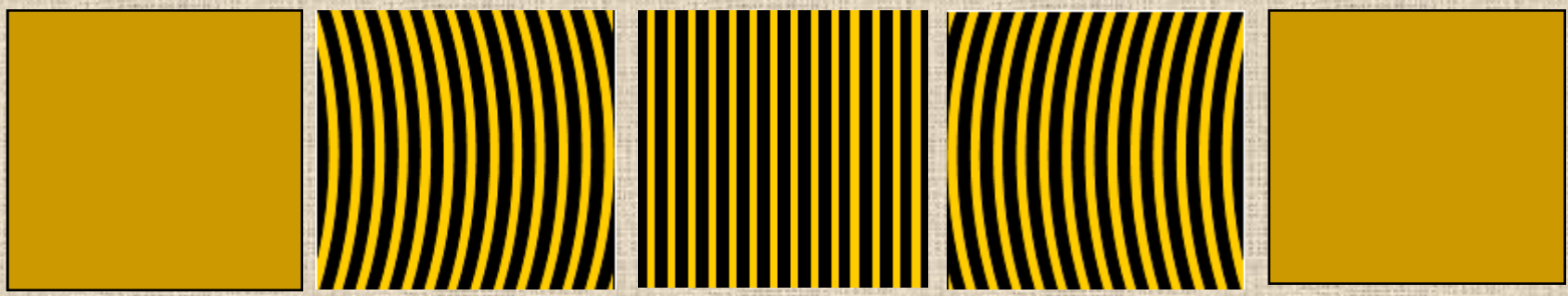
- 1、当*i*很小时， $\Delta=2d$ ，干涉图样是等距离分布的明暗相间的直条纹；
- 2、离中央条纹较远处， di^2 影响较大，条纹弯曲凸向中央条纹，离交线越远，条纹越弯曲。

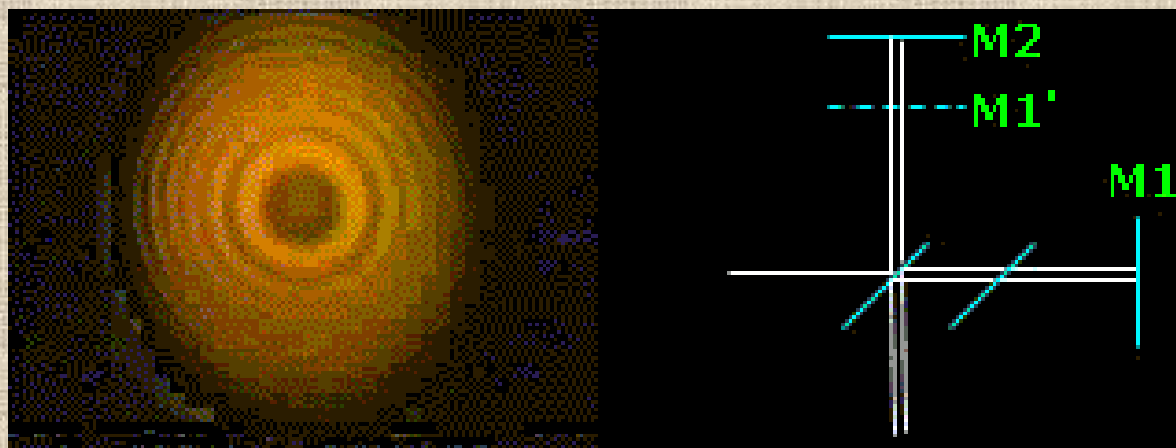


等倾干涉条纹



等厚干涉条纹





迈克尔逊干涉仪等倾干涉条纹



迈克尔逊干涉仪等厚干涉条纹



【实验内容】

一、调节迈克尔逊干涉仪

粗调：将迈克尔逊干涉仪三个底脚螺丝调平；两个平面镜后面的调节螺钉松紧适当；镜座上的两个调节螺钉松紧适当；转动粗调手轮，使两个平面镜到分光板的距离大致相等。

细调：调节激光器使光束水平，并入射到分光板的中心且使入射光与反射光基本重合，仔细耐心轻缓的调节两个平面镜后面的螺钉，使两个平面镜反射到观察屏上的发光最亮点严格重合，此时在观察屏上能够看到很小范围的干涉条纹。说明迈克尔逊干涉仪基本调好。

二、观察等倾干涉图样并测量He—Ne激光的波长

He—Ne激光器和分光板之间放上扩束透镜，使发散的激光束均匀照亮分光板，则在观察屏上看到同心圆环条纹——这就是点光源形成的非定域干涉条纹。如果圆心不在屏的中心，应调整镜座上的两个调节螺钉。

转动微动手轮，改变两个镜子之间的距离，即改变空气膜的厚度，就可以看到屏的中心不断有条纹“冒出”或“消失”。转动几次，找出条纹变化与的改变之间的关系。测出100个条纹变化（冒出或消失）时平面镜移动的距离，测量三次并取平均值，代入公式计算出He—Ne激光的波长。



【思考与讨论】

- 1、当视场中的等倾条纹愈来愈粗，间距愈来愈大时， $M2$ 与 $M1'$ 的位置相互靠近还是相互远离？
- 2、观察等厚条纹时，为什么要先调出等倾条纹。

再见！