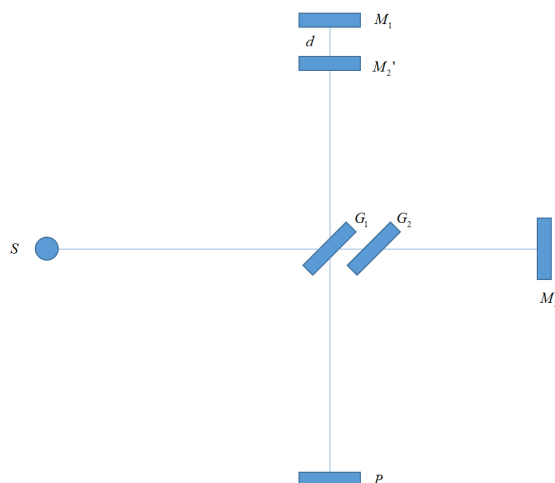


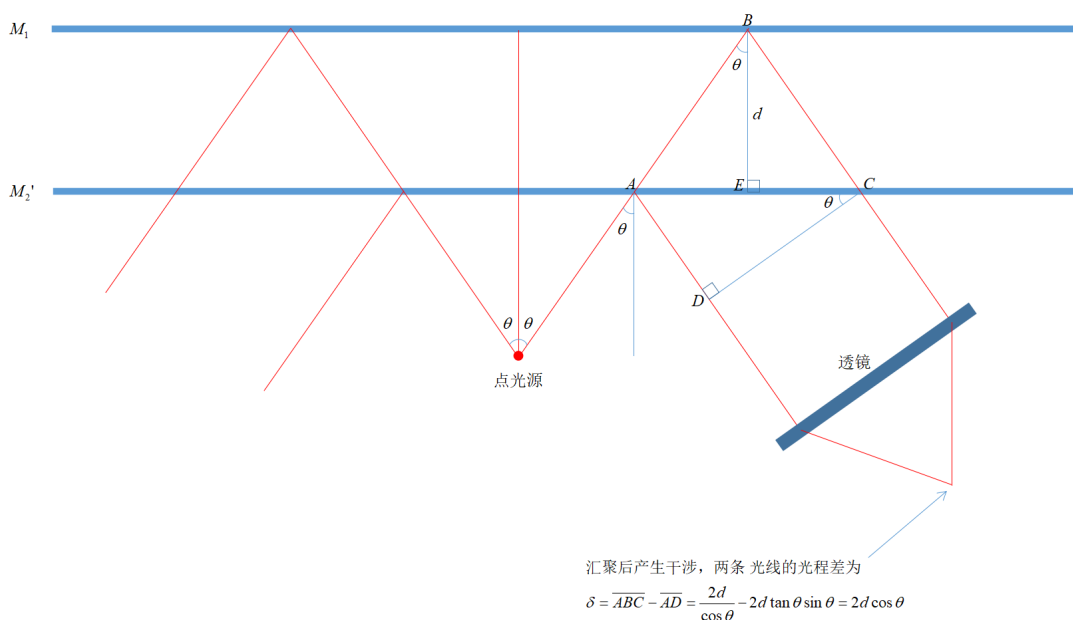
实验16 迈克尔逊干涉仪

理论

- 本实验要求掌握迈克尔逊干涉仪的结构和原理；用迈克尔逊干涉仪测量激光波长；逐差法处理数据
- 仪器包括迈克尔逊干涉仪主体、激光器、扩束镜
- 光路图如下



- S 发出的激光束经由 G_1 分划成两束，分别射向 M_1 、 M_2 ，由它们反射之后最终到达屏幕 P 。屏幕 P 上将观察到由 M_1 和 M_2 的虚像 M_2' 产生的干涉图样。当 M_1 和 M_2 垂直时，出现等倾干涉图样，当 M_1 和 M_2 偏离垂直时，出现等厚干涉图样。
- 等倾干涉原理如图



- 整个等倾干涉图像是明暗相间的同心圆环。等倾干涉的光程差为 $\delta = 2d \cos \theta$ 。当光程差等于光波长整数倍，即 $\delta = k\lambda$ 时，看到的是明条纹。
- 距离中心无穷远处，干涉级数最低，为 $k = 0$ 。中心处干涉级数最高。
- 对于某一条明条纹，各个量满足约束条件 $2d \cos \theta = k\lambda$ 。如果 d 增大， θ 将增大以保持 $k\lambda$ 不变，即明条纹将向外扩大。

- 对于干涉图样中心， $\theta = 0$ ，光程差为 $\delta = 2d$ 。移动干涉仪的 M_1 ，当 M_1 、 M_2 的间距改变 $\frac{\lambda}{2}$ 时，干涉图样的中心将吐出或吞入一个亮斑。当 M_1 移动 D 时，中央亮斑的吞吐计数为 N ，则激光波长为

$$\lambda = \frac{2D}{N}$$

操作

- 粗略摆放仪器。
- 调节大调节手轮，使得 M_1 到 G_1 的距离大致等于 M_2 到分划板 G_1 的距离。
- 打开激光器。激光照射干涉仪后， M_1 和 M_2 各自反射一排光点到毛玻璃屏上。
- 光点同时也会反射到激光器的方向。适当调节激光器、 M_1 、 M_2 的朝向，使得反射到激光器的光点投影在激光器的前面板上，尽量靠近激光器的出射孔。
- 进一步调节 M_1 、 M_2 ，在毛玻璃屏上观察，让它们所反射的两排亮点的中央亮点重合。
- 在激光器前放上扩束镜，此时毛玻璃屏上应该能观测到等倾干涉条纹。
- 如果干涉图样很小很密集，表示干涉级次过高，可以适当调节 M_1 ，改变 M_1 和 M_2 的间距，让干涉图样变大，以便于观察。
- 如果干涉图样偏离屏幕，中央亮斑不在屏幕上，应当进一步调节光源、 M_1 、 M_2 。如果干涉级次不高，有时可以在移开扩束镜时直接在屏幕上看到干涉图样，这样可以直接看到干涉条纹的移动更易于调节。
- 调节粗调轮和微调轮，观察干涉图样的变化。正反向旋转粗调轮和微调轮，体会仪器的回程差。
- 选定粗调轮和微调轮的调节方向，将它们机械调零。即将微调轮调至零刻度，再将粗调轮调至某一个整数刻度。标尺可以不用调零，因为整个测量过程中标尺读数变化不到一格。
- 开始测量，转动小调节轮，对干涉条纹的中央亮斑的“吐出”或“吞入”进行计数，按照数据表格计数到一定量时，读出此时的标尺、大轮、小轮的读数，从而得到 M_1 在干涉仪上的位置 L 。
- 注意因为干涉仪存在回程差，测量的过程中，只能单向转动小调节轮，不能反向转动。也不能动大调节轮。

数据

数据记录

干涉图样计数 N		M_1 位置			
		标尺读数(格)	大轮读数(格)	小轮读数(格)	示值 L (mm)
A组	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50				
B组	300				
	310				
	320				
	330				
	340				
	350				

注意：标尺读数、大轮读数不需要估读，小轮读数需要估读一位。

直接测量量*D*的处理

逐差法

编号	<i>N</i>	<i>M</i> ₁ 位置 <i>L_A</i>	<i>N</i>	<i>M</i> ₁ 位置 <i>L_B</i>	<i>D_i</i> = <i>L_B</i> − <i>L_A</i>
1	0		300		
2	10		310		
3	20		320		
4	30		330		
5	40		340		
6	50		350		

统计误差

编号	<i>D_i</i>	$\bar{D} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 D_i$	$\Delta D_i = D_i - \bar{D}$	$\sigma_D = \sqrt{\sum_{i=1}^6 \frac{(\Delta D_i)^2}{6 \times (6-1)}}$	$E_D = \frac{\sigma_D}{\bar{D}}$
1					
2					
3					
4					
5					
6					

*D*的测量结果是

$D = \bar{D} \pm \sigma_D =$

$, E_D =$

间接测量量*λ*的处理

间接测量量由直接测量量根据误差合成公式计算得到。由逐差法知道*N* = 300，且忽略*N*的误差。

$\bar{\lambda} = \frac{2\bar{D}}{N} =$

$E_{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{\partial \ln \lambda}{\partial D}\right)^2 \sigma_D^2} =$

$\sigma_{\lambda} = \bar{\lambda} E_{\lambda} =$

至此可得He-Ne激光波长测量结果为

$\lambda = \bar{\lambda} \pm \sigma_{\lambda} =$

$, E_{\lambda} =$