

光学预科实验 报告

中国科学院大学 2002 华文翰 2020K8009907031

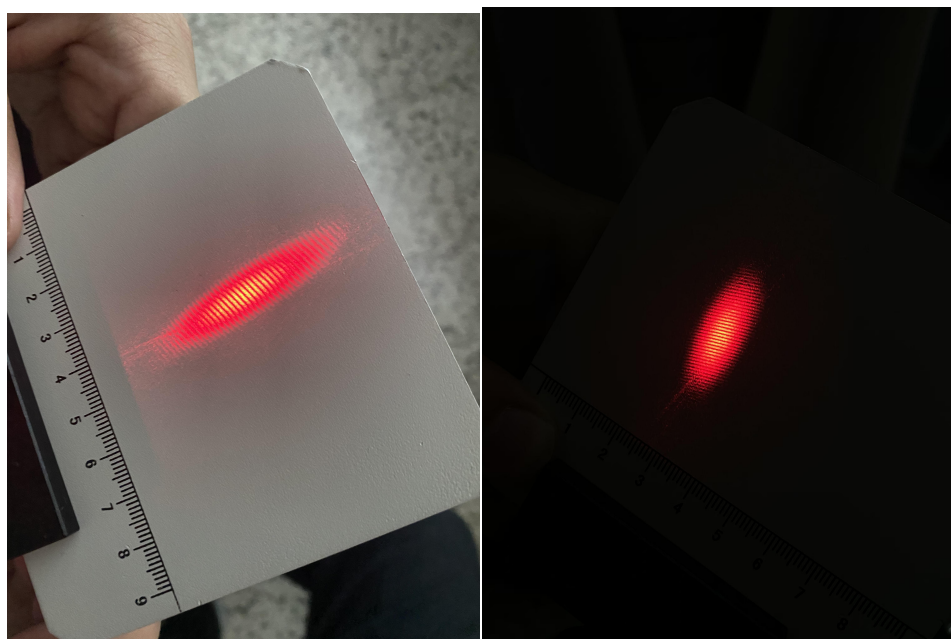
实验日期：2021-10-11

授课老师：中国科学院物理研究所 刘荣鹃

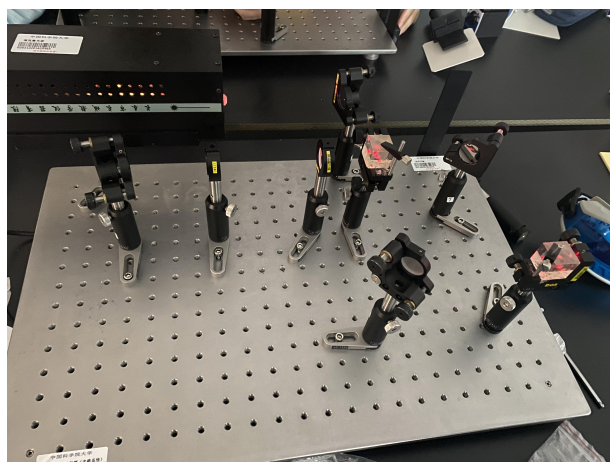
实验一 搭建马赫—曾德干涉仪掌握激光光路的基本调节方法

首先，我们学习了激光发生的原理和使用激光的注意事项，与其他同学共处一室使用激光令我感到紧张，但幸好有护目镜保护眼睛。

在我们长时间的调光、老师的帮助、同学的器材援助下，我们组终于成功观察到了马赫—曾德干涉仪的干涉条纹。干涉条纹如下：



我们小组搭建的马赫-曾德干涉仪实物图如下：



在搭建过程中，我们遇到了很多困难，但在老师和同学的帮助下，学会了调整激光光路的方法。

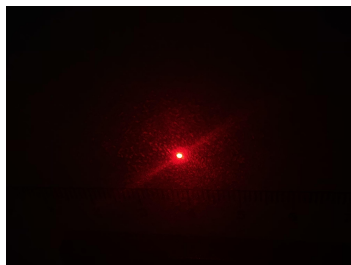
实验二 观察夫琅和费衍射和光栅衍射现象

我们利用激光光路，将激光照射到特制玻片上；鉴于激光光束较粗，我们利用平凸透镜先对激光进行了会聚，得到了各种夫琅和费衍射图样。

其中，单缝衍射图样为：



圆孔衍射图样为：



随后，我们利用光栅衍射图样计算了光栅常数，约为 602.8 mm^{-1} ，这一结果得到了老师的认可。

实验三 通过检偏器学习激光偏振态的检验

我们利用激光光路、两个偏振片和万用表验证了马吕斯定律 $I = I_0 \cos^2 \alpha$ 。我们将两个偏振片放置在激光光路上，并用万用表 μA 档进行光强记录。实验数据记录如下表

角度 $^\circ$	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
读数 μA	0.9	15.8	30.5	35.2	37.6	39.0	39.9	39.2	37.9	35.5	31.3	12.7	1.1

由于时间和测量仪器精度的原因，我们没有定量检验马吕斯定律，但是定性证明了马吕斯定律的正确性。

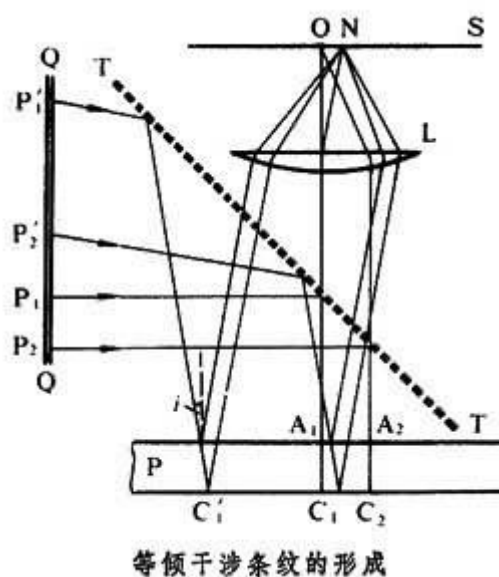
思考题

1、如何实现干涉圆环？如何实现干涉条纹？画出两种情况的干涉示意图。

答：干涉圆环的两种方法：等倾干涉和牛顿环干涉。

等倾干涉条纹是通过光在薄膜表面一部分直接反射，另一部分先折射再反射再折射，两束光产生光程差形成的。

等倾干涉示意图：



牛顿环干涉条纹是通过一部分光直接在球面透镜内反射，另一部分先折射进入空气薄膜再反射再折射进入球面透镜，两束光有光程差形成的。

牛顿环干涉示意图：

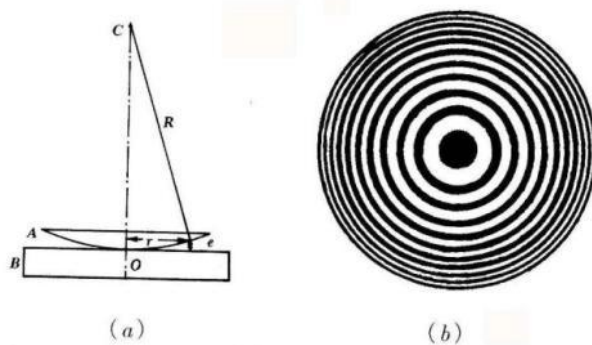
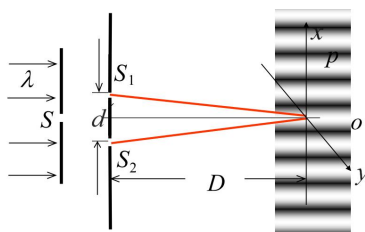


图 25.1-1

干涉条纹的两种实现方法：杨氏双缝干涉和劈尖等倾干涉。

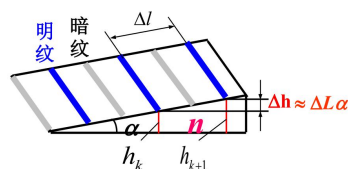
杨氏双缝干涉是将同一束光分到两个狭缝，在两个狭缝处光发生衍射，在光屏上不同位置，光程差不同，因此出现条状干涉条纹。

杨氏双缝干涉示意图：



劈尖等倾干涉是通过一束光部分在劈尖上端反射，另一部分折射进入劈尖，反射后回到劈尖表面，两部分光产生光程差，从而产生干涉条纹。

劈尖等倾干涉示意图：



2、两个相干点光源在一定距离的屏上应该形成何种条纹？

答：建立笛卡尔坐标系，点光源位于 $A(a,0,0)$ $B(-a,0,0)$ 上（不失一般性）。

两个相干点光源在全空间的干涉条纹为旋转双叶双曲面组（焦点为 A 和 B ）。

下面对象屏的一些特殊位置进行讨论：

假如象屏在 $x=l$ 平面上，条纹为同心圆组。

假如象屏在 $y=l$ 或 $z=l$ 平面上，条纹为双曲线族（渐近线斜率变化，最终趋于一条直线）。

假如象屏在 $x+y=l$ 平面上，条纹为二次曲线族。

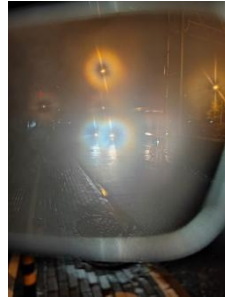
3、反射光栅对于透射光栅的优势？

答：透射光栅可透过入射光，因此光栅性能较差，而相比之下反射光栅的性能较好。

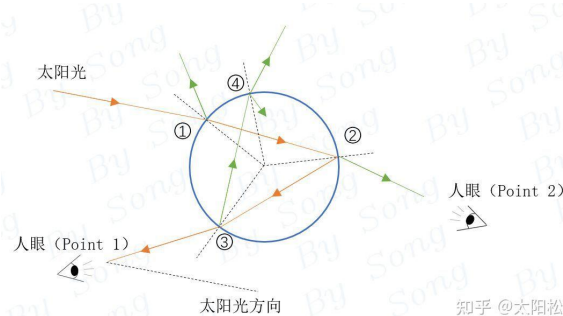
透射光栅大部分光无法透过，而反射光栅既能使白光反射，又能使光色散。

4、带着口罩和眼镜，冬天时呼出的热气常常使镜片上有一层水汽，似乎能看到小彩虹出现。

是否有可能计算水滴的大小？



答：不计算水滴大小。“彩虹”形成原理如下：光折射进入水珠发生色散，再折射出水珠，二次色散，最后进入人眼，出现彩虹效果，其中进入图示人眼 2 的光即为所看到的“彩虹光”。



可以计算一个“小彩虹”中红光和中心光束的仰角差 $\Delta\theta_{\text{红}} = (2i_1 - 2i_1')$ ，紫光和中心光束的仰角差 $\Delta\theta_{\text{紫}} = (2i_2 - 2i_2')$ 。然后通过折射公式 $n\sin i_1 = n_{\text{红}}\sin i_1'$ ， $n\sin i_2 = n_{\text{紫}}\sin i_2'$ ，解出 i_1, i_2 。可以发现，参数与水珠大小无关。

事实上，水珠大小只会影响彩虹清晰度，越大的水珠成像效果更好，但是无法据此测量出水珠直径。

5、写一写实验感想，或者在实验中看到的有趣的现象，或在实验中遇到的困难。

这次光学预科实验给我最大的感受就是实验需要保持耐心、细致与信心，在实验中，我们小组在搭建马赫-曾德干涉仪的过程中遇到了较大的困难，一度灰心丧气。

其中包括两个原因：

一是本小组使用的凸透镜和凹透镜焦距有一定偏差，无法获得理想的放大光束，无法在光屏上形成两块亮斑的干涉，只能看到两个极小的光点。后来我们向别的小组借用凹透镜和

凸透镜，重新调整光路后在光屏上获得了理想的干涉图样。这一经历让我深刻体会到同学之间互帮互助的重要性。

二是本小组在调节光路时经验不足，在很长一段时间内没有掌握固定光学器件的方法，导致重复调节了很长时间，一直没有取得理想的调节效果。后来，我们经过较长时间的摸索，终于掌握了正确的仪器调节方法。这一经历让我体会到“磨刀不误砍柴工”的正确性，提前掌握一些有效的调节技巧能让真正调节时事半功倍。