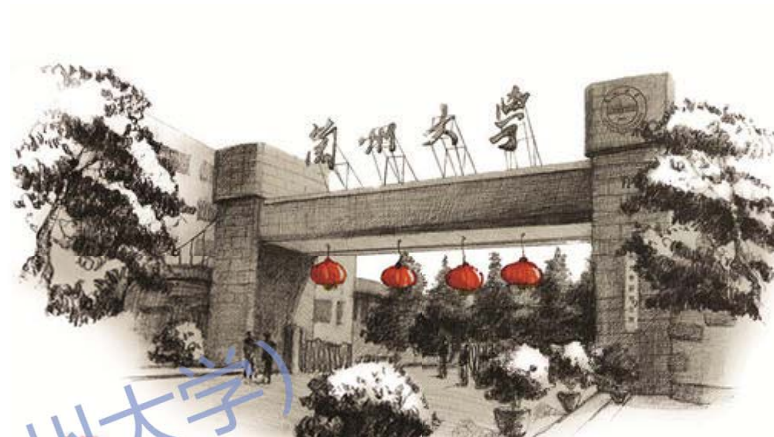




物理学国家级实验教学示范中心

National Demonstration Center for Experimental Physics Education



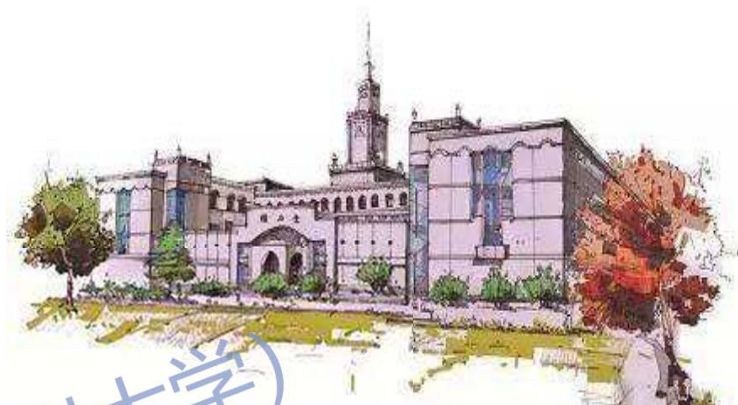
双棱镜

光学基础教研室 杨文革

2020.4.7

堅守·奮鬥





◀ 目 录 ▶

01

背景知识

05

光路安排

02

实验目的

06

实验内容

03

实验用具

07

实验问题

04

实验原理

08

小 结

堅守·奮斗

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)



01

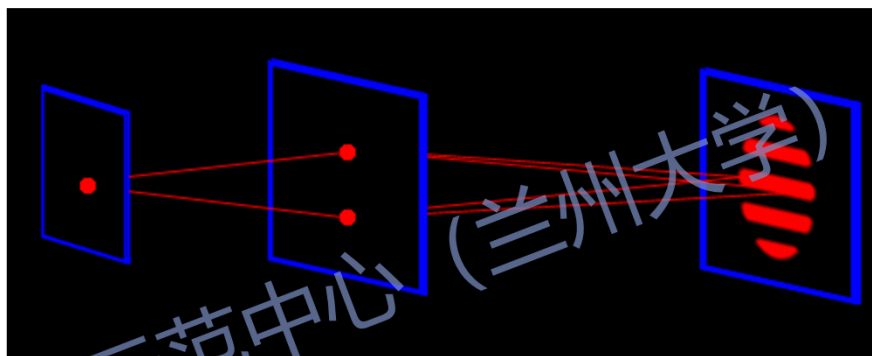
背景知识

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)





杨氏双孔干涉实验

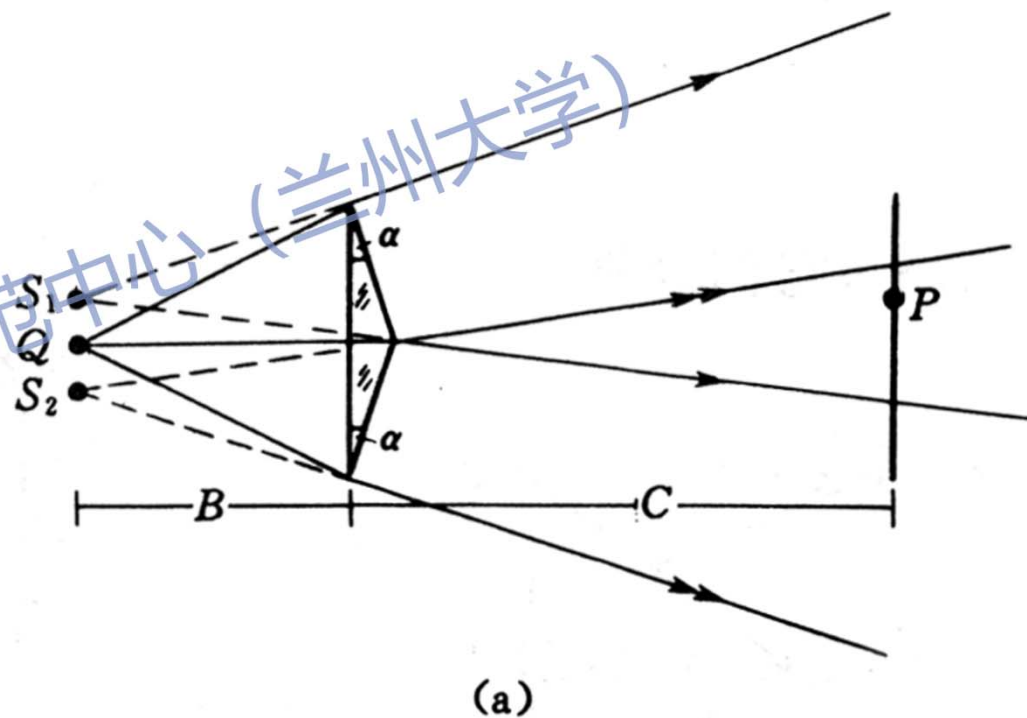


1801年，英国科学家托马斯·杨（Thomas Young, 1773-1829）通过一个简单的双孔干涉实验显示了光的波动性，在光学的发展史上作出了卓绝的贡献。杨氏干涉实验位列物理学十大完美实验之一。尔后相继出现的各种分波前干涉装置，均可归结为杨氏双孔或双点源干涉模型。



菲涅耳双棱镜实验

杨氏实验装置中的小孔或狭缝都很小，它们的边缘往往对实验产生影响（衍射）而使问题复杂化。后来，菲涅耳设计了一系列实验装置来产生干涉图样。其中之一是被称为菲涅耳双棱镜的装置。





02

实验目的

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)





实验目的 | EXPERIMENTAL OBJECTIVE

目的

1

观察双棱镜的干涉现象

2

测定光波波长

3

掌握测微目镜的使用方法

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)



03

实验用具

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)





实验用具 | EXPERIMENTAL INSTRUMENT

钠光灯 薄正透镜 测微目镜 单狭缝 光具座 光学平台

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)



04

实验原理

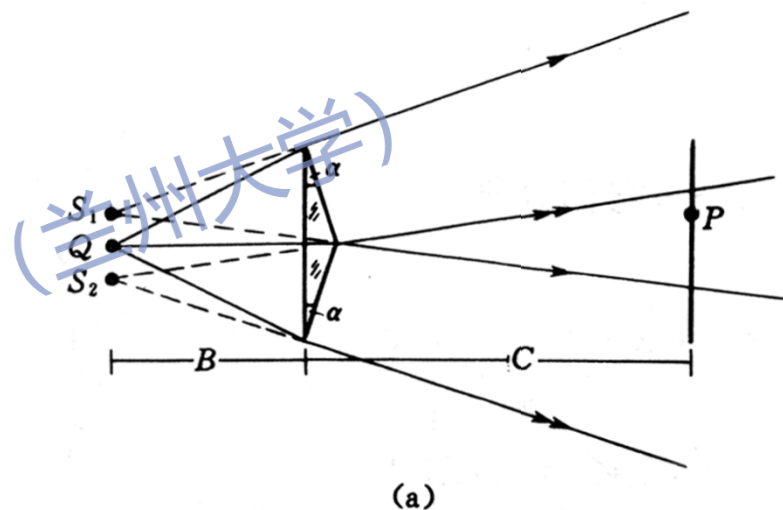
物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)





实验原理 | EXPERIMENTAL PRINCIPLE

菲涅耳双棱镜是利用分波前的方法实现干涉的光学元件。棱镜的两个棱角很小，约 $20'$ 。棱镜的截面如右图所示，假设棱镜是垂直于纸面立放的。 Q 代表狭缝，也与纸面垂直放置。狭缝 Q 发出的光经棱镜折射，产生两个虚像 S_1 和 S_2 。这两个虚像起着相干光源的作用，因而在双棱镜的右方产生干涉条纹，这些条纹可以通过测微目镜来观察。



设棱镜材料的折射率为 n ，棱镜的棱角为 α ， B 为 Q 到棱镜的距离， C 为棱镜到观察屏的距离， $B+C=D$

可得棱镜对于光线产生的偏转角 $\theta \approx (n-1)\alpha$ ，双像间距 $L = S_1S_2 = 2B(n-1)\alpha$

则条纹的间距为 $\Delta x = \frac{B+C}{2B(n-1)\alpha} \lambda = \frac{D}{L} \lambda$ ，因此只要测得 $L, D, \Delta x$ ，就可简接测量光波长 λ



05

光路安排

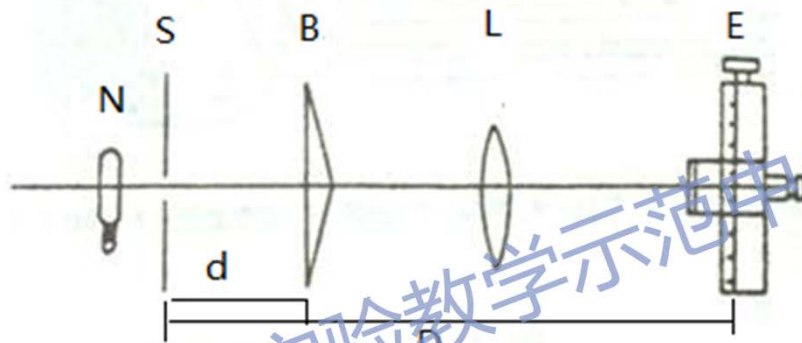
物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)





光路安排 | LIGHT PATH DIAGRAM

如下图所示，将钠光灯 N ，宽度可调的单狭缝 S ，双棱镜 B ，正透镜 L ，测微目镜 E 安排在光具座或光学平台上进行实验。



单狭缝至测微目镜的距离 $\sim m$

B 、 S 间距 d 取在 $10.00\text{cm} \sim 15.00\text{cm}$

范围

- (1) 利用透镜的两次成像法调节光具座导轨上各元件共轴。
- (2) 调节双棱镜棱脊与狭缝平行，即用眼睛正对棱脊观察狭缝时，看棱脊的黑影直线是否平行狭缝。
- (3) 通过测微目镜观察，边观察边调节狭缝宽度，此时可观察到条纹。再细调狭缝的宽度和棱脊取向，使干涉条纹最清晰。。



甘肅
蘭州
大學

06

实验内容

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)





实验内容 | EXPERIMENTAL CONTENT

1. 观察干涉条纹宽度随 d 、 D 的变化关系
2. 测量光源波长
 - (1) 测量干涉条纹宽度 Δx

最少测量相距10条以上的两条暗（亮）条纹之间的距离，再除以暗（亮）条纹数目便得到条纹宽度 Δx 。

- (2) 测量狭缝到测微目镜焦面的距离 D

要注意目镜的焦面是否与目镜滑座上的标志线重合，否则应予修正。

- (3) 测量两虚光源 S_1 、 S_2 的间距 L

L 的测量是本实验的棘手问题，往往由此给测量值引入较大的误差。本实验采用两次成像法分别测量大像宽度 L_1 与小像宽度 L_2 ，则 $L = \sqrt{L_1 L_2}$

将测得的， L ， D 值代入条纹间距公式，即可计算光波长 λ



07

实验问题

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)





实验问题 | ANSWER THE QUESTION

???

???

???

???

???

1. 双棱镜产生清晰干涉条纹的条件是什么?

2. 为什么双棱镜棱脊与狭缝不平行时, 条纹可见度下降, 甚至看不到条纹?

3. 测微目镜在光具座上前后移动时, 发现条纹往左或往右移动, 原因何在? 应如何调节使条纹不发生上述移动?

4. 干涉条纹的宽度与哪些因素有关? 干涉条纹数的多少与什么因素有关?



实验问题 | ANSWER THE QUESTION

???

???

???

???

???

5. 目镜中所看到的干涉条纹的可见度是否均匀？为什么？

6. 如果用小孔代替狭缝，干涉条纹的形状有什么变化？为什么本实验用狭缝而不用小孔？

7. 如果用激光光源，在实验中有哪些方便之处？

8. 本实验用钠光源，钠双线对干涉条纹可见度有无影响？为什么？

9. 在光路布局及参数选取时，如何考虑尽可能减小波长的测量误差？



逸夫科学馆
Lanzhou University

08

小结

物理国家级实验教学示范中心 (兰州大学)





小 结

19世纪初，杨，菲涅耳等人设计了一系列即巧妙又简单的实验（比如杨氏双孔干涉、菲涅耳双面镜、菲涅耳双棱镜、洛埃镜等）来锁定两个光源的相位关系。巧妙之处在于将一个波前分割成两个，这两个分割的波前就好像是从两个有着固定相位关系的光源发出的一样。因此当两个波发生干涉时，就能得到稳定的干涉图样。

这样做的原因是普通光源发出的光是由大量独立原子发出的，每一个原子的持续发光时间约为 10^{-10}s ，即使原子都在相似的条件发光，不同原子发出的光波其初始相位也会不同。这样，从两个独立点光源发出的光就只在约 10^{-10}s 的时间间隔内有恒定的相位关系，因而干涉图样每十亿分之一秒就要发生变化。而眼睛能感受到的强度变化至少要持续 10^{-1}s ，所以在屏幕上看到的是均匀强度。即独立点源之间不能发生“干涉”。

