

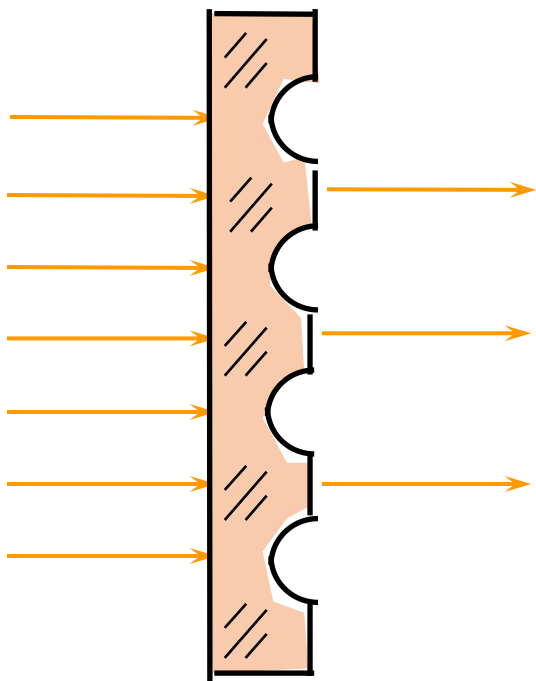
# 光栅常数的测量

崔雅静 11号

西南交通大学物理实验中心

# 实验背景

**光栅：**大量等宽等间距平行狭缝（或反射面）构成的光学元件。



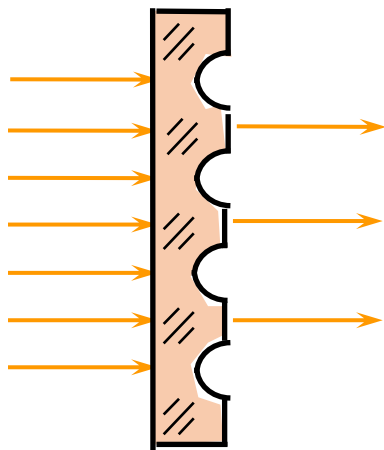
## 机制光栅

- 在玻璃片上**刻划**出一系列平行等距的划痕,刻过的地方不透光，未刻地方透光。

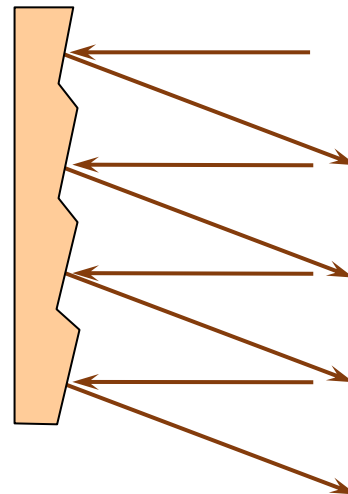
## 全息光栅

- 通过**全息照相**，将激光产生的干涉条纹在干板上曝光，经显影定影制成全息光栅。

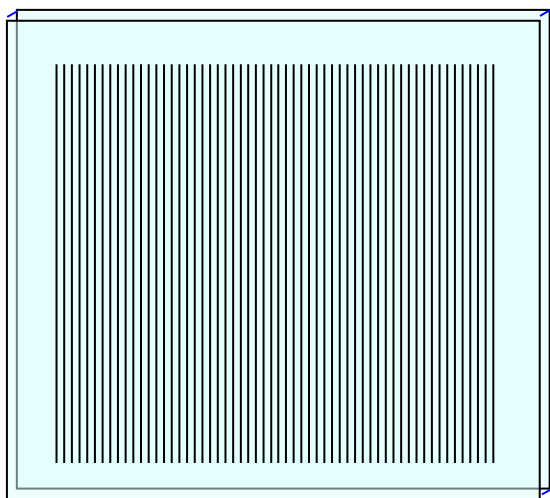
# 实验背景



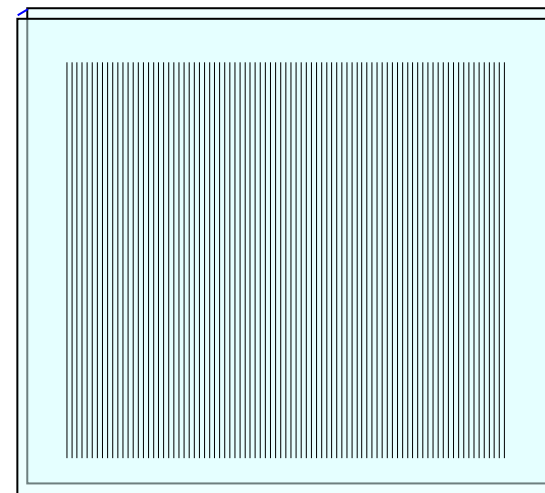
衍射光栅 (透射光栅)



反射光栅(闪耀光栅)

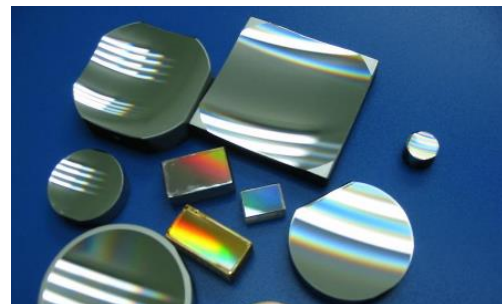
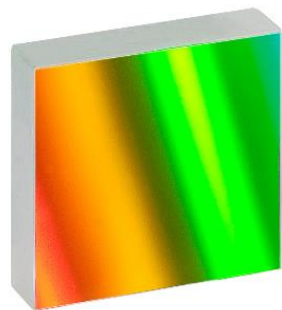


**实验室常用的衍射光栅**  
一般为100 ~ 600条/mm。



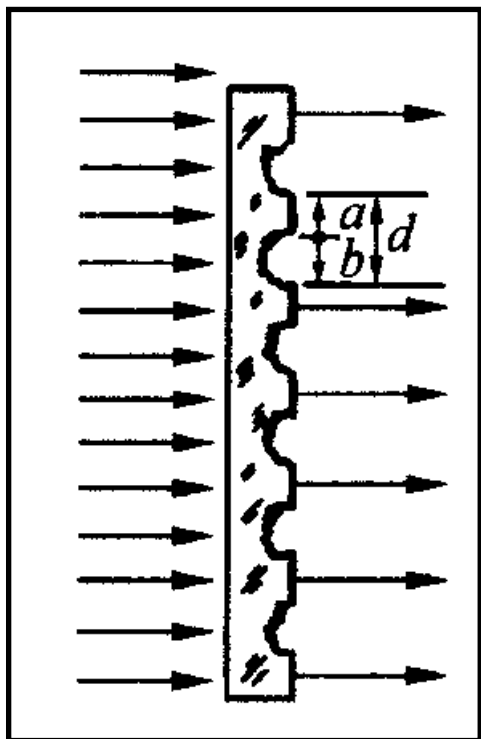
# 实验背景

1. 最早的光栅是1821年由德国科学家J. Fraunhofer用细金属丝密排地绕在两平行细螺丝上制成的。
2. 光栅可分为透射光栅、反射光栅；平面光栅、凹面光栅；全息光栅、正交光栅、相位光栅、闪耀光栅、阶梯光栅等。
3. 由于光栅具有较大的色散率和较高的分辨本领，已被广泛地装配在各种光谱仪器中。
4. 光栅是数控机床系统中使用较多的一种光学元件。



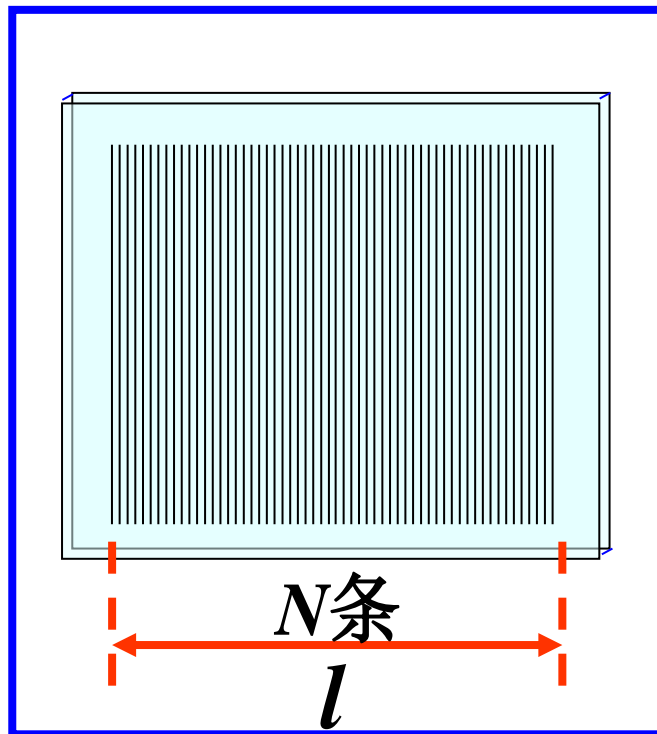
# 实验背景

## 光栅:



透光缝宽度  $a$

不透光缝宽度  $b$



光栅常数:

$$d = a + b$$

$$N = \frac{l}{d}$$

实验室常用光栅:

$$N = 100 \sim 300/\text{mm}$$

# 实验目的

---



**进一步掌握分光计的调整和使用方法。**



**观察汞光源通过光栅后的衍射光谱。**



**根据已知谱线的波长(绿)测定光栅常数  $d$ 。**



**根据已知光栅常数的光栅测定未知(黄)波长  $\lambda$ 。**

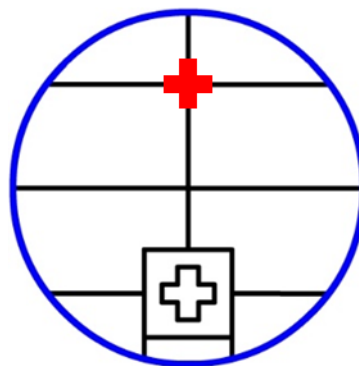
# 实验原理

分光计调整好的三个  
标准：

望远镜能够  
接收平行光



望远镜光轴、载物盘盘面都**垂直**  
于中心转轴。



平行光管出射平行光，且与  
望远镜共轴。



# 实验原理

## 单色光入射光栅衍射规律

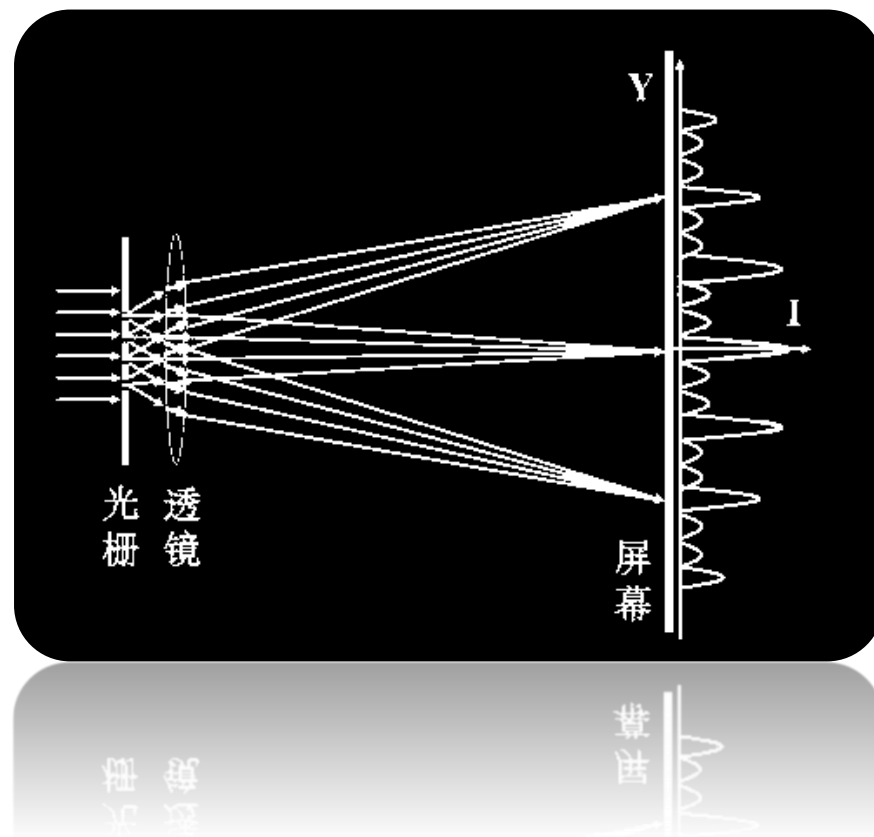
光栅方程 (主明纹):

$$d \sin \theta = \pm m \lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

$m$ : 衍射主极大级次

$\lambda$ : 入射光的波长

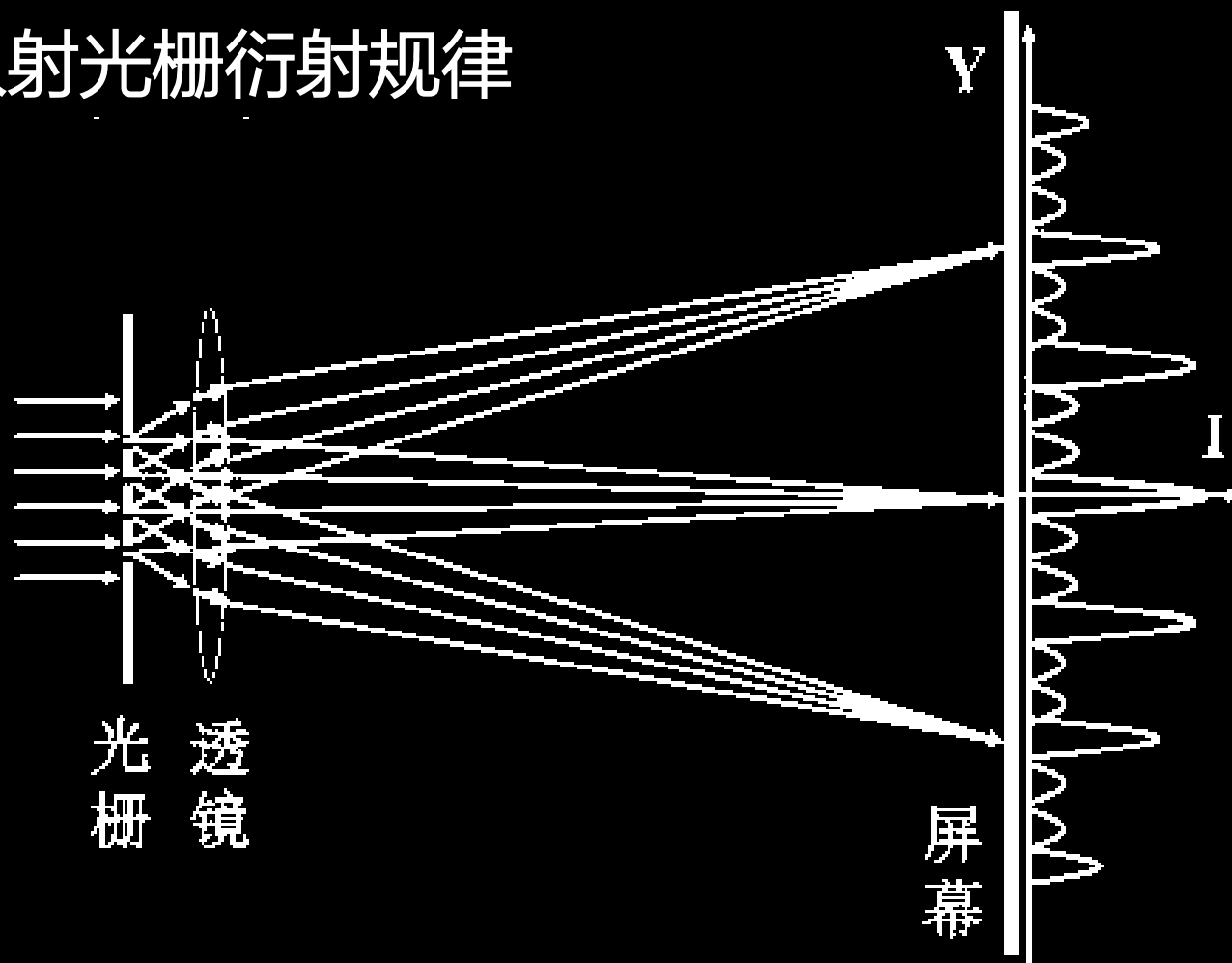
光栅方程决定了衍射强度极大值的位置，其只由  $d$  决定，与光栅狭缝个数无关。





# 实验原理

## 单色光入射光栅衍射规律

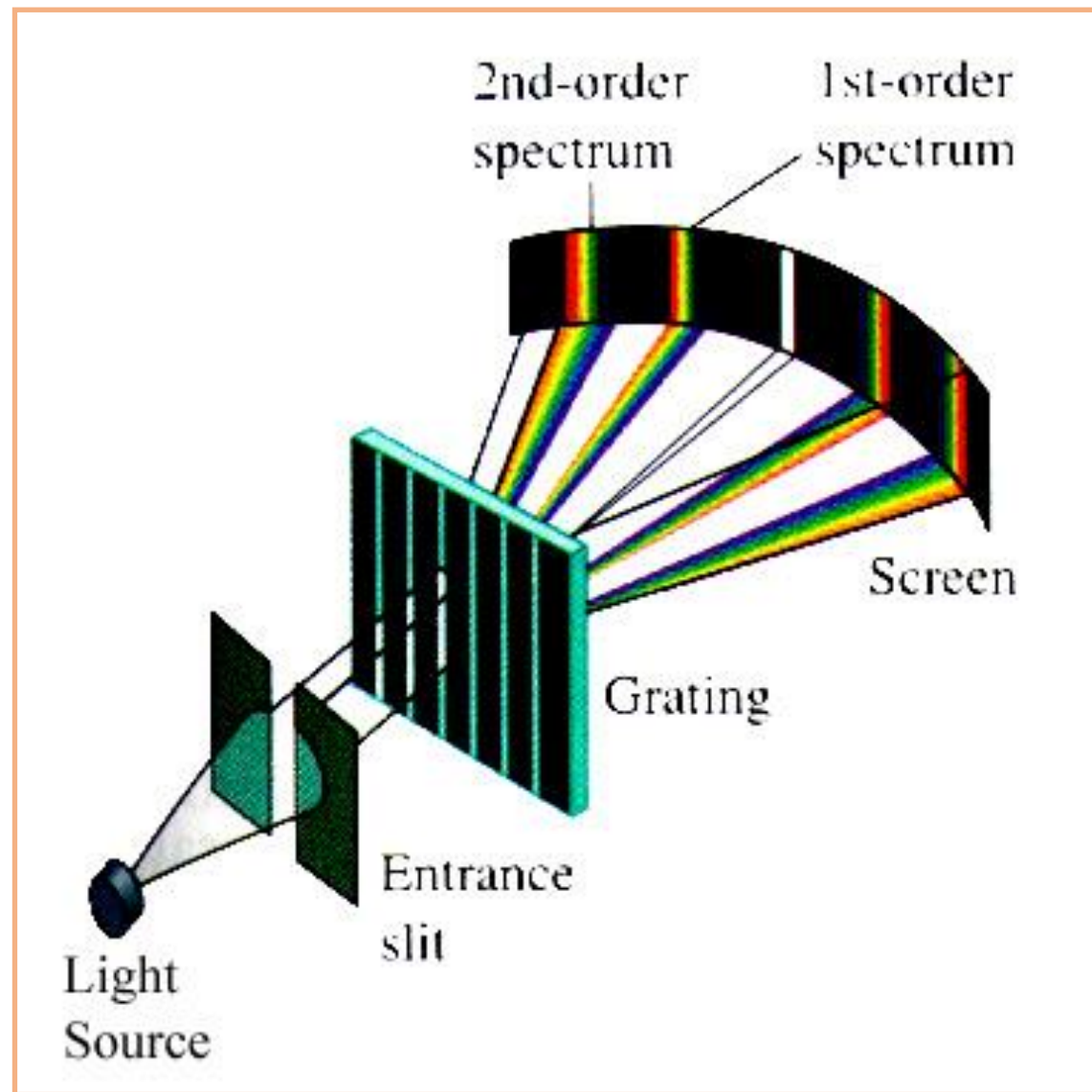


# 实验原理

## 光栅衍射

亮度

颜色



# 实验原理

## 白光入射光栅衍射光谱特点

$$d \sin \theta = \pm m \lambda$$

对0级(白色)

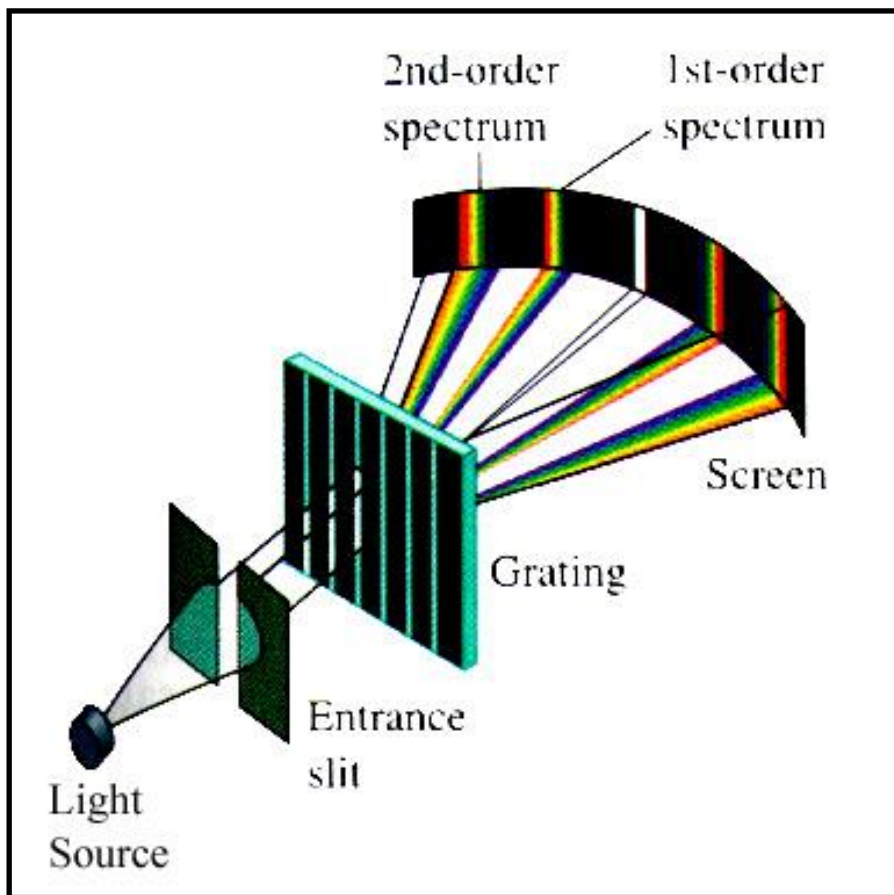
➤ 所有波长均在同一方向

对非0级(彩色)

➤ 按波长次序依次排开

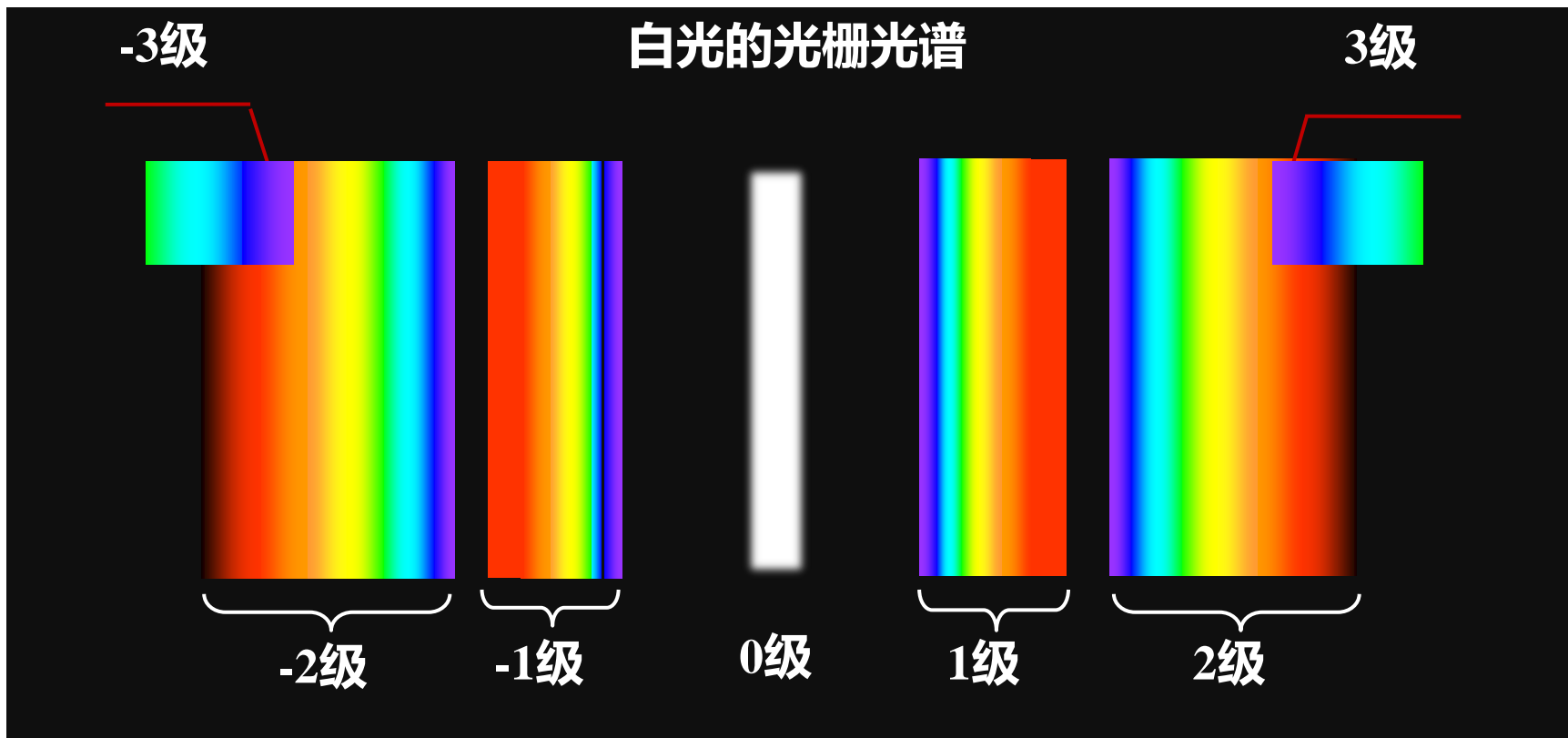
对同一光栅和同一级光

➤  $\lambda$  越大  $\theta$  越大



# 实验原理

**光栅的分辨本领** :将波长十分接近的谱线区分开的本领。

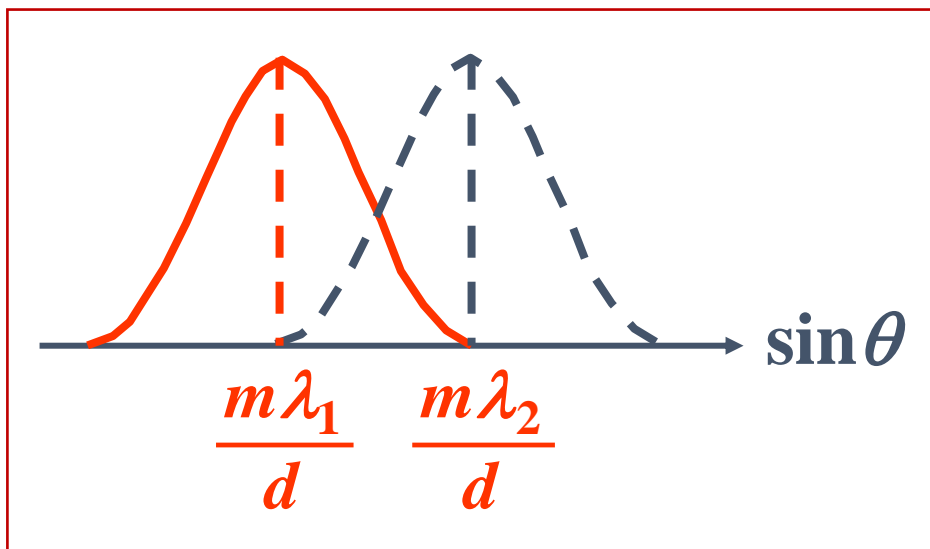


# 实验原理

## 光栅的分辨本领

由瑞利判据,  $\lambda_1, \lambda_2$  光第  $m$  级主明纹恰能分辨的条件:

$\lambda_1$  的主极大在  $\lambda_2$  相邻最近的暗纹处



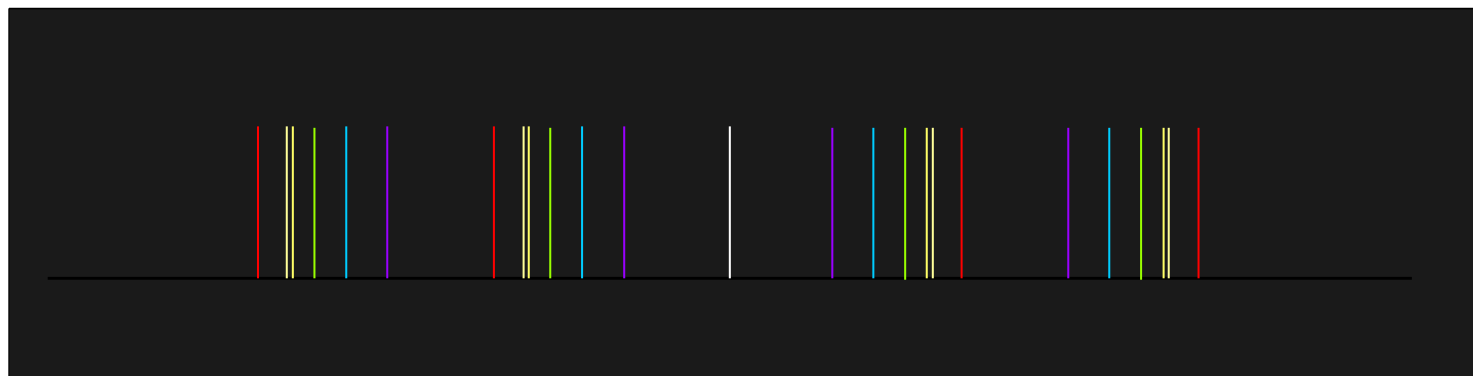
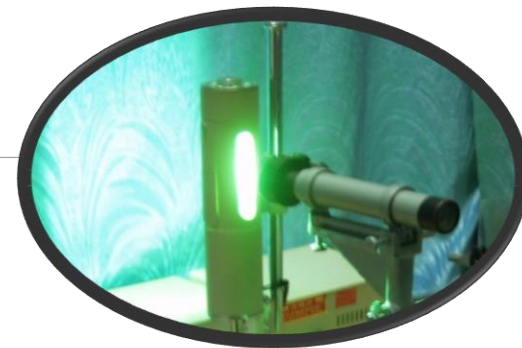
$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN$$

同一衍射级下, 分辨本领正比于衍射条纹的密度

# 实验原理

## 低压汞灯强度较大的特征谱线(nm)

690.72 (红)    579.07/576.96 (黄)    546.07 (绿)    435.84 (蓝)  
404.66 (紫)



$$d \sin \theta = \pm m \lambda$$

$$\lambda \Rightarrow d$$

$$d \Rightarrow \lambda$$

# 实验内容

1. 知绿光  $\lambda = 546.07\text{nm}$ ，测  $\theta$  ( $\pm 1$ 和 $\pm 2$ 级)，求  $d = ?$

级次 $k$		-2	-1	+1	+2
绿光	左 $L$ 游标 $\alpha$				
	右 $R$ 游标 $\alpha$				

$$\theta_{(m=2)} = \frac{1}{2} \times \left\{ \frac{1}{2} \left[ |\alpha_{L,-2} - \alpha_{L,+2}| + |\alpha_{R,-2} - \alpha_{R,+2}| \right] \right\}$$

2. 用求出的 $d$ ，测黄色条纹的  $\theta$  ( $\pm 1$ 和 $\pm 2$ 级)，求波长为？

计算与理论值 (576.96nm) 的相对误差  $\leq 3\%$

# 注意事项

---

1. 分光计是精密的光学仪器，要加倍爱护，不应在制动螺丝锁紧时**强行转动望远镜**，也不要**随意拧动狭缝**。
2. 光栅是精密光学器件，**严禁用手触摸刻痕**，注意轻拿轻放。
3. 在测量数据前务须检查分光计的几个**制动螺丝是否锁紧**，若未锁紧，取得的数据会不可靠。
4. 测量中应正确使用望远镜转动的**微调螺丝**，以便提高工作效率和测量准确度。



# 测量注意

---

1. 将分光计调整到正常使用的状态。
2. 将光栅置于载物台上，使平行光管发出的平行光**垂直入射**到光栅上。

如何判断？

3. 测量衍射角时，利用分光计的双游标来消除**偏心差**。
4. 分光计读数时，要注意角坐标“**过零**”的问题。

# 思考

1. 实验中**最多**能观察到多少级次的衍射条纹？

$$\sin \theta = \frac{m \lambda}{d} \leq 1 \quad \longrightarrow \quad m \leq \frac{d}{\lambda}$$

2. 当某一单色光入射到光栅时，是否满足光栅方程的方向就一定会发现衍射的主极大？

**缺级条件：**  $m = \frac{d}{a} \cdot m' \quad (m' = \pm 1, \pm 2 \cdots)$

3. 若要在光栅衍射的1级衍射中分辨低压汞灯的两条黄色谱线**579.07/576.96 (nm)**，需要多少线的光栅？

$$N = \frac{\lambda}{m \Delta \lambda} = \frac{579.07}{1 \times 2.11} \approx 275$$

## 4. 光栅可应用到哪些领域?

第 37 卷 第 6 期

2017 年 6 月

物 理 实 验

PHYSICS EXPERIMENTATION

Vol. 37 No. 6

Jun., 2017

### 基于光栅衍射的弹性模量小角度测量

孟 赞<sup>a</sup>, 邓文浩<sup>a</sup>, 秦鹏程<sup>b</sup>, 周 昊<sup>c</sup>, 常相辉<sup>a,d</sup>, 刘其军<sup>a,d</sup>, 樊代和<sup>a,d</sup>

(西南交通大学 a. 物理科学与技术学院; b. 土木工程学院; c. 茅以升学院;

d. 物理国家级实验教学示范中心, 四川 成都 611756)

摘 要: 根据入射光偏转角度与光栅旋转角度的关系, 实现了小角度的放大测量, 并设计了实验装置应用于弹性模量中金属丝微小伸长量的测量. 理论分析和实验数据表明其角放大倍数可超过传统光杠杆法的放大倍数, 也应用到其它有小角度测量的领域.

# 注意事项



1. 开始实验不盲目，先整理好**思路**再开始
2. 实验开始后严格按步骤进行实验，**不焦躁**
3. 实验中遇到问题，认真思考，根据现象排查原因
4. 纪录数据时考虑好**有效数字的位数**
5. 不用铅笔、橡皮
6. 独立完成实验，允许相互探讨