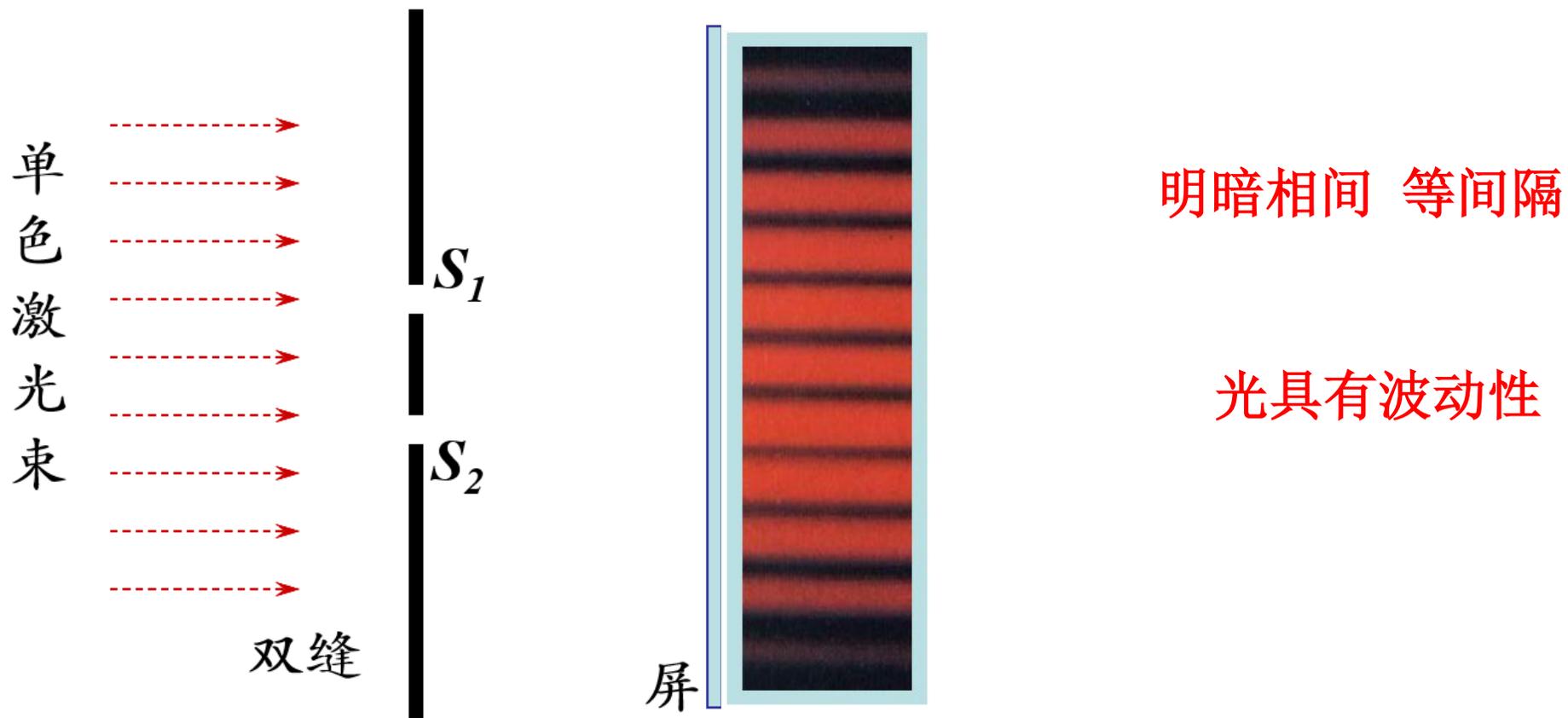


## 4.5 光的衍射

刘成

2024.11

# “双新”背景下高中物理审辩式教学的实践研究



**问题1:**什么是波的衍射现象？

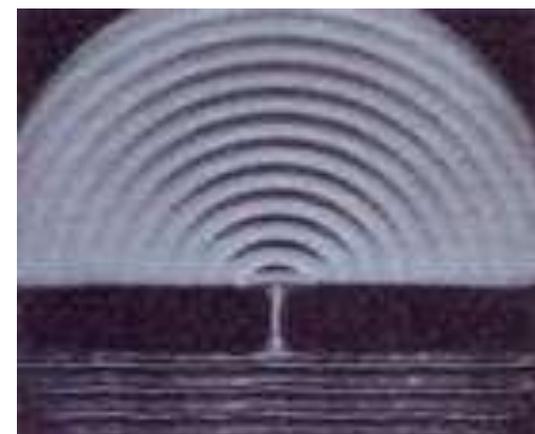
波在它传播的方向上遇到障碍物或孔时，波绕到障碍物阴影里去继续传播的现象叫**波的衍射**。



**问题2:**发生明显衍射的条件是什么？

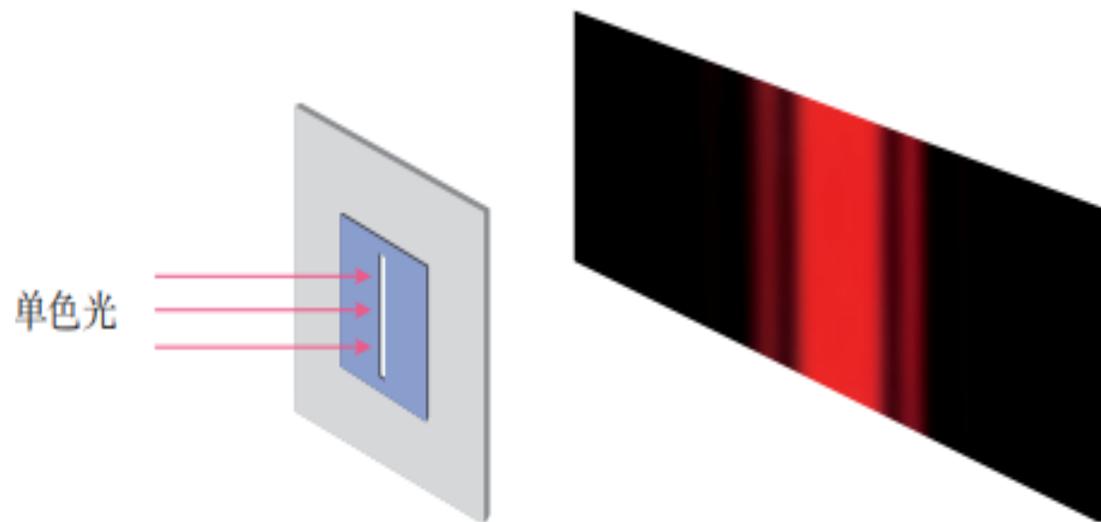
障碍物或孔的尺寸跟波长差不多或比波长小。

**问题3:**光能不能发生衍射，生活中有没有看到过光的衍射现象



## 一、光的衍射

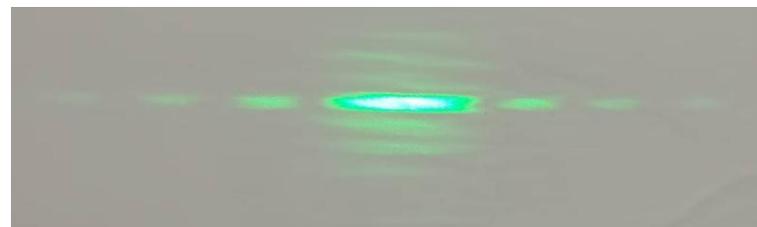
1. 光离开直线传播路径绕到障碍物阴影里去的现象叫**光的衍射**现象。
2. 衍射时产生的明暗条纹叫**衍射图样**。



## 二、单缝衍射

单色光单缝衍射图样的特点

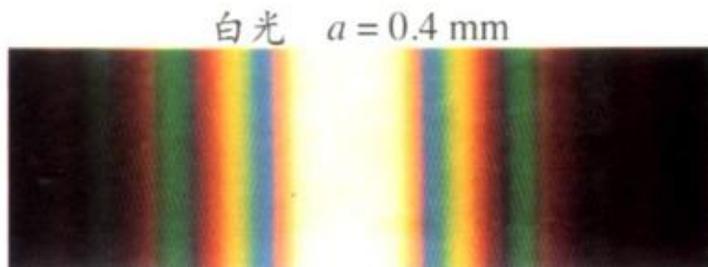
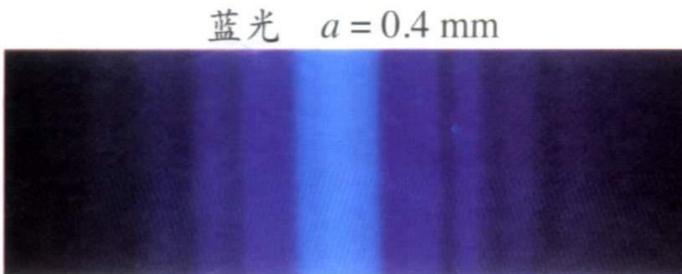
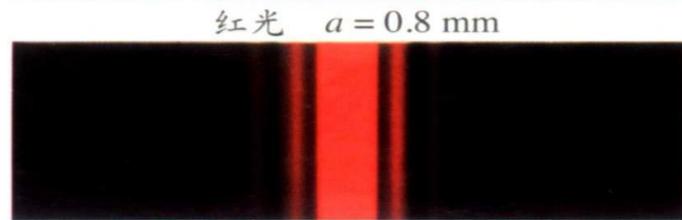
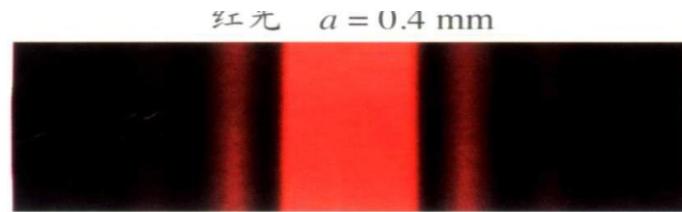
1. 条纹不等间距；
2. 中央条纹亮而宽；
3. 两侧条纹较暗较窄，对称分布



绿光  $a=0.06\text{mm}$

思考：如何让衍射现象更明显呢？

## 单色光单缝衍射图样的规律：

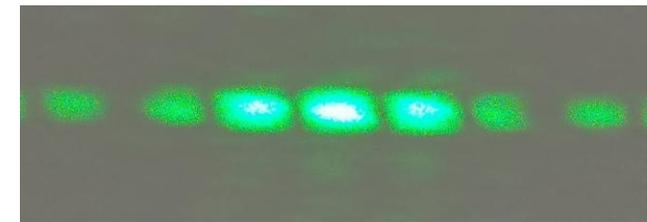
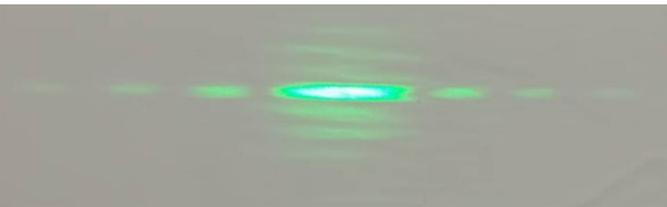


1. 波长一定时，单缝越窄，中央条纹越宽，各条纹间距越大。（衍射越明显）
2. 单缝不变时，波长大的中央亮纹越宽，条纹间隔越大（衍射越明显）
3. 白光的单缝衍射条纹为中央白色亮纹，两侧为彩色条纹，且外侧呈红色，靠近光源的内侧为紫色。

## 三、单缝衍射与双缝干涉条纹的比较

**干涉：**等距的明暗相间的条纹，亮条纹的亮度向两边减弱较慢。

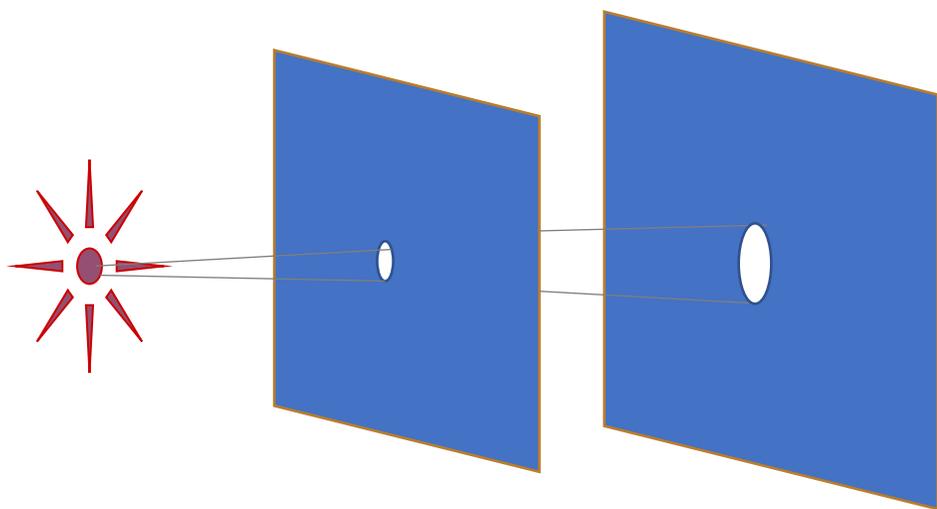
**衍射：**中央有一条较宽亮条纹，两边是对称明暗相间的条纹，亮条纹的亮度向两边减弱得很快。



(双缝)干涉图样	(单缝)衍射图样
双缝间距越小，条纹间距越大	单缝宽度越小，条纹间距越大
(单色光)波长越小，条纹间距越小	(单色光)波长越小，条纹间距越小
单色光形成明暗条纹，白光形成彩色条纹	单色光形成明暗条纹，白光形成彩色条纹

## 四、圆孔衍射

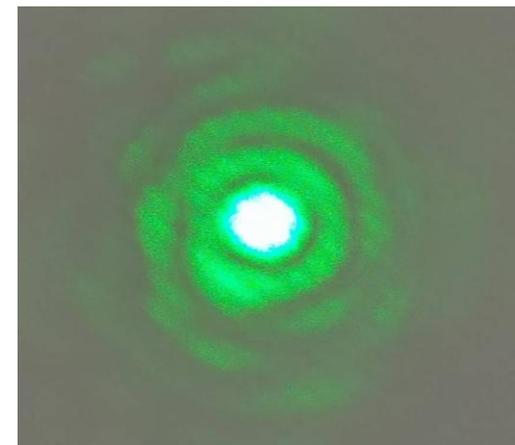
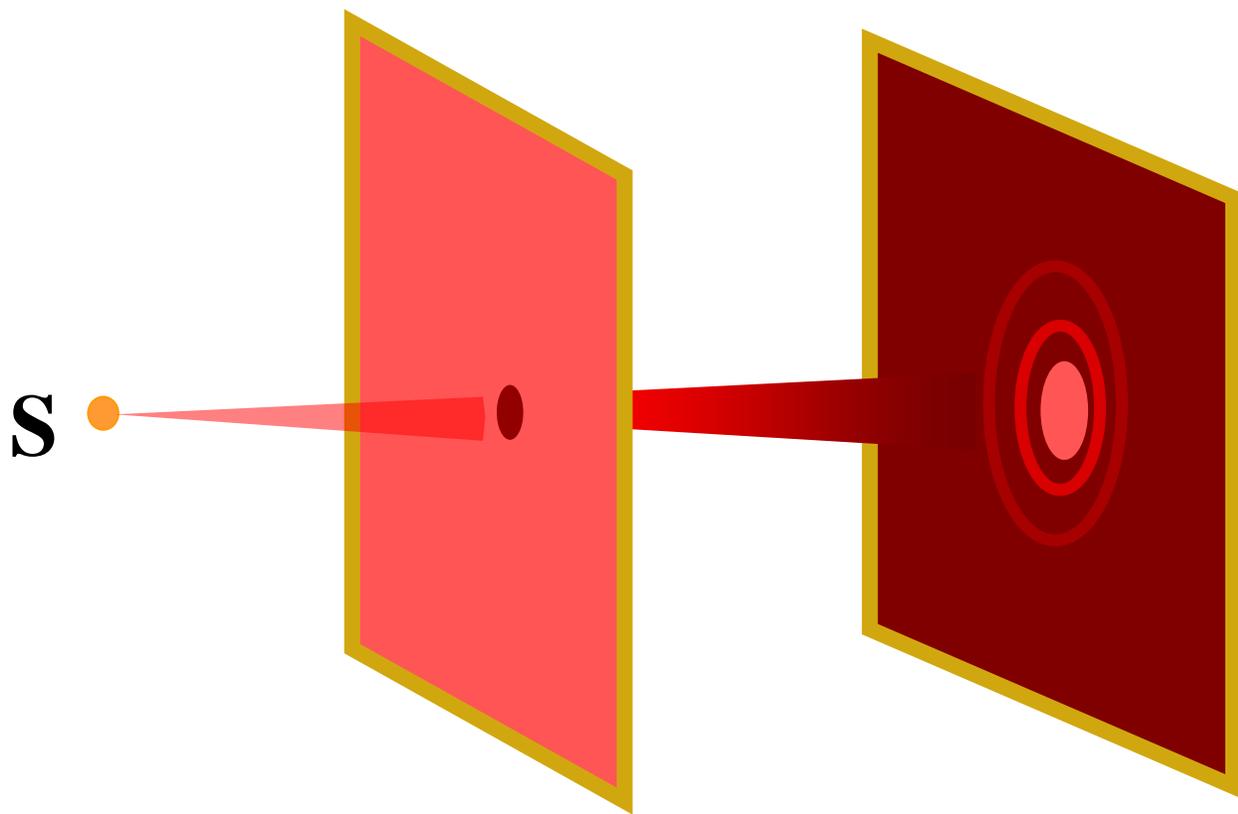
### 1. 孔较大时——屏上出现清晰的光斑



光沿直线传播

## 四、圆孔衍射

2. 孔较小时——屏上出现衍射花样（亮暗相间的不等间距的圆环）

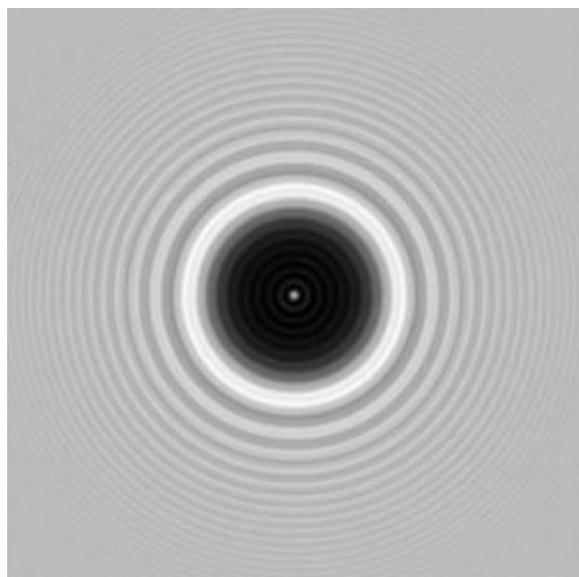


光遇到不透明的障碍物  
会出现什么情况呢？

## 五、圆盘衍射

实验：在光束中放一个不透明圆盘或球

现象：在不透明圆盘的阴影后面，出现了一个亮斑。



泊松亮斑



## 泊松亮斑趣事

1818年，法国的巴黎科学院为了鼓励对衍射问题的研究，悬赏征集这方面的论文。一位年轻的物理学家菲涅耳在论文中按照波动说深入研究了光的衍射。

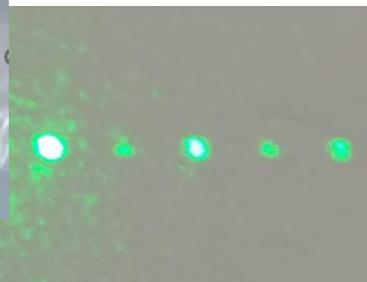
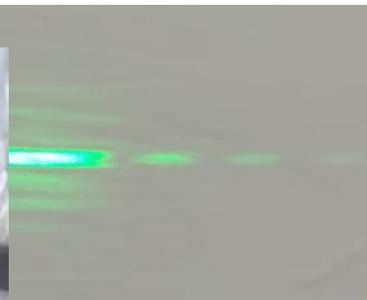
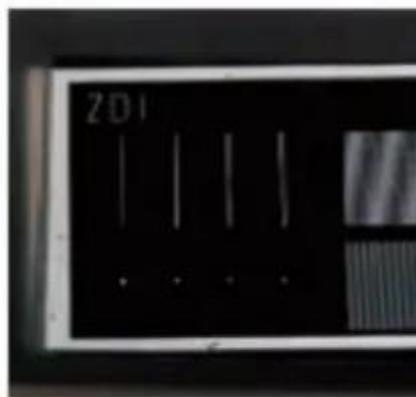
当时的另一位法国科学家泊松是光的波动说的反对者，他按照菲涅耳的理论计算了光在圆盘后的影的问题，发现对于一定的波长、在适当的距离上，影的中心会出现一个亮斑！泊松认为这是荒谬可笑的，并认为这样就驳倒了光的波动说。

但是，就在竞赛的关键时刻，评委阿拉果在实验中观察到了这个亮斑（图），这样，泊松的计算反而支持了光的波动说。后人为了纪念这个有意义的事件，把这个亮斑称为泊松亮斑，也称为阿拉果亮斑。

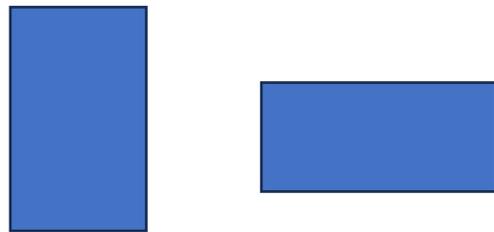


## 六、衍射光栅

1. 结构由许多等宽的狭缝等距离排列起来形成的光学仪器。
2. 衍射图样特点与单缝衍射相比，衍射条纹的宽度变窄，亮度增加。

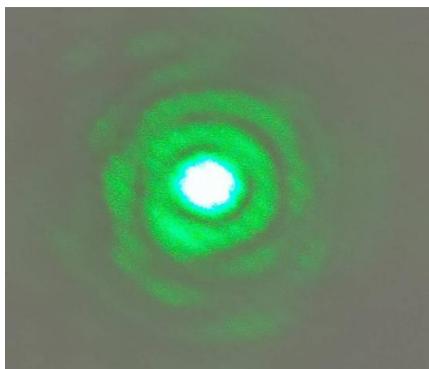


七、不同形状小孔产生的衍射光斑

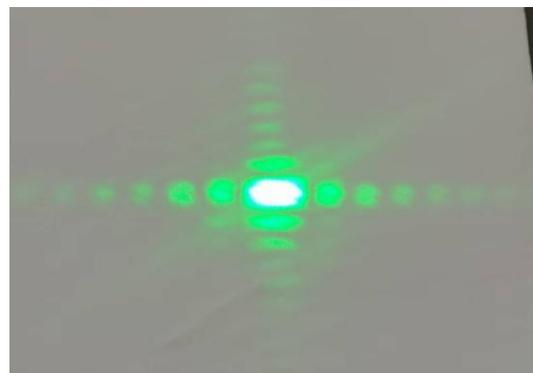


(a)

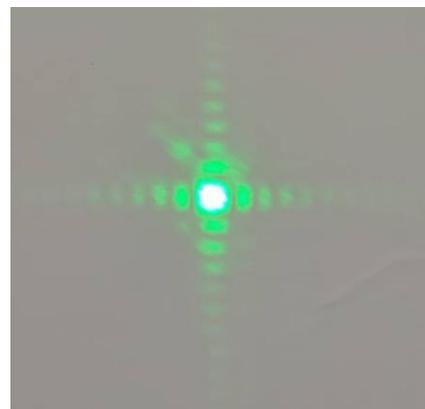
(b)



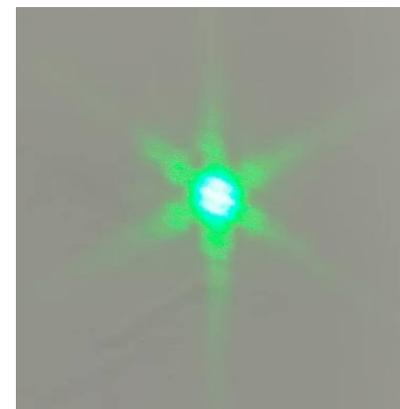
圆形孔



矩形孔



正方形孔

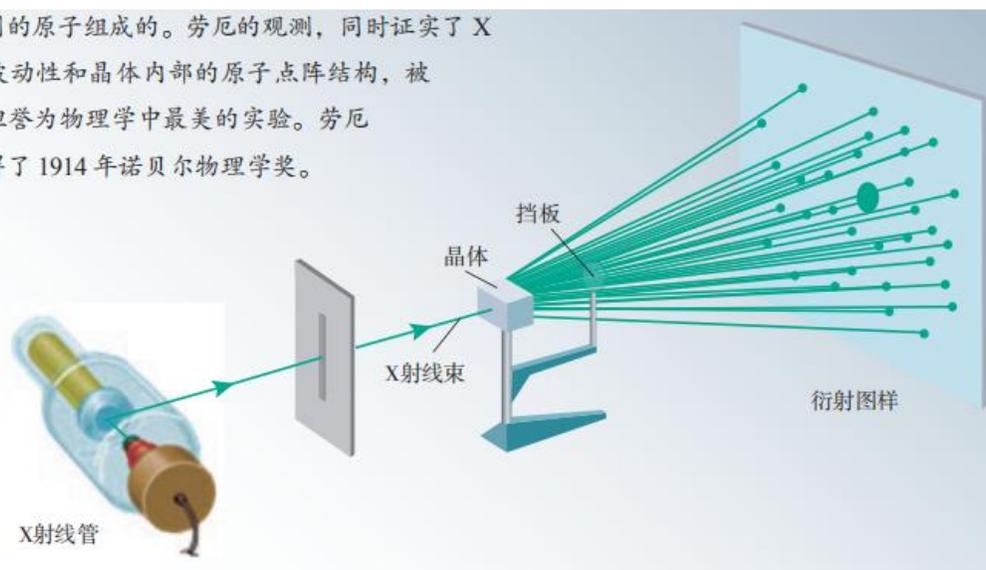


三角形孔

## X 射线衍射与双螺旋

晶体中原子的排列是规则的，原子间距与 X 射线波长接近。这使得 X 射线照射在晶体上会发生明显的衍射现象。衍射图样中斑点的强度和位置包含着有关晶体的大量信息。因此，人们可以利用 X 射线衍射探测晶体的结构（图）。

列的原子组成的。劳厄的观测，同时证实了 X 波动性和晶体内部的原子点阵结构，被坦誉为物理学中最美的实验。劳厄得了 1914 年诺贝尔物理学奖。



X 射线晶体衍射实验示意图

## X 射线衍射与双螺旋

1912 年，德国科学家劳厄观测到了这种衍射现象。在当时人们并不确信 X 射线是一种电磁波，也不确信晶体是由周期性排列的原子组成的。劳厄的观测，同时证实了 X 射线的波动性和晶体内部的原子点阵结构，被爱因斯坦誉为物理学中最美的实验。劳厄因此获得了 1914 年诺贝尔物理学奖。之后，英国物理学家布拉格父子深入研究了利用 X 射线测量和分析晶体结构的方法。他们的工作奠定了这一技术的实验和理论基础，为此，布拉格父子共同获得了 1915 年诺贝尔物理学奖。今天，X 射线衍射已经成为人们探测晶体和大分子结构的标准技术手段之一，被广泛应用于物理学和生物学等许多领域。这一技术所带来的最重要成果之一，就是 DNA 双螺旋结构的发现。

**例2** 如图所示的四种明暗相间的条纹分别是黄光、紫光各自通过同一个双缝干涉装置形成的干涉图样以及红光、蓝光各自通过同一个单缝形成的衍射图样(黑色部分表示亮条纹)。在下面的四幅图中从左往右排列,亮条纹的颜色依次是

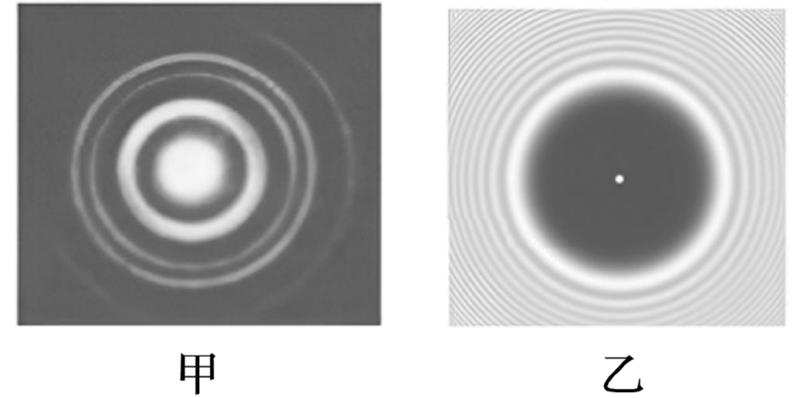
- A. 黄蓝紫红
- C. 蓝紫红黄

- B. 黄红紫蓝
- D. 蓝黄红紫



**例3** 某研究性学习小组用激光束照射圆孔和不透明圆板后，分别得到如图甲、乙所示的图样，下列说法正确的是

- A. 甲图的亮斑是“泊松亮斑”，属于圆板衍射
- B. 乙图的亮斑是“泊松亮斑”，最早由泊松先推算出这个亮斑，后来泊松发现圆板中心确实有这个亮斑



- C. 不管是圆孔衍射还是圆板衍射，影像的边缘轮廓都是清晰的
- D. 发生圆孔衍射时，圆形光环的图样半径远大于圆孔的半径，即光绕到障碍物的影子里