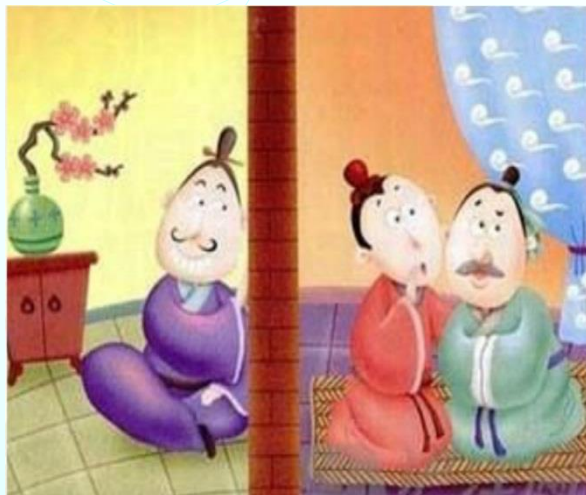


## 声波的衍射



## 水波的衍射

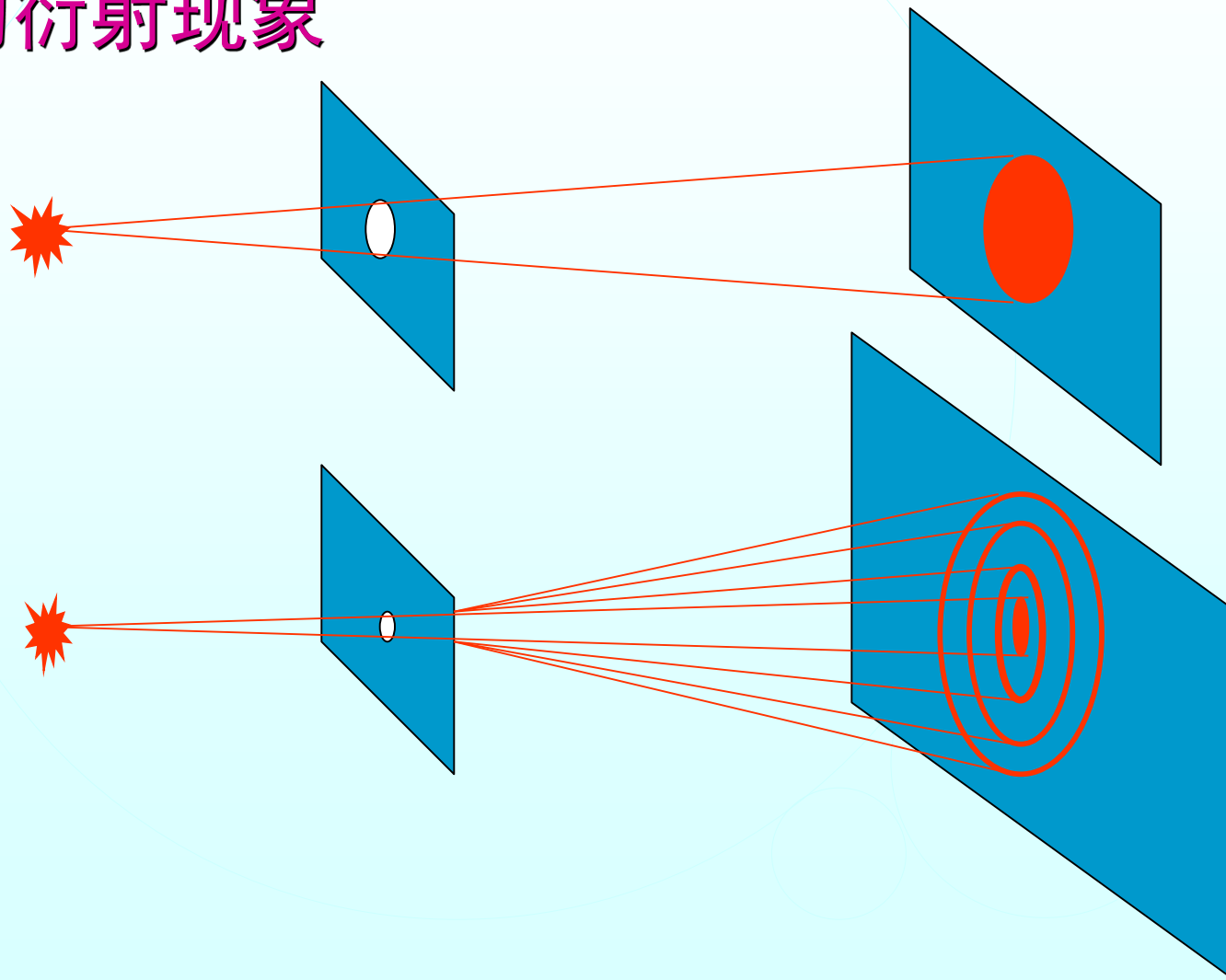


光波？

**问题：**产生明显的波的衍射要具备什么样的条件？

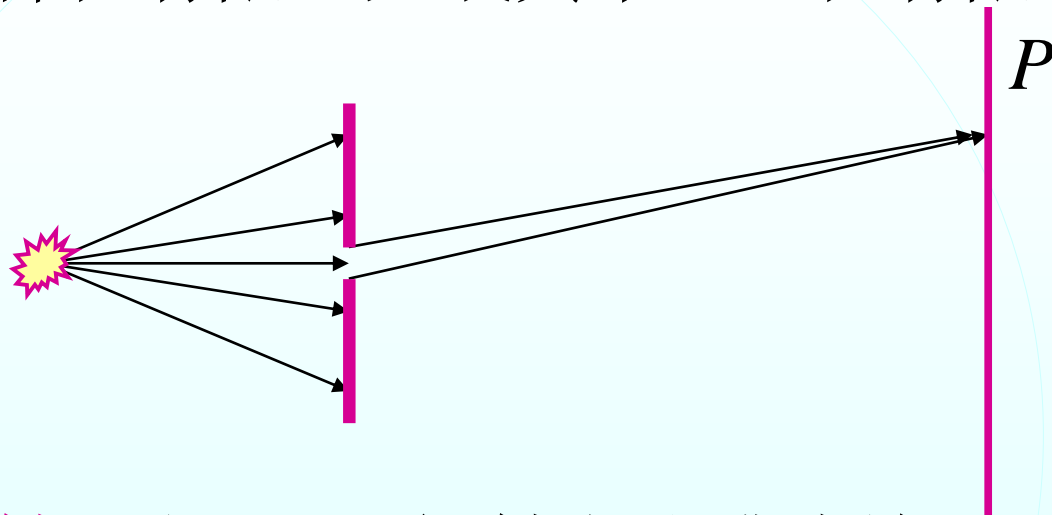
## 惠更斯-菲涅耳原理

## 一、光的衍射现象

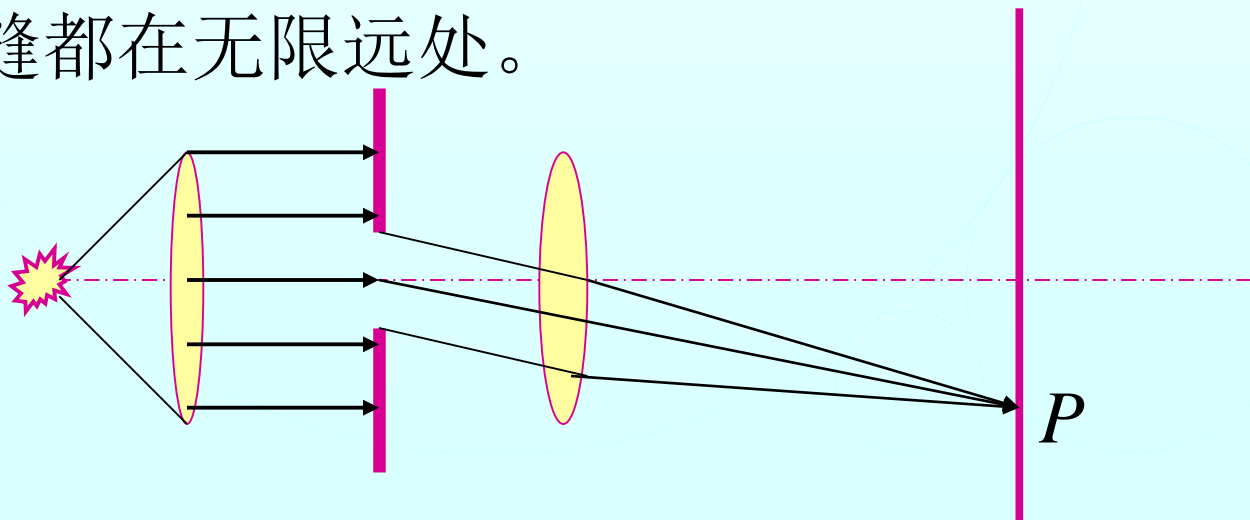


## 二、单缝衍射分类

**菲涅耳衍射：**光源 $s$  距衍射小孔或狭缝以及屏幕 $P$ 距小孔或狭缝都在有限远处或其中之一在有限远处。



**夫琅禾费衍射：**光源 $s$  距衍射小孔或狭缝以及屏幕 $P$ 距小孔或狭缝都在无限远处。



### 三、惠更斯-菲涅耳原理

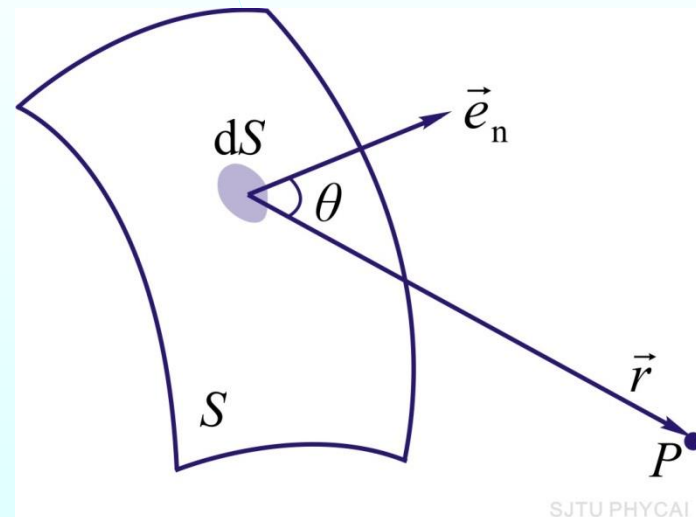
在任一时刻，波阵面上每一未被阻挡的点均起着次级球面子波波源的作用；

障碍物后任一点的振幅是所有这些子波源发出的球面子波的相干叠加。

子波在 $P$ 点引起的振动振幅矢量 $d\vec{E}$ 与距离 $r$ 、面积元 $dS$ 、 $\theta$ 角有关。

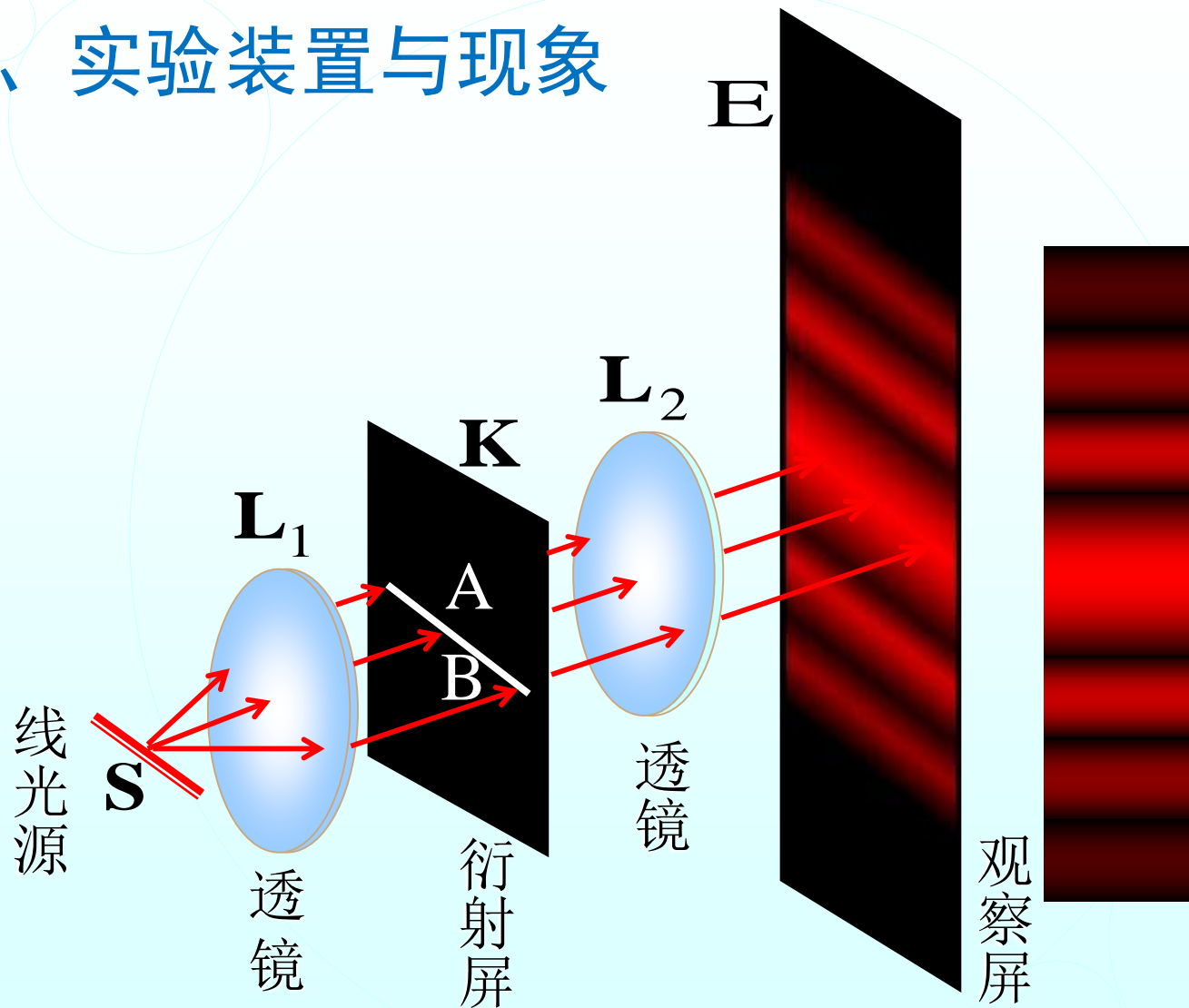
$$E = \int_s dE = C \int_s \frac{K(\theta)}{r} \cos(\omega t - \frac{2\pi nr}{\lambda}) ds$$

衍射现象实质上是无数子波的干涉

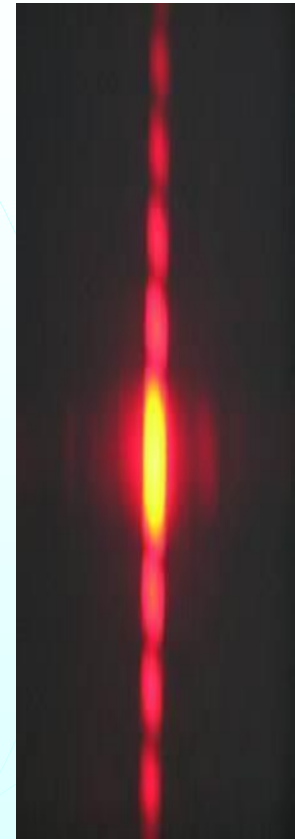
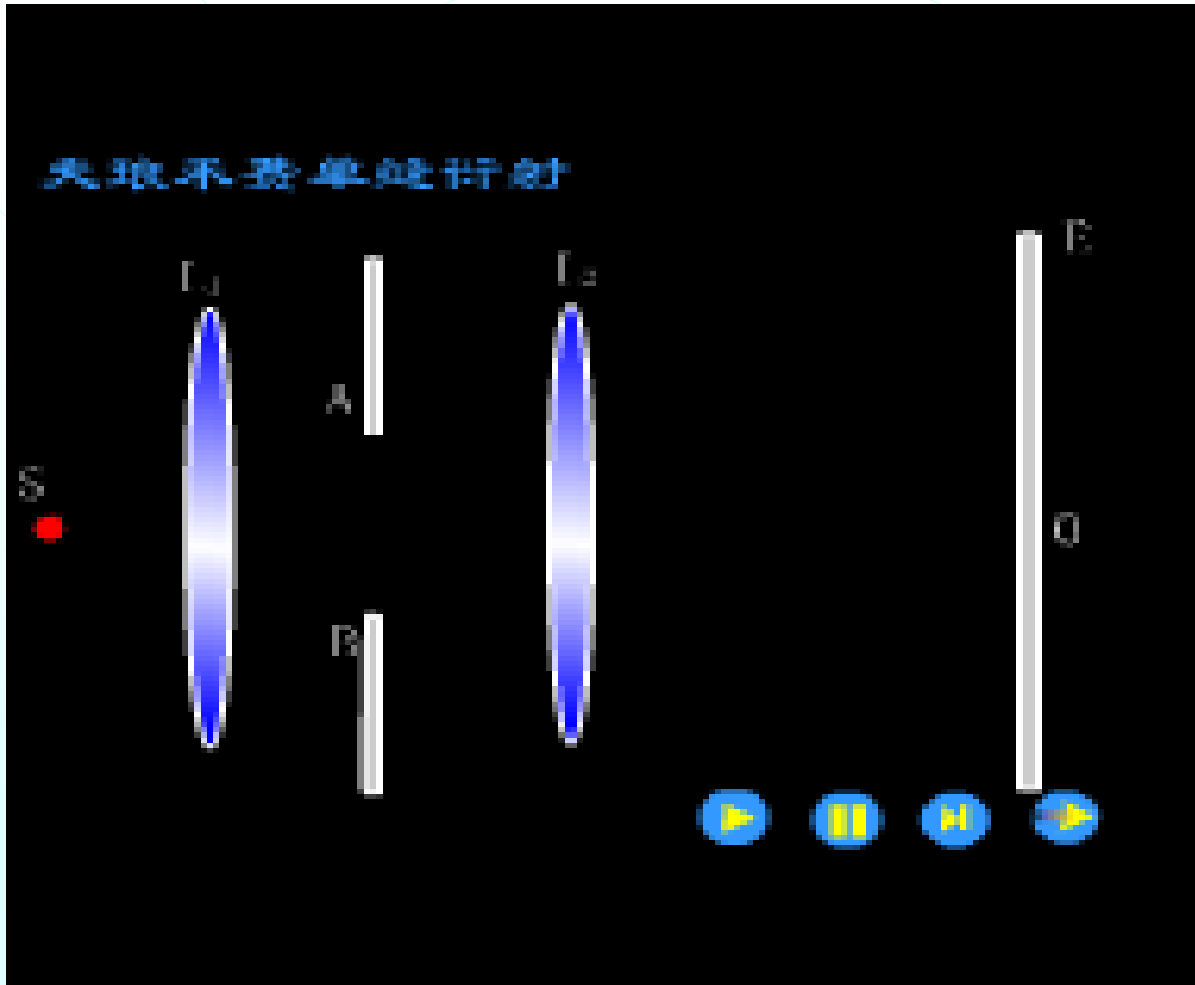


# § 12-8 单缝夫琅禾费衍射

## 一、实验装置与现象

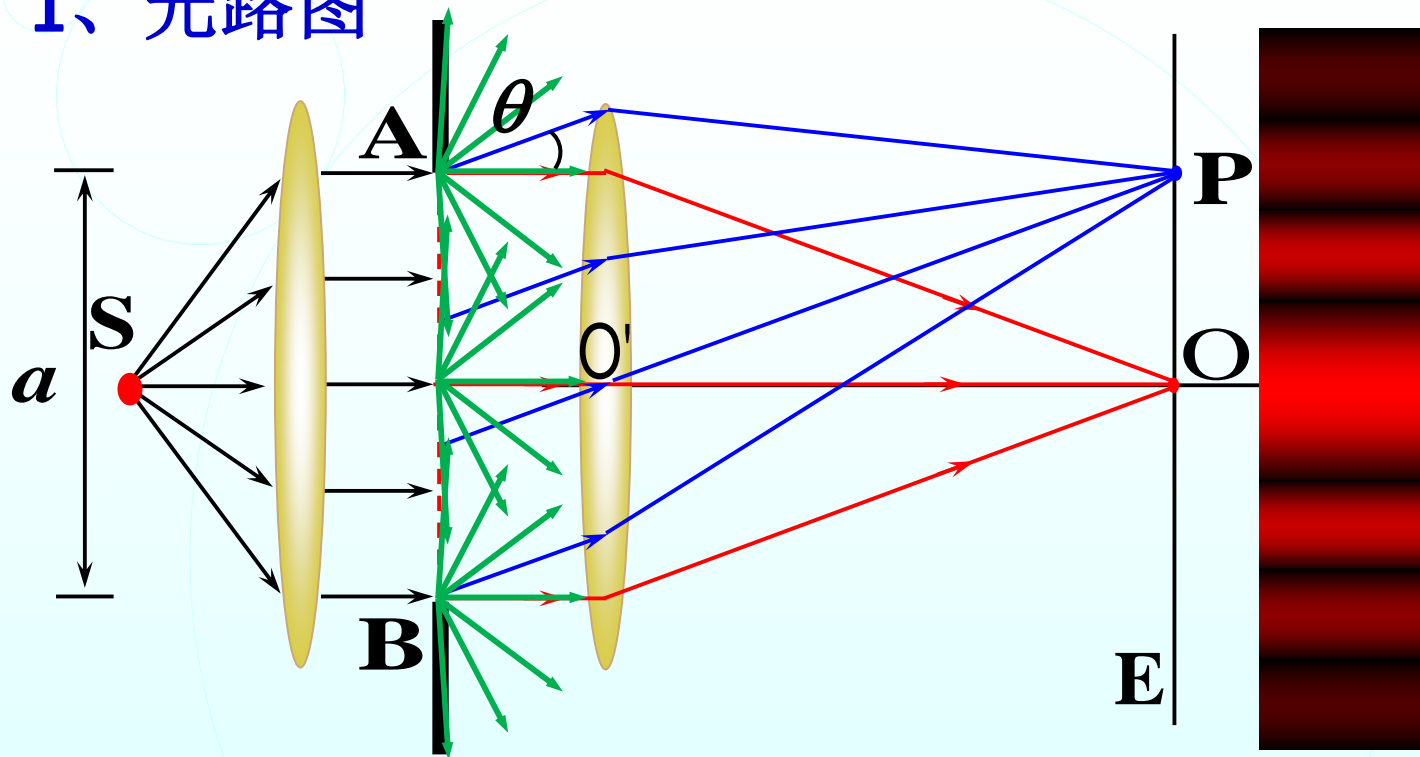


注意：经过透镜光心的光线不发生偏折



## 二、理论分析

### 1、光路图



衍射角  $\theta$  : 衍射光线和缝平面法线的夹角

$\theta = 0, \delta = 0$  形成中央明纹

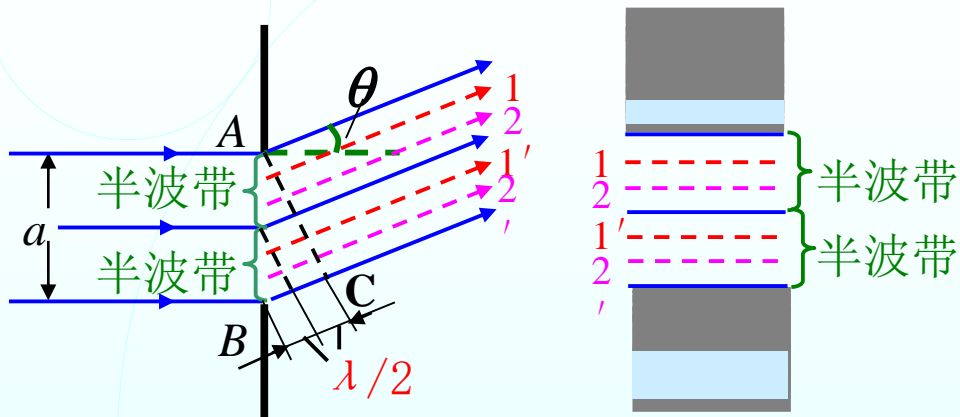
$\theta \neq 0$  条纹明暗如何判定







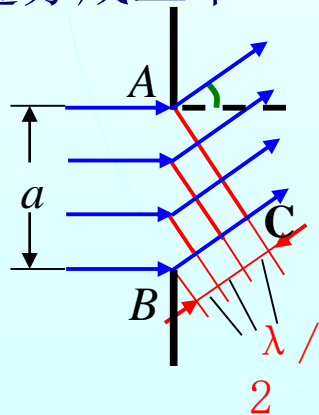
- 将缝分为两个“半波带”



$$\overline{BC} = a \sin \theta = N \frac{\lambda}{2}$$

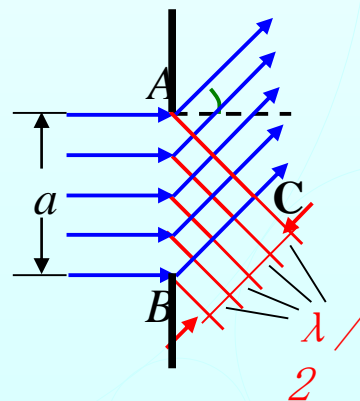
$P$  处干涉相消形成暗纹

- 将缝分成三个“半波带”



$P$  处近似为  
明纹中心

- 将缝分成四个“半波带”



$P$  处干涉相  
消形成暗纹

- 菲涅耳半波带法小结:

✓ 相邻两半波带上对应各点发出的衍射光  
在会聚处干涉相消 ( $\delta = \lambda / 2$ )

✓ 平行光垂直入射时:

$$\delta = \overline{BC} = a \sin \theta = N \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} 2k \frac{\lambda}{2} \\ (2k+1) \frac{\lambda}{2} \end{cases}$$

$N$ 为偶数, 会聚处为暗纹;

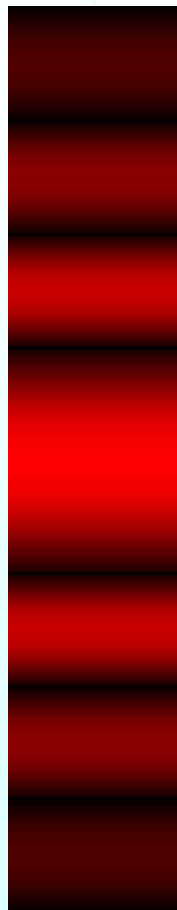
$N$ 为奇数, 会聚处为明纹。

若  $N$  不是整数呢





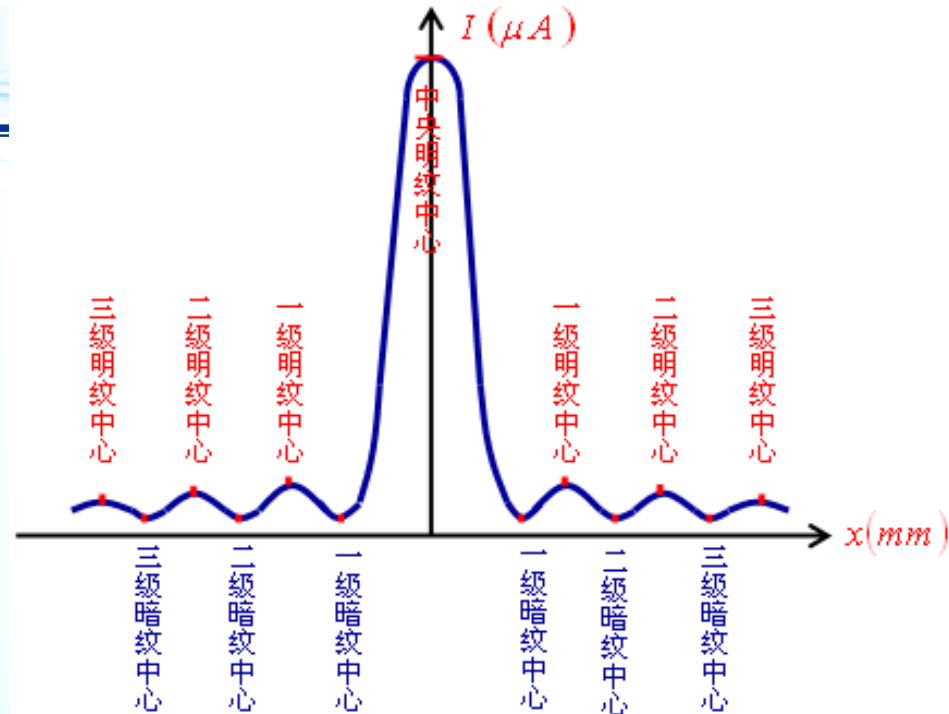
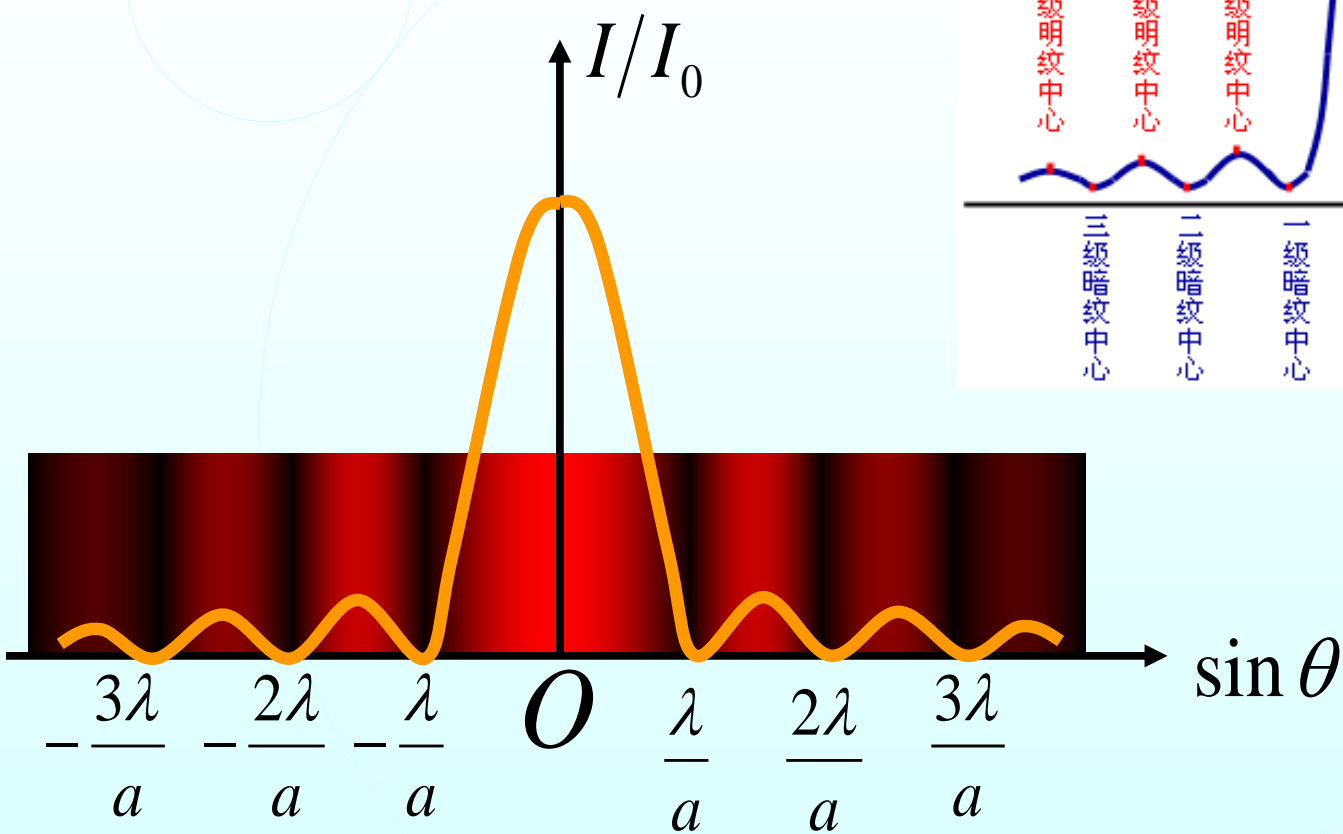
## (1) 明暗纹条件



$$\delta = a \sin \theta \quad \left\{ \begin{array}{ll} = 0 & \text{中央明纹} \\ = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad (k=1,2,3\cdots) & \text{明纹} \\ = \pm 2k\frac{\lambda}{2} = \pm k\lambda \quad (k=1,2,3\cdots) & \text{暗纹} \end{array} \right.$$

$N$  不是整数时, 条纹介于明暗之间。

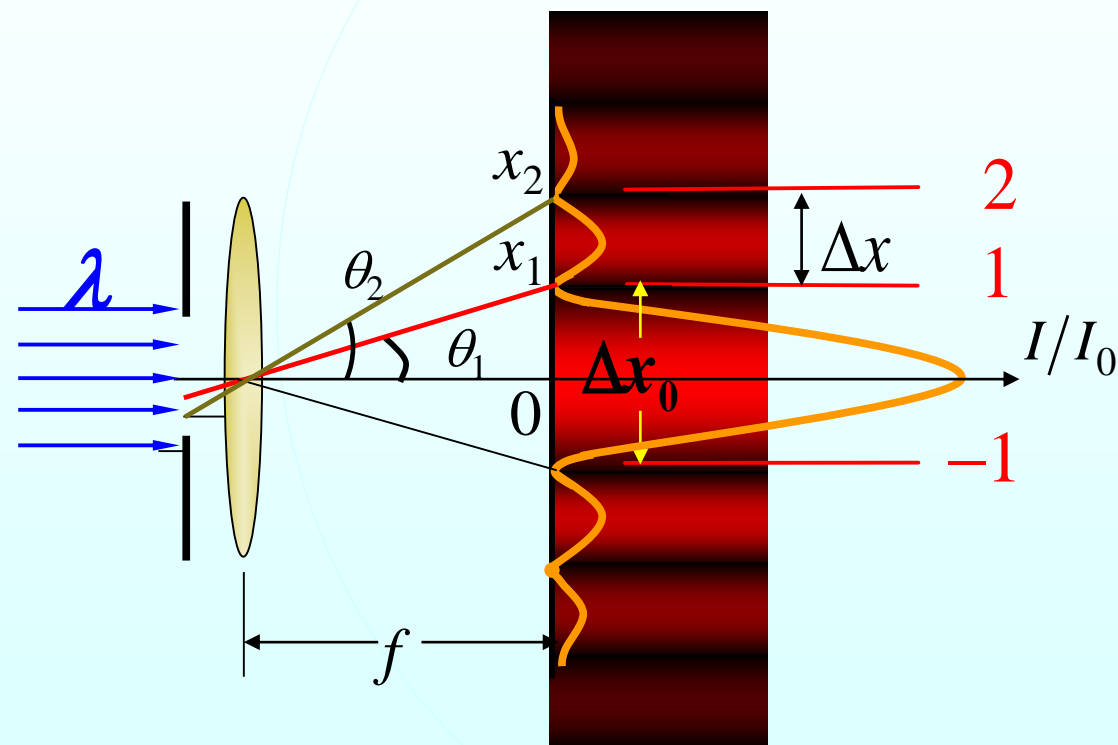
## (2) 衍射条纹的光强分布



衍射角  $\theta \uparrow$ , 明条纹亮度  $\downarrow$

### (3) 衍射条纹的宽度

- ✓ 明纹角宽度：相邻两条暗纹中心对应的衍射角之差
- ✓ 明纹线宽度：相邻两条暗纹中心的间距



$$a \sin \theta = k \lambda$$

#### ☆ 明纹角宽度

- 中央明纹角宽度：
$$\theta_{+1} - \theta_{-1} \approx \frac{2\lambda}{a}$$
- 中央明纹半角宽度：
$$\Delta \theta_0 = \frac{\lambda}{a}$$
- 第  $k$  级明纹角宽度：

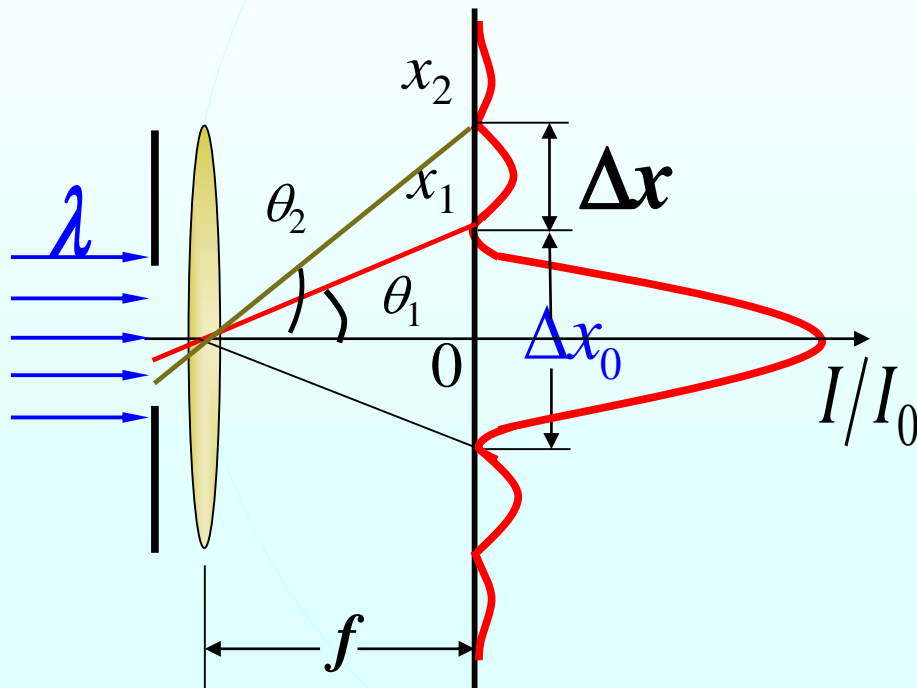
$$\theta_{k+1} - \theta_k \approx \frac{\lambda}{a}$$

# ☆ 明纹线宽度

$$a \sin \theta = k \lambda$$

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{x}{f}$$

$$x = \frac{kf \lambda}{a}$$



中央明纹线宽度：

$$\Delta x_0 = x_{+1} - x_{-1}$$

$$\Delta x_0 = 2f \frac{\lambda}{a}$$

第 $k$ 级明纹线宽度：

$$\Delta x = x_{k+1} - x_k$$

$$\Delta x = f \frac{\lambda}{a}$$

中央明纹宽度约为其它明纹宽度的两倍！

## (4) 影响衍射条纹的因素

$$\Delta x = f \frac{\lambda}{a}$$

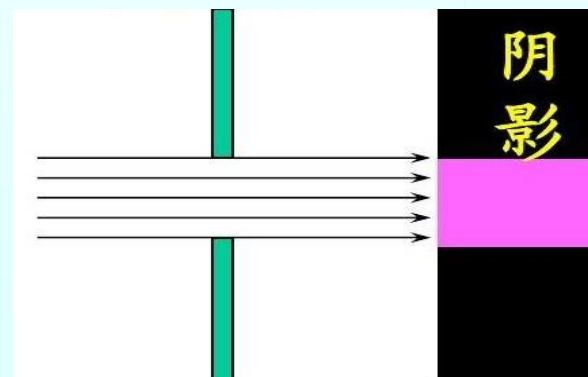
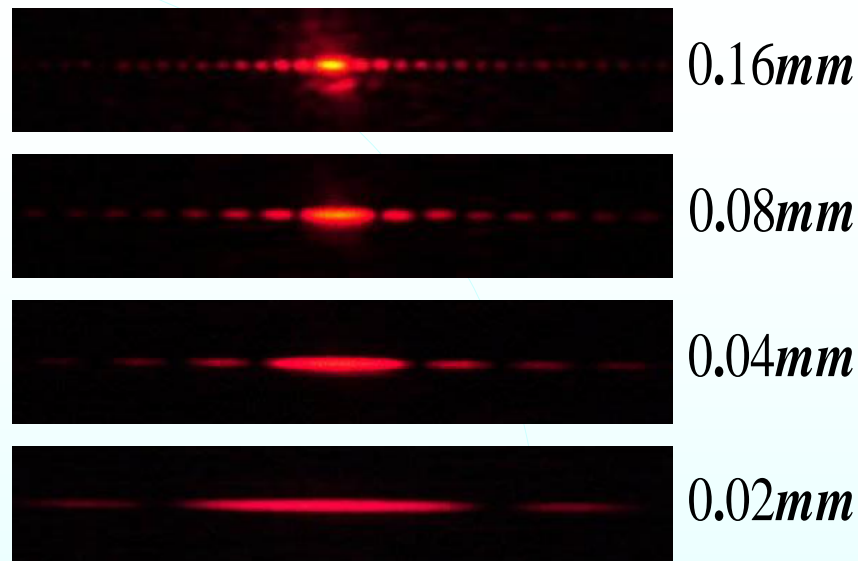
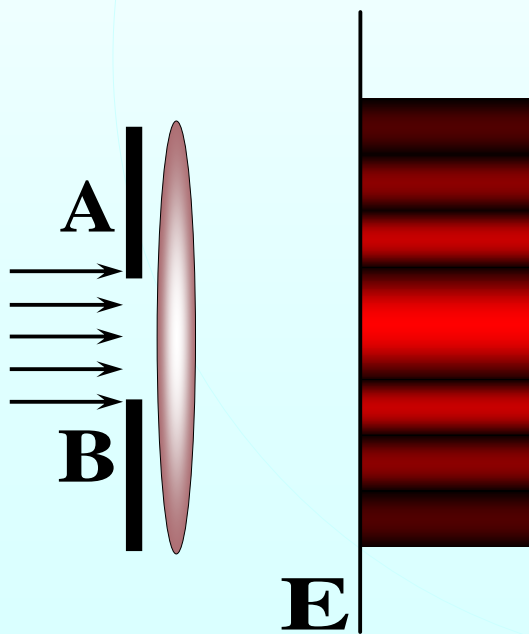
- ☆ 透镜焦距 透镜焦距越大，条纹宽度越宽.
- ☆ 缝宽
- ☆ 波长



# 缝宽变化对条纹的影响

$$\Delta x = f \frac{\lambda}{a}$$

缝宽减小，条纹变宽；  
缝宽增大，条纹变细；



几何光学是波动光学在  
 $a \gg \lambda$  时的极限情形



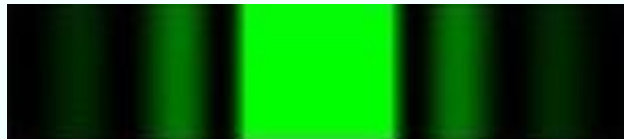
# ☆ 波长对条纹宽度的影响

$$\Delta x = f \frac{\lambda}{a}$$

红光单缝衍射



绿光单缝衍射



蓝光单缝衍射



波长越大，  
条纹宽度越宽。

拓展：若复色光入射，情况如何呢



白光单缝衍射

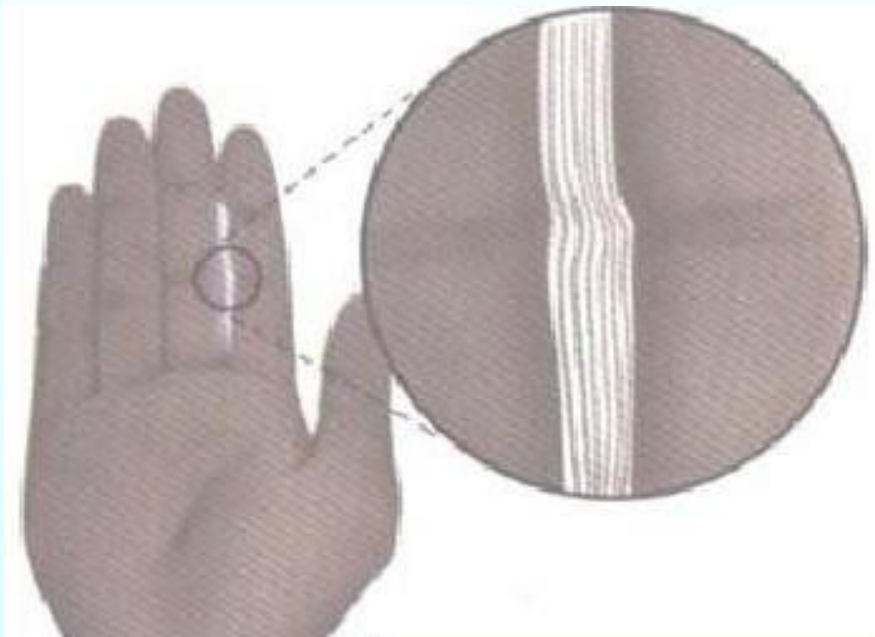


解决问题

结论：衍射现象是否明显取决于障碍物限度与波长的对比，  
波长越大，障碍物越小，衍射越明显。



请同学对着阳光，不断调节指缝宽度，透过指缝能看到什么现象呢？



指缝衍射

## 单缝夫琅禾费衍射

### 1 实验装置与现象

### 2 理论分析

#### 菲涅耳半波带法

$$\text{明暗纹条件: } \delta = a \sin \theta \begin{cases} = 0 & \text{中央明纹} \\ = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2} & (k=1,2,3\cdots) \text{ 明纹} \\ = \pm 2k\frac{\lambda}{2} = \pm k\lambda & (k=1,2,3\cdots) \text{ 暗纹} \end{cases}$$

#### 衍射条纹的光强分布

#### 衍射条纹的宽度

明纹角宽度

明纹宽度

#### 影响衍射条纹的因素

缝宽

波长

透镜焦距

实验现象分析

### 3 拓展：指缝衍射



## 课后思考：

- 神秘的“佛光”现象是如何产生的？



峨眉山佛光



泰山佛光

