

## 笔记前言：

本笔记的内容是去掉步骤的概述后，视频的所有内容。

本猴觉得，自己的步骤概述写的太啰嗦，大家自己做笔记时，应该每个人都有自己的最舒服最简练的写法，所以没给大家写。再是本猴觉得，不给大家写这个概述的话，大家会记忆的更深，掌握的更好！

所以老铁！一定要过呀！不要辜负本猴的心意！~~~

**【祝逢考必过，心想事成~~~~】**

**【一定能过！！！！！！】**

# 大物—光学第一课

## 一、求单缝衍射波长

例 1: 已知  $a=0.6\text{mm}$ ,  $f=0.4\text{m}$ ,  $x=1.4\text{mm}$  的 P 处看到的是明纹, 求入射波长, 及入射光的颜色。

$$a \frac{x}{f} = \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = \pm \frac{2ax}{(2k+1)f} = \pm \frac{4200}{2k+1} \text{ nm}, k=1,2,3\cdots$$

$$k=1 \text{ 时}, \lambda = \pm 1400 \text{ nm}$$

$$k=2 \text{ 时}, \lambda = \pm 840 \text{ nm}$$

$$k=3 \text{ 时}, \lambda = \pm 600 \text{ nm}$$

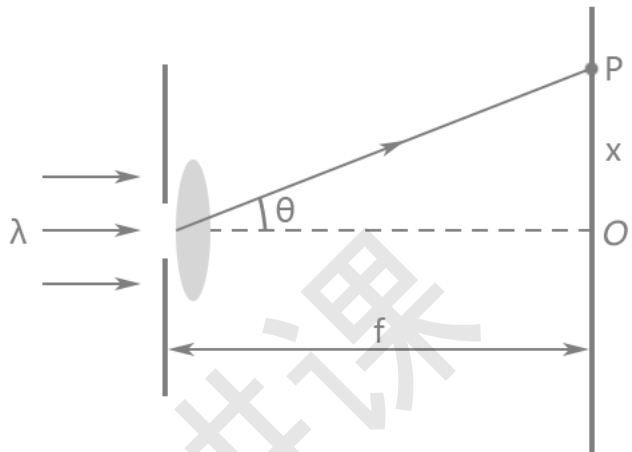
$$k=4 \text{ 时}, \lambda = \pm 467 \text{ nm}$$

$$k=5 \text{ 时}, \lambda = \pm 382 \text{ nm}$$

$$k>5 \text{ 时}, |\lambda| < 382 \text{ nm}$$

∴ 可见光波长范围是 390~750nm

∴  $\lambda=600\text{nm}$  或  $467\text{nm}$  蓝光或黄光



可见光的波长范围  $\lambda$ : 390~750nm

紫	$390 < \lambda \leq 450$
蓝	$450 < \lambda \leq 500$
绿	$500 < \lambda \leq 580$
黄	$580 < \lambda \leq 600$
橙	$600 < \lambda \leq 620$
红	$620 < \lambda \leq 750$

## 二、确定单缝衍射第 k 级明/暗纹位置

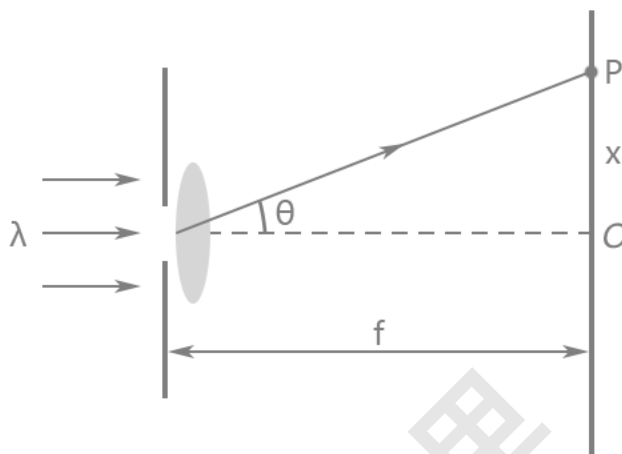
例 1: 已知  $a=0.6\text{mm}$ ,  $f=0.4\text{m}$ ,  $\lambda=600\text{nm}$ , 试确定第一级明纹的位置。

$$a \frac{x}{f} = \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2}$$

$$x = \frac{\pm (2k+1) \frac{\lambda}{2} f}{a}$$

$$= \frac{\pm (2 \times 1 + 1) \times \frac{600 \times 10^{-9}}{2} \times 0.4}{0.6 \times 10^{-3}}$$

$$= \pm 6 \times 10^{-4} \text{ m}$$



## 三、求单缝衍射中央明纹宽度

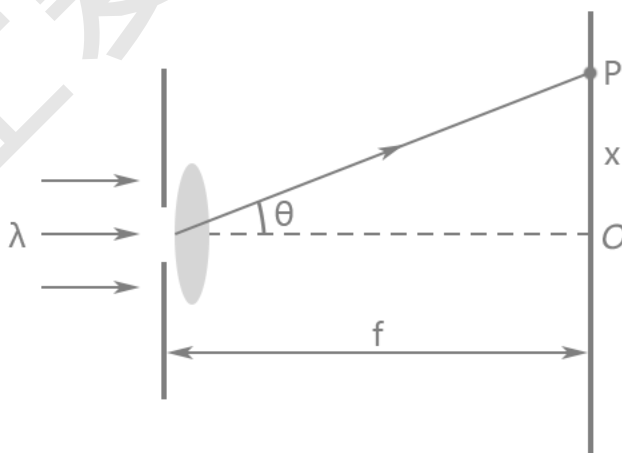
例 1: 已知  $a=0.6\text{mm}$ ,  $f=0.4\text{m}$ ,  $x=1.4\text{mm}$  的 P 处看到的是明纹,  $\lambda=600\text{nm}$ ,

求中央明纹宽度。

$$l = 2f \frac{\lambda}{a}$$

$$= 2 \times 0.4 \times \frac{600 \times 10^{-9}}{0.6 \times 10^{-3}}$$

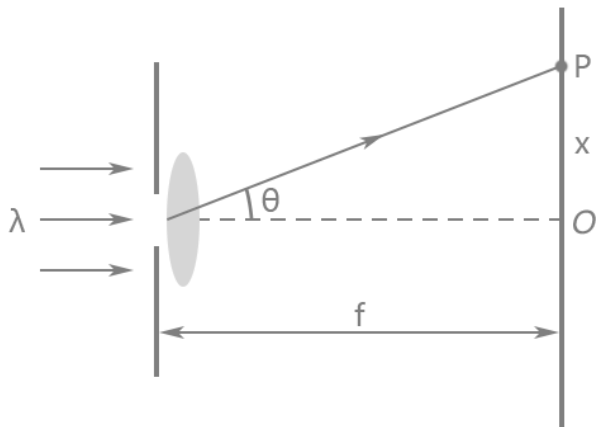
$$= 8 \times 10^{-4} \text{ m}$$



#### 四、求单缝衍射的半波带数

例 1: 已知  $a=0.6\text{mm}$ ,  $f=0.4\text{m}$ ,  $x=1.4\text{mm}$  的 P 处看到的是明纹,  $\lambda=600\text{nm}$ ,

求第四级明纹对应的半波带数。



第四级明纹对应的半波带数:  $2k+1=2\times 4+1=9$

#### 五、求光栅呈现的明条纹有多少级

例 1: 波长为  $600\text{nm}$  的单色光垂直照射在光栅上, 透光部分  $a=1.5\times 10^{-6}\text{m}$ ,

不透光部分  $b=4.5\times 10^{-6}\text{m}$ , 透镜焦距  $f=1\text{m}$ , 试求呈现的全部明条纹条数。

$$\because \text{光水平入射} \quad \therefore \varphi=0^\circ \quad \therefore \sin\varphi=0$$

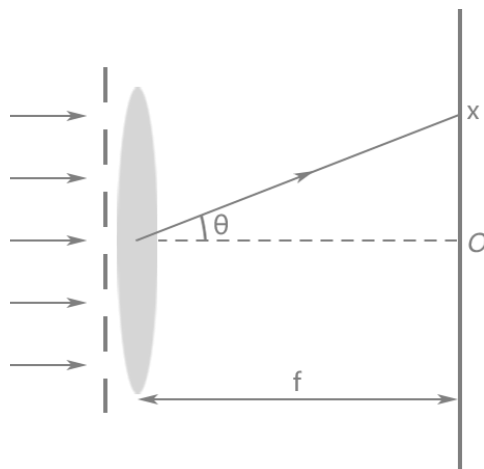
$$\therefore \delta_1=(a+b)|\sin\theta|=k\lambda$$

$$\therefore k=\frac{(a+b)|\sin\theta|}{\lambda}=\frac{(1.5\times 10^{-6}+4.5\times 10^{-6})|\sin\theta|}{600\times 10^{-9}}=10|\sin\theta|$$

$$\because 0\leq|\sin\theta|<1 \text{ 且 } k=0,1,2\cdots$$

$$\therefore k=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9$$

$$\text{缺级 } k=\frac{a+b}{a}k'=\frac{1.5\times 10^{-6}+4.5\times 10^{-6}}{1.5\times 10^{-6}}k'=4k'=4,8,12\cdots$$



去掉后：0,1,2,3,5,6,7,9

∴ 呈现明条纹有：0,±1,±2,±3,±5,±6,±7,±9 共 15 条。

## 六、求光栅常数

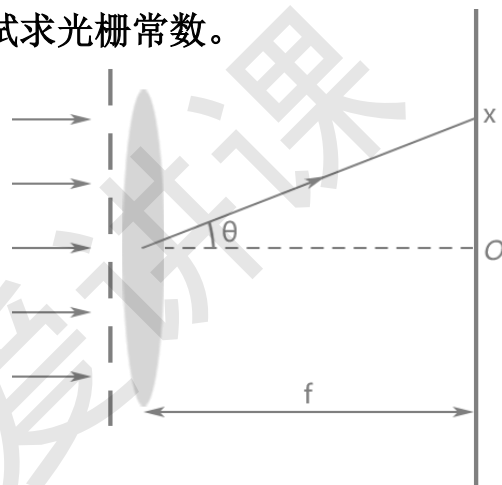
例 1：波长为 600nm 的单色光垂直照射在光栅上，头一个缺级出现在第四级，

已知缝宽  $a=1.5\times 10^{-6}\text{m}$ ，透镜焦距  $f=1\text{m}$ ，试求光栅常数。

$$k=\frac{a+b}{a}k'$$

$$4=\frac{a+b}{a}\times 1 \Rightarrow b=3a=4.5\times 10^{-6}\text{ m}$$

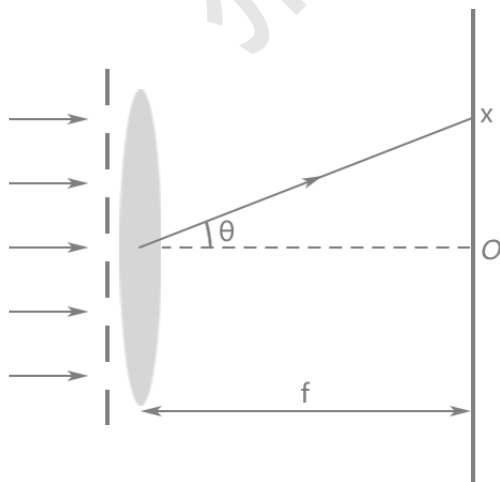
$$\text{光栅常数 } d=a+b=6\times 10^{-6}\text{ m}$$



## 七、求光栅屏上某级明纹距离中心的距离

例 1：波长为 600nm 的单色光垂直照射在光栅上，透光部分  $a=1.5\times 10^{-6}\text{m}$ ，

不透光部分  $b=4.5\times 10^{-6}\text{m}$ ，透镜焦距  $f=1\text{m}$ ，试求第二级明纹距离中心的距离。



$\therefore$  光水平入射  $\therefore \varphi=0^\circ$   $\therefore \sin\varphi=0$

$$\therefore (a+b)|\sin\theta|=2\lambda$$

$$\text{即 } (1.5 \times 10^{-6} + 4.5 \times 10^{-6})|\sin\theta| = 2 \times 600 \times 10^{-9}$$

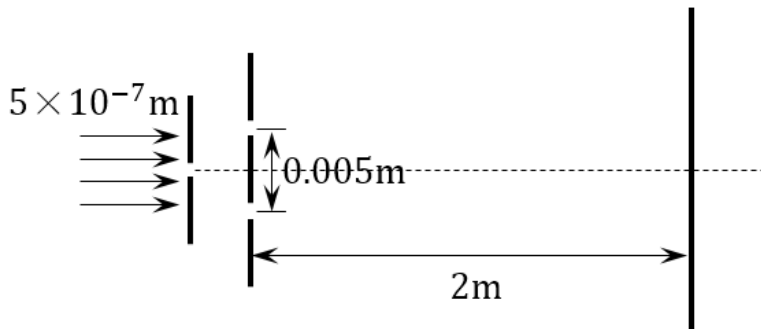
$$\theta = 11^\circ 32'$$

$$\therefore x=f \tan\theta=1 \times \tan 11^\circ 32'=0.204 \text{ m}$$

## 大物—光学第二课

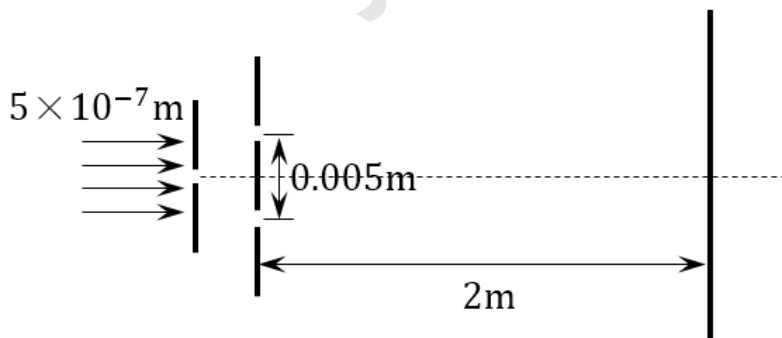
### 一、求双缝干涉在第几级明纹中心/暗纹中心处的光程差

例 1: 某双缝干涉装置如图所示, 双缝间距  $d=0.005\text{m}$ , 双缝到光屏的距离  $D=2\text{m}$ , 以波长  $\lambda$  为  $5\times 10^{-7}\text{m}$  的单色光平行入射, 试求其在第一级明纹中心处的光程差  $\delta_1$



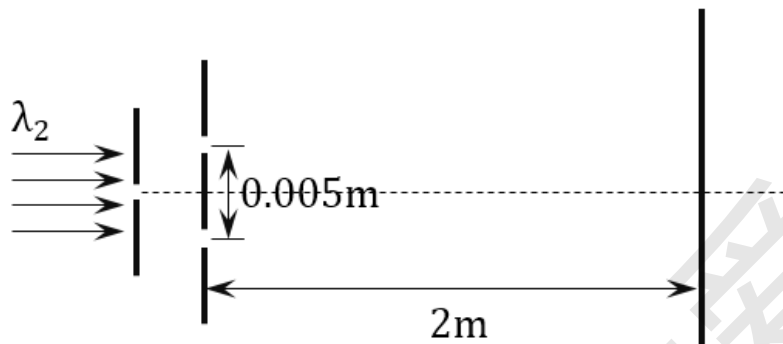
$$\begin{aligned}\delta_1 &= k\lambda \\ &= 1 \times (5 \times 10^{-7}) \\ &= 5 \times 10^{-7} \text{ m}\end{aligned}$$

例 2: 某双缝干涉装置如图所示, 双缝间距  $d=0.005\text{m}$ , 双缝到光屏的距离  $D=2\text{m}$ , 以波长  $\lambda$  为  $5\times 10^{-7}\text{m}$  的单色光平行入射, 试求其在第四级明纹中心处的光程差  $\delta_2$

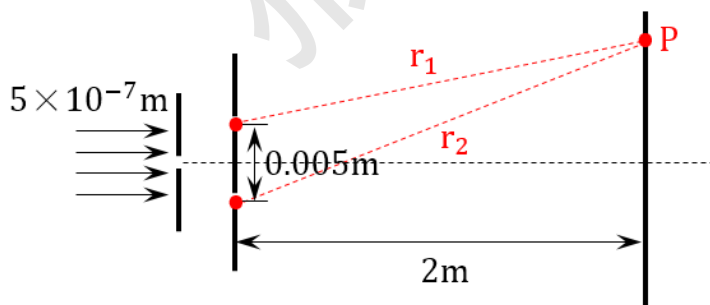


$$\begin{aligned}\delta_2 &= k\lambda \\ &= 4 \times (5 \times 10^{-7}) \\ &= 2 \times 10^{-6} \text{ m}\end{aligned}$$

例 3: 某双缝干涉装置如图所示, 双缝间距  $d=0.005\text{m}$ , 双缝到光屏的距离  $D=2\text{m}$ , 以波长为  $\lambda_2$  的单色光平行入射, 试求其在第五级明纹中心处的光程差  $\delta_3$



$$\begin{aligned}\delta_3 &= k\lambda \\ &= 5\lambda_2\end{aligned}$$

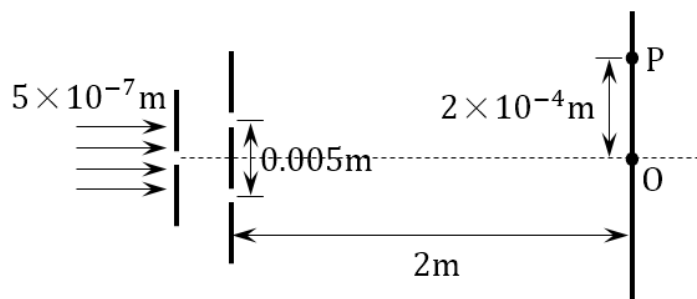


P 点处光程差  $\delta_P = r_2 - r_1$



## 二、求双缝干涉在某位置处的光程差

例 1：某双缝干涉装置如下图所示，试求图中 P 点处的光程差  $\delta_1$



$$\begin{aligned}\delta_1 &= d \cdot \frac{x}{D} \\ &= 0.005 \times \frac{2 \times 10^{-4}}{2} \\ &= 5 \times 10^{-7} \text{ m}\end{aligned}$$

例 2：已知某双缝干涉装置，双缝间距  $d=0.005\text{m}$ ，双缝到光屏的距离  $D=2\text{m}$ ，以波长  $\lambda$  为  $5 \times 10^{-7}\text{m}$  的单色光平行入射，试求光屏上与光屏中心距离为  $8 \times 10^{-4}\text{m}$  处的光程差  $\delta_2$

$$\begin{aligned}\delta_2 &= d \cdot \frac{x}{D} \\ &= 0.005 \times \frac{8 \times 10^{-4}}{2} \\ &= 2 \times 10^{-6} \text{ m}\end{aligned}$$

### 三、判断双缝干涉在某位置处是啥纹

例 1: 已知某双缝干涉装置, 双缝间距  $d=0.005\text{m}$ , 双缝到光屏的距离  $D=2\text{m}$ , 以波长  $\lambda$  为  $5\times 10^{-7}\text{m}$  的单色光平行入射, 试求光屏上与光屏中心距离为  $8\times 10^{-4}\text{m}$  处的 P 点是明纹中心还是暗纹中心, 是第几级明纹或第几级暗纹

$$\frac{d \cdot x}{D \cdot \lambda} = \frac{0.005 \times (8 \times 10^{-4})}{2 \times (5 \times 10^{-7})}$$

$$=4$$

$\therefore$  是第四级明纹中心

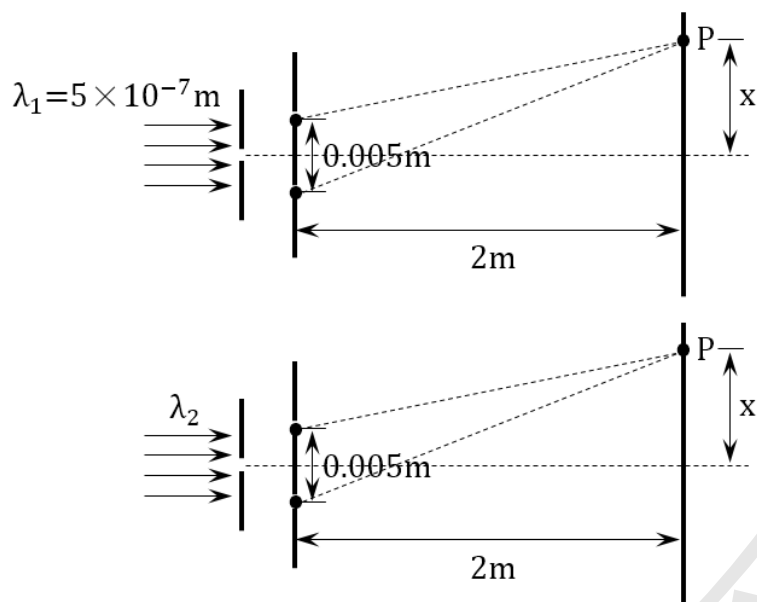
### 四、已知双缝干涉中两个纹中心的距离, 求入射光波长

例 1: 已知某双缝干涉装置, 双缝间距  $d=0.005\text{m}$ , 双缝到光屏的距离  $D=2\text{m}$ , 第一级明纹中心与第四级明纹中心的距离为  $6\times 10^{-4}\text{m}$ , 求单色光的波长  $\lambda$

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{d \cdot \Delta x}{D \cdot (k_1 - k_2)} \\ &= \frac{0.005 \times (6 \times 10^{-4})}{2 \times (4 - 1)} \\ &= 5 \times 10^{-7} \text{ m}\end{aligned}$$

### 五、双缝干涉中, 改变入射光后, 新的某纹中心与旧的某纹中心重合, 求新光波长

例 1：某双缝干涉装置如图所示，双缝间距  $d=0.005\text{m}$ ，双缝到光屏的距离  $D=2\text{m}$ ，以波长  $\lambda_1$  为  $5\times 10^{-7}\text{m}$  的单色光平行入射，若换另一波长为  $\lambda_2$  的单色光平行入射，发现新的第五级明纹中心正好与原来的第四级明纹中心重合，求  $\lambda_2$



$$\delta = d \cdot \frac{x}{D}$$

重合  $\Rightarrow x$  相同  $\Rightarrow \delta$  相同

$\therefore \delta_{\text{新五级明纹中心}} = \delta_{\text{原四级明纹中心}}$  (这两个  $\delta$  在类型一求过了，这里直接拿过来)

$$5\lambda_2 = 2 \times 10^{-6}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \lambda_2 &= \frac{2 \times 10^{-6}}{5} \\ &= 4 \times 10^{-7} \text{ m} \end{aligned}$$

六、双缝干涉中，用云母覆盖某缝后，新的某纹中心与旧的某纹中心重合，求云母厚度

例 1：已知某双缝干涉装置，以波长  $\lambda$  为  $5 \times 10^{-7} \text{m}$  的单色光平行入射，现用  $n=1.58$  的云母覆盖双缝中的一条缝，若覆盖后，一级明纹移动至覆盖前的第四级明纹中心处，求云母厚度  $l$

$$\delta_{\text{云母覆盖后}} - \delta_{\text{云母覆盖前}} = (1-n)l \quad (\text{这两个 } \delta \text{ 在类型一求过了，这里直接拿过来})$$

$$5 \times 10^{-7} - 2 \times 10^{-6} = (1-1.58)l$$

$$l = 3.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

## 大物—光学第三课

### 一、计算薄膜干涉的光程差

光程差  $\delta$  为：

观察的光是	$n_1$ $n_2$ $n_3$ 是否依次增大或减小	光程差 $\delta$
反射光	是	$2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta}$
	否	$2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta} + \frac{\lambda}{2}$
折射光	是	$2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta} + \frac{\lambda}{2}$
	否	$2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta}$

例 1：平面肥皂膜两边是空气， $n=1.33$ ， $e=0.32\mu\text{m}$ 。用  $\lambda=5.67\times 10^{-7}\text{m}$  的光垂直照射薄膜，并观察反射光，求此时的光程差。

$$n_1=1 \quad n_2=n=1.33 \quad n_3=1$$

$$\therefore \delta = 2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta} + \frac{\lambda}{2}$$

$$= 2 \times 1.33 \times 0.32 \times 10^{-6} + \frac{1}{2} \times 5.67 \times 10^{-7}$$

$$= 1.134 \times 10^{-6} \text{m}$$

## 二、判断薄膜干涉是明纹还是暗纹

例 1：平面肥皂膜两边是空气， $n=1.33$ ， $e=0.32\mu\text{m}$ 。用  $\lambda=5.67\times 10^{-7}\text{m}$  的光

垂直照射薄膜，并观察反射光，请问此时能否看见光？

$$\delta=1.134\times 10^{-6}\text{m}$$

$$\lambda=5.67\times 10^{-7}\text{m}$$

$$\therefore \frac{\delta}{\lambda}=2$$

即  $\delta=2\lambda$  明纹

$\therefore$  此时看得见光

## 三、判断薄膜呈什么颜色

例 1：平面肥皂膜两边是空气， $n=1.33$ ， $e=0.32\mu\text{m}$ 。白光垂直照射薄膜时观察

反射光，膜呈什么颜色？

$$n_1=1 \quad n_2=n=1.33 \quad n_3=1$$

$$\therefore \delta=2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta} + \frac{\lambda}{2}$$

$$= 851.2 \text{ nm} + \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{令 } 851.2 \text{ nm} + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{1702.4}{2k-1} \quad (k=0 \ 1 \ 2 \ \dots)$$

颜色	紫	蓝	绿
$\lambda$ (nm)	390~450	450~500	500~580
颜色	黄	橙	红
$\lambda$ (nm)	580~600	600~620	620~750

$$\begin{cases} \text{当 } k = 0 \text{ 时, } \lambda = -1700 \text{ nm} \\ \text{当 } k = 1 \text{ 时, } \lambda = 1700 \text{ nm} \\ \text{当 } k = 2 \text{ 时, } \lambda = 567 \text{ nm} \\ \text{当 } k = 3 \text{ 时, } \lambda = 340 \text{ nm} \\ \text{当 } k = \dots \end{cases}$$

膜呈绿色

#### 四、计算劈尖干涉的细丝直径

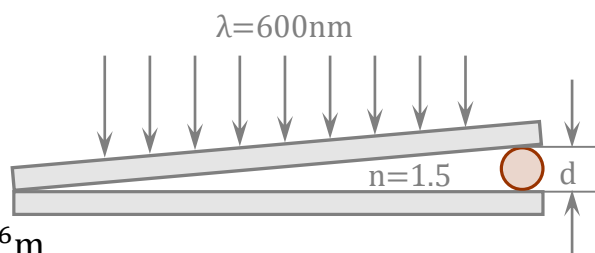
细丝直径  $d$  为：

细丝处为	$n_1 \ n_2 \ n_3$ 是否 依次增大或减小	细丝直径 $d$
第 $k$ 条 明纹中心	是	$d = \frac{(k-1)\lambda}{2n_2}$
	否	$d = \frac{(k-\frac{1}{2})\lambda}{2n_2}$
第 $k$ 条 暗纹中心	是	$d = \frac{(k-\frac{1}{2})\lambda}{2n_2}$
	否	$d = \frac{(k-1)\lambda}{2n_2}$

例 1：劈尖中介质的折射率  $n=1.5$ ，光的波长  $\lambda=600 \text{ nm}$ 。细丝为第 10 条暗纹中心，求该细丝的直径  $d$ 。

$$n_2 = n = 1.5$$

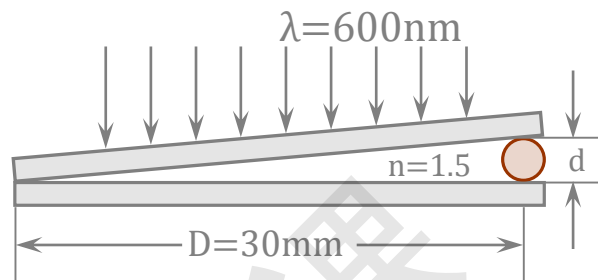
$$\therefore d = \frac{(k-1)\lambda}{2n_2} = \frac{(10-1) \times 600 \times 10^{-9}}{2 \times 1.5} = 1.8 \times 10^{-6} \text{ m}$$



## 五、已知多条明纹/暗纹间距，求细丝直径

例 1：劈尖中介质的折射率  $n=1.5$ ，光的波长  $\lambda=600\text{ nm}$ ，细丝与劈尖棱边距离  $D=30\text{ mm}$ 。若 30 条明纹间距离为  $\Delta x=4.8\text{ mm}$ ，求该细丝的直径  $d$ 。

$$\begin{aligned}\text{解：} d &= \frac{(a-1)\lambda D}{2n_2\Delta x} \\ &= \frac{(30-1)\times 600\times 10^{-9}\times 30\times 10^{-3}}{2\times 1.5\times 4.8\times 10^{-3}} \\ &= 3.625\times 10^{-5}\text{ m}\end{aligned}$$



## 六、根据条纹疏密变化，判断细丝直径变化

例 1：在做劈尖干涉实验时，在相同位置更换了一根细丝，发现呈现的条纹变疏了，那么更换的细丝直径 变小（填“变大”“变小”或“不变”）

条纹变疏  $\Rightarrow$  细丝直径  $d$  减小

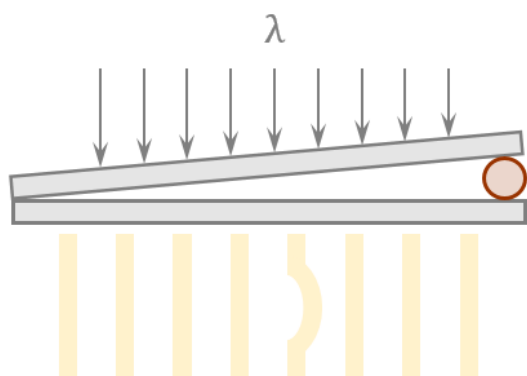
条纹变密  $\Rightarrow$  细丝直径  $d$  增大

## 七、根据条纹变化方向，判断该点厚度变化



例 1：一个劈尖的条纹发生了如图所示的变化，那么该点的厚度 变小

( 填 “变大” “变小” 或 “不变” )



条纹靠近细丝移动  $\Rightarrow$  厚度减小

条纹远离细丝移动  $\Rightarrow$  厚度增大

## 八、计算牛顿环第 $k$ 个明环/暗环处介质厚度及环半径

环半径  $r$  为：

指定的位置	$n_1$ $n_2$ $n_3$ 是否 依次增大或减小	介质厚度 $e$	环半径 $r$
第 $k$ 个 明环处	是	$e = \frac{k\lambda}{2n_2}$	$r = \sqrt{2Re}$
	否	$e = \frac{(k - \frac{1}{2})\lambda}{2n_2}$	
第 $k$ 个 暗环处	是	$e = \frac{(k - \frac{1}{2})\lambda}{2n_2}$	
	否	$e = \frac{k\lambda}{2n_2}$	

例 1：牛顿环的平凸透镜曲率半径  $R=300\text{cm}$ ，间隙充满着  $n=1.33$  的透明液体  
(透镜和玻璃的折射率都大于  $n$ )， $\lambda=650\text{nm}$  的平行光垂直照射，求：从中心向外数，第十个明环所在处的液体厚度  $e$  及该明环的半径  $r$

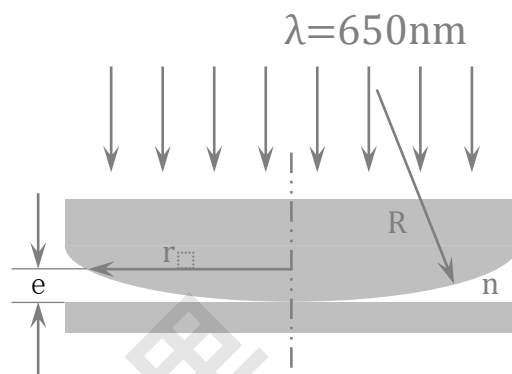
$$n_2=n=1.33$$

$$\because n_1 > n_2, n_3 > n_2$$

$\therefore$  不存在  $n_1, n_2, n_3$  依次增大/依次减小的情况

$$\therefore e = \frac{\left(k - \frac{1}{2}\right)\lambda}{2n_2} = \frac{\left(10 - \frac{1}{2}\right) \times 650 \times 10^{-9}}{2 \times 1.33} = 2.3 \times 10^{-6} \text{m}$$

$$r = \sqrt{2Re} = 3.73 \times 10^{-3} \text{m}$$



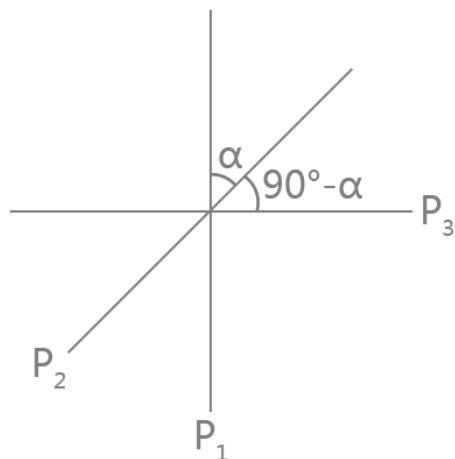
## 大物—光学第四课

### 一、求光通过偏振片后的光强

例 1：在两块正交偏振片(偏振方向相互垂直) $P_1$ 、 $P_3$ 之间插入另一块偏振片  $P_2$ ，

$P_2$  与  $P_1$  偏振角度为  $\alpha$ 。光强为  $I_0$  的自然光垂直入射 $P_1$ ，求转动 $P_2$ 时，透过

$P_3$ 的光强  $I$  与转角  $\alpha$  的关系。



通过  $P_1$  后,  $I_1 = \frac{1}{2} I_0$

通过  $P_2$  后,  $I_2 = I_1 \cos^2 \alpha_{1,2} = I_1 \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$

通过  $P_3$  后,  $I_3 = I_2 \cos^2 \alpha_{2,3} = I_2 \cos^2 (90^\circ - \alpha) = \frac{1}{8} I_0 \sin^2 2\alpha$

### 二、求起偏角/布儒斯特角

例 1：光从  $n_1=1$  的介质射入  $n_2=\sqrt{3}$  的介质，求起偏角  $i_0$

$$i_0 = \arctan \frac{n_2}{n_1} = \arctan \sqrt{3} = 60^\circ$$

求起偏角的问法①——折射光线与反射光线垂直：

光从  $n_1=1$  的介质中以与竖直方向夹角为  $i$  的角度射入  $n_2=\sqrt{3}$  的介质中，此时折射光线与反射光线垂直，求入射角度  $i$

求起偏角的问法②——自然光射入，反射光是线偏振光：

自然光从  $n_1=1$  的介质中以与竖直方向夹角为  $i$  的角度射入  $n_2=\sqrt{3}$  的介质中，此时反射光是线偏振光，求入射角度  $i$

### 三、求折射角

例 1：光从与竖直方向夹角为  $60^\circ$  的角度从  $n_1=1$  的介质射入  $n_2=\sqrt{3}$  的介质中，

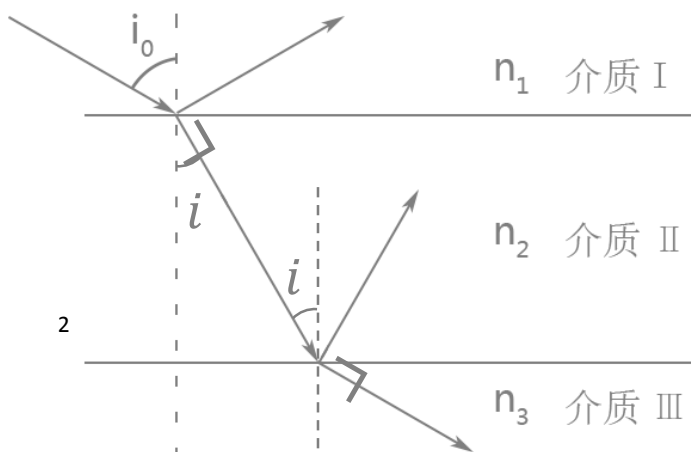
求折射角

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow i_2 &= \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin i_1\right) \\ &= \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{3}} \sin 60^\circ\right) \\ &= \arcsin \frac{1}{2} \\ &= 30^\circ \end{aligned}$$

思考题：如图所示，三种透明介质 I、II、III 的折射率分别为  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ ，

它们之间的两个交界面平行。一束自然光以起偏角  $i_0$  由介质 I 射向介质 II。要想使在介质 II 和介质 III 的交界面上的反射光是线偏振光，三个折射率  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$  之间应满足什么关系？



$$\begin{cases} i_0 = \arctan \frac{n_2}{n_1} \\ i = \arctan \frac{n_3}{n_2} \\ n_1 \sin i_0 = n_2 \sin i \end{cases}$$

#### 四、给出入射光线、反射光线、折射光线中的部分，画图补全另一部分

例 1：给出入射光线、反射光线、折射光线中的部分，画图补全另一部分

