

## 光学部分整理

一、教材：选择填空题 1~6；

计算题：12, 14, 21, 22, 25 (问题 (1)、(2)), 26, 32,

二、附加题

(一)、选择题

1、一束波长为 $\lambda$ 的单色光由空气入射到折射率为 $n$ 的透明薄膜上,要使透射光得到加强,则薄膜的最小厚度应为 **B**

- (A)  $\lambda/2$ ; (B)  $\lambda/2n$ ; (C)  $\lambda/4$ ; (D)  $\lambda/4n$ .

2、波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 的单色光垂直照射到宽度 $b = 0.25\text{mm}$ 的单缝上,单缝后面放置一凸透镜,在凸透镜的焦面上放置一屏幕,用以观测衍射条纹,今测得屏幕上中央条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为 $d = 12\text{mm}$ ,则凸透镜的焦距为 **B**

- (A) 2m. (B) 1m. (C) 0.5m. (D) 0.2m. (E) 0.1m.

3、一束由自然光和线偏光组成的复合光通过一偏振片,当偏振片转动时,最强的透射光是最弱的透射光光强的16倍,则在入射光中,自然光的强度 $I_1$ 和偏振光的强度 $I_2$ 之比 $I_1:I_2$ 为 **A**

- (A) 2:15. (B) 15:2. (C) 1:15. (D) 15:1.

(二)、计算题

1、在双缝干涉实验中,单色光源 $S$ 到两缝 $S_1$ 、 $S_2$ 的距离分别为 $l_1$ 、 $l_2$ ,并且 $l_1 - l_2 = 3\lambda$ , $\lambda$ 为入射光的波长,双缝之间的距离为 $d$ ,双缝到屏幕的距离为 $D$ ,如图,求:

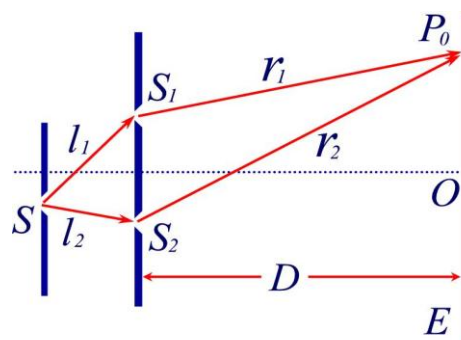
(1) 零级明纹到屏幕中央 $O$ 点的距离;

(2) 相邻明条纹间的距离。

解: (1) 光程差为 $\Delta = d \frac{x}{D} - (l_1 - l_2) = d \frac{x}{D} - 3\lambda = k\lambda$

$$\text{零级明纹 } k=0 \quad x_0 = \frac{3D}{d} \lambda$$

$$(2) \Delta x = \frac{D}{d} \lambda$$



2、两偏振片组装成起偏和检偏器,当两偏振片的偏振化方向夹角成 $30^\circ$ 时,观察一普通光源,夹角成 $60^\circ$ 时观察另一普通光源,两次观察所得的光强相等,求

两光源光强之比.

解: 
$$\frac{1}{2} I_1 \cos^2 30^\circ = \frac{1}{2} I_2 \cos^2 60^\circ$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3}$$

3、在杨氏双缝实验中, 设两缝之间的距离为0.2mm. 在距双缝1m远的屏上观察干涉条纹, 若入射光是波长为400nm至760nm的白光, 问屏上离零级明纹20mm处, 哪些波长的光最大限度地加强? ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ )

解: 已知:  $d=0.2\text{mm}$ ,  $D=1\text{m}$ ,  $x=20\text{mm}$

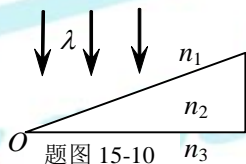
依公式: 
$$\delta = \frac{d}{D} x = k\lambda$$

$$\therefore k\lambda = \frac{dx}{D} = 4 \times 10^{-3} \text{ mm} = 4000\text{nm}$$

故	$k=10$	$\lambda_1=400\text{nm}$
	$k=9$	$\lambda_2=444.4\text{nm}$
	$k=8$	$\lambda_3=500\text{nm}$
	$k=7$	$\lambda_4=571.4\text{nm}$
	$k=6$	$\lambda_5=666.7\text{nm}$

这五种波长的光在所给观察点最大限度地加强.

4、波长为 $\lambda$ 的单色光垂直照射到折射率为 $n_2$ 的劈形膜上, 如图所示, 图中 $n_1 < n_2 < n_3$ , 观察反射光形成的干涉条纹.



(1) 从劈形膜顶部 $O$ 开始向右数起, 第五条暗纹中心所对应的薄膜厚度 $e_5$ 是多少?

(2) 相邻的二明纹所对应的薄膜厚度之差是多少?

解: (1)  $\because n_1 < n_2 < n_3$

二反射光之间没有附加相位差, 光程差为  $2n_2e$

第五条暗纹中心对应的薄膜厚度为  $e_5$ ,  $2n_2e_5 = (2k-1)\lambda/2$   $k=5$

$$e_5 = (2 \times 5 - 1)\lambda / 4n_2 = 9\lambda / 4n_2$$

(2) 明纹的条件是  $2n_2e_k = k\lambda$

相邻二明纹所对应的膜厚度之差  $e = e_{k+1} - e_k = \lambda / (2n_2)$

5、用波长为 $\lambda_1$ 的单色光垂直照射牛顿环装置时, 测得中央暗斑外第1和第4暗环半径之差为 $l_1$ , 而用未知单色光垂直照射时, 测得第1和第4暗环半径之差为 $l_2$ , 求未知单色光的波长 $\lambda_2$ .

解: 由牛顿环暗环半径公式  $r_k = \sqrt{kR\lambda}$ ,

根据题意可得 
$$l_1 = \sqrt{4R\lambda_1} - \sqrt{R\lambda_1} = \sqrt{R\lambda_1}$$

$$l_2 = \sqrt{4R\lambda_2} - \sqrt{R\lambda_2} = \sqrt{R\lambda_2}$$

$$\lambda_2 / \lambda_1 = l_2^2 / l_1^2$$

$$\lambda_2 = l_2^2 \lambda_1 / l_1^2$$

6、某种单色平行光垂直入射在单缝上，单缝宽  $b=0.15\text{mm}$ 。缝后放一个焦距  $f=400\text{mm}$  的凸透镜，在透镜的焦平面上，测得中央明条纹两侧第三级暗条纹之间的距离为  $8.0\text{mm}$ ，求入射光的波长。

解：设第三级暗纹在  $\varphi_3$  方向上，则有

$$b \sin \varphi_3 = 3\lambda$$

$$\text{此暗纹到中心的距离为 } x_3 = f \tan \varphi_3$$

因为  $\varphi_3$  很小，可认为  $\tan \varphi_3 \approx \sin \varphi_3$ ，所以  $x_3 \approx 3f\lambda/b$ 。

两侧第三级暗纹的距离是  $2x_3 = 6\lambda f/b = 8.0\text{mm}$

$$\therefore \lambda = (2x_3)b/6f = 500\text{nm}$$

7、一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光， $\lambda_1=440\text{ nm}$ ， $\lambda_2=660\text{ nm}$  ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ )。实验发现，两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角  $\varphi=60^\circ$  的方向上。求此光栅的光栅常数  $d$ 。

解：由光栅衍射主极大公式得

$$d \sin \varphi_1 = k_1 \lambda_1$$

$$d \sin \varphi_2 = k_2 \lambda_2$$

$$\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} = \frac{k_1 \lambda_1}{k_2 \lambda_2} = \frac{k_1 \times 440}{k_2 \times 660} = \frac{2k_1}{3k_2}$$

当两谱线重合时有  $\varphi_1 = \varphi_2$ ，即  $\frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} \dots\dots\dots$

两谱线第二次重合即是  $\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4}$ ， $k_1=6$ ， $k_2=4$

由光栅公式可知  $d \sin 60^\circ \approx 6\lambda_1$

$$d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 3.05 \times 10^{-3} \text{mm}$$