参考答案 （第十章） A类

11-10. 解：由 $x=\frac{d'}{d}(2k+1)\frac{\lambda}{2}$ 暗纹中心.

$$\Rightarrow \lambda=\frac{2x\cdot d}{(2k+1)d'}$$

已知 $2x=22.78\times10^{-3}m$ $d=0.30\times10^{-3}m$ $d'=1.20\,m$ 第五条对应 $k=4$

$$\therefore \lambda=\frac{22.78\times10^{-3}\times0.30\times10^{-3}}{9\times1.2}=632.8\,nm$$ 为红光

11-15 解：插入玻璃片后

光程差 $\Delta'=d(n_2-n_1)+(r_2-r_1)$， $\Delta=r_2-r_1$

$$\Delta'-\Delta=(n_2-n_1)d=5\lambda$$

$$d=\frac{5\lambda}{n_2-n_1}=\frac{5\times0.48\times10^{-6}}{1.70-1.40}=8.0\times10^{-6}m \text{ 或 } 8.0\,\mu m$$

11-21. 解：已知 $l=\frac{\lambda}{2n\theta}$ 条纹间距

$$l_1=\frac{\lambda}{2\theta} \qquad l_2=\frac{\lambda}{2n\theta}$$

$$\Delta l=l_1-l_2=\frac{\lambda}{2\theta}\left(1-\frac{1}{n}\right) \Rightarrow \theta=\frac{\lambda}{2\Delta l}\cdot\frac{n-1}{n}$$

$$\therefore \theta=\frac{600\times10^{-9}\times0.40}{2\times0.5\times10^{-3}\times1.4}=1.71\times10^{-4}\,rad\approx1.7\times10^{-4}\,rad$$

11-24. 解：已知 $d_k=2\sqrt{(k-\frac{1}{2})R\lambda}$ $d_k'=2\sqrt{(k-\frac{1}{2})\frac{R\lambda}{n_2}}$

$$\Rightarrow n_2=\left(\frac{d_k}{d_k'}\right)^2=\left(\frac{1.40}{1.27}\right)^2=1.22$$

11-27. 解：由明纹条件 $b\sin\varphi=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$ $\sin\varphi\approx\frac{x}{d}$.

$$\Rightarrow \frac{bx}{d}=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

(1) 由于k只能取整数. $\frac{2bx}{d}=(2k+1)\lambda=\frac{2\times0.60\times10^{-3}\times1.4\times10^{-3}}{0.40}=4.2\times10^{-6}\,m$

续(1)

当 $K=1$. $\lambda_1=1400nm$. $k=2$ $\lambda_2=840nm$ 均超出可见光范围.

故当 $k=3$. $\lambda=600nm$ $K=4$ $\lambda=467nm$ 可被观察到

（注意：实验中实际上 $k=4$ 及更大级次的条纹由于亮度低，很难被观察到）

$\therefore$ $\lambda=600nm$ 或 $467nm$.

(2) $\lambda_1=600nm$ 时. $k_1=3$

$\lambda_2=467nm$ 时 $k_2=4$

(3) 半波带数目为 $2k+1$. 故 $\lambda_1=600nm$ 时. 对应半波带数目为7.

$\lambda_2=467nm$ 时. 对应半波带数目为9.

11-34 解: 光栅常数 $d=\frac{1mm}{500}=2.00\mu m$. $f=$ $1.00m$

(1) 由 $d\sin\theta=\pm k\lambda$ $\Rightarrow k_{max}<\frac{d}{\lambda}=\frac{2.00\times10^{-6}}{589\times10^{-9}}=3.39$

$\therefore k_{max}=3$

(2) 斜入射时 $d(\sin i\pm\sin\varphi)=\pm k\lambda$

$\sin\varphi=1$ 时. $k_{m1}\leq\frac{1.5d}{\lambda}=5.08$. $k_{m2}\leq\frac{0.5d}{\lambda}=1.69$

$\therefore k_{m1}=5$. $k_{m2}=1$ 故法线两侧可观察到最大级次分别为第五级和第一级.

(3) 波长不同的光其同一级次位置不同

所谓第k级光谱的线宽为波长最长的光谱位置与波长最短光谱位置的距离.

可见光范围为400nm-760nm.

$d\sin\varphi_1=\lambda_{min}$ $\Rightarrow \varphi_1=\arcsin\frac{\lambda_{min}}{d}=\arcsin(0.2)$ $\varphi_2=\arcsin\frac{\lambda_{max}}{d}=0.38$

$x_1=\tan\varphi_1\cdot f=1.00\times\frac{0.2}{\sqrt{1-0.2^2}}=0.20m$

$x_2=\tan\varphi_2\cdot f=1.00\times\frac{0.38}{\sqrt{1-0.38^2}}=0.41m$

$\therefore \Delta x=0.21m$. 为第一级明纹的线宽

11-35 解：已知 $\lambda=600\,nm$ $\sin\varphi_2=0.20$ 处

由光栅方程 $d\sin\varphi_2=2\lambda \Rightarrow d=\frac{2\lambda}{\sin\varphi_2}=\frac{2\times600\times10^{-9}}{0.20}=6.0\times10^{-6}m$

$=6.0\,\mu m$

(1) 缺级时有 $\frac{d}{b}=\frac{k}{k'}=\frac{4}{k'}$

当 $k'=1$ 时 $\frac{d}{b}=\frac{4}{1} \Rightarrow b=\frac{1}{4}d$ 则 $b'=\frac{3}{4}d=4.5\,\mu m$

当 $k'=2$ 时 $\frac{k}{k'}=2$ 即 $k=2$ 也应缺级 不符合题意

当 $k'=3$ 时 $\frac{d}{b}=\frac{4}{3}$ $b'=d-b=\frac{d}{4}=1.5\,\mu m$

$\therefore$ b' 可能为 $4.5\,\mu m$ 或 $1.5\,\mu m$

(2) $b+b'=d$ $\therefore b=1.5\,\mu m$ 或 $4.5\,\mu m$

(3) 由光栅方程 $(b+b')\sin\varphi=\pm k\lambda$

$k_{max}<\frac{b+b'}{\lambda}=10$ $\therefore k_{max}=9$

由第四级缺级可知，凡是4倍数的级次均缺级

$\therefore$ 可能出现的级次为 $0, \pm1, \pm2, \pm3, \pm5, \pm6, \pm7, \pm9$ 共十五条

11-38 解：自然光光强设为 I_0，则透过两偏振片后为 I_1

$I_1=(\frac{1}{2}I_0)\cos^2 60^\circ=\frac{I_0}{8}$

插入第三块偏振片 透射光强为 I_2

$I_2=(\frac{1}{2}I_0)\cos^2 30^\circ\cdot\cos^2 30^\circ=\frac{9}{32}I_0$ $\therefore I_2=\frac{9}{4}I_1=2.25I_1$

11-39 解：设入射混合光强为 I，其中线偏振光为 xI，则自然光为 $(1-x)I$，

$I_{max}=\frac{1-x}{2}I+xI=\frac{1+x}{2}I$

$I_{min}=\frac{1-x}{2}I$

由 $\frac{I_{max}}{I_{min}}=5 \Rightarrow \frac{1+x}{1-x}=5$

$x=\frac{2}{3}$. $1-x=\frac{1}{3}$

故线偏振光为占总光强之 $\frac{2}{3}$，自然光占 $\frac{1}{3}$

B类：B-1

解：已知 $\lambda = 500\,nm$

(1) 棱边处为第一条暗纹中心，膜厚度每增加 $\Delta e = \frac{\lambda}{2}$，增加一条暗纹

A处为第四条暗纹，即膜厚为 $\frac{3}{2}\lambda$

$$\theta = \frac{\frac{3}{2}\lambda}{l} = \frac{3\times500\times10^{-9}}{2\times1.56\times10^{-2}} = 4.8\times10^{-5}\,rad$$

膜厚 $e = 1.5\times500\,nm = 750\,nm$ 或 $= 0.750\,\mu m$

(2) 当 $\lambda' = 600\,nm$，两反射光之光程差为

$$\Delta = 2e + \frac{\lambda'}{2} = 1500 + 300 = 1800\,nm = 3\lambda'$$

光程差为波长之整数倍，符合明纹条件，故A处仍为明纹

(3) 此时，棱边处仍为暗纹，A处为第三条明纹

故共有三条明纹，三条暗纹

B-2. 解：与B-1类似，略

B-3. 解：根据布儒斯特定律

$$\tan i_0 = \frac{n_{玻璃}}{n_{水}} = 1.17 \qquad \therefore n_{玻璃} = 1.17\times1.33 = 1.56$$