练习 33　光的干涉(一) 参考答案

1. B

2. B

3. 上， (n-1)e

4. $d\sin\theta+(r_1-r_2)$

5. 解：(1)　　$\Delta x=20\,D\lambda/a$

$=0.11\text{ m}$

(2) 覆盖云玻璃后，零级明纹应满足

$$(n-1)e+r_1=r_2$$

设不盖玻璃片时，此点为第 k 级明纹，则应有

$$r_2-r_1=k\lambda$$

所以　　$(n-1)e=k\lambda$

$$k=(n-1)\,e/\lambda=6.96\approx 7$$

零级明纹移到原第 7 级明纹处

6. 解：由公式 $x=kD\lambda/a$ 可知波长范围为$\Delta\lambda$时,明纹彩色宽度为

$$\Delta x_k=kD\,\Delta\lambda/a$$

由　$k=1$ 可得，第一级明纹彩色带宽度为

$$\Delta x_1=500\times(760-400)\times10^{-6}/0.25=0.72\text{ mm}$$

$k=5$ 可得，第五级明纹彩色带的宽度为

$$\Delta x_5=5\cdot\Delta x_1=3.6\text{ mm}$$

练习 34　光的干涉(二) 参考答案

1. D

2. C

3. 113

4. 539.1

5. 解：空气劈形膜时，间距　$l_1 = \dfrac{\lambda}{2\sin\theta} \approx \dfrac{\lambda}{2\theta}$

液体劈形膜时，间距　$l_2 = \dfrac{\lambda}{2n\sin\theta} \approx \dfrac{\lambda}{2n\theta}$

$$\Delta l = l_1 - l_2 = \lambda(1 - 1/n)/(2\theta)$$

∴　$\theta = \lambda\,(\,1 - 1\,/\,n\,)\,/\,(\,2\Delta l\,) = 1.7\times 10^{-4}$ rad

6. 解：(1) 第 k 个明环，　$2e_k + \dfrac{1}{2}\lambda = k\lambda$

$$e_k = (2k-1)\lambda/4$$

(2) ∵　$2e_k + \dfrac{1}{2}\lambda = k\lambda$

∵　$R^2 = r_k^2 + (R - e_k)^2 = r_k^2 + R^2 - 2Re_k + e_k^2$

式中 e_k 为第 k 级明纹所对应的空气膜厚度

∵　e_k 很小，$e_k << R$，　∴ e_k^2 可略去，得

$$e_k = r_k^2/(2R)$$

∴　$2r_k^2/(2R) + \dfrac{1}{2}\lambda = k\lambda$

$$r_k = \sqrt{(2k-1)R\lambda/2} \quad (k=1,\ 2,\ 3\ \cdots)$$

练习 35　光的衍射(一) 参考答案

1. D

2. C

3. 6，　第一级明(只填“明”也可以)

4. 500 nm(或 5×10^{-4} mm)

5. 解：第二级与第三级暗纹之间的距离

$$\Delta_x = x_3 - x_2 \approx f\lambda / a.$$

∴ $$f \approx a\,\Delta x / \lambda = 400\ \text{mm}$$

6. 解：(1) 对于第一级暗纹，有 $a\sin\varphi_1 \approx \lambda$

因 φ_1 很小，故　$\text{tg}\,\varphi_1 \approx \sin\varphi_1 = \lambda / a$

故中央明纹宽度　$\Delta x_0 = 2f\,\text{tg}\,\varphi_1 = 2f\lambda / a = 1.2\ \text{cm}$

(2) 对于第二级暗纹，有　$a\sin\varphi_2 \approx 2\lambda$

$$x_2 = f\,\text{tg}\,\varphi_2 \approx f\sin\varphi_2 = 2f\lambda / a = 1.2\ \text{cm}$$

练习 36　光的衍射(二) 参考答案

1.　D

2.　B

3.　5

据缺级条件 $k / k'' = d / a = 3/1$ 知第三级谱线与单缝衍射的第一暗纹重合(因而缺级)．可知在单缝衍射的中央明条纹内共有 5 条谱线，它们相应于 $d\sin\theta = k\lambda$，　k =0，±1，±2．

注：本题不用缺级条件也能解出, 因 d=3a 故　第三级谱线：

$$d\sin\theta = 3\lambda$$

与单缝衍射第 1 个暗纹　$a\sin\theta\ = \lambda$ 的衍射角θ相同．由此可知在单缝衍射中央明条纹中共有 5 条谱线，它们是：

$$d\sin\theta = k\lambda,\quad k=0，\pm1，\pm2．$$

4. 1.34

$$l / S = 1.22\lambda / d$$

$$l = \frac{1.22\lambda S}{d} = \frac{1.22\times5.5\times10^{-7}\times10^{4}}{5\times10^{-3}}\,\mathrm{m} = 1.34\ \ \mathrm{m}$$

5.　解：(1) 由光栅衍射主极大公式得

$$(a+b)\sin30^\circ = 3\lambda_1$$

$$a+b = \frac{3\lambda_1}{\sin30^\circ} = 3.36\times10^{-4}\ \mathrm{cm}$$

(2)　$$(a+b)\sin30^\circ = 4\lambda_2$$

$$\lambda_2 = (a+b)\sin30^\circ / 4 = 420\,\mathrm{nm}$$

6.　解：由于斜入射，平行光入射到光栅面上各点的光线间有光程差，因此，相邻两缝对应点射出的在衍射角ϕ 方向的光线的光程差为

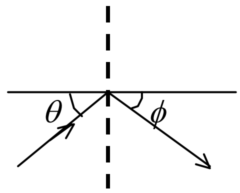
$$(a+b)(\sin\theta+\sin\phi),$$

$(a+b)$ 是光栅常数，θ 是入射角，ϕ 是衍射光线与光栅法线的夹角．按照形成光栅衍射主最大的条件

$$(a+b)(\sin\theta+\sin\phi) = k\lambda,$$

取ϕ 的最大值，即 $\sin\phi = 1$，可得　　$k = 5.09$

∴　最多能观察到第 5 级谱线．


θ
ϕ

练习 37　光的偏振 参考答案

1.　B

2.　B

3.　30°，　1.73

4.　传播速度，　单轴

5.　解：设二偏振片以 P_1、P_2 表示，以 θ 表示入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向之间的夹角，则透过 P_1 后的光强度 I_1 为

$$I_1 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}I_0\right) + \frac{1}{2}I_0\cos^2\theta$$

连续透过 P_1、P_2 后的光强 I_2

$$I_2 = I_1\cos^2 45^\circ = \left[I_0/4 + \frac{1}{2}\left(I_0\cos^2\theta\right)\right]\cos^2 45^\circ$$

要使 I_2 最大，应取 $\cos^2\theta=1$，即 $\theta=0$，入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向平行.

此情况下，$I_1=3I_0/4$

$$I_2 = \left(3I_0/4\right)\cos^2 45^\circ = 3I_0/8$$

6.　解：　(1) 由布儒斯特定律

$$\mathrm{tg}\, i = n_2/n_1 = 1.60/1.00$$

$$i = 58.0^\circ$$

(2)

$$r = 90^\circ - i = 32.0^\circ$$

(3) 因二界面平行，所以下表面处入射角等于 r，

$$\mathrm{tg}\, r = \mathrm{ctg}\, i = n_1/n_2$$

满足布儒斯特定律，所以图中玻璃板下表面处的反射光也是线偏振光.