

大学物理练习题 十

一. 选择题：

1. 如图所示，平行单色光垂直照射到薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，若薄膜的厚度为 e ，并且 $n_1 < n_2$ ， $n_2 > n_3$ ， λ_1 为入射光在折射率为 n_1

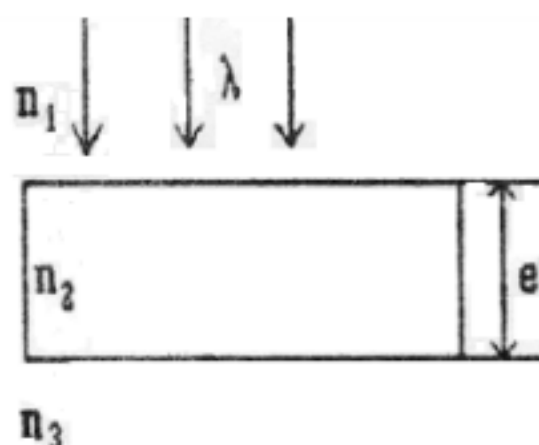
的媒质中的波长，则两束反射光在相遇点的位相差为 [C]

(A) $2\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$

(B) $4\pi n_1 e / (n_2 \lambda_1) + \pi$

(C) $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1) + \pi$

(D) $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$



解： $n_1 < n_2$ ， $n_2 > n_3$ 有半波损失。

$$\Delta\Phi = \frac{2\pi\Delta}{\lambda} = \frac{2\pi \times 2n_2 e}{n_1 \lambda_1}$$

2. 在双缝干涉实验中，屏幕 E 上的 P 点处是明条纹。若将缝 S_2 盖住，并在 S_1S_2 连线的垂直平分面处放一反射镜 M，如图所示，

则此时

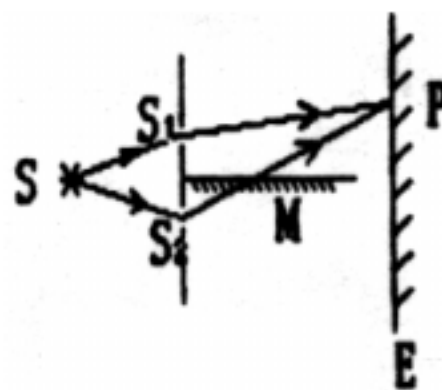
[B]

(A) P 点处仍为明条纹。

(B) P 点处为暗条纹。

(C) 不能确定 P 点处是明条纹还是暗条纹。

(D) 无干涉条纹。



解： 反 射 镜 M 有 半 波 损 失 。

(屏幕 E 上的 P 点处原是明条纹。)

3. 如图所示，用波长为 λ 的单色光照射双缝干涉实验装置，若将一折射率为 n 、劈角为 α 的透明劈尖 b 插入光线 2 中，则

当劈尖 b 缓慢地向上移动时 (只遮住 S_2)，屏 C 上的干涉条纹 [C]

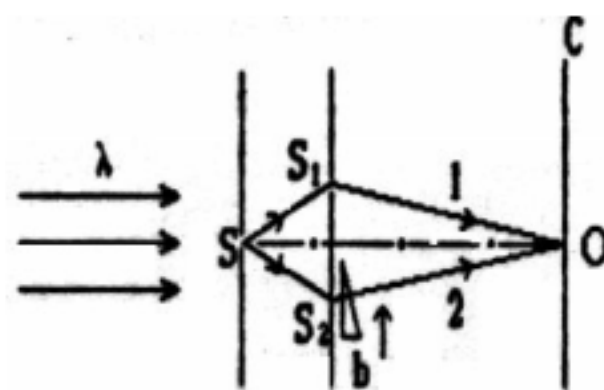
(A) 间隔变大，向下移动。

(B) 间隔变小，向上移动。

(C) 间隔不变，向下移动

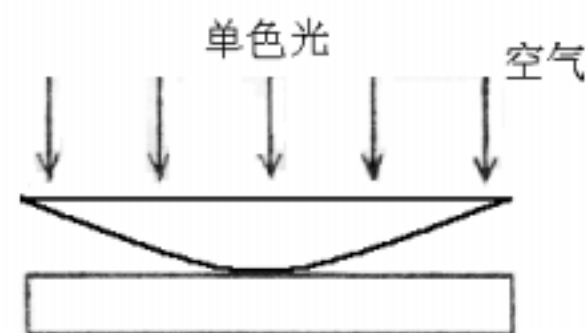
(D) 间隔不变，向上移动

解： $\Delta x = \frac{D\lambda}{d}$



当劈尖 b 缓慢地向上移动时，改变光程差

4. 如图，用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上。当平凸透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时，可以观察到这些环状干涉条纹



[B]

- (A) 向右平移 . (B) 向中心收缩 .
(C) 向外扩张 . (D) 静止不动 .
(E) 向左平移 .

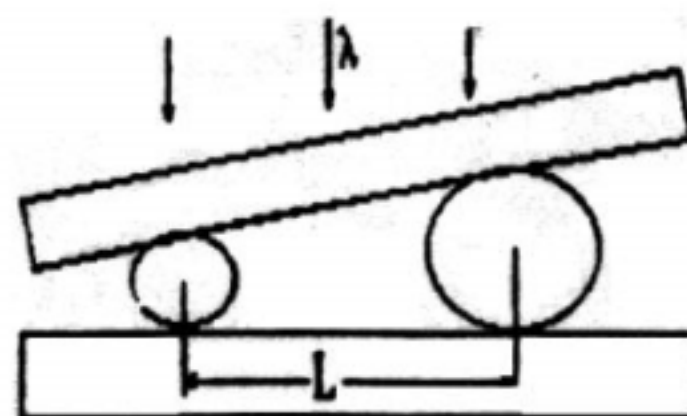
解：当平凸透镜垂直向上缓慢平移，薄膜厚增加，环状干涉条纹向中心收缩。

5. 如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 L ，夹在两块平晶的中间，形成空气劈尖，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹。如果滚柱之间的距离 L 变小，则在 L 范围

内干涉条纹的

[B]

- (A) 数目减少，间距变大 .
(B) 数目不变，间距变小 .
(C) 数目增加，间距变小 .
(D) 数目减少，间距不变 .



解：滚柱之间的距离 L 变小， θ 夹角增大，干涉条纹变密。

但直径有微小差不变， $N = \frac{R-r}{\lambda/2}$ 故数目不变。

6. 在迈克尔逊干涉仪的一支光路中，放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后，测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ ，则薄膜的厚度是 [D]

- (A) $\lambda/2$ (B) $\lambda/(2n)$ (C) λ/n (D) $\lambda/2(n-1)$

解： $\Delta = 2nd - 2d = 2(n-1)d = \lambda$

7. 在折射率 $n_3=1.60$ 的玻璃片表面镀一层折射率 $n_2=1.38$ 的 MgF_2 薄膜作为增透膜。为了使波长为 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光，从折射率 $n_1=1.00$ 的空气垂直入射到玻璃片上的反射尽可能地减少，薄膜的最小厚度 e_{\min} 应是 [D]

- (A) 2500 \AA (B) 1812 \AA (C) 1250 \AA (D) 906 \AA

解：

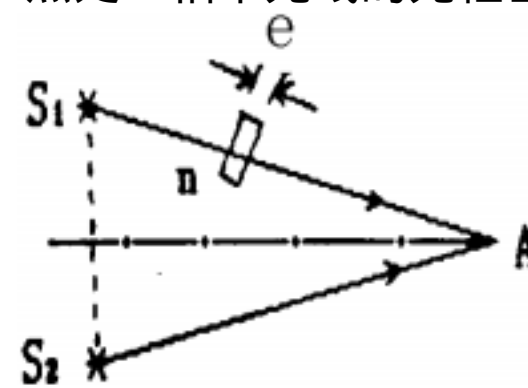
$$\Delta = 2n_2 e = (2k+1)\lambda/2$$

$$\therefore e_{\min} = \frac{\lambda}{4n_2} = 906 \text{ \AA}$$

二. 填空题：

1. 单色平行光垂直入射到双缝上。观察屏上 P 点到两缝的距离分别为 r_1 和 r_2 。设双缝和屏之间充满折射率为 n 的媒质，则 P 点处二相干光线的光程差为_____。

解： $\Delta = nr_2 - nr_1$



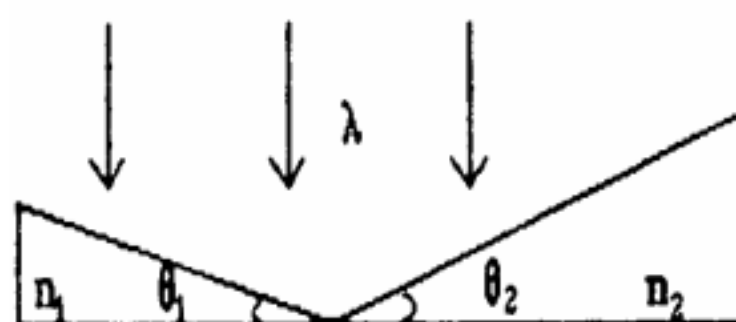
2. 如图所示，假设有两个同相的相干点光源 S_1 和 S_2 ，发出波长为 λ 的光。A 是它们连线的中垂线上的一点。若在 S_1 与 A 之间插入厚度为 e 、折射率为 n 的薄玻璃片，则两光源发出的光在 A 点的位相差 $\Delta\Phi =$ _____。

若已知 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ ， $n=1.5$ ，A 点恰为第四级明纹中心，则 $e =$ _____ \AA 。

解： $\Delta\Phi = \frac{2\pi(n-1)e}{\lambda}$

$$\Delta = (n-1)e = 4\lambda$$

$$e = \frac{4\lambda}{n-1} = 4 \times 10^4 \text{ \AA}$$



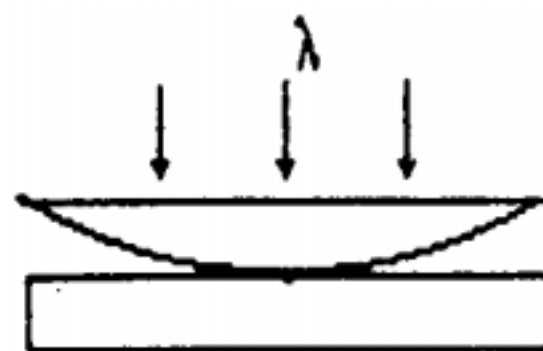
3. 如图所示，波长为 λ 的平行单色光垂直照射到两个劈尖上，两劈尖角分别为 θ_1 和 θ_2 ，折射率分别为 n_1 和 n_2 ，若二者分别形成的干涉条纹的明条纹间距相等，则 θ_1 ， θ_2 ， n_1 和 n_2 之间的关系是_____。

解：

$$l = \frac{\lambda}{2n_1\theta_1} = \frac{\lambda}{2n_2\theta_2}$$

$$n_1\theta_1 = n_2\theta_2$$

4. 用波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的牛顿环装置，观察从空气膜上下表面反射的光形成的牛顿环。若使平凸透镜慢慢地垂直向上移动，从透镜顶点与平面玻璃接触到两者距离为 d 的移动过程中，移过视场中某固定观察点的条纹数目等于_____。



解： $\Delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\lambda/2$

$$d = k\lambda/2$$

$$k = 2d/\lambda$$

5. 一平凸透镜，凸面朝下放在一平玻璃板上。透镜刚好与玻璃板接触。波长分别为 $\lambda_1=600\text{nm}$ 和 $\lambda_2=500\text{nm}$ 的两种单色光垂直入射，观察反射光形成的牛顿环。从中心向外数的两种光的第五个明环所对应的空气膜厚度之差为_____。

解：

$$2e + \frac{\lambda_1}{2} = 5\lambda_1$$

$$2e' + \frac{\lambda_2}{2} = 5\lambda_2$$

$$e - e' = \frac{450}{2} = 225\text{nm}$$

6. 用迈克尔逊干涉仪测微小的位移。若入射光波波长 $\lambda = 6289 \text{ \AA}$ ，当动臂反射镜移动时，干涉条纹移动了 2048 条，反射镜移动的距离 $d =$ _____。

解： $d = N\lambda / 2 = 2048 \times 6289 \times 10^{-10} / 2 = 0.644 \text{ mm}$

7. 在迈克尔逊干涉仪的一支光路上，垂直于光路放入折射率为 n 、厚度为 h 的透明介质薄膜。与未放入此薄膜时相比较，两光束光程差的改变量为_____。

解： $2(n-1)h$

8. 光强均为 I_0 的两束相干光相遇而发生干涉时，在相遇区域内有可能出现的最

大光强是 $4I_0$ 。解：

$$A_{\max} = 2A_0$$

$$I \propto A^2$$

9. 白光垂直照射在镀有 $e = 0.40 \text{ \mu m}$ 厚介质膜的玻璃板上，玻璃的折射率 $n = 1.45$ ，介质的折射率 $n' = 1.50$ 。则在可见光 ($3900 \text{ \AA} \sim 7600 \text{ \AA}$) 范围内，波长

$\lambda = 4800$ 的光在反射中增强。解：

$$\Delta = 2n_2e + \lambda / 2 = k\lambda$$

$$k = 2$$

$$\lambda_2 = 8000 \text{ \AA}$$

$$k = 3$$

$$\lambda_3 = 4800 \text{ \AA}$$

$$k = 4$$

$$\lambda_4 = 3400 \text{ \AA}$$

三、计算题

1. 在图示的双缝干涉实验中，若用薄玻璃片（折射率 $n_1 = 1.4$ ）覆盖缝 S_1 ，用同样厚度的玻璃片（但折射率 $n_2 = 1.7$ ）覆盖缝 S_2 ，将使屏上原来未放玻璃时的中

央明纹所在处 O 变为第五级明纹。设单色光波长 $\lambda = 4800 \text{ \AA}$ ，求

玻璃片的厚度 h （可认为光线垂直穿过玻璃片）。

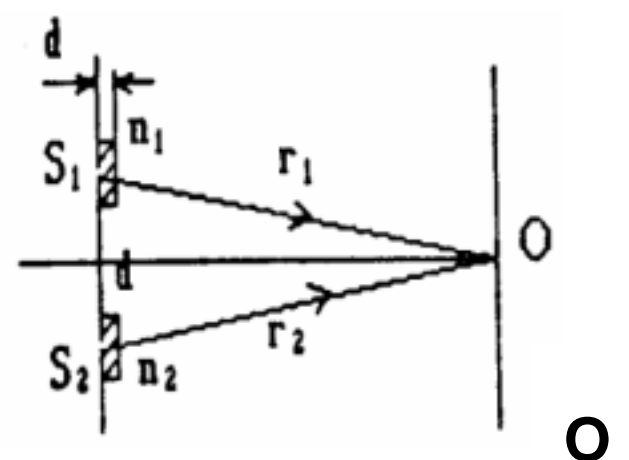
如双缝与屏间的距离 $D = 120 \text{ cm}$ ，双缝间距 $d = 0.50 \text{ mm}$ ，则新的零级明纹 O' 的坐标 $x = ?$ 。

解：（1）原来： $r_2 - r_1 = 0$

盖片后：

$$\delta = (r_2 - d + n_2d) - (r_1 - d + n_1d)$$

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



$$\therefore d = \frac{5\lambda}{n_2 - n_1} = \frac{5 \times 4800 \text{ \AA}}{1.7 - 1.4} = 8 \times 10^4 \text{ \AA} = 8 \times 10^{-6} \text{ m}$$

(2)

$$x = \frac{Dk_{\lambda}}{d} = \frac{5D\lambda}{d} = \frac{5 \times 1.2 \times 4800 \times 10^{-10}}{0.5 \times 10^{-3}} = 5.76 \times 10^{-3} \text{ m}$$

2. 在折射率 $n=1.50$ 的玻璃上，镀上 $n'=1.35$ 的透明介质薄膜。入射光波垂直于介质膜表面照射，观察反射光的干涉，发现对 $\lambda_1 = 6000 \text{ \AA}$ 的光波干涉相消，对 $\lambda_2 = 7000 \text{ \AA}$ 的光波干涉相长。且在 6000 \AA 到 7000 \AA 之间没有别的波长是最大限度相消或相长的情形。求所镀介质膜的厚度。

解：

$$2n'e = (2k_1 + 1) \frac{\lambda_1}{2}$$

$$2n'e = k_2 \lambda_2$$

$$k_1 = k_2$$

$$k_1 = k_2 = \frac{\lambda_1}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} = 3$$

$$e = \frac{k\lambda_2}{2n'} = 7.78 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

3. 两块折射率为 1.60 的标准平面玻璃之间形成一个劈尖。用波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射，产生等厚干涉条纹。假如我们要求劈尖内充满 $n=1.40$ 的液体时的相邻明纹间距比劈尖内是空气时的间距缩小 $\Delta l = 0.5 \text{ mm}$ ，那么劈尖角 θ 应是多少？

解：空气劈尖时：

$$L_1 = \frac{\lambda}{2\theta}$$

液体劈尖时：

$$L_2 = \frac{\lambda}{2n\theta}$$

$$\Delta l = L_1 - L_2 = \frac{\lambda}{2\theta} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$\therefore \theta = \frac{\lambda}{2\Delta l} \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{6 \times 10^{-7}}{2 \times 0.5 \times 10^{-3}} \left(1 - \frac{1}{1.40}\right) \\ = 1.7 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

4. 在牛顿环装置的平凸透镜和平板玻璃间充以某种透明液体，观测到第 10 个明环的直径由充液前的 14.8cm 变成充液后的 12.7cm，求这种液体的折射率 n 。

解：充液前： $r_{10} = \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2}} = \sqrt{\frac{19R\lambda}{2}}$

充液后： $r_{10}' = \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2n}} = \sqrt{\frac{19R\lambda}{2n}}$

$$\therefore n = \frac{r_{10}^2}{r_{10}'^2} = \frac{d_{10}^2}{d_{10}'^2} = \left(\frac{14.8}{12.7}\right)^2 = 1.36$$