班级________ 姓名 [illegible] 学号________ 13826427576 拾到请电谢！

练习 3 光的干涉

选择题1,2

一、选择题：将符合题意的答案前的字母填入下表中相应题号的空格内，并在题后空白处写出解题过程。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
答案	A	B	C	B	A	A	C	D	C	B	B	B	B	A	D

1、在迈克尔逊干涉仪的一条光路中，放入一折射率为 n，厚度为 d 的透明薄片，放入后，这条光路的光程改变了（ A ）

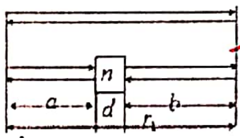
(A) $2(n-1)d$

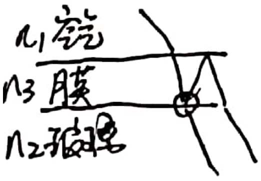
(B) $2nd$

(C) $2(n-1)d+\frac{\lambda}{2}$

(D) nd

2、在玻璃（折射率$n_2=1.60$）表面镀一层 MgF_2（折射率$n_3=1.38$）薄膜作为增透膜，为了使波长$\lambda=500nm$（$1nm=10^{-9}m$）的光从空气（折射率$n_1=1.00$）正入射时尽可能减少反射，MgF_2薄膜的最少厚度 e 应是（　　）





(A) 78.1nm

(B) 90.6nm

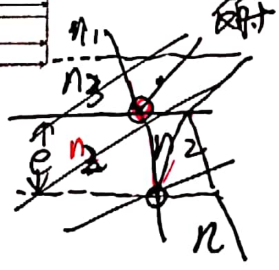
(C) 125nm

(D) 181nm

$2n_3e+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$ 最小厚度 k=1

$2n_3e=\frac{\lambda}{2}$

$e=\frac{\lambda}{4n_3}=\frac{500nm}{4\times1.38}=90.6(nm)$



3、若把牛顿环装置（都是用折射率为 1.52 的玻璃制成的）由空气中搬入折射率为 1.33 的水中，则干涉条纹（ C ）

(A) 中心暗斑变成亮斑

(B) 条纹变疏

(C) 条纹变密

(D) 条纹间距不变

牛顿环暗纹半径公式

$r_{暗}=\sqrt{\frac{kR\lambda}{n}}$

空气中时n=1　　搬入水中　n增大.

条纹半径变小，条纹变密.

4、在双缝干涉实验中，光的波长为 600nm（$1nm=10^{-9}m$），双缝间距为 2mm，双缝与屏的间距为 300cm。在屏上形成的干涉图样的明条纹间距为（ B ）

(A) 0.45mm

(B) 0.9mm

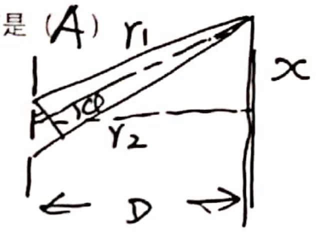
(C) 1.2mm

(D) 3.1mm

$\Delta x=\frac{D}{d}\lambda$

$=\frac{3000}{2}\times 600\times10^{-6}=0.9(mm)$

5、把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的水中，两缝间距离为 d，双缝到屏的距离为 D（$D\gg d$），所用单色光在真空中的波长为λ，则屏上干涉系统中相邻的明纹之间的距离是（ A ）



(A) $\frac{\lambda D}{nd}$

(B) $\frac{n\lambda D}{d}$

(C) $\frac{\lambda d}{nD}$

(D) $\frac{\lambda d}{2nD}$

$\delta=r_2-r_1=d\sin\theta$

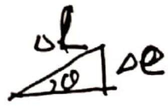
$\tan\theta=\frac{x}{D}$　　$\sin\theta\approx\tan\theta$

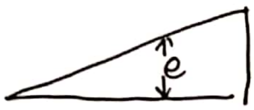
$\delta=d\frac{x}{D}=k\lambda$ 时 明纹中心，

明纹中心条件 $x=k\frac{D}{d}\lambda$　　$\Delta x=\frac{D}{d}\lambda$

当装置放入水中时，$\delta=nd\sin\theta$　　可推得 $\Delta x=\frac{D}{nd}\lambda$

6、两块平玻璃构成空气劈形膜，左边为棱边，用单色平行光垂直入射。若上面的平玻璃以棱边为轴，沿逆时针方向作微小转动，则干涉条纹的（ A ）





(A) 间隔变小，并向棱边方向平移

(B) 间隔变大，并向远离棱边方向平移

(C) 间隔不变，向棱边方向平移

(D) 间隔变小，并向远离棱边方向平移

$2ne+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$ 明纹中心，

相邻明纹中心对应的厚度差 $\Delta e=\frac{\lambda}{2n}$

条纹间距 $\Delta l=\frac{\Delta e}{\sin\theta}=\frac{\lambda}{2n\sin\theta}$

θ增　Δl减，间隔变小

7. 在相同的时间内，一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中（ C ）

(A) 传播的路程相等，走过的光程相等　(B) 传播的路程相等，走过的光程不相等

(C) 传播的路程不相等，走过的光程相等 (D) 传播的路程不相等，走过的光程不相等

空气中，时间 t 内，光走过的距离为 ct，光程为 ct

玻璃中，时间 t 内，光走过的距离为 $vt=\frac{c}{n}t$，光程为 $nvt=ct$

8．用白光光源进行双缝实验，若用一个纯红色的滤光片遮盖一条缝，用一个纯蓝色的滤光片遮盖另一条缝，则（ D ）

(A) 干涉条纹的宽度将发生改变 (B) 产生红光和蓝光的两套彩色干涉条纹

(C) 干涉条纹的亮度将发生改变 (D) 不产生干涉条纹

干涉的三个前提条件
(1) 振动方向相同
(2) 频率相同
(3) 相位差恒定

9．在双缝干涉实验中，两条缝的宽度原来是相等的。若其中一缝的宽度略变窄（缝中心位置不变），则（ C ）

(A) 干涉条纹的间距变宽

(B) 干涉条纹的间距变窄

(C) 干涉条纹的间距不变，但原极小处的强度不再为零

(D) 不再发生干涉现象

其中一缝宽度略变窄，不影响条纹间距，但通过此缝的光强减弱，即振幅变小。

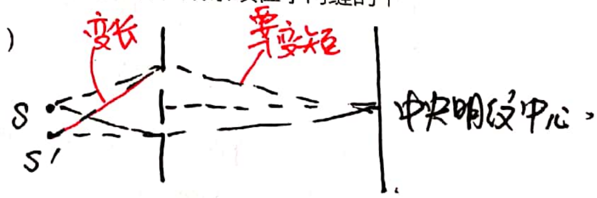
10．在双缝干涉实验中，为使屏上的干涉条纹间距变大，可以采取的办法是（ B ）

(A) 使屏靠近双缝　　(B) 使两缝的间距变小

(C) 把两个缝的宽度稍微调窄　　(D) 改用波长较小的单色光源

$\Delta x = \frac{D}{d}\lambda$

11．在双缝干涉实验中，若单色光源 S 到两缝距离相等，则观察屏上中央明条纹位于两缝的中垂线上。现将光源 S 向下移动一小段距离，则（ B ）



(A) 中央明条纹也向下移动，且条纹间距不变

(B) 中央明条纹向上移动，且条纹间距不变

(C) 中央明条纹不动，且条纹间距不变

(D) 中央明条纹向上移动，且条纹间距改变

12．在双缝干涉实验中，入射光的波长为 λ，用玻璃纸遮住双缝中的一个缝，若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大 2.5λ，则屏上原来的明纹处（B）

(A) 仍为明条纹　　(B) 变为暗条纹

(C) 既非明纹也非暗纹　　(D) 无法确定是明纹，还是暗纹

未遮住前 $\delta = r_2 - r_1 = k\lambda$ 是明纹中心，

遮住后 $\delta' = \cancel{2.5r_2 - r_1 = 1.5\lambda}$ $r_2 + 2.5\lambda - r_1$

$r_2 - r_1 - 2.5\lambda$ $= r_2 - r_1 \pm 2.5\lambda$ 的奇数

$= (k \pm 2.5)\lambda$ 是半波长

班级__________ 姓名__________ 学号__________

13. 把一平凸透镜放在平玻璃上，构成牛顿环装置。当平凸透镜慢慢地向上平移时，由反射光形成的牛顿环 （B）

(A) 向中心收缩，条纹间隔变小　　(B) 向中心收缩，环心呈明暗交替变化

(C) 向外扩张，环心呈明暗交替变化　　(D) 向外扩张，条纹间隔变大

相当于两个劈尖

劈尖的厚度变厚，条纹向交棱平移，即向中心平移，角度不变，条纹间距不变。

14. 由两块玻璃片（$n_1 = 1.75$）所形成的空气劈形膜，其一端厚度为零，另一端厚度为 0.002 cm。现用波长为 700 nm($1\ nm = 10^{-9}\ m$) 的单色平行光，沿入射角为 30° 角的方向射在膜的上表面，则形成的干涉明纹的数目为 A

(A) 27　　(B) 40　　(C) 56　　(D) 100

$\delta = 2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2\sin^2 i} = 2e\sqrt{1-(\frac{1.75}{2})^2} = 1.9365\times10^{-5}$

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

$\delta+\delta' = k\lambda$　$k = \frac{\delta+\delta'}{\lambda} = \frac{2\times 2\times10^{-5}\sqrt{1-(\frac{1.75}{2})^2}+\frac{\lambda}{2}}{\lambda} \approx 28$

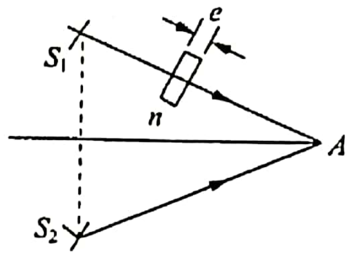
15. 在迈克耳孙干涉仪的一支光路中，放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后，测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ，则薄膜的厚度是 （D）

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

设介质薄膜厚度为d　$2(n-1)d = \lambda$　$d = \frac{\lambda}{2(n-1)}$

二、填空题：将正确答案填入空格处，并在题后空白处写出计算过程。

1、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 和 A 之间插入厚度为 e、折射率为 n 的薄玻璃处，则两光源发出的光在 A 点的相位差Δφ = $\frac{2\pi}{\lambda}(n-1)e$。若已知λ = 500nm，n=1.5，A 点恰为第四级明纹中心，则 e = $4\times10^3 nm$。(1nm=10^{-9}m)



光程差为 $(n-1)e$

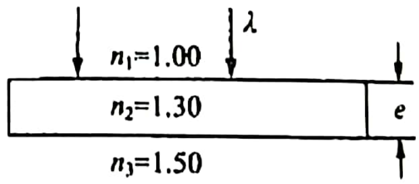
相位差为 $\Delta\varphi = 2\pi\frac{(n-1)e}{\lambda}$

$(n-1)e = 4\lambda$ $\quad e = \frac{4\lambda}{n-1} = \frac{4\times500nm}{1.5-1} = 4\times10^3 nm$

2、波长为λ的平行单色光，垂直照射到劈形膜上，劈尖角为θ，劈形膜的折射率为 n，第 3 条暗纹与第 6 条暗纹之间的距离是 $\frac{3\lambda}{2n\theta}$。

劈尖相邻条纹间隔 $\Delta L = \frac{\lambda}{2n\sin\theta} \approx \frac{\lambda}{2n\theta}$

3、波长为λ的单色光垂直照射如图所示的透明薄膜，膜厚度为 e，两束反射光的光程差δ = $2.60e$。



$\delta = 2n_2e = 2\times1.30e = 2.60e$

4 当牛顿环装置中的透镜与玻璃之间的空间充以液体时，第 10 个亮环的直径由$d_1 = 1.40\times10^{-2}$m变为$d_2 = 1.27\times10^{-2}$m求液体的折射率 1.22。

$\cancel{r_{暗} = \sqrt{\frac{2(k-1)R\lambda}{2n}}}$ $\quad r_{暗} = \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2n}}$

空气 n=1时 k=10 $\cancel{r_1 = \sqrt{\frac{9R\lambda}{2}}}$ $\cancel{\sqrt{9R\lambda}}$ $\quad r_1 = \sqrt{\frac{19R\lambda}{2}}$

~~玻璃~~时 k=10 $\cancel{r_2 = \sqrt{\frac{9R\lambda}{2n}}}$

充入折射率为n的液体

$r_2 = \sqrt{\frac{19R\lambda}{2n}}$

$r_2 = \frac{r_1}{\sqrt{n}}$ $\quad n = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = 1.22$

班级__________ 姓名__________ 学号__________

5 利用迈克耳孙干涉仪可测量单色光的波长，当M_1移动距离为0.322mm时，观察到干涉条纹移动数为 1024 条，求所用单色光的波长 628.9nm 。

$\Delta d = N \cdot \frac{\lambda}{2}$ $\lambda = \frac{2\Delta d}{N} = \frac{2\times 0.322}{1024}\ mm = 628.9\ (nm)$

三、计算题：要规范答题，写出必要的文字说明，方程和演算步骤。

1、在双缝干涉实验中，单色光源 S_0 到两缝 S_1 和 S_2 的距离分别为 l_1 和 l_2，并且$l_1 - l_2 = 3\lambda$，λ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 （$D \gg d$），如图所示。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。

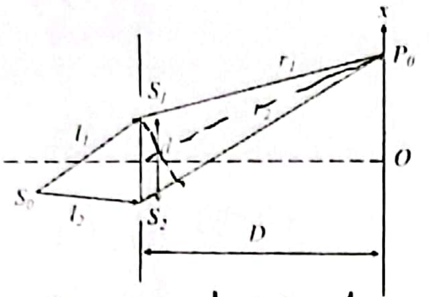
解：(1) 如图，设P_0为零级明纹中心。

$r_2 - r_1 \approx d\sin\theta = d\frac{\overline{P_0O}}{D}$

$l_2 + r_2 = l_1 + r_1$

$r_2 - r_1 = l_1 - l_2 = 3\lambda$

$d\frac{\overline{P_0O}}{D} = 3\lambda$ $\overline{P_0O} = 3\frac{D}{d}\lambda$



$$r_2-r_1 \approx d\sin\theta = d\tan\theta = d\frac{x}{D}$$

(2) 在屏上距O点为x处，光程差为

$$\delta = (r_2+l_2)-(r_1+l_1) = (r_2-r_1)-(l_1-l_2) \approx \frac{d}{D}x-3\lambda$$

$$\delta = \frac{d}{D}x-3\lambda = k\lambda \qquad k=\pm1,\pm2,\cdots$$

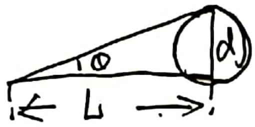
$$x_k = (k\lambda+3\lambda)\frac{D}{d} \qquad \Delta x = x_{k+1}-x_k = \frac{D}{d}\lambda$$

2 把一细钢丝夹在两块光学平玻璃板之间，形成空气劈尖，已知钢丝的直径 d=0.048mm，钢丝与劈尖顶点的距离 L=120mm，用波长为 632.8nm 的平行光垂直照射在玻璃板上，求

(1) 两玻璃片间的夹角是多少？

(2) 相邻两明条纹间距是多少？

(3) 在这 120mm 内呈现多少明条纹？



解：(1) $\theta = \tan\theta = \dfrac{d}{L} = \dfrac{0.048}{120} = 4\times10^{-4}\,(rad)$

(2) $\Delta L = \dfrac{\lambda}{2n_2\sin\theta} \approx \dfrac{\lambda}{2n_2\theta} = \dfrac{632.8\times10^{-9}}{2\times1\times4\times10^{-4}} = 7.91\times10^{-4}(m)$

(3) 劈尖顶端出现暗纹

$\boxed{2d = k\lambda \qquad k=\dfrac{2d}{\lambda}}$

$\dfrac{L}{\Delta L} = \dfrac{120\times10^{-3}}{7.91\times10^{-4}} = 151.7$

方法1：能看到的明纹数为 $\dfrac{2d}{\lambda}+\dfrac{1}{2} \approx 152$ 条.

方法2：$k=\dfrac{2d}{\lambda}=151.7 \approx 152$ 条
(四舍五入)

(3) $\dfrac{L}{\Delta L} = \dfrac{120\times10^{-3}}{7.91\times10^{-4}} = 151.7$

因为劈尖顶端出现暗纹，所以看到的明纹数为 $151.7+\dfrac{1}{2}$
≈ 152 条.

3 如图所示，牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃有一高度为 e_0 的间隙，现用波长为 λ 的单色光垂直照射，已知平凸透镜的曲率半径为 R，试求反射光形成的牛顿环各暗环半径为多少？

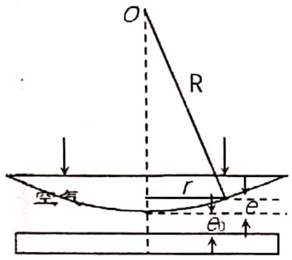


图 3

解：$2(e_0+e)+\frac{\lambda}{2}=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$ (1)

$R^2=r^2+(R-e)^2$ $e^2\to 0$

$e=\frac{r^2}{2R}$ (2)

将(2)代入(1)得 $2e_0+\frac{r^2}{R}=k\lambda$

$r=\sqrt{R(k\lambda-2e_0)}$

$k\lambda>2e_0>0$

4 某迈克尔逊干涉仪中的平面反射镜 M_1, M_2 适当放置，观察 G_1 分束板时看到的视场大小为 $3\mathrm{cm}\times 3\mathrm{cm}$，在波长为 6000A 的单色光照射下，视场中呈现 24 条竖直的明条纹。试计算 M_1, M_2 的平面与严格垂直位置的偏离程度。

解：视场中呈现竖直的明条纹，说明 M_2 镜成的虚像 M_2' 并不与 M_1 平行，而是形成劈尖干涉。

由题意知相邻明纹宽度为 $\Delta L=\frac{3\times10^{-2}}{24}=1.25\times10^{-3}(m)$

偏离程度就是计算劈尖的角度

$\Delta L=\frac{\lambda}{2n_2\sin\theta}\approx\frac{\lambda}{2\theta}$

$\theta=\frac{\lambda}{2\Delta L}=\frac{600\times10^{-9}}{2\times1.25\times10^{-3}}=2.4\times10^{-4}(rad)$

$\approx 0.0138^\circ$