**《大学物理II》作业 No.04 光的干涉 （C卷）**

**班级 \_\_\_\_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_\_\_**

一、选择题（6小题）

1. 如图，、 是两个相干光源，它们到*P*点的距离分别为  和。路径*P*垂直穿过一块厚度为、折射率为的介质板，路径垂直穿过厚度为、折射率为的另一块介质板，其余部分可看作真空，这两条路径的光程差是[ **B**  ]

*S*1

*S*2



(A)  (B) 

(C)  (D) 

**解:** 两条光线的光程差为：

故选**B**

2．在双缝干涉实验中，屏幕*E*上的*P*点处是明条纹。若将缝盖住，并在连线的中垂面处放一反射镜*M*，如图所示，则此时



[ **B** ] (A) *P*点处仍为明条纹

1. *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**：由杨氏双缝干涉明条纹条件可知：缝*S*2盖住前，屏幕*E*上的*P*点处光程差满足

****

则缝*S*2盖住后，因反射点*M*处反射光有半波损失，屏幕*E*上的*P*点处光程差满足

****

即此时的*P*点处光程差满足暗纹条件，故*P*点处为暗条纹。故选**B**

3. 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, 为入射光在折射率为的媒质中的波长，则两束反射光在相遇点的相位差为[ **C** ]



(A)  (B) 

(C)  (D) 

**解**：光在薄膜上表面反射时有半波损失，下表面反射时无半波损失，所以，两束反射光在相遇点的光程差为 

由光程差和相位差的关系，相位差为 

所以 故选**C**

1. 劈尖的构成如图所示，若待检查工件表面中央处略有凸起，其余部分很平整，则干涉条纹的形状变化为 [ **B** ]

待检查工件

标准平板玻璃

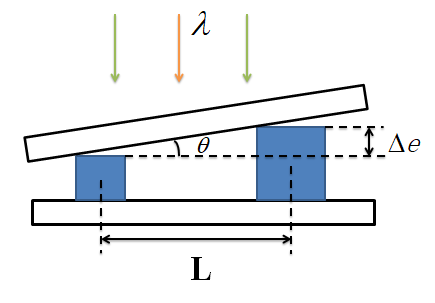
1. 干涉条纹仍为等间距的平行于棱边的直条纹；
2. 在不平处对应的条纹，向背离劈尖棱边的方向弯曲；
3. 在不平处对应的条纹，向靠近劈尖棱边的方向弯曲；

(D) 干涉条纹变为等间距但不平行于棱边的直条纹。

**解**：根据反射光干涉增强的条件

可知，第*k*级明纹对应的厚度为

当有凸起时，第*k*级明纹还应出现在满足上述条件的厚度处，因此，干涉条纹向背离劈尖棱边的方向弯曲。故选**B**

5. 如图所示两个边长有微小差别的彼此平行的立方柱体之间的距离为*L*，夹在两块平面玻璃的中间，形成空气劈尖，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹，如果柱体之间的距离*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：**如图所示 ，当*L*减少时，不变，但 *θ* 会增大。

因条纹间距：，*θ* 增大，因此条纹间距变小；

*L*范围条纹数目：，不变，因此条纹数目将保持不变。故选**B**

6. 在迈克尔逊干涉仪的可动反射镜平移一微小距离的过程中，观察到干涉条纹恰好移动1800条。所用单色光的波长为6000Å。由此可知反射镜平移的距离*d*等于[ **A** ]

(A) 0.54mm (B)1.08mm (C) 1.62mm (D) 2.16mm

**解：**设反射镜平移距离为*d*，则因迈克尔逊干涉现象中移动1条条纹，反射镜平移，

所以 故选**A**

二、判断题（6小题）

[ **F** ] 1. 光的相干条件是传播方向相同、频率相同和相位差恒定。

**解：**光的相干条件是**振动方向相同、频率相同和相位差恒定。**基本概念见教材《大学物理学》张晓、王莉主编，高等教育出版社（第二版）第85页。故填**F**

[ **T** ] 2. 若光在折射率为的介质中传播的几何路程为，则其相位改变与真空中经过的等效真空程产生的相位改变相同 。

**解：**光的几何路程与介质折射率的乘积定义为等效真空程，又称光程（基本概念见教材86页）。故填**T**

[ **F** ] 3. 在杨氏双缝干涉实验中，如果其他条件不变，增加双缝中心到接收屏的距离，则条纹的间距会减小。

**解：**杨氏双缝干涉条纹间距，变大，条纹间距**变宽**。故填**F**

[ **F** ] 4. 将整套杨氏双缝实验装置浸入水中干涉条纹将变宽，若再将两缝分别用红色和绿色滤光片遮挡则干涉条纹将消失。

**解：**浸入水中后由于介质变成水，介质折射率变大，由条纹宽度公式，折射率变大条纹**变窄**。若放入红色和绿色滤光片，则从两缝射出的光线将有不同的频率，因而不再满足相干条件，条纹消失。故填**F**

[ **F** ] 5. 在空气劈尖干涉实验中，从反射光中观测，劈尖的边缘是暗纹，条纹间距不等；如果平行上移上玻璃片，条纹的变化为向棱边移动。

**解：**在空气劈尖干涉实验中，从反射光中观测，劈尖的边缘是**暗纹**，条纹间距**相等**；如果平行上移上玻璃片，条纹的变化为**向棱边移动**。故填**F**

[ **F** ] 6. 在牛顿环实验中，从反射光中观测，条纹间距相等，条纹分布平均；如果上移平凸透镜，条纹的变化为向外扩张。

**解：**在牛顿环实验中，从反射光中观测，条纹间距**不等**，中心条纹分布较边缘条纹**疏**；如果上移平凸透镜，条纹的变化为**向中心收缩**。故填**F**

三、填空题（6小题）

*θ*

*θ*

*λ*



1. 如图所示，波长为的平行单色光斜入射到距离为*d*的双缝上，入射角为。在图中的屏中央*O*处**()**, 两束相干光的相位差为 。

**解：**因为，所以从*S*1和*S*2到*O*点的光程差为零，

在双缝左边，两束相干光的光程差 

则相位差为：

2. 如图，在双缝干涉实验中，若把一厚度为*e*、折射率为*n*的薄云母片覆盖在缝上，中央明条纹将向 上 移动；覆盖云母片后，两束相干光至原中央明条纹*O*处的光程差 为 （*n-*1）*e* 。



## S

屏



**解**：未加入云母片时，*r*1 = *r*2，屏上*O*点光程差为零，是中央明条纹。在*r*1中加入云母片后，*S*1到*O*点的光程大于*S*2到*O*点的光程，故只有在*O*点上方的某点*O*1处，才有可能使光程差为零，所以中央明条纹将向上移动。

覆盖云母片后，*S*发出的光到达*O*点的光程差为 **。

3. 波长为的平行单色光垂直照射到空气劈尖上，劈尖角为，劈尖薄膜的折射率为*n*，第*k*级明条纹与第*k*＋5级明条纹的间距是 。



**解：**分振幅等厚空气劈尖干涉的干涉条件（级明纹）为：



（式中左边为空气膜下表面反射的半波损失）

即有级明纹对应的等厚膜的厚度为：

故第*k*级明纹与第*k*+5级明纹的等厚膜的厚度差如图所示为：

所以第*k*级明纹与第*k*+5级明纹的间距为：

4. 用波长为的单色光垂直照射到空气劈尖上，从反射光中观察干涉条纹，距顶点为*L*处是为暗条纹。使劈尖角连续变大，直到该点处再次出现暗条纹为止。劈尖角的改变量是  。

**解：**由分振幅等厚空气劈尖干涉的级暗纹条件有

 ①

则当劈尖角连续变大，且该处再次出现暗条纹有



劈尖角的改变量为*：*

，其中是空气膜折射率。

或由①式求增量有：

则当劈尖角连续变大，且该处再次出现暗条纹，必有，故劈尖角的改变量为：

 其中是空气膜折射率。

1. 波长*λ* = 600nm的单色光垂直照射到牛顿环装置上，第二级明条纹与第五级明条纹所对应的空气薄膜厚度之差为 900 nm。

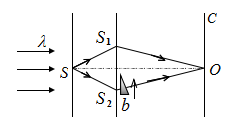
**解：**对于牛顿环等厚干涉条纹，因，故牛顿环装置上第二级明纹与第五级明纹对应的空气薄膜厚度差为 

6．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*的透明介质薄片，放入后，这条光路的光程改变了2(*n*-1) *d* 。

**解**：根据光程定义及迈克尔逊干涉中光路特征，知放入透明薄片后，光程改变为2 (*nd* - *d*)，即这条光路的光程改变了2(*n*-1) *d*。

四、计算题（3小题）

计算题1图



1．如图所示，用波长为的单色光照射双缝干涉实验装置，并将一折射率为*n*，劈角为*α*（*α* 很小）的透明劈尖*b*插入光线2中。设缝光源*S*和屏*C*上的*O*点都在双缝*S*1和*S*2的中垂线上，问要使*O*点的光强由最亮变为最暗，劈尖*b*至少应向上移动多大距离*d*（只遮住*S*2）？

**解：因**屏*C*上的*O*点都在双缝*S*1和*S*2的中垂线上，则无透明劈尖*b*时，由双缝*S*1和*S*2分别到达*O*点的光线的光程差为0。

当加入透明劈尖*b*时，增加的光程差为（*n*－1）*l*，式中*n*为透明劈尖*b*折射率，*l*为光通过透明劈尖*b*的距离。

设*O*点的光强最亮时级次为，光线2在劈尖*b*中传播距离为，则由双缝*S*1和*S*2分别到达*O*点的光线的光程差满足下式：

 ①

再设*O*点由此时第一次变为最暗时，光线2在劈尖*b*中传播的距离为，则由双缝*S*1和*S*2分别到达*O*点的两光程差满足下式（相邻的明暗纹对应光程差相差半个波长）

 ②

*b*



由②－①得：  ③

由右图可求出：  ④

再由③和④得：劈尖*b*应向上移动的最小距离为：



或 

2. 用波长＝500 nm (1 nm＝10-9 m)的单色光垂直照射在由两块玻璃板 (一端刚好接触成为劈棱) 构成的空气劈形膜上。劈尖角＝2×10-4 rad。如果劈形膜内充满折射率为*n*＝1.40的液体。求从劈棱数起第五个明条纹在充入液体前后移动的距离。

**解：**劈形膜内未充液体时，设第五个明纹处膜厚为*e*，则有

而劈形膜内充满折射率为*n*＝1.40的液体时，设第五个明纹处膜厚为*e*，则有



设第五个明纹至劈棱的距离为*l*，则有近似关系，

充入液体前第五个明纹位置 

充入液体后第五个明纹位置 

则充入液体前后第五个明纹移动的距离



1. 一平凸透镜放在一平整的晶体上，以波长为＝589.3 nm (1nm=10-9m) 的单色光垂直照射于其上，测量反射光的牛顿环。测得从中央数起第*k*个暗环的弦长为*lk*＝3.00 mm，第(*k*＋5)个暗环的弦长为*l*k+5＝4.60 mm，如图所示。求平凸透镜的球面的曲率半径*R*。



**解：**设第*k*个暗环半径为*rk*，第*k*＋5个暗环半径为*rk*+5，

据牛顿环公式有  ， 





由图可见 ， 

由 

得 