

## 第六章 光学

## 一、选择题

## 第 309 题

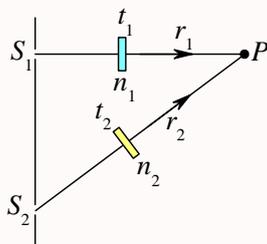
【3165】在相同的时间内，一束波长为  $\lambda$  的单色光在空气中和在玻璃中

- (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

## 第 310 题

【3611】如图， $S_1$ 、 $S_2$  是两个相干光源，它们到  $P$  点的距离分别为  $r_1$  和  $r_2$ 。路径  $S_1P$  垂直穿过一块厚度为  $t_1$ ，折射率为  $n_1$  的介质板，路径  $S_2P$  垂直穿过厚度为  $t_2$ ，折射率为  $n_2$  的另一介质板，其余部分可看作真空，这两条路径的光程差等于

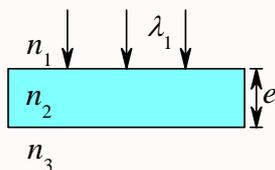
- (A)  $(r_2 + n_2 t_2) - (r_1 + n_1 t_1)$                                       (B)  $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$   
(C)  $(r_2 - n_2 t_2) - (r_1 - n_1 t_1)$                                       (D)  $n_2 t_2 - n_1 t_1$



## 第 311 题

【3664】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  $n_1 < n_2 > n_3$ ， $\lambda_1$  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相位差为

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



## 第 312 题

【3169】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

- (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

## 第 313 题

【3171】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

- (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

## 第 314 题

【3172】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

- (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

## 第 315 题

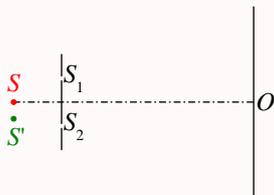
【3498】在双缝干涉实验中，入射光的波长为  $\lambda$ ，用玻璃纸遮住双缝中的一个缝，若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大  $2.5\lambda$ ，则屏上原来的明纹处

- (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

## 第 316 题

【3612】在双缝干涉实验中，若单色光源  $S$  到两缝  $S_1$ 、 $S_2$  距离相等，则观察屏上中央明条纹位于图中  $O$  处。现将光源  $S$  向下移动到示意图中的  $S'$  位置，则

- (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) 中央明条纹向下移动，且条纹间距增大 (D) 中央明条纹向上移动，且条纹间距增大



第 317 题

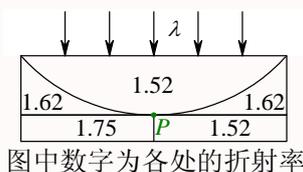
【3677】把双缝干涉实验装置放在折射率为  $n$  的水中, 两缝间距离为  $d$ , 双缝到屏的距离为  $D(D \gg d)$ , 所用单色光在真空中的波长为  $\lambda$ , 则屏上干涉条纹中相邻的明纹之间的距离是

- (A)  $\lambda D/(nd)$                       (B)  $n\lambda D/d$                       (C)  $\lambda d/(nD)$                       (D)  $\lambda D/(2nd)$

第 318 题

【3185】在图示三种透明材料构成的牛顿环装置中, 用单色光垂直照射, 在反射光中看到干涉条纹, 则在接触点  $P$  处形成的圆斑为

- (A) 全明    (B) 全暗  
(C) 右半部明, 左半部暗                      (D) 右半部暗, 左半部明



第 319 题

【3186】一束波长为  $\lambda$  的单色光由空气垂直入射到折射率为  $n$  的透明薄膜上, 透明薄膜放在空气中, 要使反射光得到干涉加强, 则薄膜最小的厚度为

- (A)  $\lambda/4$     (B)  $\lambda/(4n)$     (C)  $\lambda/2$     (D)  $\lambda/(2n)$

第 320 题

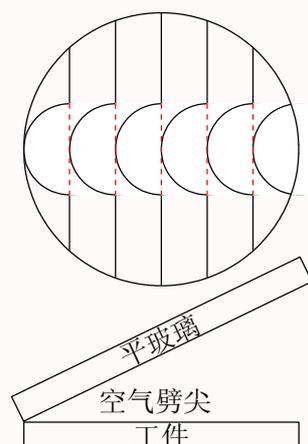
【3187】若把牛顿环装置 (都是用折射率为 1.52 的玻璃制成的) 由空气搬入折射率为 1.33 的水中, 则干涉条纹

- (A) 中心暗斑变成亮斑    (B) 变疏  
(C) 变密    (D) 间距不变

第 321 题

【3188】用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷, 当波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射时, 若观察到的干涉条纹如图所示, 每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切, 则工件表面与条纹弯曲处对应的部分

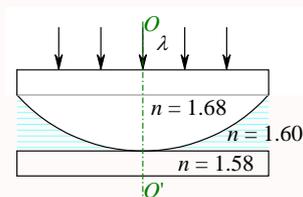
- (A) 凸起, 且高度为  $\lambda/4$     (B) 凸起, 且高度为  $\lambda/2$   
(C) 凹陷, 且深度为  $\lambda/2$     (D) 凹陷, 且深度为  $\lambda/4$



## 第 322 题

【3507】如图所示，平板玻璃和凸透镜构成牛顿环装置，全部浸入  $n = 1.60$  的液体中，凸透镜可沿  $OO'$  移动，用波长  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射。从上向下观察，看到中心是一个暗斑，此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是

- (A) 156.3 nm      (B) 148.8 nm      (C) 78.1 nm      (D) 74.4 nm      (E) 0



## 第 323 题

【3689】在牛顿环实验装置中，曲率半径为  $R$  的平凸透镜与平玻璃板在中心恰好接触，它们之间充满折射率为  $n$  的透明介质，垂直入射到牛顿环装置上的平行单色光在真空中的波长为  $\lambda$ ，则反射光形成的干涉条纹中暗环半径  $r_k$  的表达式为

- (A)  $r_k = \sqrt{k\lambda R}$       (B)  $r_k = \sqrt{k\lambda R/n}$       (C)  $r_k = \sqrt{kn\lambda R}$       (D)  $r_k = \sqrt{k\lambda/(nR)}$

## 第 324 题

【5208】在玻璃 (折射率  $n_3 = 1.60$ ) 表面镀一层  $\text{MgF}_2$  (折射率  $n_2 = 1.38$ ) 薄膜作为增透膜。为了使波长为  $500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的光从空气 ( $n_1 = 1.00$ ) 正入射时尽可能少反射， $\text{MgF}_2$  薄膜的最少厚度应是

- (A) 78.1 nm      (B) 90.6 nm      (C) 125 nm      (D) 181 nm      (E) 250 nm

## 第 325 题

【5324】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

- (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

## 第 326 题

【5325】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。若上面的平玻璃慢慢地向上平移，则干涉条纹

- (A) 向棱边方向平移，条纹间隔变小 (B) 向棱边方向平移，条纹间隔变大  
(C) 向棱边方向平移，条纹间隔不变 (D) 向远离棱边的方向平移，条纹间隔不变  
(E) 向远离棱边的方向平移，条纹间隔变小

## 第 327 题

【5326】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) 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

## 第 328 题

【7936】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  $0.002 \text{ cm}$ 。现用波长为  $700 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色平行光，沿入射角为  $30^\circ$  角的方向射在膜的上表面，则形成的干涉条纹数为

- (A) 27 (B) 40 (C) 56 (D) 100

## 第 329 题

【3200】在迈克耳孙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)  $2(n-1)d$  (B)  $2nd$  (C)  $2(n-1)d + \lambda/2$  (D)  $nd$   
(E)  $(n-1)d$

## 第 330 题

【3516】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  $\lambda$ ，则薄膜的厚度是

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

## 第 331 题

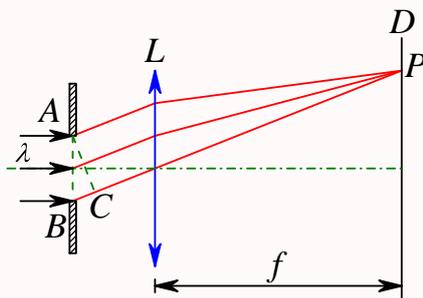
【3353】在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射在宽度为  $a = 4\lambda$  的单缝上，对应于衍射角为  $30^\circ$  的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为

- (A) 2 个                      (B) 4 个                      (C) 6 个                      (D) 8 个

## 第 332 题

【3355】一束波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直入射到一单缝  $AB$  上，装置如图。在屏幕  $D$  上形成衍射图样，如果  $P$  是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置，则  $\overline{BC}$  的长度为

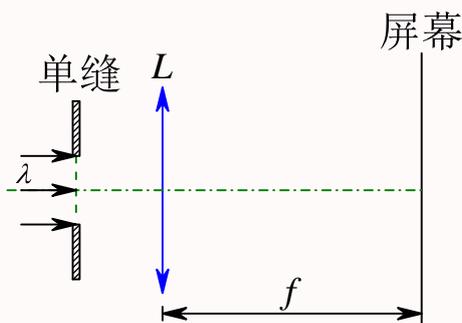
- (A)  $\lambda/2$                       (B)  $\lambda$                       (C)  $3\lambda/2$                       (D)  $2\lambda$



## 第 333 题

【3356】在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中，若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移，则屏幕上的衍射条纹

- (A) 间距变大                      (B) 间距变小  
(C) 不发生变化                      (D) 间距不变，但明暗条纹的位置交替变化



## 第 334 题

【3520】根据惠更斯——菲涅耳原理，若已知光在某时刻的波阵面为  $S$ ，则  $S$  的前方某点  $P$  的光强度决定于波阵面  $S$  上所有面积元发出的子波各自传到  $P$  点的

- (A) 振动振幅之和                      (B) 光强之和  
(C) 振动振幅之和的平方                      (D) 振动的相干叠加

## 第 335 题

【3523】 波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射到一狭缝上, 若第一级暗纹的位置对应的衍射角为  $\theta = \pm\pi/6$ , 则缝宽的大小为

- (A)  $\lambda/2$                       (B)  $\lambda$                       (C)  $2\lambda$                       (D)  $3\lambda$

## 第 336 题

【3631】 在夫琅禾费单缝衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝宽度变小时, 除中央亮纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹

- (A) 对应的衍射角变小                      (B) 对应的衍射角变大  
(C) 对应的衍射角也不变                      (D) 光强也不变

## 第 337 题

【3715】 一单色平行光束垂直照射在宽度为 1.0 mm 的单缝上, 在缝后放一焦距为 2.0 m 的会聚透镜。已知位于透镜焦平面处的屏幕上的中央明条纹宽度为 2.0 mm, 则入射光波长约为

- (A) 100 nm                      (B) 400 nm                      (C) 500 nm                      (D) 600 nm

## 第 338 题

【3718】 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 若增大缝宽, 其他条件不变, 则中央明条纹

- (A) 宽度变小                      (B) 宽度变大  
(C) 宽度不变, 且中心强度也不变                      (D) 宽度不变, 但中心强度增大

## 第 339 题

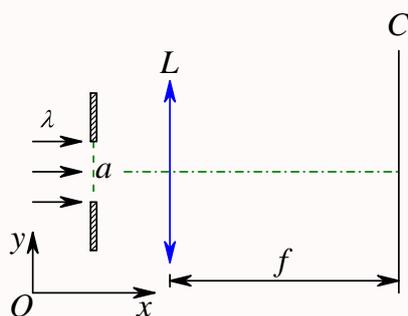
【5327】 波长  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直照射到宽度  $a = 0.25 \text{ mm}$  的单缝上, 单缝后面放置一凸透镜, 在凸透镜的焦平面上放置一屏幕, 用以观测衍射条纹。今测得屏幕上中央明条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为  $d = 12 \text{ mm}$ , 则凸透镜的焦距  $f$  为

- (A) 2 m                      (B) 1 m                      (C) 0.5 m                      (D) 0.2 m                      (E) 0.1 m

## 第 340 题

【5648】 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度  $a$  稍稍变宽, 同时使单缝沿  $y$  轴正方向作微小平移 (透镜屏幕位置不动), 则屏幕  $C$  上的中央衍射条纹将

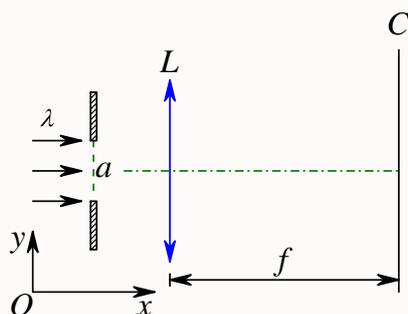
- (A) 变窄, 同时向上移                      (B) 变窄, 同时向下移                      (C) 变窄, 不移动  
(D) 变宽, 同时向上移                      (E) 变宽, 不移



## 第 341 题

【5649】在如图所示的夫琅禾费衍射装置中，将单缝宽度  $a$  稍稍变窄，同时使会聚透镜  $L$  沿  $y$  轴正方向作微小平移（单缝与屏幕位置不动），则屏幕  $C$  上的中央衍射条纹将

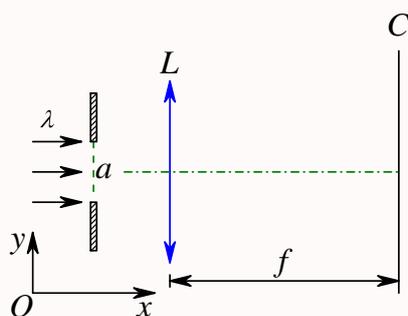
- (A) 变宽，同时向上移动      (B) 变宽，同时向下移动      (C) 变宽，不移动  
 (D) 变窄，同时向上移动      (E) 变窄，不移动



## 第 342 题

【5650】在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中，设中央明纹的衍射角范围很小。若使单缝宽度  $a$  变为原来的  $3/2$ ，同时使入射的单色光的波长  $\lambda$  变为原来的  $3/4$ ，则屏幕  $C$  上单缝衍射条纹中央明纹的宽度  $\Delta x$  将变为原来的

- (A)  $3/4$  倍      (B)  $2/3$  倍      (C)  $9/8$  倍      (D)  $1/2$  倍      (E) 2 倍



## 第 343 题

【3204】测量单色光的波长时，下列方法中哪一种方法最为准确？

- (A) 双缝干涉                      (B) 牛顿环                      (C) 单缝衍射                      (D) 光栅衍射

## 第 344 题

【3212】一束平行单色光垂直入射在光栅上，当光栅常数  $(a + b)$  为下列哪种情况时 ( $a$  代表每条缝的宽度)， $k = 3, 6, 9$  等级次的主极大均不出现？

- (A)  $a + b = 2a$                       (B)  $a + b = 3a$                       (C)  $a + b = 4a$                       (D)  $a + b = 6a$

## 第 345 题

【3213】一束白光垂直照射在一光栅上，在形成的同一级光栅光谱中，偏离中央明纹最远的是

- (A) 紫光                      (B) 绿光                      (C) 黄光                      (D) 红光

## 第 346 题

【3214】对某一定波长的垂直入射光，衍射光栅的屏幕上只能出现零级和一级主极大，欲使屏幕上出现更高级次的主极大，应该

- (A) 换一个光栅常数较小的光栅                      (B) 换一个光栅常数较大的光栅  
(C) 将光栅向靠近屏幕的方向移动                      (D) 将光栅向远离屏幕的方向移动

## 第 347 题

【3361】某元素的特征光谱中含有波长分别为  $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$  和  $\lambda_2 = 750 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的光谱线。在光栅光谱中，这两种波长的谱线有重叠现象，重叠处  $\lambda_2$  的谱线的级数将是

- (A) 2, 3, 4, 5, ...                      (B) 2, 5, 8, 11, ...                      (C) 2, 4, 6, 8, ...                      (D) 3, 6, 9, 12, ...

## 第 348 题

【3525】波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射于光栅常数为  $d$ 、缝宽为  $a$ 、总缝数为  $N$  的光栅上。取  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ，则决定出现主极大的衍射角  $\theta$  的公式可写成

- (A)  $Na \sin \theta = k\lambda$                       (B)  $a \sin \theta = k\lambda$                       (C)  $Nd \sin \theta = k\lambda$                       (D)  $d \sin \theta = k\lambda$

## 第 349 题

【3635】在光栅光谱中，假如所有偶数级次的主极大都恰好在单缝衍射的暗纹方向上，因而实际上不出现，那么此光栅每个透光缝宽度  $a$  和相邻两缝间不透光部分宽度  $b$  的关系为

- (A)  $a = b/2$                       (B)  $a = b$                       (C)  $a = 2b$                       (D)  $a = 3b$

## 第 350 题

【3636】波长  $\lambda = 550 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射于光栅常数  $d = 2 \times 10^{-4} \text{ cm}$  的平面衍射光栅上, 可能观察到的光谱线的最大级次为

- (A) 2                      (B) 3                      (C) 4                      (D) 5

## 第 351 题

【5534】设光栅平面、透镜均与屏幕平行。则当入射的平行单色光从垂直于光栅平面入射变为斜入射时, 能观察到的光谱线的最高级次  $k$

- (A) 变小                      (B) 变大                      (C) 不变                      (D) 的改变无法确定

## 第 352 题

【3162】在真空中波长为  $\lambda$  的单色光, 在折射率为  $n$  的透明介质中从  $A$  沿某路径传播到  $B$ , 若  $A$ 、 $B$  两点相位差为  $3\pi$ , 则此路径  $AB$  的光程为

- (A)  $1.5\lambda$                       (B)  $1.5\lambda/n$                       (C)  $1.5n\lambda$                       (D)  $3\lambda$

## 第 353 题

【3246】一束光是自然光和线偏振光的混合光, 让它垂直通过一偏振片。若以此入射光束为轴旋转偏振片, 测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍, 那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

- (A)  $1/2$                       (B)  $1/3$                       (C)  $1/4$                       (D)  $1/5$

## 第 354 题

【3368】一束光强为  $I_0$  的自然光垂直穿过两个偏振片, 且此两偏振片的偏振化方向成  $45^\circ$  角, 则穿过两个偏振片后的光强  $I$  为

- (A)  $I_0/4\sqrt{2}$                       (B)  $I_0/4$                       (C)  $I_0/2$                       (D)  $\sqrt{2}I_0/2$

## 第 355 题

【3542】如果两个偏振片堆叠在一起, 且偏振化方向之间夹角为  $60^\circ$ , 光强为  $I_0$  的自然光垂直入射在偏振片上, 则出射光强为

- (A)  $I_0/8$                       (B)  $I_0/4$                       (C)  $3I_0/8$                       (D)  $3I_0/4$

## 第 356 题

【3545】自然光以  $60^\circ$  的入射角照射到某两介质交界面时, 反射光为完全线偏振光, 则知折射光为

- (A) 完全线偏振光且折射角是  $30^\circ$   
 (B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为  $\sqrt{3}$  的介质时, 折射角是  $30^\circ$   
 (C) 部分偏振光, 但须知两种介质的折射率才能确定折射角  
 (D) 部分偏振光且折射角是  $30^\circ$

## 第 357 题

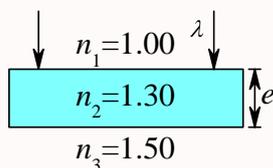
【3639】自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上，反射光是

- (A) 在入射面内振动的完全线偏振光 (B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光  
(C) 垂直于入射面振动的完全线偏振光 (D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光

## 二、填空题

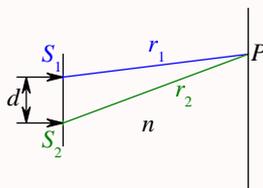
## 第 358 题

【3619】波长为  $\lambda$  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  $\delta =$ \_\_\_\_\_。



## 第 359 题

【3671】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\_\_\_\_\_。



## 第 360 题

【3178】一双缝干涉装置，在空气中观察时干涉条纹间距为 1.0 mm。若整个装置放在水中，干涉条纹的间距将为\_\_\_\_\_mm。(设水的折射率为  $4/3$ )

## 第 361 题

【3500】在双缝干涉实验中，所用单色光波长为  $\lambda = 562.5 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )，双缝与观察屏的距离  $D = 1.2 \text{ m}$ ，若测得屏上相邻明条纹间距为  $\Delta x = 1.5 \text{ mm}$ ，则双缝的间距  $d =$ \_\_\_\_\_。

## 第 362 题

【3504】在双缝干涉实验中，所用光波波长  $\lambda = 5.461 \times 10^{-4} \text{ mm}$ ，双缝与屏间的距离  $D = 300 \text{ mm}$ ，双缝间距为  $d = 0.134 \text{ mm}$ ，则中央明条纹两侧的两个第三级明条纹之间的距离为\_\_\_\_\_。

## 第 363 题

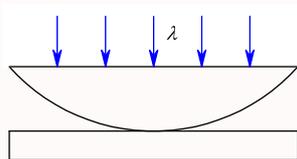
【3683】在双缝干涉实验中，双缝间距为  $d$ ，双缝到屏的距离为  $D$  ( $D \gg d$ )，测得中央零级明纹与第五级明纹之间的距离为  $x$ ，则入射光的波长为\_\_\_\_\_。

## 第 364 题

【3684】在双缝干涉实验中，若两缝的间距为所用光波波长的  $N$  倍，观察屏到双缝的距离为  $D$ ，则屏上相邻明纹的间距为\_\_\_\_\_。

## 第 365 题

【3189】用波长为  $\lambda$  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\_\_\_\_\_。



## 第 366 题

【3190】一个平凸透镜的顶点和一平板玻璃接触，用单色光垂直照射，观察反射光形成的牛顿环，测得中央暗斑外第  $k$  个暗环半径为  $r_1$ 。现将透镜和玻璃板之间的空气换成某种液体 (其折射率小于玻璃的折射率)，第  $k$  个暗环的半径变为  $r_2$ ，由此可知该液体的折射率为\_\_\_\_\_。

## 第 367 题

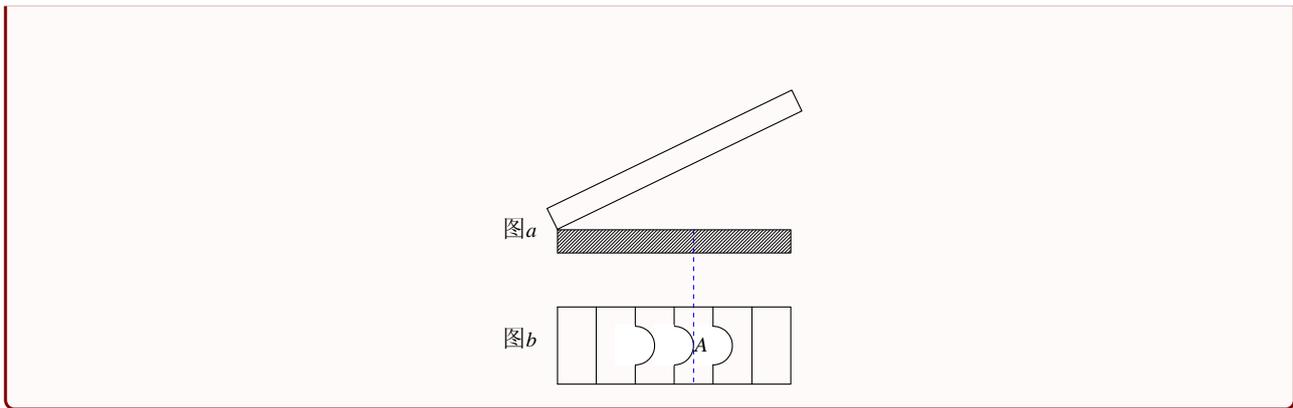
【7938】空气中一玻璃劈形膜其一端厚度为零另一端厚度为  $0.005 \text{ cm}$ ，折射率为  $1.5$ 。现用波长为  $600 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色平行光，沿入射角为  $30^\circ$  角的方向射到劈的上表面，则在劈形膜上形成的干涉条纹数目为\_\_\_\_\_。

## 第 368 题

【3194】在空气中有一劈形透明膜，其劈尖角  $\theta = 1.0 \times 10^{-4} \text{ rad}$ ，在波长  $\lambda = 700 \text{ nm}$  的单色光垂直照射下，测得两相邻干涉明条纹间距  $l = 0.25 \text{ cm}$ ，由此可知此透明材料的折射率  $n =$ \_\_\_\_\_。

## 第 369 题

【3509】图  $a$  为一块光学平板玻璃与一个加工过的平面一端接触，构成的空气劈尖，用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射。看到反射光干涉条纹 (实线为暗条纹) 如图  $b$  所示。则干涉条纹上  $A$  点处所对应的空气薄膜厚度为  $e =$ \_\_\_\_\_。

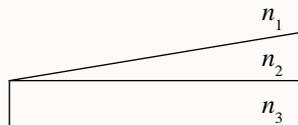


第 370 题

【3510】折射率分别为  $n_1$  和  $n_2$  的两块平板玻璃构成空气劈尖，用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射。如果将该劈尖装置浸入折射率为  $n$  的透明液体中，且  $n_2 > n > n_1$ ，则劈尖厚度为  $e$  的地方两反射光的光程差的改变量是\_\_\_\_\_。

第 371 题

【3621】用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射如图所示的、折射率为  $n_2$  的劈形膜 ( $n_1 > n_2, n_3 > n_2$ )，观察反射光干涉。从劈形膜顶开始，第 2 条明条纹对应的膜厚度  $e =$ \_\_\_\_\_。



第 372 题

【3622】用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射折射率为  $n$  的劈形膜形成等厚干涉条纹，若测得相邻明条纹的间距为  $l$ ，则劈尖角  $\theta =$ \_\_\_\_\_。

第 373 题

【3693】分别用波长  $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$  与波长  $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$  的平行单色光垂直照射到劈形膜上，劈形膜的折射率为 3.1，膜两侧是同样的媒质，则这两种波长的光分别形成的第七条明纹所对应的膜的厚度之差为\_\_\_\_\_nm。

第 374 题

【3699】波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直照射到劈形膜上，劈尖角为  $\theta$ ，劈形膜的折射率为  $n$ ，第  $k$  级明条纹与第  $k + 5$  级明纹的间距是\_\_\_\_\_。

## 第 375 题

【7946】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\_\_\_\_\_nm。

## 第 376 题

【3201】若在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜  $M$  移动  $0.620 \text{ mm}$  过程中，观察到干涉条纹移动了 2300 条，则所用光波的波长为\_\_\_\_\_nm。(1 nm =  $10^{-9} \text{ m}$ )

## 第 377 题

【3203】用迈克耳孙干涉仪测微小的位移。若入射光波波长  $\lambda = 628.9 \text{ nm}$ ，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  $d =$ \_\_\_\_\_。

## 第 378 题

【3378】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\_\_\_\_\_。

## 第 379 题

【3517】在迈克耳孙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\_\_\_\_\_。

## 第 380 题

【3711】已知在迈克耳孙干涉仪中使用波长为  $\lambda$  的单色光。在干涉仪的可动反射镜移动距离  $d$  的过程中，干涉条纹将移动\_\_\_\_\_条。

## 第 381 题

【3713】在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜移动了距离  $d$  的过程中，若观察到干涉条纹移动了  $N$  条，则所用光波的波长  $\lambda =$ \_\_\_\_\_。

## 第 382 题

【3207】在单缝的夫琅禾费衍射实验中，屏上第三级暗纹对应于单缝处波面可划分为\_\_\_\_\_个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第三级暗纹处将是\_\_\_\_\_纹。

## 第 383 题

【3357】在单缝夫琅禾费衍射实验中，设第一级暗纹的衍射角很小，若钠黄光 ( $\lambda_1 \approx 589 \text{ nm}$ ) 中央明纹宽度为  $4.0 \text{ mm}$ ，则  $\lambda_2 = 442 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的蓝紫色光的中央明纹宽度为\_\_\_\_\_。

## 第 384 题

【3524】平行单色光垂直入射在缝宽为  $a = 0.15 \text{ mm}$  的单缝上。缝后有焦距为  $f = 400 \text{ mm}$  的凸透镜，在其焦平面上放置观察屏幕。现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为  $8 \text{ mm}$ ，则入射光的波长为  $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 385 题

【3633】将波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直投射于一狭缝上，若对应于衍射图样的第一级暗纹位置的衍射角的绝对值为  $\theta$ ，则缝的宽度等于  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 386 题

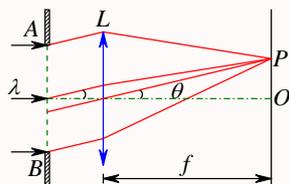
【3720】若对应于衍射角  $\theta = 30^\circ$ ，单缝处的波面可划分为 4 个半波带，则单缝的宽度  $a = \underline{\hspace{2cm}} \lambda$ 。  
( $\lambda$  为入射光波长)。

## 第 387 题

【3742】在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射在宽度  $a = 5\lambda$  的单缝上。对应于衍射角  $\theta$  的方向上若单缝处波面恰好可分成 5 个半波带，则衍射角  $\theta = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 388 题

【5219】波长为  $\lambda = 480.0 \text{ nm}$  的平行光垂直照射到宽度为  $a = 0.40 \text{ mm}$  的单缝上，单缝后透镜的焦距为  $f = 60 \text{ cm}$ ，当单缝两边缘点  $A$ 、 $B$  射向  $P$  点的两条光线在  $P$  点的相位差为  $\pi$  时， $P$  点离透镜焦点  $O$  的距离等于  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



## 第 389 题

【3362】某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上，如果第一级谱线的衍射角为  $30^\circ$ ，则入射光的波长应为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 390 题

【3637】波长为  $\lambda$  的单色光垂直投射于缝宽为  $a$ ，总缝数为  $N$ ，光栅常数为  $d$  的光栅上，光栅方程 (表示出现主极大的衍射角  $\theta$  应满足的条件) 为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 391 题

【3638】波长为  $500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射到光栅常数为  $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$  的平面衍射光栅上, 第一级衍射主极大所对应的衍射角  $\theta =$ \_\_\_\_\_。

## 第 392 题

【3731】波长为  $\lambda = 550 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射于光栅常数  $d = 2 \times 10^{-4} \text{ cm}$  的平面衍射光栅上, 可能观察到光谱线的最高级次为第\_\_\_\_\_级。

## 第 393 题

【5656】用波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上, 其光栅常数  $d = 3 \mu\text{m}$ , 缝宽  $a = 1 \mu\text{m}$ , 则在单缝衍射的中央明条纹中共有\_\_\_\_\_条谱线 (主极大)。

## 第 394 题

【5659】可见光的波长范围是  $400 \text{ nm} - 760 \text{ nm}$ 。用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时, 它产生的不与另一级光谱重叠的完整的可见光光谱是第\_\_\_\_\_级光谱。 ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

## 第 395 题

【3164】若一双缝装置的两个缝分别被折射率为  $n_1$  和  $n_2$  的两块厚度均为  $e$  的透明介质所遮盖, 此时由双缝分别到屏上原中央极大所在处的两束光的光程差  $\delta =$ \_\_\_\_\_。

## 第 396 题

【3233】一束自然光从空气投射到玻璃表面上 (空气折射率为 1), 当折射角为  $30^\circ$  时, 反射光是完全偏振光, 则此玻璃板的折射率等于\_\_\_\_\_。

## 第 397 题

【3640】自然光以布儒斯特角  $i_0$  从第一种介质 (折射率为  $n_1$ ) 入射到第二种介质 (折射率为  $n_2$ ) 内, 则  $\tan i_0 =$ \_\_\_\_\_。

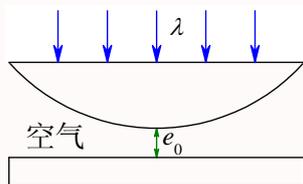
## 三、计算题

## 第 398 题

【3182】在双缝干涉实验中, 波长  $\lambda = 550 \text{ nm}$  的单色平行光垂直入射到缝间距  $d = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$  的双缝上, 屏到双缝的距离  $D = 2 \text{ m}$ 。求: (1) 中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距; (2) 用一厚度为  $e = 6.6 \times 10^{-6} \text{ m}$ 、折射率为  $n = 1.58$  的玻璃片覆盖一缝后, 零级明纹将移到原来的第几级明纹处? ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

## 第 399 题

【3198】如图所示，牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃有一小缝隙  $e_0$ 。现用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射，已知平凸透镜的曲率半径为  $R$ ，求反射光形成的牛顿环的各暗环半径。



## 第 400 题

【3660】用波长为  $500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上。在观察反射光的干涉现象中，距劈形膜棱边  $l = 1.56 \text{ cm}$  的  $A$  处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。(1) 求此空气劈形膜的劈尖角  $\theta$ ；(2) 改用  $600 \text{ nm}$  的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹， $A$  处是明条纹还是暗条纹？(3) 在第 (2) 问的情形从棱边到  $A$  处的范围内共有几条明纹？几条暗纹？

## 第 401 题

【0470】用每毫米  $300$  条刻痕的衍射光栅来检验仅含有属于红和蓝的两种单色成分的光谱。已知红谱线波长  $\lambda_R$  在  $0.63 - 0.76 \mu\text{m}$  范围内，蓝谱线波长  $\lambda_B$  在  $0.43 - 0.49 \mu\text{m}$  范围内。当光垂直入射到光栅时，发现在衍射角为  $24.46^\circ$  处，红蓝两谱线同时出现。(1) 在什么角度下红蓝两谱线还会同时出现？(2) 在什么角度下只有红谱线出现？

## 第 402 题

【3211】(1) 在单缝夫琅禾费衍射实验中，垂直入射的光有两种波长， $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ ， $\lambda_2 = 760 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )。已知单缝宽度  $a = 1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}$ ，透镜焦距  $f = 50 \text{ cm}$ 。求两种光第一级衍射明纹中心之间的距离。(2) 若用光栅常数  $d = 1.0 \times 10^{-3} \text{ cm}$  的光栅替换单缝，其他条件和上一问相同，求两种光第一级主极大之间的距离。

## 第 403 题

【3220】波长  $\lambda = 600 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射到一光栅上，测得第二级主极大的衍射角为  $30^\circ$ ，且第三级是缺级。(1) 光栅常数  $(a + b)$  等于多少？(2) 透光缝可能的最小宽度  $a$  等于多少？(3) 在选定了上述  $(a + b)$  和  $a$  之后，求在衍射角  $-\frac{1}{2}\pi < \theta < \frac{1}{2}\pi$  范围内可能观察到的全部主极大的级次。

## 第 404 题

【3221】一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光， $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ ， $\lambda_2 = 660 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )。实验发现，两种波长的谱线 (不计中央明纹) 第二次重合于衍射角  $\theta = 60^\circ$  的方向上。求此光栅的光栅常数  $d$ 。

## 第 405 题

【3738】用钠光 ( $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ ) 垂直照射到某光栅上, 测得第三级光谱的衍射角为  $60^\circ$ 。(1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为  $30^\circ$ , 求后一光源发光的波长。(2) 若以白光 ( $400 \text{ nm} - 760 \text{ nm}$ ) 照射在该光栅上, 求其第二级光谱的张角。(1 nm =  $10^{-9}$  m)

## 第 406 题

【5536】设光栅平面和透镜都与屏幕平行, 在平面透射光栅上每厘米有 5000 条刻线, 用它来观察钠黄光 ( $\lambda = 589 \text{ nm}$ ) 的光谱线。(1) 当光线垂直入射到光栅上时, 能看到的光谱线的最高级次  $k_m$  是多少? (2) 当光线以  $30^\circ$  的入射角 (入射线与光栅平面的法线的夹角) 斜入射到光栅上时, 能看到的光谱线的最高级次  $k'_m$  是多少? (1 nm =  $10^{-9}$  m)

## 第 407 题

【3530】一衍射光栅, 每厘米 200 条透光缝, 每条透光缝宽为  $a = 2 \times 10^{-3} \text{ cm}$ , 在光栅后放一焦距  $f = 1 \text{ m}$  的凸透镜, 现以  $\lambda = 600 \text{ nm}$  (1 nm =  $10^{-9}$  m) 的单色平行光垂直照射光栅, 求: (1) 透光缝  $a$  的单缝衍射中央明条纹宽度为多少? (2) 在该宽度内, 有几个光栅衍射主极大?

## 第六章 光学

## 一、选择题

## 第 309 题

【3165】在相同的时间内，一束波长为  $\lambda$  的单色光在空气中和在玻璃中

- (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

## 解析

【答案】C

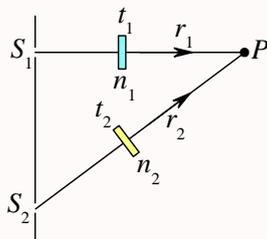
【解析】光程的概念。

光在折射率为  $n$  的介质中的速度为  $v = c/n$ ，因此在  $t$  时间内走过的几何路程为  $r = vt = ct/n$ ，而物理上把折射率  $n$  与几何路程  $r$  的乘积  $nr$  称为光程，所以  $nr = ct$ 。所以光在任何介质中在相同时间走过的几何路程与介质的折射率有关，而光程是相同的。

## 第 310 题

【3611】如图， $S_1$ 、 $S_2$  是两个相干光源，它们到  $P$  点的距离分别为  $r_1$  和  $r_2$ 。路径  $S_1P$  垂直穿过一块厚度为  $t_1$ ，折射率为  $n_1$  的介质板，路径  $S_2P$  垂直穿过厚度为  $t_2$ ，折射率为  $n_2$  的另一介质板，其余部分可看作真空，这两条路径的光程差等于

- (A)  $(r_2 + n_2 t_2) - (r_1 + n_1 t_1)$                       (B)  $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$   
(C)  $(r_2 - n_2 t_2) - (r_1 - n_1 t_1)$                       (D)  $n_2 t_2 - n_1 t_1$



## 解析

【答案】B

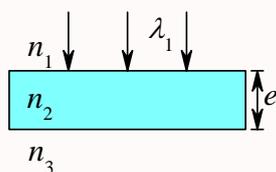
【解析】光程的概念。

$S_1$  到  $P$  之间的光程为  $r_1 - t_1 + n_1 t_1 = r_1 + (n_1 - 1)t_1$ ,  $S_2$  到  $P$  之间的光程为  $r_2 - t_2 + n_2 t_2 = r_2 + (n_2 - 1)t_2$ , 所以两条路径的光程差为  $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$ 。

## 第 311 题

【3664】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  $n_1 < n_2 > n_3$ ,  $\lambda_1$  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相位差为

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



## 解析

【答案】C

【解析】光程差与相位差, 半波损失。

当光从光疏介质射向光密介质时, 在界面处发生反射, 将有半波损失, 因此在上表面,  $n_1 < n_2$ , 反射有半波损失, 在下表面,  $n_2 > n_3$ , 反射无半波损失。所以两束反射光的光程差为  $\Delta(nr) = 2n_2 e + \frac{\lambda}{2}$ , 它所对应的相位差为

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta(nr)}{\lambda} \times 2\pi$$

其中  $\lambda$  为光在真空中的波长。而光在不同介质中频率  $\nu$  保持不变, 因此周期  $T$  不变, 但光传播的速度  $v = c/n$  会随介质而不同, 所以光在介质中的波长

$$\lambda_n = vT = cT/n$$

即波长与折射率成反比, 所以真空中的波长

$$\lambda = cT = n_1 \lambda_1$$

所以总的相位差为

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta(nr)}{\lambda} \times 2\pi = \frac{4\pi n_2 e}{n_1 \lambda_1} + \pi$$

## 第 312 题

【3169】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

- (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

## 解析

【答案】D

【解析】相干条件。

两束光能够发生干涉所满足的条件称为相干条件：振动方向相同，频率方向，相位差恒定。红光和蓝光，频率不同，所以不满足相干条件，不发生干涉。

## 第 313 题

【3171】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

- (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

## 解析

【答案】C

【解析】双缝干涉。

在双缝干涉实验中，狭缝的宽度本来都是不考虑的，也就是说狭缝的宽度远小于缝之间的距离和缝到屏之间的距离，干涉条纹的分布取决于狭缝之间的距离和缝到接收屏之间的距离，所以缝略变宽或略变窄并不会影响干涉条纹的分布，但是缝的宽度不同，到达屏上时的光强将不同【振幅不等】，因此在原来极小的位置【干涉相消】，总的强度将不再为零。

## 第 314 题

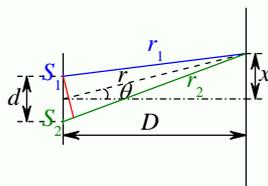
【3172】在双缝干涉实验中，为使屏上的干涉条纹间距变大，可以采取的办法是

- (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

## 解析

【答案】B

【解析】双缝干涉。



光源  $S_1$ 、 $S_2$  到屏上某点的光程差为

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

上式近似成立的要求是  $d \ll D$  【这是能够观察到明显双缝干涉条纹的条件】，而不管  $\theta$  的取值。而显然有

$$x = D \tan \theta \approx D\theta \approx D \sin \theta$$

上式近似成立的要求是  $\theta$  为小角度。

而屏上暗纹的位置是干涉相消的位置，所以光程差为半波长的奇数倍，即

$$\delta_n = \pm(2n - 1) \frac{\lambda}{2}, n = 1, 2, 3, \dots$$

所以在小角度  $\theta$  的情况下，第  $n$  级暗纹的位置

$$x_n = D \sin \theta_n = D \frac{\delta_n}{d} = \pm(2n - 1) \frac{D\lambda}{2d}$$

所以两个相邻暗纹之间的间距为

$$\Delta x_n = x_{n+1} - x_n = \frac{D\lambda}{d}$$

所以要使屏上的干涉条纹间距变大，应使缝与屏的间距  $D$  增大；或波长  $\lambda$  增大；或缝间距  $d$  减小。

### 第 315 题

【3498】在双缝干涉实验中，入射光的波长为  $\lambda$ ，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  $2.5\lambda$ ，则屏上原来的明纹处

- (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

### 解析

【答案】B

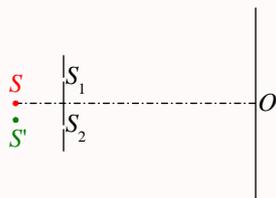
【解析】双缝干涉。

这里的明纹一般是指干涉条纹中最亮的地方，即干涉相长的位置，因此两缝到明纹处的相位差为波长的整数倍，即  $\delta = r_2 - r_1 = n\lambda$ 。现将一缝【假定为  $S_1$ 】用玻璃纸遮住，则该缝到原明纹处的光程发生了变化，依题意， $r'_1 = r_1 + 2.5\lambda$ ，所以新的光程差变为  $\delta' = r_2 - r'_1 = r_2 - r_1 - 2.5\lambda = (n - 2.5)\lambda$ ，它一定是半波长的奇数倍，所以一定是暗条纹。若被遮的缝为  $S_2$ ，则  $r'_2 = r_2 + 2.5\lambda$ ， $\delta' = r'_2 - r_1 = r_2 + 2.5\lambda - r_1 = (n + 2.5)\lambda$ ，也是暗条纹。

### 第 316 题

【3612】在双缝干涉实验中，若单色光源  $S$  到两缝  $S_1$ 、 $S_2$  距离相等，则观察屏上中央明条纹位于图中  $O$  处。现将光源  $S$  向下移动到示意图中的  $S'$  位置，则

- (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) 中央明条纹向下移动, 且条纹间距增大      (D) 中央明条纹向上移动, 且条纹间距增大



## 解析

【答案】B

【解析】双缝干涉。

中央明纹是两束相干光光程差为零的干涉点。光源移到  $S'$  位置时,  $S'$  到  $S_1$  的光程大于  $S'$  到  $S_2$  的光程, 因此  $S_1$  到新中央明纹的光程要小于  $S_2$  到新中央明纹的光程, 所以中央明纹的位置向上移动。而条纹间距取决于两缝之间的距离  $d$ 、缝到屏之间的距离  $D$  以及所使用的光波的波长  $\lambda$ , 所以本题中以上三者均不变, 因此条纹间距不变。

## 第 317 题

【3677】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  $\lambda$ , 则屏上干涉条纹中相邻的明纹之间的距离是

- (A)  $\lambda D/(nd)$       (B)  $n\lambda D/d$       (C)  $\lambda d/(nD)$       (D)  $\lambda D/(2nd)$

## 解析

【答案】A

【解析】双缝干涉。

当实验装置放在水中时, 双缝到干涉点之间的光程差为

$$\delta = nr_2 - nr_1 = n\Delta r \approx nd \sin \theta$$

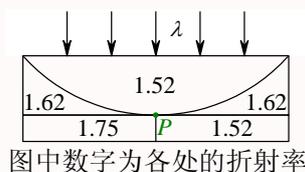
所以相邻明纹之间的距离为

$$\Delta x = \Delta(D \tan \theta) \approx \Delta(D \sin \theta) = \Delta[D\delta/(nd)] = D(\Delta\delta)/(nd) = D\lambda/(nd)$$

## 第 318 题

【3185】在图示三种透明材料构成的牛顿环装置中, 用单色光垂直照射, 在反射光中看到干涉条纹, 则在接触点  $P$  处形成的圆斑为

- (A) 全明      (B) 全暗  
(C) 右半部明, 左半部暗      (D) 右半部暗, 左半部明



## 解析

【答案】D

【解析】牛顿环，等厚干涉，半波损失。

靠近接触点附近，薄膜厚度趋近于零，因此光程差为零。左半部分，上下两个表面的反射都是从光疏射向光密，都有半波损失，所以总的光程差还是零，因此是相长干涉，是明纹；右半部分，上表面是从光疏射向光密，反射有半波损失，下表面是光密射向光疏，无半波损失，所以总的光程差为  $\pi$ ，因此是相消干涉，是暗纹。

## 第 319 题

【3186】一束波长为  $\lambda$  的单色光由空气垂直入射到折射率为  $n$  的透明薄膜上，透明薄膜放在空气中，要使反射光得到干涉加强，则薄膜最小的厚度为

- (A)  $\lambda/4$                       (B)  $\lambda/(4n)$                       (C)  $\lambda/2$                       (D)  $\lambda/(2n)$

## 解析

【答案】B

【解析】等厚干涉，半波损失。

要使反射光干涉加强，即要使干涉相长，所以两束光的光程差要为波长的整数倍，注意这里有半波损失，所以

$$\delta = 2ne + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda, k = 1, 2, 3, \dots$$

$$e = \frac{2k-1}{4n}\lambda, k = 1, 2, 3, \dots$$

所以薄膜的最小厚度为  $k=1$  时的  $e$ ，即  $e_{\min} = \lambda/(4n)$ 。

## 第 320 题

【3187】若把牛顿环装置（都是用折射率为 1.52 的玻璃制成的）由空气搬入折射率为 1.33 的水中，则干涉条纹

- (A) 中心暗斑变成亮斑                      (B) 变疏  
(C) 变密                      (D) 间距不变

## 解析

【答案】C

【解析】牛顿环，等厚干涉，半波损失。

不管是在空气中，还是在水中，反射光干涉中都有半波损失，因此两束光的光程差为

$$\delta = 2ne + \frac{1}{2}\lambda$$

中心处，薄膜厚度  $e = 0$ ，所以一直是相消干涉，中心一直是暗斑。而考虑到透镜的曲率半径  $R$  远大于薄膜厚度  $e$ ，因此干涉条纹的半径

$$r = \sqrt{R^2 - (R - e)^2} \approx \sqrt{2Re}$$

对于明纹

$$\delta = k\lambda, k = 1, 2, 3, \dots$$

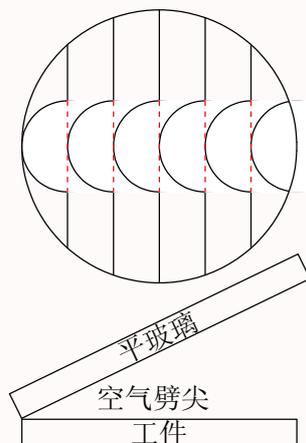
$$e_k = \frac{2k - 1}{4n}\lambda$$

$$r_k = \sqrt{\frac{2k - 1}{2n}R\lambda} = \sqrt{2k - 1}\sqrt{\frac{1}{2n}R\lambda}$$

$$\Delta r_k = r_{k+1} - r_k = (\sqrt{2k + 1} - \sqrt{2k - 1})\sqrt{\frac{1}{2n}R\lambda}$$

从空气变成水， $n$  变大，所以条纹间距  $\Delta r_k$  变小。

## 第 321 题

【3188】用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷，当波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射时，若观察到的干涉条纹如图所示，每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切，则工件表面与条纹弯曲处对应的部分(A) 凸起，且高度为  $\lambda/4$ (B) 凸起，且高度为  $\lambda/2$ (C) 凹陷，且深度为  $\lambda/2$ (D) 凹陷，且深度为  $\lambda/4$ 

解析

【答案】C

【解析】等厚干涉。

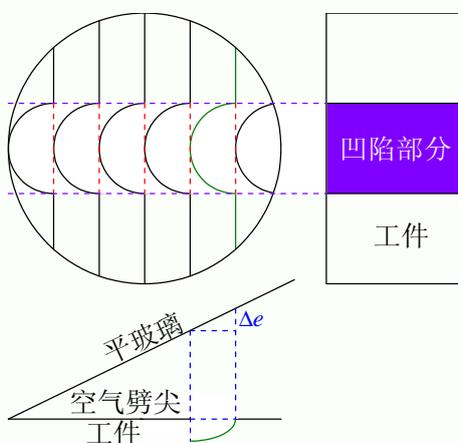
同一个条纹对应的光程差相同，相邻条纹，光程差相差一个波长。对于空气膜的等厚干涉，光程差  $\delta$  与薄膜厚度  $e$  之间的关系为

$$\delta = 2ne + \frac{1}{2}\lambda$$

对于空气膜，折射率  $n = 1$ 。上表面为玻璃板，是标准的平面，下表面为工件，可能存在各种缺陷。

$$\Delta\delta = 2n(\Delta e) = \lambda$$

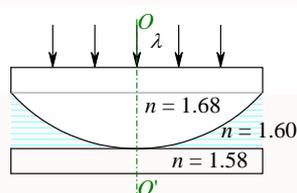
$$\Delta e = \frac{1}{2n}\lambda$$



第 322 题

【3507】如图所示，平板玻璃和凸透镜构成牛顿环装置，全部浸入  $n = 1.60$  的液体中，凸透镜可沿  $OO'$  移动，用波长  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射。从上向下观察，看到中心是一个暗斑，此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是

- (A) 156.3 nm      (B) 148.8 nm      (C) 78.1 nm      (D) 74.4 nm      (E) 0



解析

【答案】C

【解析】等厚干涉。

两个表面的反射都是从光密射向光疏，因此都没有半波损失，所以没有额外光程差，即光程差为

$$\delta = 2ne$$

依题意，中心处为暗斑，所以

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda, k = 0, 1, 2, \dots$$

$$e_k = \frac{2k + 1}{4n}\lambda$$

当  $k = 0$  时，液体膜厚度最小，为

$$e_0 = \frac{1}{4n}\lambda = \frac{1}{4 \times 1.60} \times 500 \times 10^{-9} \approx 78.1 \times 10^{-9} \text{ m} = 78.1 \text{ nm}$$

### 第 323 题

【3689】在牛顿环实验装置中，曲率半径为  $R$  的平凸透镜与平玻璃板在中心恰好接触，它们之间充满折射率为  $n$  的透明介质，垂直入射到牛顿环装置上的平行单色光在真空中的波长为  $\lambda$ ，则反射光形成的干涉条纹中暗环半径  $r_k$  的表达式为

- (A)  $r_k = \sqrt{k\lambda R}$       (B)  $r_k = \sqrt{k\lambda R/n}$       (C)  $r_k = \sqrt{kn\lambda R}$       (D)  $r_k = \sqrt{k\lambda/(nR)}$

### 解析

【答案】B

【解析】牛顿环，等厚干涉。

若介质的折射率小于玻璃的折射率，则上表面的反射是从光密射出光疏，无半波损失，下表面由光疏射向光密，有半波损失；若介质的折射率大于玻璃的折射率，则上表面由光疏射向光密，有半波损失，下表面的反射是从光密射出光疏，无半波损失；所以不管是哪种情况，都有额外的半个波长的光程差，因此牛顿环中光程差为

$$\delta = 2ne + \frac{1}{2}\lambda$$

对于暗纹，有

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda, k = 0, 1, 2, \dots$$

$$e_k = \frac{k}{2n}\lambda$$

考虑到薄膜厚度远小于透镜的曲率半径，即  $e \ll R$ ，所以有

$$r_k = \sqrt{R^2 - (R - e_k)^2} \approx \sqrt{2Re_k} = \sqrt{kR\lambda/n}$$

## 第 324 题

【5208】在玻璃 (折射率  $n_3 = 1.60$ ) 表面镀一层  $\text{MgF}_2$  (折射率  $n_2 = 1.38$ ) 薄膜作为增透膜。为了使波长为  $500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的光从空气 ( $n_1 = 1.00$ ) 正入射时尽可能少反射,  $\text{MgF}_2$  薄膜的最少厚度应是

- (A) 78.1 nm      (B) 90.6 nm      (C) 125 nm      (D) 181 nm      (E) 250 nm

## 解析

【答案】B

【解析】干涉。

要使尽可能少反射, 即要求反射时干涉相消。这里两个反射都是从光疏射向光密, 因此都有半波损失, 所以总的额外光程差为零, 所以总的光程差为

$$\begin{aligned}\delta &= 2n_2e = \frac{2k+1}{2}\lambda, k = 0, 1, 2, 3, \dots \\ e_k &= \frac{2k+1}{4n_2}\lambda \\ e_{\min} = e_0 &= \frac{1}{4n_2}\lambda = \frac{1}{4 \times 1.38} \times 500 \approx 90.6 \text{ nm}\end{aligned}$$

## 第 325 题

【5324】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

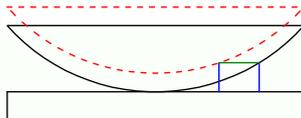
- (A) 向中心收缩, 条纹间隔变小      (B) 向中心收缩, 环心呈明暗交替变化  
(C) 向外扩张, 环心呈明暗交替变化      (D) 向外扩张, 条纹间隔变大

## 解析

【答案】B

【解析】牛顿环。

平凸透镜向上平移的过程中, 薄膜厚度逐渐增大, 而同一级条纹对应的光程差相同, 薄膜厚度相同, 所以条纹向中心收缩, 即原来半径较大的条纹移到半径较小的位置。对于环心处, 随着薄膜厚度的增加, 光程差时而变成半波长的奇数倍, 时而变成波长的整数倍, 所以环心明暗交替变化。而对于环心和环边缘, 薄膜的厚度差不变, 所以光程差的变化量相同。两个相邻条纹之间对应的光程差相差一个波长, 所以整个视场中条纹的数目保持不变, 所以条纹的间隔保持不变。



## 第 326 题

【5325】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。若上面的平玻璃慢慢地向上平移，则干涉条纹

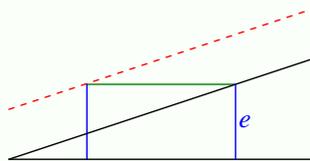
- (A) 向棱边方向平移，条纹间隔变小  
 (B) 向棱边方向平移，条纹间隔变大  
 (C) 向棱边方向平移，条纹间隔不变  
 (D) 向远离棱边的方向平移，条纹间隔不变  
 (E) 向远离棱边的方向平移，条纹间隔变小

## 解析

【答案】C

【解析】等厚干涉。

上平玻璃向上平移的过程中，薄膜厚度逐渐增大，而同一级条纹对应的光程差相同，薄膜厚度相同，所以条纹向左侧棱边平移，即原来右边的条纹（薄膜厚度较大）移到左边的位置。而对于玻璃的两边，薄膜的厚度差不变，所以光程差的变化量相同。两个相邻条纹之间对应的光程差相差一个波长，所以整个视场中条纹的数目保持不变，所以条纹的间隔保持不变。



## 第 327 题

【5326】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

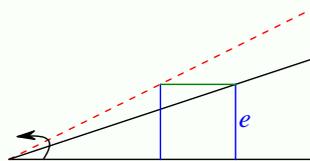
- (A) 间隔变小，并向棱边方向平移  
 (B) 间隔变大，并向远离棱边方向平移  
 (C) 间隔不变，向棱边方向平移  
 (D) 间隔变小，并向远离棱边方向平移

## 解析

【答案】A

【解析】等厚干涉。

上平玻璃转动的过程中，薄膜厚度逐渐增大，而同一级条纹对应的光程差相同，薄膜厚度相同，所以条纹向左侧棱边平移，即原来右边的条纹（薄膜厚度较大）移到左边的位置。而对于玻璃的同一位置，薄膜的厚度变大，所以光程差变大。两个相邻条纹之间对应的光程差相差一个波长，所以从棱边到该位置的条纹的数目增加，所以条纹的间隔变小。



## 第 328 题

【7936】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  $0.002 \text{ cm}$ 。现用波长为  $700 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色平行光, 沿入射角为  $30^\circ$  角的方向射在膜的上表面, 则形成的干涉条纹数为

- (A) 27                      (B) 40                      (C) 56                      (D) 100

## 解析

【答案】A

【解析】等倾干涉。

虽然题目给的是劈形膜, 但入射光不是垂直入射, 而是有一定倾角, 所以考虑光程差时要用等倾干涉的公式, 而不能使用等厚干涉的公式。

考虑厚度为  $e = 2 \times 10^{-5} \text{ m}$  的空气膜, 当入射光线的入射角为  $30^\circ$  时, 两束相干光的光程差为

$$\delta = 2 \frac{e}{\cos \gamma} - 2n_1 e \tan \gamma \sin i + \frac{1}{2} \lambda = 2e \cos \gamma + \frac{1}{2} \lambda$$

其中

$$\frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin \gamma = n_1 \sin i = \frac{7}{8}, \cos \gamma = \frac{\sqrt{15}}{8}$$

所以玻璃片两端光程差的差为

$$\Delta \delta = 2e \cos \gamma$$

而相邻两个条纹所对应的光程差的差为一个波长, 所以, 总的干涉条纹数为

$$k = \frac{\Delta \delta}{\lambda} = \frac{2e \cos \gamma}{\lambda} = \frac{2 \times 2 \times 10^{-5} \times \frac{\sqrt{15}}{8}}{7 \times 10^{-7}} = \frac{50\sqrt{15}}{7} \approx 27.66$$

## 第 329 题

【3200】在迈克耳孙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)  $2(n-1)d$               (B)  $2nd$                       (C)  $2(n-1)d + \lambda/2$       (D)  $nd$   
(E)  $(n-1)d$

## 解析

【答案】A

【解析】迈克耳孙干涉仪。

该部分光路, 原来的光程为  $2d$ , 新的光程为  $2nd$ , 所以光程的改变量为  $2(n-1)d$ 。

## 第 330 题

【3516】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  $\lambda$ ，则薄膜的厚度是

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

## 解析

【答案】D

【解析】迈克耳孙干涉仪。

如果插入的薄膜的厚度为  $d$ ，则该部分光路原来的光程为  $2d$ ，新的光程为  $2nd$ ，所以光程的改变量为  $2(n-1)d$ 。依题意，有

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= 2(n-1)d = \lambda \\ d &= \frac{\lambda}{2(n-1)}\end{aligned}$$

## 第 331 题

【3353】在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射在宽度为  $a = 4\lambda$  的单缝上，对应于衍射角为  $30^\circ$  的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为

- (A) 2 个                      (B) 4 个                      (C) 6 个                      (D) 8 个

## 解析

【答案】B

【解析】单缝夫琅禾费衍射，半波带法。

依题意，狭缝上下两端到衍射点最大的光程差为

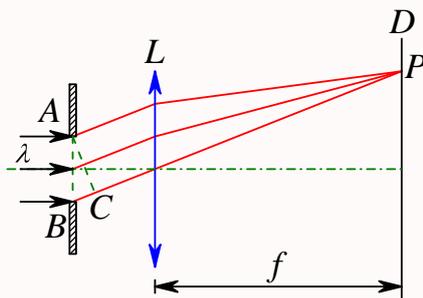
$$\delta = a \sin \theta = 2\lambda$$

而半波带法是以半个波长的光程差为一个单位进行划分波阵面的，所以狭缝处波阵面可划分的半波带的个数为 4 个。

## 第 332 题

【3355】一束波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直入射到一单缝  $AB$  上，装置如图。在屏幕  $D$  上形成衍射图样，如果  $P$  是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置，则  $\overline{BC}$  的长度为

- (A)  $\lambda/2$                       (B)  $\lambda$                       (C)  $3\lambda/2$                       (D)  $2\lambda$



解析

【答案】B

【解析】单缝夫琅禾费衍射，半波带法。

依题意，狭缝上下两端到衍射点最大的光程差为

$$\delta = a \sin \theta = \overline{BC}$$

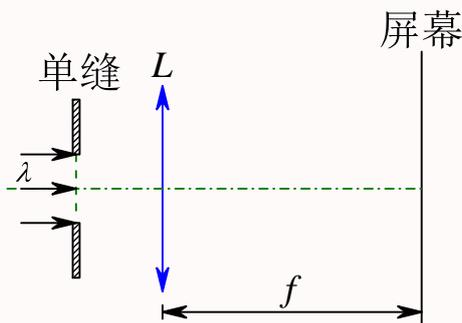
而半波带法是以半个波长的光程差为一个单位进行划分波阵面的，依题意， $P$  是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置，所以狭缝处波阵面可划分的半波带的个数为  $k = 2$ ，因此

$$\overline{BC} = \delta = k \frac{\lambda}{2} = \lambda$$

第 333 题

【3356】在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中，若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移，则屏幕上的衍射条纹

- (A) 间距变大
- (B) 间距变小
- (C) 不发生变化
- (D) 间距不变，但明暗条纹的位置交替变化



解析

【答案】C

【解析】单缝夫琅禾费衍射，半波带法。

单缝夫琅禾费衍射实验中衍射条纹的位置与衍射角有关，狭缝宽度不变时，同一衍射角所对应的最大光程差不变，半波带的数目不变，衍射条纹的明或暗性质不变。而对于同一衍射角，只要透镜的

焦距不变，衍射条纹在焦平面上的位置就不会发生变化。

### 第 334 题

【3520】根据惠更斯——菲涅耳原理，若已知光在某时刻的波阵面为  $S$ ，则  $S$  的前方某点  $P$  的光强度决定于波阵面  $S$  上所有面积元发出的子波各自传到  $P$  点的

- (A) 振动振幅之和 (B) 光强之和  
(C) 振动振幅之和的平方 (D) 振动的相干叠加

### 解析

【答案】D

【解析】惠更斯——菲涅耳原理。

同一时刻波阵面上各个面积元都可以视为相干波源，它们所发出的子波会发生相干叠加，叠加的结果决定了振动的合振幅，进而决定了光强。

### 第 335 题

【3523】波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射到一狭缝上，若第一级暗纹的位置对应的衍射角为  $\theta = \pm\pi/6$ ，则缝宽的大小为

- (A)  $\lambda/2$  (B)  $\lambda$  (C)  $2\lambda$  (D)  $3\lambda$

### 解析

【答案】C

【解析】单缝衍射，半波带法。

根据半波带法，一级暗纹对应两条半波带，所以有

$$\delta = a \sin \theta = k \frac{\lambda}{2}$$

$$a = \frac{k \frac{\lambda}{2}}{\sin \theta} = \frac{\lambda}{1/2} = 2\lambda$$

### 第 336 题

【3631】在夫琅禾费单缝衍射实验中，对于给定的入射单色光，当缝宽度变小时，除中央亮纹的中心位置不变外，各级衍射条纹

- (A) 对应的衍射角变小 (B) 对应的衍射角变大  
(C) 对应的衍射角也不变 (D) 光强也不变

## 解析

【答案】B

【解析】单缝衍射，半波带法。

同一个衍射条纹，对应的半波带的数目相同，入射单色光给定，波长不变，则最大光程差不变，狭缝宽度  $a$  变小，则对应的  $\sin\theta$  要变大，因此对应的衍射角变大。而狭缝宽度变小，划分成相同数目的半波带时，单个半波带对应的狭缝宽度变小，因此光强变弱。

## 第 337 题

【3715】一单色平行光束垂直照射在宽度为 1.0 mm 的单缝上，在缝后放一焦距为 2.0 m 的会聚透镜。已知位于透镜焦平面处的屏幕上的中央明条纹宽度为 2.0 mm，则入射光波长约为

- (A) 100 nm                      (B) 400 nm                      (C) 500 nm                      (D) 600 nm

## 解析

【答案】C

【解析】单缝衍射，半波带法。

中央明纹的宽度就是两侧一级暗纹之间的距离，所以一级暗纹到中央明纹中心的距离为中央明纹宽度的一半，依题意， $a = 1 \times 10^{-3}$  m， $f = 2$  m， $x_0 = 2 \times 10^{-3}$  m，所以

$$\tan\theta = \frac{x_0/2}{f} = 5 \times 10^{-4} \approx \sin\theta$$

而一级暗纹，对应的半波带数目为 2，所以

$$\delta = a \sin\theta = k \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = \frac{2a \sin\theta}{k} = a \sin\theta = 1 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-7} \text{ m} = 500 \text{ nm}$$

## 第 338 题

【3718】在单缝夫琅禾费衍射实验中，若增大缝宽，其他条件不变，则中央明条纹

- (A) 宽度变小                      (B) 宽度变大  
(C) 宽度不变，且中心强度也不变                      (D) 宽度不变，但中心强度增大

## 解析

【答案】A

【解析】单缝衍射，半波带法。

中央明纹的宽度就是两侧一级暗纹之间的距离。缝宽增大，一级暗纹对应的衍射角变小，因此一级暗纹到中央明纹中心的距离也变小，所以中央明纹宽度变小。而中央明纹中心是整个狭缝垂直入射（即衍射角为零）时的衍射点，因此狭缝越大，光强越大。

## 第 339 题

【5327】波长  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直照射到宽度  $a = 0.25 \text{ mm}$  的单缝上, 单缝后面放置一凸透镜, 在凸透镜的焦平面上放置一屏幕, 用以观测衍射条纹。今测得屏幕上中央明条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为  $d = 12 \text{ mm}$ , 则凸透镜的焦距  $f$  为

(A) 2 m            (B) 1 m            (C) 0.5 m            (D) 0.2 m            (E) 0.1 m

## 解析

【答案】B

【解析】单缝衍射。

依题意, 第三级暗纹到中央明纹中心的距离为  $d/2 = 6 \text{ mm} = 6 \times 10^{-3} \text{ m}$ , 所以

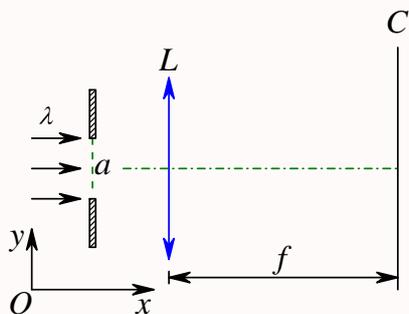
$$\tan \theta = \frac{d/2}{f} \approx \sin \theta = \frac{k\lambda}{a}$$

$$f = \frac{da}{k\lambda} = \frac{12 \times 10^{-3} \times 0.25 \times 10^{-3}}{6 \times 5 \times 10^{-7}} = 1 \text{ m}$$

## 第 340 题

【5648】在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度  $a$  稍稍变宽, 同时使单缝沿  $y$  轴正方向作微小平移 (透镜屏幕位置不动), 则屏幕  $C$  上的中央衍射条纹将

- (A) 变窄, 同时向上移            (B) 变窄, 同时向下移            (C) 变窄, 不移动  
(D) 变宽, 同时向上移            (E) 变宽, 不移



## 解析

【答案】C

【解析】单缝衍射。

中央衍射明纹的中心都是衍射角为零时的汇聚点, 所以一定都在透镜的焦点上, 所以条纹不会上下移动。而中央明纹的宽度则是两侧一级暗纹之间的距离, 其衍射角满足

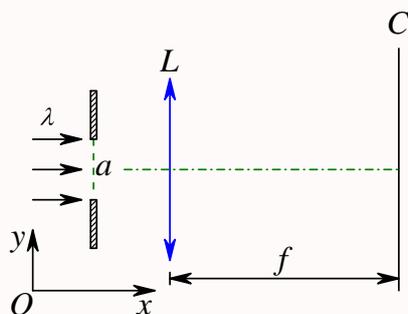
$$\delta = a \sin \theta = 2 \times \frac{\lambda}{2} = \lambda$$

所以  $a$  变大,  $\theta$  变小, 宽度变小。

## 第 341 题

【5649】在如图所示的夫琅禾费衍射装置中，将单缝宽度  $a$  稍稍变窄，同时使会聚透镜  $L$  沿  $y$  轴正方向作微小平移（单缝与屏幕位置不动），则屏幕  $C$  上的中央衍射条纹将

- (A) 变宽，同时向上移动      (B) 变宽，同时向下移动      (C) 变宽，不移动  
(D) 变窄，同时向上移动      (E) 变窄，不移动



## 解析

【答案】A

【解析】单缝衍射。

中央衍射明纹的中心都是衍射角为零时的汇聚点，所以一定都在透镜的焦点上，透镜上移，则焦点也上移，所以条纹上移。而中央明纹的宽度则是两侧一级暗纹之间的距离，其衍射角满足

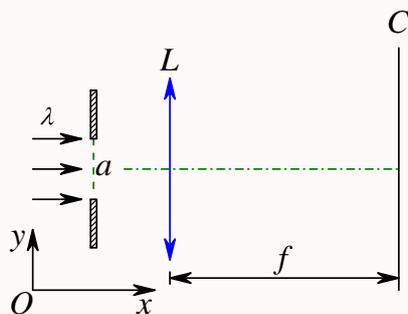
$$\delta = a \sin \theta = 2 \times \frac{\lambda}{2} = \lambda$$

所以  $a$  变小， $\theta$  变大，宽度变大。

## 第 342 题

【5650】在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中，设中央明纹的衍射角范围很小。若使单缝宽度  $a$  变为原来的  $3/2$ ，同时使入射的单色光的波长  $\lambda$  变为原来的  $3/4$ ，则屏幕  $C$  上单缝衍射条纹中央明纹的宽度  $\Delta x$  将变为原来的

- (A)  $3/4$  倍      (B)  $2/3$  倍      (C)  $9/8$  倍      (D)  $1/2$  倍      (E) 2 倍



## 解析

【答案】D

【解析】单缝衍射。

中央明纹的宽度是两侧一级暗纹之间的距离，其衍射角满足

$$\begin{aligned}\delta &= a \sin \theta = 2 \times \frac{\lambda}{2} = \lambda \\ \Delta x &= 2f \tan \theta \approx 2f \sin \theta = 2f \frac{\lambda}{a} \\ \Delta x' &= 2f \frac{\lambda'}{a'} = 2f \frac{(3/4)\lambda}{(3/2)a} = \frac{1}{2} \times 2f \frac{\lambda}{a} = \frac{1}{2} \Delta x\end{aligned}$$

## 第 343 题

【3204】测量单色光的波长时，下列方法中哪一种方法最为准确？

- (A) 双缝干涉                      (B) 牛顿环                      (C) 单缝衍射                      (D) 光栅衍射

## 解析

【答案】D

【解析】双缝干涉，单缝衍射，光栅衍射，牛顿环。

双缝干涉

$$\begin{aligned}\delta &= d \sin \theta = k\lambda \\ x &= D \tan \theta \approx D \sin \theta = \frac{D}{d} k\lambda \\ \Delta x &= \frac{D}{d} \lambda \\ \lambda &= \frac{d}{D} \Delta x\end{aligned}$$

通过测量条纹间距  $\Delta x$ 、狭缝间距  $d$ 、缝屏距离  $D$ ，从而求得波长。具体实验中， $d$ 、 $D$  作为已知量。

单缝衍射

$$\begin{aligned}\delta &= a \sin \theta = k \frac{\lambda}{2} \\ \Delta x &= 2f \tan \theta \approx 2f \sin \theta = 2f \frac{\lambda}{a} \\ \lambda &= \frac{a}{2f} \Delta x\end{aligned}$$

通过测量中央明纹宽度  $\Delta x$ 、狭缝宽度  $a$ 、透镜焦距  $f$ ，从而求得波长。具体实验中， $a$ 、 $f$  作为已知量。

光栅衍射

$$\begin{aligned}\delta &= d \sin \theta = k\lambda \\ x &= f \tan \theta \approx f \sin \theta = \frac{f}{d} k\lambda \\ \Delta x &= \frac{f}{d} \lambda\end{aligned}$$

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

通过测量主极大明纹之间的间距  $\Delta x$ 、光栅常数  $d$ 、透镜焦距  $f$ ，从而求得波长。具体实验中， $d$ 、 $f$  作为已知量。

牛顿环

$$\delta = 2ne + \frac{1}{2}\lambda = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$r = \sqrt{R^2 - (R - e)^2} \approx \sqrt{2Re} = \sqrt{kR\lambda}$$

$$\Delta r^2 = r_{k+1}^2 - r_k^2 = R\lambda$$

$$\lambda = \frac{1}{R}(r_{k+1}^2 - r_k^2)$$

通过测量暗纹的半径【实验上由于条纹的圆心位置不好确定，通常是通过测量直径来得到半径】 $r_k$ ，利用已知的透镜的曲率半径  $R$ ，从而求得波长。

以上是四种方法测量波长的基本原理，都是通过测量条纹的间距或半径来求得波长，所以哪种方法测得的间距或半径最为准确，所测量的波长也最为准确。注意这是大学物理的试题，不是大学物理实验的试题。除牛顿环的条纹是圆环之外，其他三种条纹都是直线，直线之间的间距相对来说比圆环的半径更容易测量。而三种直线条纹中，光栅的条纹对比度最大，测量条纹的间距最准确，所以用光栅衍射测量得到的波长最为准确。

### 第 344 题

【3212】一束平行单色光垂直入射在光栅上，当光栅常数  $(a + b)$  为下列哪种情况时 ( $a$  代表每条缝的宽度)， $k = 3, 6, 9$  等级次的主极大均不出现？

- (A)  $a + b = 2a$       (B)  $a + b = 3a$       (C)  $a + b = 4a$       (D)  $a + b = 6a$

### 解析

【答案】B

【解析】光栅衍射，光栅缺级。

光栅缺级条件

$$d \sin \theta = k\lambda \quad (\text{干涉相长})$$

$$a \sin \theta = k'\lambda \quad (\text{衍射相消})$$

所以

$$\frac{d}{a} = \frac{k}{k'}$$

$$d = a + b = \frac{k}{k'}a$$

## 第 345 题

【3213】一束白光垂直照射在一光栅上，在形成的同一级光栅光谱中，偏离中央明纹最远的是  
(A) 紫光                      (B) 绿光                      (C) 黄光                      (D) 红光

## 解析

【答案】D

【解析】光栅衍射，光谱。

光栅方程

$$d \sin \theta = k \lambda$$

对于同一级光谱， $k$  相等，所以波长越大，衍射角越大，偏离中央明纹最远。而红光波长最大，所以红光的光谱偏离中央明纹最远。

## 第 346 题

【3214】对某一定波长的垂直入射光，衍射光栅的屏幕上只能出现零级和一级主极大，欲使屏幕上出现更高级次的主极大，应该  
(A) 换一个光栅常数较小的光栅                      (B) 换一个光栅常数较大的光栅  
(C) 将光栅向靠近屏幕的方向移动                      (D) 将光栅向远离屏幕的方向移动

## 解析

【答案】B

【解析】光栅衍射。

光栅方程

$$d \sin \theta = k \lambda$$

$$k = \frac{d \sin \theta}{\lambda}$$

屏幕一定，最大的衍射角一定，要想提高级次，即提高  $k$ ，则可以增大  $d$  或减小  $\lambda$ 。

## 第 347 题

【3361】某元素的特征光谱中含有波长分别为  $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$  和  $\lambda_2 = 750 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的光谱线。在光栅光谱中，这两种波长的谱线有重叠现象，重叠处  $\lambda_2$  的谱线的级数将是  
(A) 2, 3, 4, 5, ...      (B) 2, 5, 8, 11, ...      (C) 2, 4, 6, 8, ...      (D) 3, 6, 9, 12, ...

## 解析

【答案】D

【解析】光栅光谱。

谱线重叠, 说明两个波长的不同级次的衍射图线出现在同一衍射角处, 所以有

$$d \sin \theta = k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$$

$$k_2 = k_1 \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{450}{750} k_1 = \frac{3}{5} k_1$$

所以, 当  $k_1 = 5, 10, 15, 20, \dots$  时,  $k_2 = 3, 6, 9, 12, \dots$ 。

### 第 348 题

【3525】波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射于光栅常数为  $d$ 、缝宽为  $a$ 、总缝数为  $N$  的光栅上。取  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , 则决定出现主极大的衍射角  $\theta$  的公式可写成

- (A)  $N a \sin \theta = k \lambda$       (B)  $a \sin \theta = k \lambda$       (C)  $N d \sin \theta = k \lambda$       (D)  $d \sin \theta = k \lambda$

### 解析

【答案】D

【解析】光栅方程。

光栅方程

$$d \sin \theta = k \lambda$$

即表示主极大位置的衍射角所满足的方程。

### 第 349 题

【3635】在光栅光谱中, 假如所有偶数级次的主极大都恰好在单缝衍射的暗纹方向上, 因而实际上不出现, 那么此光栅每个透光缝宽度  $a$  和相邻两缝间不透光部分宽度  $b$  的关系为

- (A)  $a = b/2$       (B)  $a = b$       (C)  $a = 2b$       (D)  $a = 3b$

### 解析

【答案】B

【解析】光栅缺级。

光栅缺级条件

$$d \sin \theta = k \lambda \text{ (干涉相长)}$$

$$a \sin \theta = k' \lambda \text{ (衍射相消)}$$

所以

$$\frac{d}{a} = \frac{k}{k'}$$

$$d = a + b = \frac{k}{k'} a = 2a$$

$$a = b$$

## 第 350 题

【3636】波长  $\lambda = 550 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射于光栅常数  $d = 2 \times 10^{-4} \text{ cm}$  的平面衍射光栅上, 可能观察到的光谱线的最大级次为

- (A) 2                      (B) 3                      (C) 4                      (D) 5

## 解析

【答案】B

【解析】光栅衍射。

光栅方程

$$d \sin \theta = k \lambda$$

$$k = \frac{d \sin \theta}{\lambda} \leq \frac{d}{\lambda} = \frac{2 \times 10^{-6}}{5.5 \times 10^{-7}} \approx 3.6$$

## 第 351 题

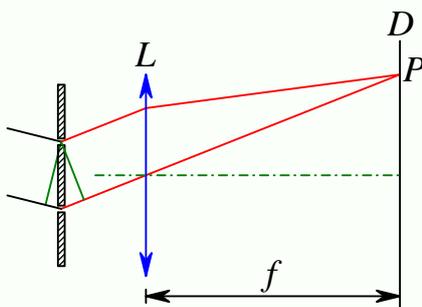
【5534】设光栅平面、透镜均与屏幕平行。则当入射的平行单色光从垂直于光栅平面入射变为斜入射时, 能观察到的光谱线的最高级次  $k$

- (A) 变小                      (B) 变大                      (C) 不变                      (D) 的改变无法确定

## 解析

【答案】B

【解析】光栅衍射。



当入射的平行光变成斜入射时, 相邻狭缝的光程差变成

$$\delta = \delta_0 + d \sin \theta$$

因此光栅方程变成

$$\delta_0 + d \sin \theta = k \lambda$$

显然, 能观察到的光谱线的最高级次  $k$  将变大。

## 第 352 题

【3162】在真空中波长为  $\lambda$  的单色光，在折射率为  $n$  的透明介质中从  $A$  沿某路径传播到  $B$ ，若  $A$ 、 $B$  两点相位差为  $3\pi$ ，则此路径  $AB$  的光程为

- (A)  $1.5\lambda$                       (B)  $1.5\lambda/n$                       (C)  $1.5n\lambda$                       (D)  $3\lambda$

## 解析

【答案】A

【解析】光程与相位差。

光程与相位差之间的关系为

$$\Delta\varphi = \frac{nr}{\lambda} \times 2\pi$$

$$nr = \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \lambda = \frac{3\pi}{2\pi} \lambda = 1.5\lambda$$

## 第 353 题

【3246】一束光是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片。若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

- (A)  $1/2$                       (B)  $1/3$                       (C)  $1/4$                       (D)  $1/5$

## 解析

【答案】A

【解析】光的偏振，马吕斯定律。

自然光通过偏振片，光强变成一半；线偏振光通过偏振片，出射光强与入射光强满足马吕斯定律

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

设入射光中自然光的光强为  $I_1$ ，线偏振光的光强为  $I_2$ ，则出射光的光强为

$$I = \frac{1}{2}I_1 + I_2 \cos^2 \alpha$$

$$I_{\min} = \frac{1}{2}I_1$$

$$I_{\max} = \frac{1}{2}I_1 + I_2$$

依题意

$$I_{\max} = 5I_{\min}$$

$$\frac{1}{2}I_1 + I_2 = 5 \left( \frac{1}{2}I_1 \right)$$

$$I_2 = 2I_1$$

## 第 354 题

【3368】一束光强为  $I_0$  的自然光垂直穿过两个偏振片，且此两偏振片的偏振化方向成  $45^\circ$  角，则穿过两个偏振片后的光强  $I$  为

- (A)  $I_0/4\sqrt{2}$                       (B)  $I_0/4$                       (C)  $I_0/2$                       (D)  $\sqrt{2}I_0/2$

## 解析

【答案】B

【解析】光的偏振，马吕斯定律。

自然光通过偏振片，光强变成一半；线偏振光通过偏振片，出射光强与入射光强满足马吕斯定律

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

所以，依题意有

$$I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 45^\circ = \frac{1}{4} I_0$$

## 第 355 题

【3542】如果两个偏振片堆叠在一起，且偏振化方向之间夹角为  $60^\circ$ ，光强为  $I_0$  的自然光垂直入射在偏振片上，则出射光强为

- (A)  $I_0/8$                       (B)  $I_0/4$                       (C)  $3I_0/8$                       (D)  $3I_0/4$

## 解析

【答案】A

【解析】光的偏振，马吕斯定律。

自然光通过偏振片，光强变成一半；线偏振光通过偏振片，出射光强与入射光强满足马吕斯定律

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

所以，依题意有

$$I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 60^\circ = \frac{1}{8} I_0$$

## 第 356 题

【3545】自然光以  $60^\circ$  的入射角照射到某两介质交界面时，反射光为完全线偏振光，则知折射光为

- (A) 完全线偏振光且折射角是  $30^\circ$   
 (B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为  $\sqrt{3}$  的介质时，折射角是  $30^\circ$   
 (C) 部分偏振光，但须知两种介质的折射率才能确定折射角  
 (D) 部分偏振光且折射角是  $30^\circ$

## 解析

【答案】D

【解析】布儒斯特定律。

依题意，布儒斯特角为  $60^\circ$ ，而当入射角为布儒斯特角时，折射光与反射光互相垂直。

## 第 357 题

【3639】自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上，反射光是

- (A) 在入射面内振动的完全线偏振光                      (B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光  
(C) 垂直于入射面振动的完全线偏振光                      (D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光

## 解析

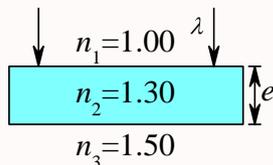
【答案】C

【解析】布儒斯特定律。

当入射角为布儒斯特角时，反射光为完全偏振光，且偏振方向垂直于入射面。

## 二、填空题

## 第 358 题

【3619】波长为  $\lambda$  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  $\delta = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 解析

【答案】 $2.60e$ 

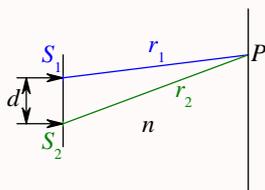
【解析】光程，半波损失。

当光从光疏介质射向光密介质时，在介质界面处发生的反射有半波损失，所以题中上表面发生的反射有半波损失，下表面发生的反射也有半波损失，所以两束反射光没有额外的光程差，因此总的光程差为

$$\delta = 2n_2e = 2.60e$$

## 第 359 题

【3671】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  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



## 解析

【答案】 $n(r_2 - r_1)$

【解析】光程的概念。

光程是指光在真空中走过的路程，当光在介质中传播时，光程等于光在介质中走过的几何路程与介质折射率的乘积，因此光程差为

$$\delta = nr_2 - nr_1 = n(r_2 - r_1)$$

## 第 360 题

【3178】一双缝干涉装置，在空气中观察时干涉条纹间距为 1.0 mm。若整个装置放在水中，干涉条纹的间距将为 \_\_\_\_ mm。(设水的折射率为  $4/3$ )

## 解析

【答案】0.75

【解析】双缝干涉。

双缝干涉中的光程差为

$$\delta = nd \sin \theta$$

所以有

$$\begin{aligned} \delta &= k\lambda \\ x &= D \tan \theta \approx D \sin \theta = \frac{D}{nd} k\lambda \\ \Delta x &= \frac{D}{nd} \lambda \end{aligned}$$

所以条纹间距与介质的折射率成反比，因此

$$\Delta x = \frac{1}{4/3} = \frac{3}{4} \text{ mm}$$

## 第 361 题

【3500】在双缝干涉实验中，所用单色光波长为  $\lambda = 562.5 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )，双缝与观察屏的距离  $D = 1.2 \text{ m}$ ，若测得屏上相邻明条纹间距为  $\Delta x = 1.5 \text{ mm}$ ，则双缝的间距  $d =$  \_\_\_\_。

## 解析

【答案】 $4.5 \times 10^{-4} \text{ m}$

【解析】双缝干涉。

双缝干涉中的光程差为

$$\delta = nd \sin \theta$$

所以有

$$\delta = k\lambda$$

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

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

所以

$$d = \frac{D}{n\Delta x} \lambda = \frac{1.2}{1 \times 1.5 \times 10^{-3}} \times 562.5 \times 10^{-9} = 4.5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

## 第 362 题

【3504】在双缝干涉实验中，所用光波波长  $\lambda = 5.461 \times 10^{-4} \text{ mm}$ ，双缝与屏间的距离  $D = 300 \text{ mm}$ ，双缝间距为  $d = 0.134 \text{ mm}$ ，则中央明条纹两侧的两个第三级明条纹之间的距离为\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】7.34 mm

【解析】双缝干涉。

双缝干涉中的光程差为

$$\delta = nd \sin \theta$$

所以对于明纹有

$$\delta = k\lambda$$

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

所以对于第三级明条纹

$$x_3 = \frac{D}{nd} \times 3\lambda = \frac{300}{0.134} \times 3 \times 5.461 \times 10^{-4} \approx 3.67 \text{ mm}$$

中央明条纹两侧的两个第三级明条纹之间的距离为  $2x_3 = 7.34 \text{ mm}$ 。

## 第 363 题

【3683】在双缝干涉实验中，双缝间距为  $d$ ，双缝到屏的距离为  $D$  ( $D \gg d$ )，测得中央零级明纹与第五级明纹之间的距离为  $x$ ，则入射光的波长为\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】  $\frac{dx}{5D}$

【解析】双缝干涉。

双缝干涉中的光程差为

$$\delta = nd \sin \theta$$

所以对于明纹有

$$\delta = k\lambda$$

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

所以对于第五级明条纹

$$x_5 = \frac{D}{d} \times 5\lambda = x$$

$$\lambda = \frac{dx}{5D}$$

## 第 364 题

【3684】在双缝干涉实验中，若两缝的间距为所用光波波长的  $N$  倍，观察屏到双缝的距离为  $D$ ，则屏上相邻明纹的间距为\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】  $\frac{D}{N}$

【解析】双缝干涉。

双缝干涉中的光程差为

$$\delta = nd \sin \theta$$

所以对于明纹有

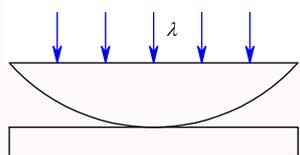
$$\delta = k\lambda$$

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

$$\Delta x = \frac{D}{nd} \lambda = \frac{D}{N\lambda} \lambda = \frac{D}{N}$$

## 第 365 题

【3189】用波长为  $\lambda$  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\_\_\_\_\_。



## 解析

【答案】  $\frac{2d}{\lambda}$

【解析】牛顿环。

在透镜移动的过程中，任意一个位置两束反射光的光程差的变化量为

$$\Delta\delta = 2d$$

而移动一个条纹，光程差变化量为一个波长，所以

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= (\Delta k)\lambda \\ \Delta k &= \frac{\Delta\delta}{\lambda} = \frac{2d}{\lambda}\end{aligned}$$

## 第 366 题

【3190】一个平凸透镜的顶点和一平板玻璃接触，用单色光垂直照射，观察反射光形成的牛顿环，测得中央暗斑外第  $k$  个暗环半径为  $r_1$ 。现将透镜和玻璃板之间的空气换成某种液体（其折射率小于玻璃的折射率），第  $k$  个暗环的半径变为  $r_2$ ，由此可知该液体的折射率为\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】  $r_1^2/r_2^2$

【解析】牛顿环。

对于折射率小于玻璃的折射率的任何介质，牛顿环实验中都有额外的半波损失，因此光程差为

$$\delta = 2ne + \frac{1}{2}\lambda$$

对于第  $k$  个暗环，有

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$2ne = k\lambda$$

$$e_k = \frac{k\lambda}{2n}$$

$$r_k = \sqrt{R^2 - (R - e_k)^2} \approx \sqrt{2Re_k} = \sqrt{kR\lambda/n}$$

所以, 依题意, 有

$$\begin{aligned} r_1 &= \sqrt{kR\lambda} \\ r_2 &= \sqrt{kR\lambda/n} \\ n &= r_1^2/r_2^2 \end{aligned}$$

### 第 367 题

【7938】空气中一玻璃劈形膜其一端厚度为零另一端厚度为 0.005 cm, 折射率为 1.5。现用波长为 600 nm (1 nm =  $10^{-9}$  m) 的单色平行光, 沿入射角为  $30^\circ$  角的方向射到劈的上表面, 则在劈形膜上形成的干涉条纹数目为\_\_\_\_\_。

### 解析

【答案】235

【解析】等倾干涉。

虽然题目给的是劈形膜, 但入射光不是垂直入射, 而是有一定倾角, 所以考虑光程差时要用等倾干涉的公式, 而不能使用等厚干涉的公式。

考虑厚度为  $e = 5 \times 10^{-5}$  m 的玻璃膜, 当入射光线的入射角为  $30^\circ$  时, 两束相干光的光程差为

$$\delta = 2n_1 \frac{e}{\cos \gamma} - 2e \tan \gamma \sin i + \frac{1}{2}\lambda = 2n_1 e \cos \gamma + \frac{1}{2}\lambda$$

其中

$$\begin{aligned} \frac{\sin i}{\sin \gamma} &= \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{1} \\ \sin \gamma &= \frac{\sin i}{n_1} = \frac{\sin 30^\circ}{1.5} = \frac{1}{3}, \cos \gamma = \frac{2\sqrt{2}}{3} \end{aligned}$$

所以玻璃片两端光程差的差为

$$\Delta\delta = 2n_1 e \cos \gamma$$

而相邻两个条纹所对应的光程差的差为一个波长, 所以, 总的干涉条纹数为

$$k = \frac{\Delta\delta}{\lambda} = \frac{2n_1 e \cos \gamma}{\lambda} = \frac{2 \times 1.5 \times 5 \times 10^{-5} \times \frac{2\sqrt{2}}{3}}{6 \times 10^{-7}} = \frac{500\sqrt{2}}{3} \approx 235.7$$

### 第 368 题

【3194】在空气中有一劈形透明膜, 其劈尖角  $\theta = 1.0 \times 10^{-4}$  rad, 在波长  $\lambda = 700$  nm 的单色光垂直照射下, 测得两相邻干涉明条纹间距  $l = 0.25$  cm, 由此可知此透明材料的折射率  $n =$ \_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】1.4

【解析】等厚干涉。

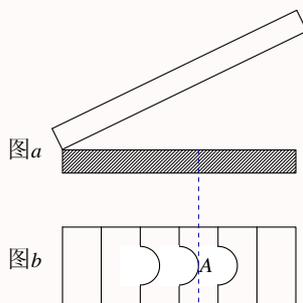
依题意, 有

$$2nl \tan \theta = \lambda$$

$$n = \frac{\lambda}{2l \tan \theta} \approx \frac{\lambda}{2l\theta} = \frac{7 \times 10^{-7}}{2 \times 0.25 \times 10^{-2} \times 1.0 \times 10^{-4}} = 1.4$$

## 第 369 题

【3509】图 *a* 为一块光学平板玻璃与一个加工过的平面一端接触, 构成的空气劈尖, 用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射。看到反射光干涉条纹 (实线为暗条纹) 如图 *b* 所示。则干涉条纹上 *A* 点处所对应的空气薄膜厚度为  $e = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



## 解析

【答案】 $\frac{3\lambda}{2}$ 

【解析】等厚干涉。

依题意, *A* 点与左侧边缘的干涉条纹相隔三条, 而两相邻条纹之间的光程差为一个波长, 因此二者的光程差相差为三个波长, 即

$$\Delta\delta = 2e = 3\lambda$$

$$e = \frac{3\lambda}{2}$$

## 第 370 题

【3510】折射率分别为  $n_1$  和  $n_2$  的两块平板玻璃构成空气劈尖, 用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射。如果将该劈尖装置浸入折射率为  $n$  的透明液体中, 且  $n_2 > n > n_1$ , 则劈尖厚度为  $e$  的地方两反射光的光程差的改变量是  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 解析

【答案】  $2(n-1)e \pm \frac{1}{2}\lambda$

【解析】 等厚干涉。

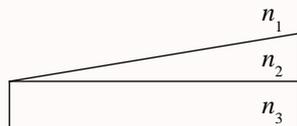
在空气中时，上表面的反射光无半波损失，下表面的反射光有半波损失；在折射率为  $n$  的透明液体中时，两个表面的反射光均有或均无半波损失，所以两种情况下，额外光程差改变了半个波长。所以，两种情况下总的光程差的改变量为

$$\Delta\delta = 2ne - \left(2e + \frac{1}{2}\lambda\right) = 2(n-1)e - \frac{1}{2}\lambda$$

当然，如果这里半波损失用的是减半个波长，那么结果是加半个波长。

## 第 371 题

【3621】 用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射如图所示的、折射率为  $n_2$  的劈形膜 ( $n_1 > n_2$ ,  $n_3 > n_2$ )，观察反射光干涉。从劈形膜顶开始，第 2 条明条纹对应的膜厚度  $e =$ \_\_\_\_\_。



## 解析

【答案】  $\frac{3\lambda}{4n_2}$

【解析】 等厚干涉。

依题意，上表面，从光密射向光疏，反射光无半波损失；下表面，从光疏射向光密，反射光有半波损失；所以膜厚度为  $e$  处的光程差为

$$\delta = 2n_2e + \frac{1}{2}\lambda$$

而对于第 2 条明纹

$$\begin{aligned} \delta &= 2n_2e + \frac{1}{2}\lambda = 2\lambda \\ e &= \frac{3\lambda}{4n_2} \end{aligned}$$

## 第 372 题

【3622】 用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射折射率为  $n$  的劈形膜形成等厚干涉条纹，若测得相邻明条纹的间距为  $l$ ，则劈尖角  $\theta =$ \_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】  $\frac{\lambda}{2nl}$

【解析】等厚干涉。

依题意，相邻两条纹之间的光程差为

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= 2n\Delta e = \lambda \\ \Delta e &= \frac{\lambda}{2n} \\ \tan\theta &= \frac{\Delta e}{l} = \frac{\lambda}{2nl} \approx \theta\end{aligned}$$

## 第 373 题

【3693】分别用波长  $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$  与波长  $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$  的平行单色光垂直照射到劈形膜上，劈形膜的折射率为 3.1，膜两侧是同样的媒质，则这两种波长的光分别形成的第七条明纹所对应的膜的厚度之差为\_\_\_\_\_nm。

## 解析

【答案】 104.8

【解析】等厚干涉。

依题意，

$$\begin{aligned}\delta &= 2ne + \frac{1}{2}\lambda = 7\lambda \\ e &= \frac{6.5\lambda}{2n} = \frac{13\lambda}{4n} \\ \Delta e &= \frac{13\Delta\lambda}{4n} = \frac{13 \times (600 - 500)}{4 \times 3.1} \approx 104.8 \text{ nm}\end{aligned}$$

## 第 374 题

【3699】波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直照射到劈形膜上，劈尖角为  $\theta$ ，劈形膜的折射率为  $n$ ，第  $k$  级明条纹与第  $k + 5$  级明纹的间距是\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】  $\frac{5\lambda}{2n\theta}$

【解析】等厚干涉。

依题意，

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= 2n\Delta e = 5\lambda \\ \Delta e &= \frac{5\lambda}{2n} \\ l &= \frac{\Delta e}{\tan\theta} \approx \frac{\Delta e}{\theta} = \frac{5\lambda}{2n\theta}\end{aligned}$$

## 第 375 题

【7946】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\_\_\_\_\_nm。

## 解析

【答案】225

【解析】牛顿环。

依题意，

$$\begin{aligned}\delta &= 2e + \frac{1}{2}\lambda = 5\lambda \\ e &= \frac{4.5\lambda}{2} = \frac{9\lambda}{4} \\ \Delta e &= \frac{9\Delta\lambda}{4} = \frac{9 \times (600 - 500)}{4} = 225 \text{ nm}\end{aligned}$$

## 第 376 题

【3201】若在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜  $M$  移动  $0.620 \text{ mm}$  过程中，观察到干涉条纹移动了 2300 条，则所用光波的波长为\_\_\_\_\_nm。 ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

## 解析

【答案】539.1

【解析】迈克耳孙干涉仪。

迈克耳孙干涉仪的可动反射镜  $M$  移动  $0.620 \text{ mm}$ ，则光程差改变了

$$\Delta\delta = 2\Delta l = 1.24 \times 10^{-3} \text{ m}$$

而干涉条纹移动一条，光程差改变一个波长，所以

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= 2300\lambda \\ \lambda &= \frac{\Delta\delta}{2300} = \frac{1.24 \times 10^{-3}}{2300} \approx 5.391 \times 10^{-7} \text{ m} = 539.1 \text{ nm}\end{aligned}$$

## 第 377 题

【3203】用迈克耳孙干涉仪测微小的位移。若入射光波波长  $\lambda = 628.9 \text{ nm}$ ，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  $d =$ \_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】 $6.44 \times 10^{-4} \text{ m}$

【解析】迈克耳孙干涉仪。

迈克耳孙干涉仪的可动反射镜  $M$  移动  $d$ ，则光程差改变了

$$\Delta\delta = 2d$$

而干涉条纹移动一条，光程差改变一个波长，所以

$$\Delta\delta = 2048\lambda = 2d$$

$$d = 1024\lambda = 1024 \times 6.289 \times 10^{-7} \approx 6.44 \times 10^{-4} \text{ m}$$

## 第 378 题

【3378】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\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】 $4I_0$

【解析】干涉，光强。

光强与振幅的平方成正比。两束相干光光强相同，所以振幅也相同，它们发生干涉时，合振幅的最大值为二者振幅之和（相长干涉），因此合振幅为每束光的振幅的两倍，因此光强为每束光光强的四倍。

## 第 379 题

【3517】在迈克耳孙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\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】 $2(n-1)h$

【解析】迈克耳孙干涉仪，光程。

其他光路不变，所以其他的光程也不变，变化的仅仅是薄膜所在部分，未放入薄膜时，该部分光程为  $\delta_1 = 2h$ ，放入薄膜后，该部分的光程为  $\delta_2 = 2nh$ ，所以光程差的改变量为

$$\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1 = 2(n-1)h$$

## 第 380 题

【3711】已知在迈克耳孙干涉仪中使用波长为  $\lambda$  的单色光。在干涉仪的可动反射镜移动距离  $d$  的过程中，干涉条纹将移动\_\_\_\_\_条。

## 解析

【答案】 $\frac{2d}{\lambda}$ 

【解析】迈克耳孙干涉仪，光程。

可动反射镜移动距离  $d$  时，该支路的光路改变  $\Delta(nr) = 2d$ ，而另一支路的光程没有发生变化，所以两个支路的光程差的改变量为

$$\Delta\delta = 2d$$

而干涉条纹移动一条，对应的光程差改变量为一个波长，所以有

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= k\lambda \\ k &= \frac{\Delta\delta}{\lambda} = \frac{2d}{\lambda}\end{aligned}$$

## 第 381 题

【3713】在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜移动了距离  $d$  的过程中，若观察到干涉条纹移动了  $N$  条，则所用光波的波长  $\lambda =$ \_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】 $\frac{2d}{N}$ 

【解析】迈克耳孙干涉仪。

可动反射镜移动距离  $d$  时，该支路的光路改变  $\Delta(nr) = 2d$ ，而另一支路的光程没有发生变化，所以两个支路的光程差的改变量为

$$\Delta\delta = 2d$$

而干涉条纹移动一条，对应的光程差改变量为一个波长，所以有

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= N\lambda \\ \lambda &= \frac{\Delta\delta}{N} = \frac{2d}{N}\end{aligned}$$

## 第 382 题

【3207】在单缝的夫琅禾费衍射实验中，屏上第三级暗纹对应于单缝处波面可划分为\_\_\_\_\_个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第三级暗纹处将是\_\_\_\_\_纹。

## 解析

【答案】6；明

【解析】单缝衍射，半波带法。

两个半波带之前都是中央明纹，两个半波带的时候是第一级暗纹，四个半波带时是第二级暗纹，六

个半波带时是第三级暗纹。

$$\delta = a \sin \theta = k \frac{\lambda}{2}$$

如前所述, 对于第三级暗纹,  $k = 6$ 。若将缝宽缩小一半, 即  $a' = a/2$ , 则  $k' = k/2 = 3$ , 对应明纹。

### 第 383 题

【3357】在单缝夫琅禾费衍射实验中, 设第一级暗纹的衍射角很小, 若钠黄光 ( $\lambda_1 \approx 589 \text{ nm}$ ) 中央明纹宽度为  $4.0 \text{ mm}$ , 则  $\lambda_2 = 442 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的蓝紫色光的中央明纹宽度为\_\_\_\_\_。

### 解析

【答案】 $3.0 \text{ mm}$

【解析】单缝衍射。

中央明纹的宽度即为两侧一级暗纹之间的距离, 设缝宽为  $a$ , 透镜的焦距为  $f$ , 则有

$$\begin{aligned} \delta &= a \sin \theta = 2 \times \frac{\lambda}{2} = \lambda \\ \sin \theta &= \frac{\lambda}{a} \\ \Delta x_1 &= 2f \tan \theta \approx 2f \sin \theta = 2f \frac{\lambda}{a} \end{aligned}$$

由此可见, 中央明纹的宽度与所使用的光波的波长成正比, 因此

$$\begin{aligned} \frac{\Delta x'_1}{\Delta x_1} &= \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \\ \Delta x'_1 &= \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Delta x_1 = \frac{442}{589} \times 4.0 \approx 3.0 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 第 384 题

【3524】平行单色光垂直入射在缝宽为  $a = 0.15 \text{ mm}$  的单缝上。缝后有焦距为  $f = 400 \text{ mm}$  的凸透镜, 在其焦平面上放置观察屏幕。现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为  $8 \text{ mm}$ , 则入射光的波长为  $\lambda =$ \_\_\_\_\_。

### 解析

【答案】 $500 \text{ nm}$

【解析】单缝衍射。

依题意, 第三级暗纹所对应的衍射角满足

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \frac{4}{400} = 0.01 \approx \sin \theta \\ \delta &= a \sin \theta = 6 \times \frac{\lambda}{2} = 3\lambda \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{a \sin \theta}{3} = \frac{0.15 \times 0.01}{3} = 0.0005 \text{ mm} = 500 \text{ nm}$$

## 第 385 题

【3633】将波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直投射于一狭缝上，若对应于衍射图样的第一级暗纹位置的衍射角的绝对值为  $\theta$ ，则缝的宽度等于\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】  $\frac{\lambda}{\sin \theta}$

【解析】单缝衍射。

依题意，有

$$\delta = a \sin \theta = 2 \times \frac{\lambda}{2} = \lambda$$

$$a = \frac{\lambda}{\sin \theta}$$

## 第 386 题

【3720】若对应于衍射角  $\theta = 30^\circ$ ，单缝处的波面可划分为 4 个半波带，则单缝的宽度  $a = \underline{\hspace{1cm}} \lambda$ 。（ $\lambda$  为入射光波长）。

## 解析

【答案】 4

【解析】单缝衍射。

依题意，有

$$\delta = a \sin \theta = 4 \times \frac{\lambda}{2} = 2\lambda$$

$$a = \frac{2\lambda}{\sin \theta} = \frac{2\lambda}{\sin 30^\circ} = 4\lambda$$

## 第 387 题

【3742】在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射在宽度  $a = 5\lambda$  的单缝上。对应于衍射角  $\theta$  的方向上若单缝处波面恰好可分成 5 个半波带，则衍射角  $\theta = \underline{\hspace{1cm}}$ 。

## 解析

【答案】  $30^\circ$

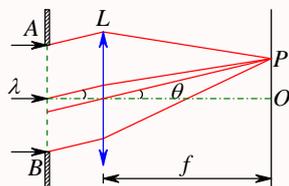
【解析】单缝衍射。

依题意, 有

$$\begin{aligned}\delta &= a \sin \theta = 5 \times \frac{\lambda}{2} \\ \sin \theta &= \frac{5\lambda}{2a} = \frac{1}{2} \\ \theta &= 30^\circ\end{aligned}$$

### 第 388 题

【5219】波长为  $\lambda = 480.0 \text{ nm}$  的平行光垂直照射到宽度为  $a = 0.40 \text{ mm}$  的单缝上, 单缝后透镜的焦距为  $f = 60 \text{ cm}$ , 当单缝两边缘点  $A$ 、 $B$  射向  $P$  点的两条光线在  $P$  点的相位差为  $\pi$  时,  $P$  点离透镜焦点  $O$  的距离等于\_\_\_\_\_。



### 解析

【答案】0.36 mm

【解析】单缝衍射。

当两束光的相位差为  $\pi$  时, 二者的光程差为半个波长, 所以依题意, 有

$$\begin{aligned}\delta &= a \sin \theta = \frac{\lambda}{2} \\ \sin \theta &= \frac{\lambda}{2a} \\ x &= f \tan \theta \approx f \sin \theta = f \frac{\lambda}{2a} = 0.6 \times \frac{4.8 \times 10^{-7}}{2 \times 4 \times 10^{-4}} = 0.36 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.36 \text{ mm}\end{aligned}$$

### 第 389 题

【3362】某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上, 如果第一级谱线的衍射角为  $30^\circ$ , 则入射光的波长应为\_\_\_\_\_。

### 解析

【答案】625 nm

【解析】光栅衍射。

依题意, 每毫米有 800 条刻线, 所以光栅常数  $d = 0.001/800 = 1.25 \times 10^{-6} \text{ m}$ , 而由光栅方程, 有

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda = \lambda = 1.25 \times 10^{-6} \times \sin 30^\circ = 6.25 \times 10^{-7} \text{ m} = 625 \text{ nm}$$

## 第 390 题

【3637】波长为  $\lambda$  的单色光垂直投射于缝宽为  $a$ ，总缝数为  $N$ ，光栅常数为  $d$  的光栅上，光栅方程 (表示出现主极大的衍射角  $\theta$  应满足的条件) 为\_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】 $\delta = d \sin \theta = k\lambda, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

【解析】光栅衍射，光栅方程。

光栅方程为

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

## 第 391 题

【3638】波长为 500 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射到光栅常数为  $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$  的平面衍射光栅上，第一级衍射主极大所对应的衍射角  $\theta =$ \_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】 $30^\circ$

【解析】光栅衍射。

光栅方程为

$$\begin{aligned} \delta &= d \sin \theta = k\lambda = \lambda \\ \sin \theta &= \frac{\lambda}{d} = \frac{5 \times 10^{-7}}{1.0 \times 10^{-6}} = 0.5 \\ \theta &= 30^\circ \end{aligned}$$

## 第 392 题

【3731】波长为  $\lambda = 550 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射于光栅常数  $d = 2 \times 10^{-4} \text{ cm}$  的平面衍射光栅上，可能观察到光谱线的最高级次为第\_\_\_\_\_级。

## 解析

【答案】3

【解析】光栅衍射。

光栅方程为

$$\begin{aligned} \delta &= d \sin \theta = k\lambda \\ k &= \frac{d \sin \theta}{\lambda} \leq \frac{d}{\lambda} = \frac{2 \times 10^{-6}}{5.5 \times 10^{-7}} \approx 3.6 \end{aligned}$$

## 第 393 题

【5656】用波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上,其光栅常数  $d = 3 \mu\text{m}$ ,缝宽  $a = 1 \mu\text{m}$ ,则在单缝衍射的中央明条纹中共有\_\_\_\_\_条谱线(主极大)。

## 解析

【答案】5

【解析】光栅衍射,光栅缺级。

单缝衍射的中央明条纹的边缘是一级暗纹,其衍射角满足

$$\delta = a \sin \theta = 2 \times \frac{\lambda}{2} = \lambda$$

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

而由光栅方程可得

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda$$

$$k = \frac{d \sin \theta}{\lambda} = \frac{d \times \lambda}{a\lambda} = \frac{d}{a} = \frac{3}{1} = 3$$

所以主极大谱级有  $k = 0, \pm 1, \pm 2$ , 共 5 条, 其中  $k = \pm 3$  缺级。

## 第 394 题

【5659】可见光的波长范围是  $400 \text{ nm} \sim 760 \text{ nm}$ 。用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时,它产生的不与另一级光谱重叠的完整的可见光光谱是第\_\_\_\_\_级光谱。(  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  )

## 解析

【答案】1

【解析】光栅衍射,光栅光谱。

由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda$$

可知,同一级光谱,不同波长的光所对应的衍射角不同,而且波长越大,衍射角越大,所以,如果第  $k$  级波长较大的光波的衍射角大于第  $k+1$  级波长较小的光波的衍射角,则光谱重叠,即

$$d \sin \theta_{k \max} = k\lambda_{\max} \Rightarrow \sin \theta_{k \max} = \frac{k\lambda_{\max}}{d}$$

$$d \sin \theta_{(k+1) \min} = (k+1)\lambda_{\min} \Rightarrow \sin \theta_{(k+1) \min} = \frac{(k+1)\lambda_{\min}}{d}$$

$$\theta_{k \max} > \theta_{(k+1) \min} \Rightarrow \sin \theta_{k \max} > \sin \theta_{(k+1) \min}$$

$$\frac{k\lambda_{\max}}{d} > \frac{(k+1)\lambda_{\min}}{d}$$

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} > \frac{k+1}{k} = 1 + \frac{1}{k}$$

$$\frac{1}{k} < \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} - 1 = \frac{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}}{\lambda_{\min}}$$

$$k > \frac{\lambda_{\min}}{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}} = \frac{400}{760 - 400} = \frac{10}{9}$$

因此，第 2 级波长较大的光波的衍射角大于第 3 级波长较小的光波的衍射角，即第 2 级光谱发生重叠，因此完整的可见光光谱只有第 1 级。

### 第 395 题

【3164】若一双缝装置的两个缝分别被折射率为  $n_1$  和  $n_2$  的两块厚度均为  $e$  的透明介质所遮盖，此时由双缝分别到屏上原中央极大所在处的两束光的光程差  $\delta =$ \_\_\_\_\_。

### 解析

【答案】 $(n_1 - n_2)e$

【解析】双缝干涉。

原中央极大处，两光线的光程相同，光程差为零。两缝被两透明介质遮盖后，两个光路的光程的变量分别为

$$\Delta(nr)_1 = (n_1 - 1)e$$

$$\Delta(nr)_2 = (n_2 - 1)e$$

所以光程差为

$$\delta = \Delta(nr)_1 - \Delta(nr)_2 = (n_1 - 1)e - (n_2 - 1)e = (n_1 - n_2)e$$

### 第 396 题

【3233】一束自然光从空气投射到玻璃表面上（空气折射率为 1），当折射角为  $30^\circ$  时，反射光是完全偏振光，则此玻璃板的折射率等于\_\_\_\_\_。

### 解析

【答案】 $\sqrt{3}$

【解析】布儒斯特定律。

当入射光以布儒斯特角入射时，反射光是完全偏振光，且此时反射光线与折射光线互相垂直，依题意，此时折射角为  $30^\circ$ ，所以布儒斯特角为  $i_0 = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ ，而根据布儒斯特定律，有

$$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} = n = \tan(90^\circ - 30^\circ) = \sqrt{3}$$

## 第 397 题

【3640】自然光以布儒斯特角  $i_0$  从第一种介质 (折射率为  $n_1$ ) 入射到第二种介质 (折射率为  $n_2$ ) 内, 则  $\tan i_0 =$ \_\_\_\_\_。

## 解析

【答案】  $\frac{n_2}{n_1}$

【解析】布儒斯特定律。

根据布儒斯特定律, 有

$$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

## 三、计算题

## 第 398 题

【3182】在双缝干涉实验中, 波长  $\lambda = 550 \text{ nm}$  的单色平行光垂直入射到缝间距  $d = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$  的双缝上, 屏到双缝的距离  $D = 2 \text{ m}$ 。求: (1) 中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距; (2) 用一厚度为  $e = 6.6 \times 10^{-6} \text{ m}$ 、折射率为  $n = 1.58$  的玻璃片覆盖一缝后, 零级明纹将移到原来的第几级明纹处? ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

## 解析

【解析】双缝干涉。

(1) 双缝干涉实验中, 两个缝到干涉点的光程差为

$$\delta = d \sin \theta$$

对于第 10 级明纹中心, 有

$$\begin{aligned} \delta &= d \sin \theta = 10\lambda \\ \sin \theta &= \frac{10\lambda}{d} = \frac{10 \times 5.5 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-4}} = 2.75 \times 10^{-2} \approx \theta \approx \tan \theta \\ x &= D \tan \theta \end{aligned}$$

$$\Delta x = 2x = 2D \tan \theta \approx 2D \sin \theta = 2 \times 2 \times 2.75 \times 10^{-2} = 0.11 \text{ m}$$

即中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距约为 0.11 m。

(2) 覆盖玻璃片前后, 光程差改变量为

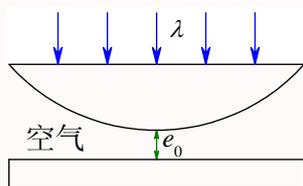
$$\begin{aligned} \Delta \delta &= (n-1)e = k\lambda \\ k &= \frac{(n-1)e}{\lambda} = \frac{(1.58-1) \times 6.6 \times 10^{-6}}{5.5 \times 10^{-7}} \approx 6.96 \end{aligned}$$

即干涉条纹移动了将近 7 条, 因此零级明纹将移到原来第 7 级明纹处。

注: 原题目中厚度为  $e = 6.6 \times 10^{-5} \text{ m}$ , 以此数值算出来的  $k \approx 69.6$ , 更靠近暗纹处。

## 第 399 题

【3198】如图所示，牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃有一小缝隙  $e_0$ 。现用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射，已知平凸透镜的曲率半径为  $R$ ，求反射光形成的牛顿环的各暗环半径。



## 解析

【解析】牛顿环。

依题意，任意薄膜厚度  $e$  处的光程差为

$$\delta = 2e + \frac{1}{2}\lambda$$

对于暗纹，有

$$\delta = 2e + \frac{1}{2}\lambda = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda, k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$2e = k\lambda$$

$$e_k = \frac{k\lambda}{2} \geq e_0, k \geq \frac{2e_0}{\lambda}$$

$$r_k = \sqrt{R^2 - [R - (e_k - e_0)]^2} \approx \sqrt{2R(e_k - e_0)} = \sqrt{R(k\lambda - 2e_0)}$$

## 第 400 题

【3660】用波长为  $500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上。在观察反射光的干涉现象中，距劈形膜棱边  $l = 1.56 \text{ cm}$  的  $A$  处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。(1) 求此空气劈形膜的劈尖角  $\theta$ ；(2) 改用  $600 \text{ nm}$  的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹， $A$  处是明条纹还是暗条纹？(3) 在第 (2) 问的情形从棱边到  $A$  处的范围内共有几条明纹？几条暗纹？

## 解析

【解析】等厚干涉。

(1) 依题意， $A$  处的光程差为

$$\delta = 2e + \frac{1}{2}\lambda = \left(3 + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$e = \frac{3\lambda}{2} = 1.5 \times 5 \times 10^{-7} = 7.5 \times 10^{-7} \text{ m} = l \sin \theta$$

$$\sin \theta = \frac{e}{l} = \frac{7.5 \times 10^{-7}}{0.0156} \approx 4.8 \times 10^{-5}$$

$$\theta \approx \sin \theta = 4.8 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

(2) 改用 600 nm 的单色光垂直照射时, A 处的光程差为

$$\delta = 2e + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda$$

$$k = \frac{2e}{\lambda} + \frac{1}{2} = \frac{2 \times 7.5 \times 10^{-7}}{6 \times 10^{-7}} + \frac{1}{2} = 3$$

所以 A 处是明条纹。

(3) 由于半波损失, 棱边处是暗纹。所以第 (2) 问中, 从棱边开始到 A 处, 共有 3 条暗纹 (含棱边处的暗纹), 3 条明纹。【零级暗纹, 一级明纹, 一级暗纹, 二级明纹, 二级暗纹, 三级明纹】

### 第 401 题

【0470】用每毫米 300 条刻痕的衍射光栅来检验仅含有属于红和蓝的两种单色成分的光谱。已知红谱线波长  $\lambda_R$  在  $0.63 - 0.76 \mu\text{m}$  范围内, 蓝谱线波长  $\lambda_B$  在  $0.43 - 0.49 \mu\text{m}$  范围内。当光垂直入射到光栅时, 发现在衍射角为  $24.46^\circ$  处, 红蓝两谱线同时出现。(1) 在什么角度下红蓝两谱线还会同时出现? (2) 在什么角度下只有红谱线出现?

### 解析

【解析】光栅衍射, 光栅光谱。

(1) 依题意, 每毫米 300 条刻痕的衍射光栅的光栅常数为  $d = 0.001/300 = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \text{ m}$ 。由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda$$

依题意, 在衍射角为  $\theta = 24.46^\circ$  处

$$\delta = d \sin \theta = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \times \sin 24.46^\circ = 1.38 \times 10^{-6} \text{ m} = 1.38 \mu\text{m} = k_R \lambda_R = k_B \lambda_B$$

$$\frac{\delta}{\lambda_{R \min}} = \frac{1.38}{0.63} \approx 2.19, \frac{\delta}{\lambda_{R \max}} = \frac{1.38}{0.76} \approx 1.82, k_R = 2, \lambda_R = \frac{\delta}{k_R} = 0.69 \mu\text{m}$$

$$\frac{\delta}{\lambda_{B \min}} = \frac{1.38}{0.43} \approx 3.21, \frac{\delta}{\lambda_{B \max}} = \frac{1.38}{0.49} \approx 2.82, k_B = 3, \lambda_B = \frac{\delta}{k_B} = 0.46 \mu\text{m}$$

所以在衍射角为  $\theta = 24.46^\circ$  处, 2 级红光与 3 级蓝光同时出现, 其中红光的波长为  $\lambda_R = 0.69 \mu\text{m}$ , 蓝光的波长为  $\lambda_B = 0.46 \mu\text{m}$ 。由

$$\delta = d \sin \theta = k_R \lambda_R = k_B \lambda_B$$

可得

$$\frac{k_R}{k_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_R} = \frac{2}{3}$$

而

$$k_R = \frac{d \sin \theta}{\lambda_R} \leq \frac{d}{\lambda_R} = \frac{\frac{1}{3} \times 10^{-5}}{0.69 \times 10^{-6}} \approx 4.83$$

$$k_B = \frac{d \sin \theta}{\lambda_B} \leq \frac{d}{\lambda_B} = \frac{\frac{1}{3} \times 10^{-5}}{0.46 \times 10^{-6}} \approx 7.24$$

即最多可观察到 4 级红光光谱, 7 级蓝光光谱, 因此 4 级红光与 6 级蓝光还将同时出现, 此时的衍射角为

$$\begin{aligned}\delta &= d \sin \theta = k_R \lambda_R \\ \sin \theta &= \frac{k_R \lambda_R}{d} = \frac{4 \times 0.69 \times 10^{-6}}{\frac{1}{3} \times 10^{-5}} = 0.828 \\ \theta &= 0.9755 \text{ rad} \approx 55.9^\circ\end{aligned}$$

即在衍射角为  $\theta = 55.9^\circ$  处, 可以同时观察到 4 级红光与 6 级蓝光。

(2) 如前所述, 最多可观察到 4 级红光光谱, 其中 2 级和 4 级与蓝光光谱同时出现, 所以只有 1 级和 3 级是单独出现的, 因此有

$$\begin{aligned}\delta &= d \sin \theta = k_R \lambda_R \\ \theta_1 &= \arcsin \frac{\lambda_R}{d} = \arcsin \frac{0.69 \times 10^{-6}}{\frac{1}{3} \times 10^{-5}} = \arcsin 0.207 \approx 11.9^\circ \\ \theta_3 &= \arcsin \frac{3\lambda_R}{d} = \arcsin \frac{3 \times 0.69 \times 10^{-6}}{\frac{1}{3} \times 10^{-5}} = \arcsin 0.621 \approx 38.4^\circ\end{aligned}$$

即在衍射角为  $\theta = 11.9^\circ$  处, 可以单独观察到 1 级红光光谱; 在衍射角为  $\theta = 38.4^\circ$  处, 可以单独观察到 3 级红光光谱。

### 第 402 题

【3211】(1) 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 垂直入射的光有两种波长,  $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 760 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )。已知单缝宽度  $a = 1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}$ , 透镜焦距  $f = 50 \text{ cm}$ 。求两种光第一级衍射明纹中心之间的距离。(2) 若用光栅常数  $d = 1.0 \times 10^{-3} \text{ cm}$  的光栅替换单缝, 其他条件和上一问相同, 求两种光第一级主极大之间的距离。

### 解析

【解析】单缝衍射, 光栅衍射。

(1) 单缝衍射中, 一级衍射明纹对应三个半波带, 所以有

$$\begin{aligned}\delta &= a \sin \theta = 3 \frac{\lambda}{2} \\ x_1 &= f \tan \theta \approx f \sin \theta = f \frac{3\lambda}{2a} \\ \Delta x_1 &= f \frac{3\Delta\lambda}{2a} = 0.5 \times \frac{3 \times (760 - 400) \times 10^{-9}}{2 \times 1.0 \times 10^{-4}} = 2.7 \times 10^{-3} \text{ m} = 2.7 \text{ mm}\end{aligned}$$

(2) 光栅衍射中, 由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda$$

一级主极大,  $k = 1$ , 所以

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{d}$$

$$x_1 = f \tan \theta \approx f \sin \theta = f \frac{\lambda}{d}$$

$$\Delta x_1 = f \frac{\Delta \lambda}{d} = 0.5 \times \frac{(760 - 400) \times 10^{-9}}{1.0 \times 10^{-4}} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m} = 1.8 \text{ mm}$$

## 第 403 题

【3220】波长  $\lambda = 600 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为  $30^\circ$ , 且第三级是缺级。(1) 光栅常数  $(a + b)$  等于多少? (2) 透光缝可能的最小宽度  $a$  等于多少? (3) 在选定了上述  $(a + b)$  和  $a$  之后, 求在衍射角  $-\frac{1}{2}\pi < \theta < \frac{1}{2}\pi$  范围内可能观察到的全部主极大的级次。

## 解析

【解析】光栅衍射, 光栅缺级。

(1) 由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda$$

及题意可得, 对于第二级主极大, 有

$$\delta = d \sin \theta = 2\lambda$$

$$d = \frac{2\lambda}{\sin \theta} = \frac{2 \times 6 \times 10^{-7}}{\sin 30^\circ} = 2.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

(2) 由光栅缺级条件

$$d \sin \theta = k\lambda$$

$$a \sin \theta = k'\lambda$$

依题意, 第三级缺级, 所以有  $k = 3$ , 所以

$$\frac{d}{a} = \frac{k}{k'}$$

$$a = \frac{k'}{k}d = k' \times \frac{d}{k}$$

所以, 当  $k' = 1$  时,  $a$  最小, 为

$$a = 1 \times \frac{2.4 \times 10^{-6}}{3} = 8 \times 10^{-7} \text{ m}$$

(3) 由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda$$

可得

$$k = \frac{d \sin \theta}{\lambda}$$

$$-\frac{d}{\lambda} < k < \frac{d}{\lambda} = \frac{2.4 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-7}} = 4$$

$$-4 < k < 4, k = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$$

但依题意,  $k = \pm 3$  缺级, 所以能观察到的主极大的级次为  $-2, -1, 0, 1, 2$  共 5 条。

## 第 404 题

【3221】一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光， $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ ， $\lambda_2 = 660 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )。实验发现，两种波长的谱线 (不计中央明纹) 第二次重合于衍射角  $\theta = 60^\circ$  的方向上。求此光栅的光栅常数  $d$ 。

## 解析

【解析】光栅衍射。

由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$$

及题意可得，

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

$$k_1 = 6, k_2 = 4$$

$$d = \frac{k_1 \lambda_1}{\sin \theta} = \frac{6 \times 4.4 \times 10^{-7}}{\sin 60^\circ} \approx 3.05 \times 10^{-6} \text{ m}$$

## 第 405 题

【3738】用钠光 ( $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ ) 垂直照射到某光栅上，测得第三级光谱的衍射角为  $60^\circ$ 。(1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为  $30^\circ$ ，求后一光源发光的波长。(2) 若以白光 ( $400 \text{ nm} - 760 \text{ nm}$ ) 照射在该光栅上，求其第二级光谱的张角。 ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

## 解析

【解析】光栅衍射，光栅光谱。

(1) 由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k \lambda$$

可得光栅常数为

$$d = \frac{k \lambda}{\sin \theta} = \frac{3 \times 5.893 \times 10^{-7}}{\sin 60^\circ} \approx 2.04 \times 10^{-6} \text{ m}$$

所以，对于第二个光源，有

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{k} = \frac{2.04 \times 10^{-6} \times \sin 30^\circ}{2} = 5.1 \times 10^{-7} \text{ m} = 510 \text{ nm}$$

(2) 由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k \lambda$$

可得

$$\sin \theta = \frac{k \lambda}{d}$$

$$\begin{aligned}\theta_{\min} &= \arcsin \frac{k\lambda_{\min}}{d} = \arcsin \frac{2 \times 4 \times 10^{-7}}{2.04 \times 10^{-6}} \approx 0.4030 \text{ rad} \\ \theta_{\max} &= \arcsin \frac{k\lambda_{\max}}{d} = \arcsin \frac{2 \times 7.6 \times 10^{-7}}{2.04 \times 10^{-6}} \approx 0.8407 \text{ rad} \\ \Delta\theta &= \theta_{\max} - \theta_{\min} = 0.4377 \text{ rad} \approx 25^\circ\end{aligned}$$

## 第 406 题

【5536】设光栅平面和透镜都与屏幕平行，在平面透射光栅上每厘米有 5000 条刻线，用它来观察钠黄光 ( $\lambda = 589 \text{ nm}$ ) 的光谱线。(1) 当光线垂直入射到光栅上时，能看到的光谱线的最高级次  $k_m$  是多少？(2) 当光线以  $30^\circ$  的入射角（入射线与光栅平面的法线的夹角）斜入射到光栅上时，能看到的光谱线的最高级次  $k'_m$  是多少？(1 nm =  $10^{-9}$  m)

## 解析

【解析】光栅衍射，光栅斜入射。

(1) 依题意，光栅上每厘米有 5000 条刻线，所以光栅常数为  $d = 0.01/5000 = 2 \times 10^{-6}$  m，由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda$$

可得

$$k = \frac{d \sin \theta}{\lambda} < \frac{d}{\lambda} = \frac{2 \times 10^{-6}}{5.89 \times 10^{-7}} \approx 3.40$$

$$k_m = 3$$

(2) 对于斜入射情况，入射光到达光栅时的光程差为

$$\delta_0 = d \sin \theta_0$$

所以到达衍射点的总的光程差为

$$\delta = d \sin \theta + \delta_0 = d(\sin \theta + \sin \theta_0)$$

因此斜入射情况下的光栅方程为

$$\delta = d(\sin \theta + \sin \theta_0) = k'\lambda$$

所以有

$$k' = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{d(\sin \theta + \sin \theta_0)}{\lambda} < \frac{d(1 + \sin \theta_0)}{\lambda} = \frac{2 \times 10^{-6} \times (1 + \sin 30^\circ)}{5.89 \times 10^{-7}} \approx 5.10$$

$$k'_m = 5$$

## 第 407 题

【3530】一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为  $a = 2 \times 10^{-3}$  cm，在光栅后放一焦距  $f = 1$  m 的凸透镜，现以  $\lambda = 600$  nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9}$  m) 的单色平行光垂直照射光栅，求：(1) 透光缝  $a$  的单缝衍射中央明条纹宽度为多少？(2) 在该宽度内，有几个光栅衍射主极大？

## 解析

【解析】光栅衍射。

(1) 单缝衍射中央明条纹宽度就是两侧一级暗纹之间的距离，所以有

$$\begin{aligned}\delta &= a \sin \theta = k \frac{\lambda}{2} = 2 \times \frac{\lambda}{2} = \lambda \\ \sin \theta &= \frac{\lambda}{a} = \frac{6 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-5}} = 0.03 \approx \theta \\ x &= f \tan \theta \approx f \sin \theta\end{aligned}$$

$$\Delta x = 2x = 2f \sin \theta = 2 \times 1 \times 0.03 = 0.06 \text{ m}$$

(2) 依题意，光栅上每厘米有 200 条刻线，所以光栅常数为  $d = 0.01/200 = 5 \times 10^{-5}$  m，由光栅方程

$$\delta = d \sin \theta = k\lambda$$

可得

$$k = \frac{d \sin \theta}{\lambda} \leq \frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{d}{a} = \frac{5 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-5}} = 2.5$$

所以，在单缝衍射中央明条纹宽度内，共有  $k = 0, \pm 1, \pm 2$  共 5 个主极大。