

一 选择题 (共 3分)

1. (本题 3分)(5888)

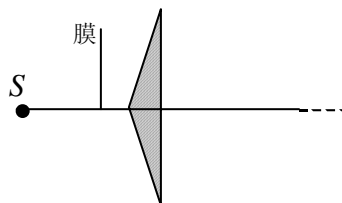
在折射率  $n_3 = 1.60$  的玻璃片表面镀一层折射率  $n_2 = 1.38$  的  $\text{MgF}_2$  薄膜作为增透膜. 为了使波长为  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的光, 从折射率  $n_1 = 1.00$  的空气垂直入射到玻璃片上的反射尽可能地减少,  $\text{MgF}_2$  薄膜的厚度  $e$  至少是

- (A) 250 nm. (B) 181.2 nm.  
(C) 125 nm. (D) 90.6 nm. [ ]

二 填空题 (共24分)

2. (本题 3分)(3936)

在用钠光 ( $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ ) 照亮的缝  $S$  和双棱镜获得干涉条纹时, 将一折射率为 1.33 的平行平面透明膜插入双棱镜上半棱镜的光路中, 如图所示. 发现干涉条纹的中心极大 (零级) 移到原来不放膜时的第五级



极大处, 则膜厚为\_\_\_\_\_. ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

3. (本题 3分)(7501)

用迈克耳孙干涉仪产生等厚干涉条纹, 设入射光的波长为  $\lambda$ , 在反射镜  $M_2$  转动过程中, 在总的观测区域宽度  $L$  内, 观测到总的干涉条纹数从  $N_1$  条增加到

$N_2$  条. 在此过程中  $M_2$  转过的角度  $\Delta\theta$  是\_\_\_\_\_

4. (本题 3分)(7502)

用迈克耳孙干涉仪作干涉实验, 设入射光的波长为  $\lambda$ . 在转动迈克耳孙干涉仪的反射镜  $M_2$  过程中, 在总的干涉区域宽度  $L$  内, 观测到完整的干涉条纹数从  $N_1$  开始逐渐减少, 而后突变为同心圆环的等倾干涉条纹. 若继续转动  $M_2$  又会看到由疏变密的直线干涉条纹. 直到在宽度  $L$  内有  $N_2$  条完整的干涉条纹为止. 在

此过程中  $M_2$  转过的角度  $\Delta\theta$  是\_\_\_\_\_.

5. (本题 3分)(7937)

太阳光以入射角  $i = 52^\circ$  从空气射在折射率为  $n = 1.4$  的薄膜上, 若要透射光中波长  $\lambda = 670 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的红光较强, 薄膜的最小厚度应为

\_\_\_\_\_.

6. (本题 3分)(3929)

镉的一条光谱线的波长  $\lambda = 643.8 \text{ nm}$ , 谱线宽度  $\Delta\lambda = 1.3 \times 10^{-3} \text{ nm}$

( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) , 则此准单色光的相干长度  $L =$  \_\_\_\_\_cm.

7. (本题 3分)(3930)

采用窄带钨丝作为双缝干涉实验的光源. 已知与双缝平行的发光钨丝的宽度  $b = 0.24 \text{ mm}$ , 双缝间距  $d = 0.4 \text{ mm}$ . 钨丝发的光经滤光片后, 得到中心波长为  $690 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的准单色光. 钨丝逐渐向双缝移近, 当干涉条纹刚消失时, 钨丝到双缝的距离  $l$  是\_\_\_\_\_.

8. (本题 3分)(3932)

以钠黄光 ( $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ ) 照亮的一条缝作为双缝干涉实验的光源, 光源缝到双缝的距离为  $20 \text{ cm}$ , 双缝间距为  $0.5 \text{ mm}$ . 使光源的宽度逐渐变大, 当干涉条纹刚刚消失时, 光源缝的宽度是\_\_\_\_\_. ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

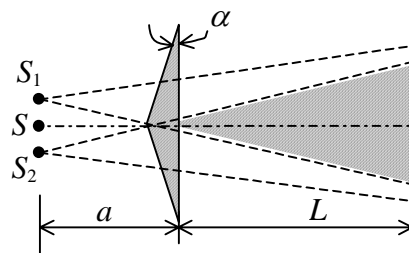
9. (本题 3分)(7945)

白光垂直照射在镀有  $e = 0.40 \text{ }\mu\text{m}$  厚介质膜的玻璃板上, 玻璃的折射率  $n = 1.45$ , 介质的折射率  $n' = 1.50$ . 则在可见光( $390 \text{ nm} \sim 760 \text{ nm}$ ) ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 范围内, 波长  $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$  的光在反射中增强.

三 计算题 (共115分)

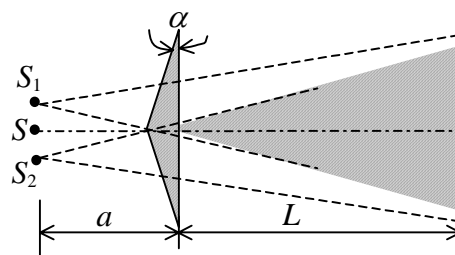
10. (本题 5分)(3939)

图示一双棱镜, 顶角  $\alpha$  很小, 狭缝光源  $S$  发出的光通过双棱镜分成两束, 好像直接来自虚光源  $S_1$  和  $S_2$ , 它们间距  $d = 2\alpha a(n - 1)$ ,  $n$  为棱镜的折射率. 设费涅耳双棱镜的折射率  $n = 1.5$ , 顶角  $\alpha = 0.5^\circ$ , 被照亮的狭缝  $S$  放在距双棱镜  $a = 100 \text{ mm}$  远的地方, 如图所示. 在距双棱镜  $L = 1 \text{ m}$  远的幕上获得干涉条纹的间距为  $0.8 \text{ mm}$ , 求所用光波的波长.



11. (本题 5分)(3940)

图示一双棱镜, 顶角  $\alpha$  很小, 狭缝光源  $S$  发出的光通过双棱镜分成两束, 好像直接来自虚光源  $S_1$  和  $S_2$ , 它们间距  $d = 2\alpha a(n - 1)$ ,  $n$  为棱镜的折射率. 在双棱镜干涉实验中, 狭缝光源到双棱镜距离  $a = 10 \text{ cm}$ , 而双棱镜到屏幕距离  $L = 120 \text{ cm}$ . 双棱镜折射率为  $1.50$ , 所用波长  $\lambda = 589.0 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), 在屏幕上测得干涉明纹间距  $\Delta x = 0.10 \text{ cm}$ , 求双棱镜顶角  $\alpha$ .

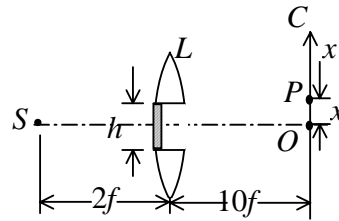


12. (本题 5分)(3941)

在费涅耳双面镜干涉装置中, 两面镜之间的夹角  $\phi = 20'$ , 单色缝光源到双面镜交线的距离  $L_1 = 10 \text{ cm}$ , 屏幕与双面镜之间的距离  $L_2 = 210 \text{ cm}$ , 光波波长  $\lambda = 0.6 \text{ }\mu\text{m}$ , 求干涉条纹的间距.

13. (本题 10 分)(5889)

如图所示，把一凸透镜  $L$  切成两半，并稍微拉开一个距离  $h$ ，用一小遮光板把其间的缝挡住。将一波长为  $\lambda$  的单色点光源  $S$  放在轴线  $O'O$  上，且  $\overline{SO'} = 2f$ ， $f$  是透镜的焦距。在透镜后面放一观察屏  $C$ ，已知  $\overline{O'O} = 10f$ 。设  $x$  轴的原点  $O$  点处的光强为  $I_0$ 。求  $x$  轴上任一点  $P$  点的光强  $I$  随  $x$  而变化的函数关系（即把  $I$  表示成  $I_0$ ， $\lambda$ ， $h$ ， $f$  和  $x$  的函数）。



14. (本题 10 分)(5892)

钠黄光中包含着两条相近的谱线，其波长分别为  $\lambda_1 = 589.0 \text{ nm}$  和  $\lambda_2 = 589.6 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )。用钠黄光照射迈克耳孙干涉仪。当干涉仪的可动反射镜连续地移动时，视场中的干涉条纹将周期性地由清晰逐渐变模糊，再逐渐变清晰，再变模糊，…。求视场中的干涉条纹某一次由最清晰变为最模糊的过程中可动反射镜移动的距离  $d$ 。

15. (本题 5 分)(7503)

把折射率  $n = 1.38$  的透明薄膜放入迈克耳孙干涉仪的一条光路中，观测到干涉条纹移动了  $\Delta N = 7$  条。若所用单色光的波长是  $\lambda = 589.3 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )，求薄膜的厚度。（空气的折射率为 1）

16. (本题 5 分)(7504)

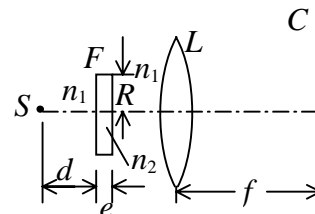
沿光路长度为  $d = 28 \text{ mm}$  的透明薄壁（厚度可忽略）容器放在迈克耳孙干涉仪的一条光路中，所用单色光的波长为  $\lambda = 589.3 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )。当以氦气注入容器代替容器中的空气时，观测到干涉条纹移动了  $\Delta N = 36$  条。已知空气的折射率  $n_1 = 1.000276$ ，且氦气的折射率  $n_2 > n_1$ ，求氦气的折射率（要求计算到小数点后六位）。

17. (本题 5 分)(7505)

在用迈克耳孙干涉仪的实验中所用单色光的波长为  $\lambda = 589.3 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )，在反射镜  $M_2$  转动过程中，在观测的干涉区域宽度  $L = 12 \text{ mm}$  内干涉条纹从  $N_1 = 12$  条增加到  $N_2 = 20$  条。求  $M_2$  转过的角度。

18. (本题 10 分)(5887)

如图所示，用波长为  $\lambda = 632.8 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色点光源  $S$  照射厚度为  $e = 1.00 \times 10^{-5} \text{ m}$ 、折射率为  $n_2 = 1.50$ 、半径为  $R = 10.0 \text{ cm}$  的圆形薄膜  $F$ ，点光源  $S$  与薄膜  $F$  的垂直距离为  $d = 10.0 \text{ cm}$ ，薄膜放在空气（折射率  $n_1 = 1.00$ ）中，观察透射光的等倾干涉条纹。问最多能看到几个亮纹？（注：亮斑和亮环都是亮纹）。



19. (本题 10 分)(5891)

用波长为  $\lambda$  的单色光, 观察迈克耳孙干涉仪的等倾干涉条纹. 先看到视场中共有 10 个亮纹 (包括中心的亮斑在内). 在移动可动反射镜  $M_2$  的过程中, 看到往中心缩进去 10 个亮纹. 移动  $M_2$  后, 视场中共有 5 个亮纹 (包括中心的亮斑在内). 设不考虑两束相干光在分束板  $G_1$  的镀银面上反射时产生的相位突变之差, 试求开始时视场中心亮斑的干涉级  $k$ .

20. (本题 10 分)(5891)

用波长为  $\lambda$  的单色光, 观察迈克耳孙干涉仪的等倾干涉条纹. 先看到视场中共有 10 个亮纹 (包括中心的亮斑在内). 在移动可动反射镜  $M_2$  的过程中, 看到往中心缩进去 10 个亮纹. 移动  $M_2$  后, 视场中共有 5 个亮纹 (包括中心的亮斑在内). 设不考虑两束相干光在分束板  $G_1$  的镀银面上反射时产生的相位突变之差, 试求开始时视场中心亮斑的干涉级  $k$ .

21. (本题 5 分)(1763)

用某种放电管产生的镉(Cd)红光, 其中心波长  $\lambda = 644 \text{ nm}$ , 相干长度  $l_c = 200 \text{ mm}$ , 试估计此镉红光的线宽  $\Delta\lambda$  和频宽  $\Delta\nu$ . ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

22. (本题 5 分)(1764)

用铯(Cs)原子制成的铯原子钟能产生中心频率等于  $9300 \text{ MHz}$ 、频宽为  $50 \text{ Hz}$  的狭窄谱线. 求谱线宽度  $\Delta\lambda$  和相干长度.

23. (本题 5 分)(1765)

用迈克耳孙干涉仪精密测量长度, 光源为  $\text{Kr}^{86}$  灯, 谱线波长为  $605.7 \text{ nm}$  (橙红色), 谱线宽度为  $0.001 \text{ nm}$ , 若仪器可测出十分之一条纹的变化, 求能测出的最小长度和测量量程. ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

24. (本题 5 分)(3931)

已知镉光的波长  $\lambda = 643.8 \text{ nm}$ , 谱线宽度  $\Delta\lambda = 1.3 \times 10^{-3} \text{ nm}$ , 求镉光的相长度与相干时间.

25. (本题 5 分)(3927)

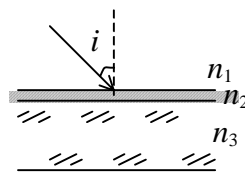
在观察肥皂水薄膜 ( $n = 1.33$ ) 的反射光时, 某处绿色光 ( $\lambda = 500 \text{ nm}$ ) 反射最强, 且这时法线和视线间的角度  $i = 45^\circ$ , 求该处膜的最小厚度. ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

26. (本题 5 分)(3933)

在折射率为  $1.58$  的玻璃表面镀一层  $\text{MgF}_2$  ( $n = 1.38$ ) 透明薄膜作为增透膜. 欲使它对波长为  $\lambda = 632.8 \text{ nm}$  的单色光在正入射时尽量少反射, 则薄膜的厚度最小应是多少?

27. (本题 5 分)(5754)

在折射率为  $n_3$  的平板玻璃上镀一层薄膜 (折射率为  $n_2$ ). 波长为  $\lambda$  的单色平行光从空气 (折射率为  $n_1$ ) 中以入射角  $i$  射到薄膜上, 欲使反射光尽可能增强, 所镀薄膜的最小厚度是多少? (设  $n_1 < n_2 < n_3$ )



#### 四 理论推导与证明题 (共13分)

##### 28. (本题 8分)(5890)

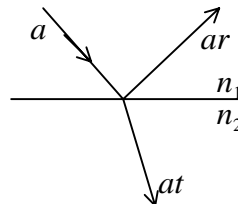
用波长为 $\lambda$ 的单色光照射迈克耳孙干涉仪,产生等倾干涉条纹.试证明第 $k$ 级明纹与第 $(k+1)$ 级明纹的角间隔 $(\Delta\theta)_k$ 近似是

$$(\Delta\theta)_k = \theta_k - \theta_{k+1} \approx \lambda / (2e \sin \theta_k),$$

式中 $e$ 是等效空气薄膜的厚度.

##### 29. (本题 5分)(1759)

如图所示, $a$ 是入射光的振幅, $r$ 是其反射光对入射光的振幅比值,称为振幅反射系数; $t$ 是其折射光对入射光的振幅比值,称为振幅透射系数.现让反射光和折射光各作逆向进行,如果没有吸收,请作简图并根据光的可逆性原理证明下列关系



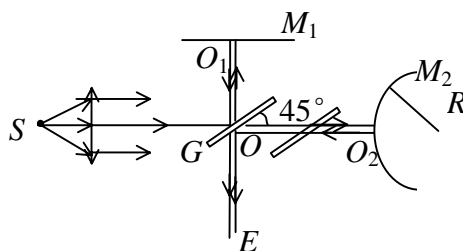
$$(1) \quad tt' = 1 - r^2 \quad (2) \quad r' = -r$$

$r'$ 、 $t'$ 各表示光在逆向进行(即从第二种介质射向两种介质交界面)时的振幅反射系数和振幅透射系数.

#### 五 回答问题 (共40分)

##### 30. (本题 5分)(0457)

图示装置是在迈克耳孙干涉仪的一臂上用凸面反射镜 $M_2$ 代替原平面镜 $M_2$ ,且调节到光程 $OO_1 = OO_2$ .分束板 $G$ 与 $M_1$ 、 $M_2$ 成 $45^\circ$ 角.现以单色平行光入射.



- (1) 在 $E$ 处观察 $M_1$ 表面,观察到的干涉图样呈现什么形状?试求出第 $k$ 级亮纹的位置.
- (2) 当 $M_1$ 朝 $G$ 移动时,干涉条纹如何变化?

##### 31. (本题 10分)(1766)

什么是光的时间相干性?

##### 32. (本题 10分)(1767)

试以双缝干涉为例说明什么是光的空间相干性?

##### 33. (本题 10分)(1767)

试以双缝干涉为例说明什么是光的空间相干性?

##### 34. (本题 5分)(7941)

试画出三缝干涉条纹中,亮条纹中心处光振动叠加的振幅矢量图和两亮条纹之间最暗处光振动叠加的振幅矢量图.