

学号：_____ 姓名：_____ 教师：时红艳

2018 春大学物理 C 作业九

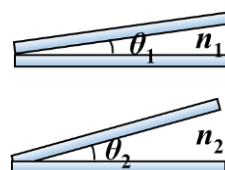
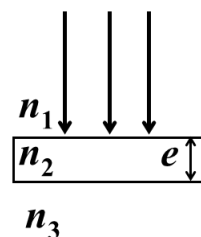
第十一章 波动光学

一、选择题

1. 在相同时间内，一束波长为 λ 的单色光在空中和在玻璃中，传播的路程____，走过的光程____； [C]
(A) 相等，相等 (B) 相等，不相等
(C) 不相等，相等 (D) 不相等，不相等
2. 根据惠更斯-菲涅尔原理，若已知光在某时刻的波振面为 S，则 S 的前方某点 P 的光强度决定于波振面 S 上所有面元发出的子波各自传到 P 点的 [D]
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。
3. 双缝干涉实验中，两条缝原来宽度相等，若其中一缝略变宽，则 [B]
A、干涉条纹间距变宽；
B、干涉条纹间距不变，但光强极小处的亮度增加；
C、干涉条纹间距不变，但条纹移动；
D、不发生干涉现象。

二、填空题

4. 光强均为 I_0 的两束相干光相遇而发生干涉时，在相遇区域内有可能出现的最大光强是 $4I_0$ 。
5. 在双缝干涉试验中，用折射率为 n 的薄云母片覆盖其中的一条狭缝，这时屏幕上的第 7 级明纹恰好移到屏幕中央原零级明纹的位置，设入射光波长为 λ ，则云母片的厚度为 $7\lambda/(n-1)$ 。
6. 如图所示，折射率为 n_2 ，厚度为 e 的透明介质薄膜的上、下方透明介质的折射率分别为 n_1 和 n_3 ，且 $n_1 < n_2 < n_3$ ，若用波长为 λ 的单色平行光垂直入射到该薄膜上，则从薄膜上下两表面反射的光束之间的光程差为 $2n_2e$ 。
7. 波长为 λ 的单色平行光垂直照射两个劈尖上，两劈尖角分别为 θ_1 和 θ_2 ，折射率分别为 n_1 和 n_2 ，若两者分别形成的干涉条纹的明条纹间距相等，则 θ_1 ， θ_2 ， n_1 ， n_2 之间的关系为 $n_1\theta_1 = n_2\theta_2$ 。



8. 平行单色光垂直入射于单缝上, 观察夫琅和费衍射。若屏上 P 点处为第二级暗纹, 则单缝处波面相应地可划分为 4 个半波带, 若将单缝宽度缩小一半, P 点将是第 1 级 暗 纹。
9. 光栅衍射实验中屏上看到的光强分布是 多缝干涉 受 单缝衍射 调制的结果。

三、计算题

10. 在迈克耳孙干涉仪的两臂中, 分别插入长 $l=10.00\text{cm}$ 的玻璃管, 其中一个抽成真空, 另一个则储有压强为 $1.0\times 10^5\text{Pa}$ 的空气, 用以测量空气的折射率 n 。设所用光波波长为 546nm , 实验时, 向真空玻璃管中逐渐充入空气, 直至压强达到 $1.0\times 10^5\text{Pa}$ 为止。在此过程中, 观察到 107.2 条干涉条纹的移动, 试求空气的折射率?

解: $\delta = (n-1)l = 107.2 \times \lambda / 2$

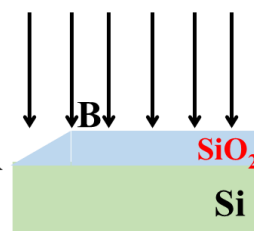
带入 l 和 λ , 可得 $n=1$ 。

11. 在 Si 的平表面上氧化了一层厚度均匀的 SiO_2 薄膜, 为了测量薄膜厚度, 将它的一部分磨成劈形 (示意图中的 AB 段)。现用波长为 600 nm 的平行光垂直照射, 观察反射光形成的等厚干涉条纹。在图中 AB 段共有 8 条暗纹, 且 B 处恰恰是一条暗纹, 求薄膜的厚度。(Si 折射率为 3.42, SiO_2 折射率为 1.50)
- 答: 上下表面反射都有相位突变 π , 所以计算光程差时不必考虑附加半波长。设薄膜的厚度为 e , B 处为暗纹, 所以:

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

A 为明纹, B 处出现第 8 条暗纹, 对应上式中 $k=7$, 得到: A

$$e = \frac{(2k+1)\lambda}{4n} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mm}$$



12. 用波长 $\lambda=500\text{ nm}$ 的单色光垂直照射两块玻璃板 (一端刚好接触形成劈尖), 劈尖角度 $\theta=2\times 10^{-4}\text{ rad}$, 如果劈尖内充满折射率为 $n=1.40$ 的液体, 求从劈尖数起第五个明纹在充满液体前后移动的距离。
- 答: 第五个明纹处膜厚为 e , 有:

$$2ne + \lambda/2 = 5\lambda;$$

又因 $e=L\theta$, 得: $2nL\theta=9\lambda/2$, 进一步推出:

$$L=9\lambda/(4n\theta),$$

通过对比充满液体前后折射率的变化我们可以得到第五级明纹移动的距离为:

$$\Delta L = \frac{9\lambda}{4\theta} - \frac{9\lambda}{4n\theta} = 1.61 \text{ m}$$

13. 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° , 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 $-\pi/2 < \varphi < \pi/2$ 范围内可观察到的全部主极大的级次?

解: (1) 由光栅衍射的主极大公式得: $a+b = k\lambda / \sin\varphi = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm}$

(2) 若第三级不缺级, 则由光栅公式得: $(a+b) \sin\varphi' = 3\lambda$

由于第三级缺级, 则对应于最小可能的 a , φ' 方向应是单缝衍射第一级暗纹: 两式比较, 得 $a \sin\varphi' = \lambda$

$$a = (a+b)/3 = 8.0 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

(3) $(a+b) \sin\varphi = k\lambda$ (主极大)

$a \sin\varphi = k'\lambda$ (单缝衍射极小) ($k' = 1, 2, 3, \dots$) 因此 $k = 3, 6, 9, \dots$ 缺级;

又 $\because k_{\max} = (a+b)/\lambda = 4$,

实际呈现出的是 $k = 0, \pm 1, \pm 2$ 级明纹, ($k = \pm 4$ 在 $\pi/2$ 处不可见)。

14. 有一束自然光和线偏振光组成的混合光, 当它通过偏振片时改变偏振片的取向, 发现透射光强可以变化 7 倍。试求入射光中两种光的光强度各占总入射光强的比例。

答: 自然光占 $1/4$; 线偏振光占 $3/4$ 。