

一 计算题 (共211分)

1. (本题 5分)(3210)

在某个单缝衍射实验中, 光源发出的光含有两种波长 λ_1 和 λ_2 , 垂直入射于单缝上. 假如 λ_1 的第一级衍射极小与 λ_2 的第二级衍射极小相重合, 试问

- (1) 这两种波长之间有何关系?
- (2) 在这两种波长的光所形成的衍射图样中, 是否还有其他极小相重合?

2. (本题 5分)(3359)

波长为 600 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的单色光垂直入射到宽度为 $a=0.10\text{ mm}$ 的单缝上, 观察夫琅禾费衍射图样, 透镜焦距 $f=1.0\text{ m}$, 屏在透镜的焦平面处. 求:

- (1) 中央衍射明条纹的宽度 Δx_0 ;
- (2) 第二级暗纹离透镜焦点的距离 x_2 .

3. (本题 5分)(3714)

在用钠光($\lambda=589.3\text{ nm}$)做光源进行的单缝夫琅禾费衍射实验中, 单缝宽度 $a=0.5\text{ mm}$, 透镜焦距 $f=700\text{ mm}$. 求透镜焦平面上中央明条纹的宽度. ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

4. (本题 5分)(3724)

用氦氖激光器发射的单色光(波长为 $\lambda=632.8\text{ nm}$)垂直照射到单缝上, 所得夫琅禾费衍射图样中第一级暗条纹的衍射角为 5° , 求缝宽度. ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

5. (本题 5分)(3725)

某种单色平行光垂直入射在单缝上, 单缝宽 $a=0.15\text{ mm}$. 缝后放一个焦距 $f=400\text{ mm}$ 的凸透镜, 在透镜的焦平面上, 测得中央明条纹两侧的两个第三级暗条纹之间的距离为 8.0 mm , 求入射光的波长.

6. (本题 5分)(3726)

单缝的宽度 $a=0.10\text{ mm}$, 在缝后放一焦距为 50 cm 的会聚透镜, 用平行绿光 ($\lambda=546\text{ nm}$)垂直照射到单缝上, 试求位于透镜焦平面处的屏幕上中央明条纹宽度. ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

7. (本题 5分)(3727)

用波长 $\lambda=632.8\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的平行光垂直照射单缝, 缝宽 $a=0.15\text{ mm}$, 缝后用凸透镜把衍射光会聚在焦平面上, 测得第二级与第三级暗条纹之间的距离为 1.7 mm , 求此透镜的焦距.

8. (本题 8分)(3729)

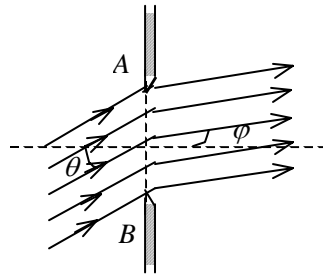
在夫琅禾费单缝衍射实验中, 如果缝宽 a 与入射光波长 λ 的比值分别为(1) 1, (2) 10, (3) 100, 试分别计算中央明条纹边缘的衍射角. 再讨论计算结果说明什么问题.

9. (本题 5分)(3730)

用波长 $\lambda=632.8\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的平行光垂直入射在单缝上, 缝后用焦距 $f=40\text{ cm}$ 的凸透镜把衍射光会聚于焦平面上. 测得中央明条纹的宽度为 3.4 mm , 单缝的宽度是多少?

10. (本题 5分)(3743)

如图所示, 设波长为 λ 的平面波沿与单缝平面法线成 θ 角的方向入射, 单缝 AB 的宽度为 a , 观察夫琅禾费衍射. 试求出各极小值(即各暗条纹)的衍射角 φ .



11. (本题 5分)(5654)

在单缝的夫琅禾费衍射中, 缝宽 $a=0.100\text{ mm}$, 平行光垂直入射在单缝上, 波长 $\lambda=500\text{ nm}$, 会聚透镜的焦距 $f=1.00\text{ m}$. 求中央亮纹旁的第一个亮纹的宽度 Δx . ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

12. (本题 10分)(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 λ_r 在 $0.63\text{—}0.76\mu\text{m}$ 范围内, 蓝谱线波长 λ_b 在 $0.43\text{—}0.49\mu\text{m}$ 范围内. 当光垂直入射到光栅时, 发现在衍射角为 24.46° 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?

13. (本题 10分)(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.

14. (本题 10分)(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° , 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 $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$ 范围内可能观察到的全部主极大的级次.

15. (本题 10分)(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 $\varphi=60^\circ$ 的方向上. 求此光栅的光栅常数 d .

16. (本题 5分)(3222)

一束具有两种波长 λ_1 和 λ_2 的平行光垂直照射到一衍射光栅上,测得波长 λ_1 的第三级主极大衍射角和 λ_2 的第四级主极大衍射角均为 30° . 已知 $\lambda_1=560\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$), 试求:

- (1) 光栅常数 $a+b$
- (2) 波长 λ_2

17. (本题 8分)(3223)

用一束具有两种波长的平行光垂直入射在光栅上, $\lambda_1=600\text{ nm}$, $\lambda_2=400\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$), 发现距中央明纹 5 cm 处 λ_1 光的第 k 级主极大和 λ_2 光的第 $(k+1)$ 级主极大相重合, 放置在光栅与屏之间的透镜的焦距 $f=50\text{ cm}$, 试问:

- (1) 上述 $k=?$
- (2) 光栅常数 $d=?$

18. (本题 5分)(3365)

用含有两种波长 $\lambda=600\text{ nm}$ 和 $\lambda'=500\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的复色光垂直入射到每毫米有 200 条刻痕的光栅上, 光栅后面置一焦距为 $f=50\text{ cm}$ 的凸透镜, 在透镜焦平面处置一屏幕, 求以上两种波长光的第一级谱线的间距 Δx .

19. (本题 5分)(3529)

以波长 $400\text{ nm}—760\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的白光垂直照射在光栅上, 在它的衍射光谱中, 第二级和第三级发生重叠, 求第二级光谱被重叠的波长范围.

20. (本题 8分)(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 $\lambda=600\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)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?

21. (本题 8分)(3736)

氢放电管发出的光垂直照射到某光栅上, 测得波长 $\lambda_1=0.668\text{ }\mu\text{m}$ 的谱线的衍射角为 $\varphi=20^\circ$. 如果在同样 φ 角处出现波长 $\lambda_2=0.447\text{ }\mu\text{m}$ 的更高级次的谱线, 那么光栅常数最小是多少?

22. (本题 8分)(3737)

氢放电管发出的光垂直照射在某光栅上, 在衍射角 $\varphi=41^\circ$ 的方向上看到 $\lambda_1=656.2\text{ nm}$ 和 $\lambda_2=410.1\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ }\mu$)的谱线相重合, 求光栅常数最小是多少?

23. (本题 10分)(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° .

- (1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为 30° , 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. ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

24. (本题 8分)(3754)

一平面衍射光栅宽 2 cm, 共有 8000 条缝, 用钠黄光(589.3 nm)垂直入射, 试求出可能出现的各个主极大对应的衍射角. ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)

25. (本题 5分)(3757)

某种单色光垂直入射到每厘米有 8000 条刻线的光栅上, 如果第一级谱线的衍射角为 30° 那么入射光的波长是多少? 能不能观察到第二级谱线?

26. (本题 5分)(5216)

用波长为 589.3 nm ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)的钠黄光垂直入射在每毫米有 500 条缝的光栅上, 求第一级主极大的衍射角.

27. (本题 5分)(5217)

一块每毫米 500 条缝的光栅, 用钠黄光正入射, 观察衍射光谱. 钠黄光包含两条谱线, 其波长分别为 589.6 nm 和 589.0 nm. ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)求在第二级光谱中这两条谱线互相分离的角度.

28. (本题 8分)(5535)

波长范围在 450~650 nm 之间的复色平行光垂直照射在每厘米有 5000 条刻线的光栅上, 屏幕放在透镜的焦面处, 屏上第二级光谱各色光在屏上所占范围的宽度为 35.1 cm. 求透镜的焦距 f . ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

29. (本题 10分)(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° 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? ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)

30. (本题 5分)(5662)

钠黄光中包含两个相近的波长 $\lambda_1=589.0\text{ nm}$ 和 $\lambda_2=589.6\text{ nm}$. 用平行的钠黄光垂直入射在每毫米有 600 条缝的光栅上, 会聚透镜的焦距 $f=1.00\text{ m}$. 求在屏幕上形成的第 2 级光谱中上述两波长 λ_1 和 λ_2 的光谱之间的间隔 Δl . ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)

31. (本题 10分)(5226)

一双缝, 缝距 $d=0.40\text{ mm}$, 两缝宽度都是 $a=0.080\text{ mm}$, 用波长为 $\lambda=480\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的平行光垂直照射双缝, 在双缝后放一焦距 $f=2.0\text{ m}$ 的透镜求:

(1) 在透镜焦平面处的屏上, 双缝干涉条纹的间距 l ;

(2) 在单缝衍射中央亮纹范围内的双缝干涉亮纹数目 N 和相应的级数.

二 理论推导与证明题 (共 5分)

32. (本题 5分)(5329)

两光谱线波长分别为 λ 和 $\lambda+\Delta\lambda$, 其中 $\Delta\lambda \ll \lambda$. 试证明: 它们在同一级光栅光谱中的角距离

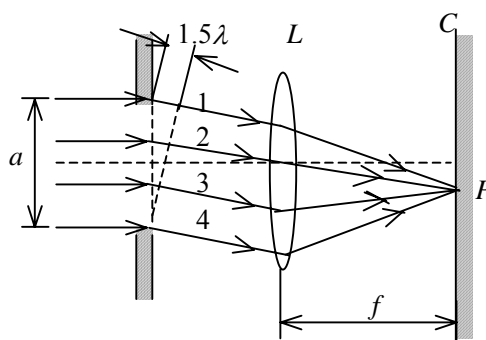
$$\Delta\theta \approx \Delta\lambda / \sqrt{(d/k)^2 - \lambda^2}$$

其中 d 是光栅常数, k 是光谱级次.

三 回答问题 (共45分)

33. (本题 5分)(3745)

图为单缝衍射装置示意图, 对于会聚到 P 点的衍射光线, 单缝宽度 a 的波阵面恰好可以分成三个半波带, 图中光线 1 和 2, 光线 3 和 4 在 P 点引起的光振动都是反相的, 一对光线的作用恰好抵消. 为什么在 P 点光强是极大而不是零呢?



34. (本题 5分)(3746)

为什么在日常生活中容易察觉声波的衍射现象而不容易观察到光波的衍射现象?

35. (本题 5分)(3747)

用眼睛通过一单狭缝直接观察远处与缝平行的光源, 看到的衍射图样是菲涅耳衍射图样还是夫琅禾费衍射图样? 为什么?

36. (本题 5分)(3749)

在单缝衍射实验中, 当缝的宽度 a 远大于单色光的波长时, 通常观察不到衍射条纹. 试由单缝衍射暗条纹条件的公式说明这是为什么.

37. (本题 5分)(3750)

在单缝衍射图样中, 离中心明条纹越远的明条纹亮度越小, 试用半波带法说明.

38. (本题 5分)(3758)

某种单色光垂直入射到一个光栅上, 由单色光波长和已知的光栅常数, 按光栅公式算得 $k=4$ 的主极大对应的衍射方向为 90° , 并且知道无缺级现象. 实际上可观察到的主极大明条纹共有几条?

39. (本题 5分)(3759)

波长为 500 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直入射到每厘米 5000 条刻线的光栅上, 实际上可能观察到的最高级次的主极大是第几级?

40. (本题 5分)(3762)

光栅的衍射光谱和棱镜的色散光谱主要有什么不同?

41. (本题 5分)(3763)

试说明衍射光栅是怎样起分光作用的.