

光学复习提纲

第一章

光的干涉

第一章 光的干涉

1. 光波的迭加

$$\begin{aligned} I &= A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \\ &= A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 \cdot A_2 \cos \Delta\varphi = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2} \cos \Delta\varphi \end{aligned}$$

2、两光束相干的三个条件

- 1) 频率相同；
- 2) 振动方向相同；
- 3) 在观察时间内两振动的相位差恒定。

3、普通光源中获取相干光的方法

A: **分波阵面法**（从同一波阵面上分出两部分作为相干光—杨氏实验）

B: **分振幅法**（次波本身分成两部分，走过不同光程，重新叠加并发生干涉）

4、杨氏实验：明暗条纹公式、干涉花样特点

相长干涉：

$$y = j\lambda \frac{r_0}{d}, \quad j=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

相消干涉：

$$y = (2j+1) \frac{\lambda}{2} \frac{r_0}{d}, \quad j=0, \pm 1, \pm 2,$$

干涉条纹间距：

$$\Delta y = \frac{r_0 \cdot \lambda}{d}。$$

杨氏实验的干涉花样特点：

1. 干涉花样为明暗相间等距离的直条纹，各级亮纹的光强相等；
2. 条纹间距 Δy 与 r_0 、 λ 成正比，与 d 成反比；
3. 白光作为光源，除中央亮纹外，其余各级亮纹都带有颜色，每一级亮纹都是一条从紫到红的彩带。

几种典型的分波阵面法双光束干涉实验：

- 1、菲涅耳双面镜干涉实验；
- 2、洛埃镜干涉实验。

干涉条纹的可见度：

半波损失发生的条件：

- (1) 入射光从光疏介质入射到光密介质；
- (2) 入射角 0° （垂直入射）或 90° （掠入射）

4. 振幅分割法—薄膜干涉

(1) 光程差公式

两个反射光波之间的光程差：（考虑额外光程差的场合：
 $n_1 > n_2 < n_3$; $n_1 < n_2 > n_3$ ）

(2) 等倾干涉条纹：

(a) 等倾条纹的形成：

膜厚 d 恒定 $\delta_r = 2n_2 d \cos i_2 - \frac{\lambda}{2}$ 只决定于入射角，

同一级干涉条纹由相同入射角的光束干涉形成

(b)薄膜等倾条纹的形状:
同心圆族

(c)等倾条纹分布规律:
光程差公式

$$\delta_r = 2n_2d \cos i_2 - \frac{\lambda}{2} = j\lambda$$

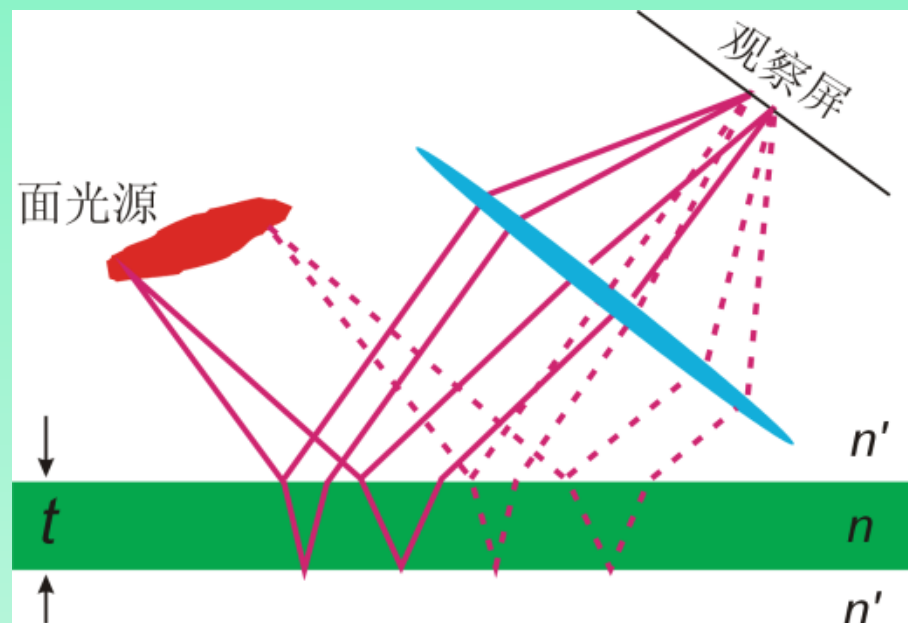
i_2 减小 $\cos i_2$ 增大:

条纹级次,内高外低

相邻条纹的间距为:

$$n_2(\cos i'_2 - \cos i_2) = \frac{\lambda}{2d} \quad \Rightarrow \quad i_2^2 - i'_2{}^2 = \frac{\lambda}{n_2d}$$

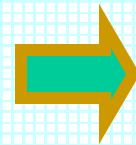
d 越大、相邻条纹的间距越小，即条纹越密。



图示：面光源照明

视场中央 $i_2 \cong 0$

$$\delta_r = 2n_2 d \cos i_2 - \frac{\lambda}{2}$$



$$2n_2 d - \frac{\lambda}{2} = j\lambda$$

$$\Delta j = \frac{2n_2}{\lambda} \Delta d \quad \text{h 每增加 } \frac{\lambda}{2n_2} \text{ 时, } j \text{ 增大一个级次.}$$

当 d 可连续改变, d 每增加 $\frac{\lambda}{2n_2}$ 时, 干涉条纹中央就涨出一个新的圆条纹。

(3) 等厚干涉条纹:

等厚干涉--- 倾角 i_2 恒定, δ 由 d 决定

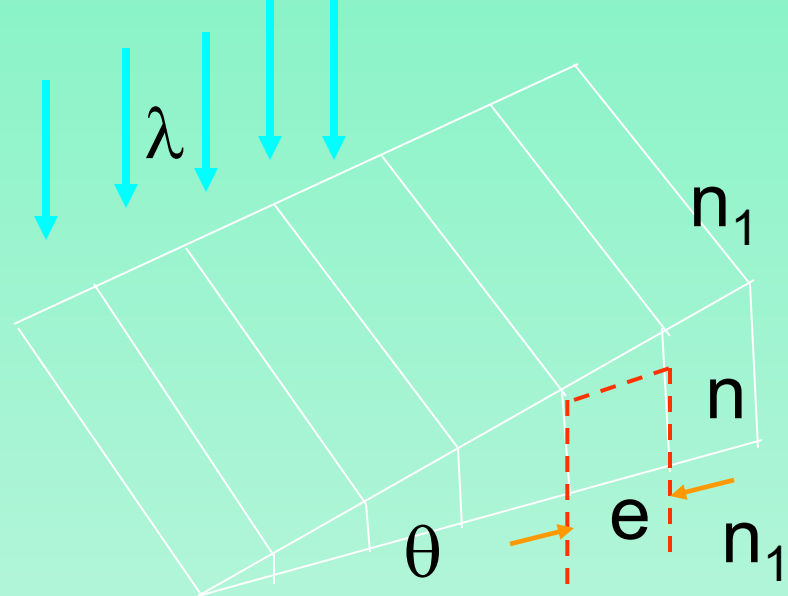
(a) 光程差公式

$$\text{垂直入射} \quad \delta = 2n_2 d - \frac{\lambda}{2} = j\lambda$$

(b) 劈形膜的干涉条纹

$$\Delta d_0 = d_{j+1} - d_j = \frac{\lambda}{2n}$$

相邻条纹间距 $\Delta l = \Delta x = \frac{\lambda}{2n_2 \theta}$

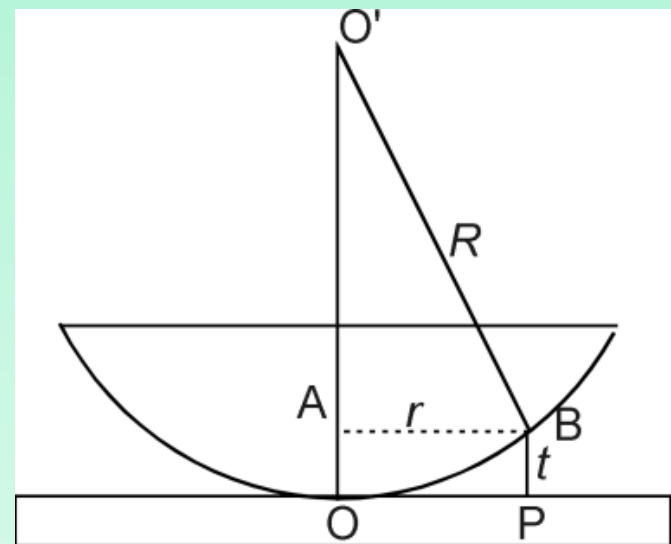


(c) 牛顿环

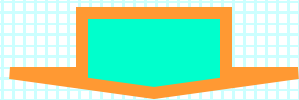
$d = \frac{r^2}{2R}$ 正入射 $\Rightarrow \cos i_2 \sim 1, n_2 = 1$

光程差公式

$$\delta = 2n_2 d \cos i_2 - \frac{\lambda}{2} = \frac{r^2}{R} - \frac{\lambda}{2} = j\lambda$$



$$r_j = \begin{cases} \sqrt{R(2j+1)\lambda/2} & \text{亮环半径} \\ \sqrt{Rj\lambda} & \text{暗环半径} \end{cases}$$



$$R = \frac{r_{j+m}^2 - r_j^2}{m\lambda} \quad \text{和} \quad r_j \propto \sqrt{j} \quad \Rightarrow \quad \text{牛顿环条纹中央疏边缘密}$$

$$\text{中心处 } r = 0 \Rightarrow \delta = -\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \text{牛顿环中心是暗点}$$

(d) Michelson 干涉仪

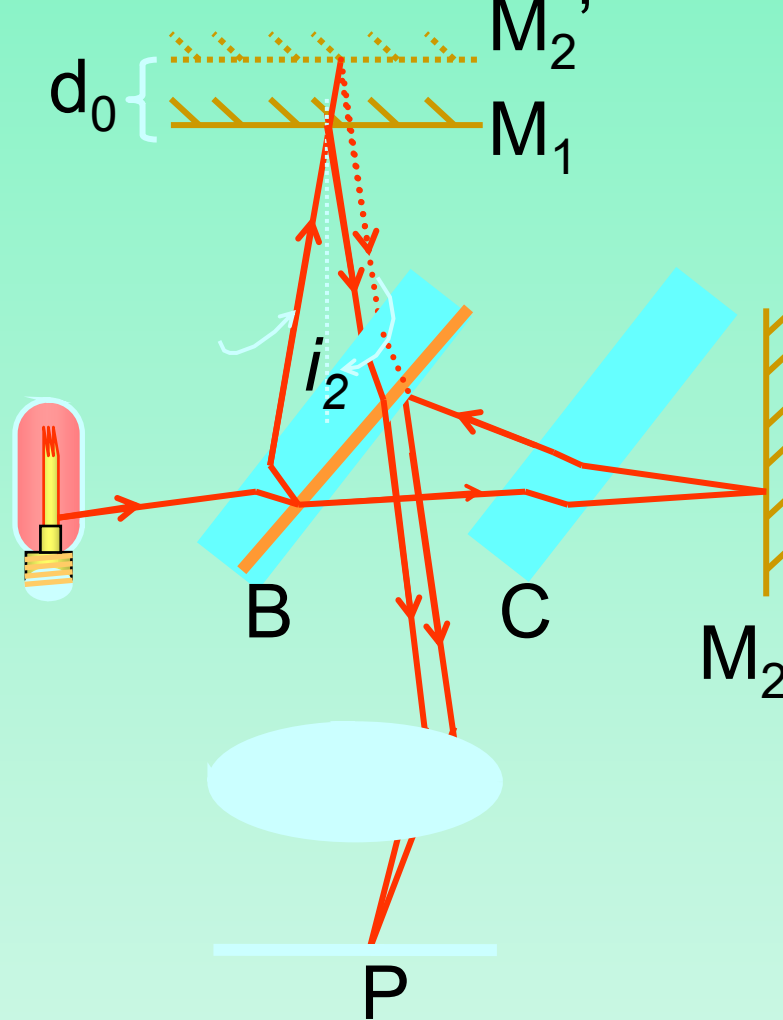
光程差

$$\delta = 2n_2 d \cos i_2$$

“空气薄膜”两侧仍为空气
故无半波损失，干涉条件

$$n_1 = n_2 = 1$$

$$\delta = 2d_0 \cos i_2 = \begin{cases} (2j)\frac{\lambda}{2} & \text{亮} \\ (2j+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗} \end{cases}$$



复习提要

(1) 考试重点:

- 1、杨氏双缝干涉、等倾干涉、等厚干涉中干涉加强及减弱的条件，干涉条纹的特点（如条纹间距等）。
- 2、基本概念：干涉的分类、光程差、半波损失、干涉条纹可见度、迈克耳干涉仪、牛顿环的基本原理。
- 3、课后作业，及本章例题

第二章

光的衍射

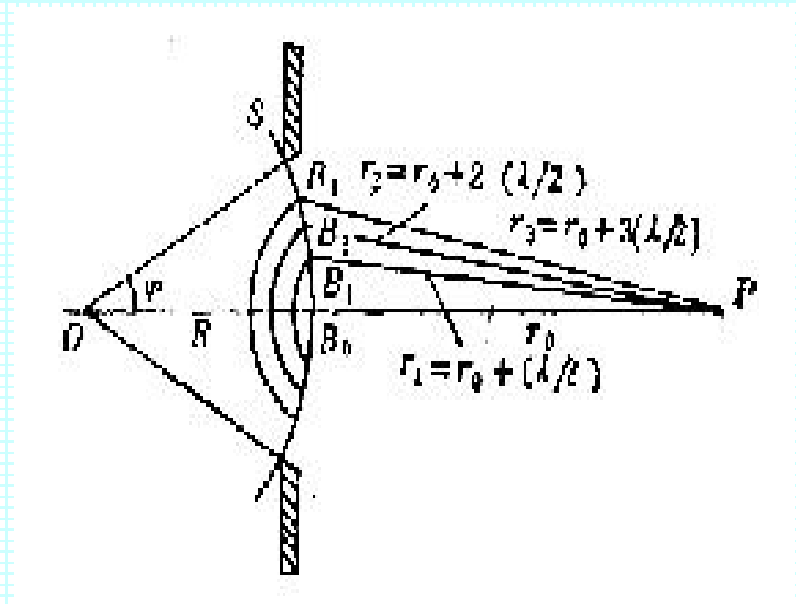
第二章 光的衍射

一、惠更斯-菲涅耳原理

波面S上每一面元 dS 都可以看成是发射次波的波源，发出次波，波面前方某一点P的振动可用波面S上所有的面积元所发出的次波在该点**叠加后的合振幅**来表示。

二、菲涅耳半波带

任何相邻两波带对应部分所发出次波到达P点光程差为 $\lambda/2$ ，这样环形带称**菲涅耳半波带**。



三、菲涅耳圆孔衍射

半波带个数（书上图2-6）

$$k = \frac{R_h^2 (R + r_0)}{\lambda r_0 R} = \frac{R_h^2}{\lambda} \left(\frac{1}{r_0} + \frac{1}{R} \right)$$

- (1) k 为奇数，则合振幅为第一波带和第 k 波带的振幅之和——**亮点**；
- (2) k 为偶数，则合振幅为第一波带与第 k 波带的振幅之差——**暗点**。

圆屏衍射：--泊松亮点

四、夫琅和费单缝衍射

1、强度公式：

中央主极大： $\theta = 0$ ；

次极大： $\sin \theta = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{b}$ ， $k = \pm 1, \pm 2, \dots$ ；

极 小： $\sin \theta = k \frac{\lambda}{b}$ ， $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ 。

2、单缝衍射花样的特点

(1) 各级最大值光强不相等，中央最大值的光强最大，依次减弱；

(2) 中央亮纹是两侧亮纹角宽度的两倍；

(3) 暗纹是等间距的，而次最大值彼此是不等距的，不过随着级数 k 的增大，次最大值也将趋于等间距；

(4) 白光入射，各级条纹展开成彩色条纹，靠近轴线端为紫色，外端为红色，中央亮纹仍然是白色的，其边缘为红色；

五、夫琅和费圆孔衍射

中央亮斑的光强占整个入射光束能量的大部分---**爱里斑**，它的半角宽度（中心到第一暗纹角距离）：

$$\Delta\theta_1 \approx \sin\theta_1 = 0.61 \frac{\lambda}{R} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

六、平面衍射光栅

1、衍射强度分布

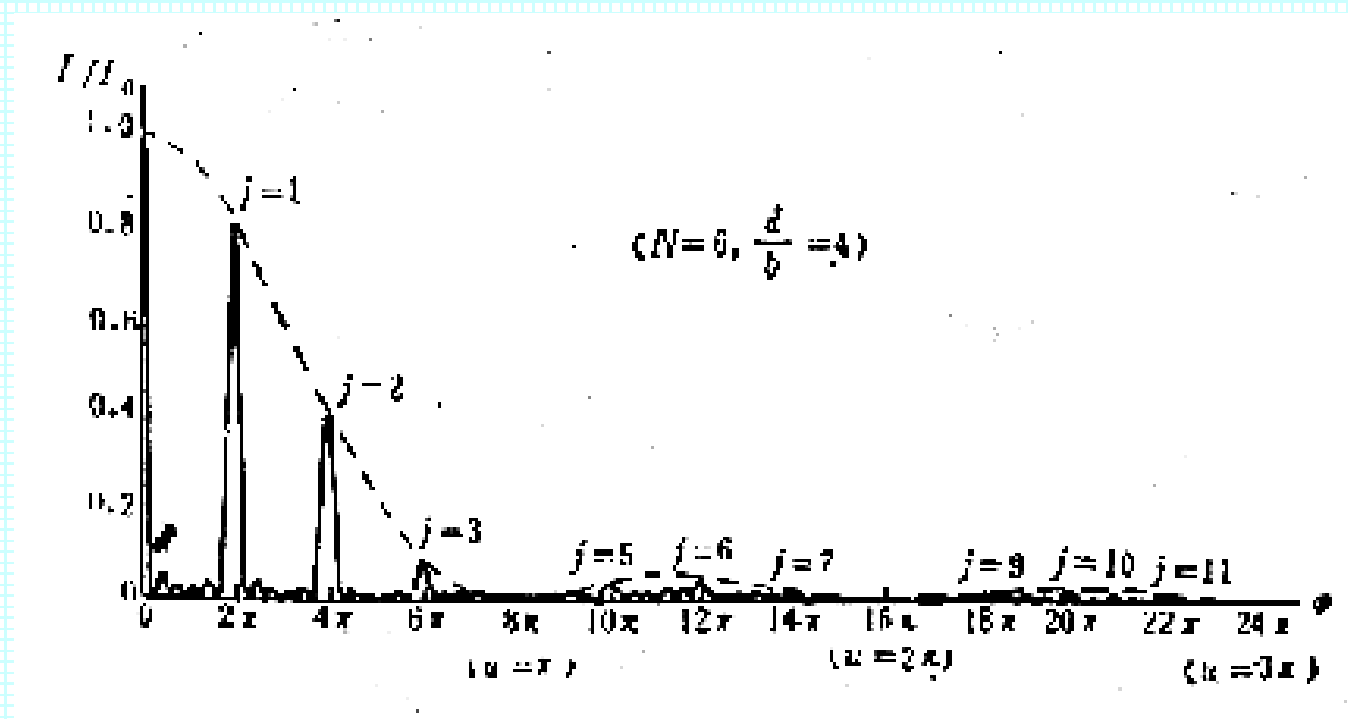
光栅强度分布曲线就是被单缝衍射所调制的多缝干涉强度分布曲线。

(1) 多缝干涉极大: $d \sin \theta = j\lambda$, $j=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$, 多缝干涉主极大称光栅谱线.

(2) 多缝干涉极小: $d \sin \theta = \frac{j'}{N}\lambda$, $j'=\pm 1, \pm 2, \dots \pm (N-1), \pm (N+1), \pm (N+2), \dots$ 两个主极大之间存在了 $N-1$ 个极小, $N-2$ 次极大。

(3) 衍射极小: $b \sin \theta = k\lambda$, $k=\pm 1, \pm 2, \dots$

条纹缺级: $d=mb$, $\pm m, \pm 2m, \dots$ 等条纹缺级



斜入射时，光栅方程: $d(\sin \theta \pm \sin \theta_0) = j\lambda, j = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

入射和衍射光同侧，取“+”

入射和衍射光异侧，取“-”

复习提要

(1) 考试重点:

- 1、菲涅耳衍射：圆孔衍射，圆屏衍射的特点、爱里斑。
- 2、夫琅禾费单缝衍射：明暗条纹位置及特点；
- 3、光栅衍射：光栅方程、缺级、谱线半角宽度。
- 4、基本概念及原理：衍射现象、衍射分类、惠更斯-菲涅耳原理、菲涅耳半波带
- 5、课后作业，及本章例题

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/246051143203010210>