



第4讲 近轴光学物像基本公式



- ◆ 近轴区域内成像近似的符合理想，每一个物点对应一确定的像点；
- ◆ 只要物距 l 确定，就可利用近轴光路计算公式得到 l' ；
- ◆ 把像点位置 l' 直接表示成物点位置 l 和球面半径 r 以及介质折射率 n, n' 的函数。

$$l' = f(n, n', r, l)$$

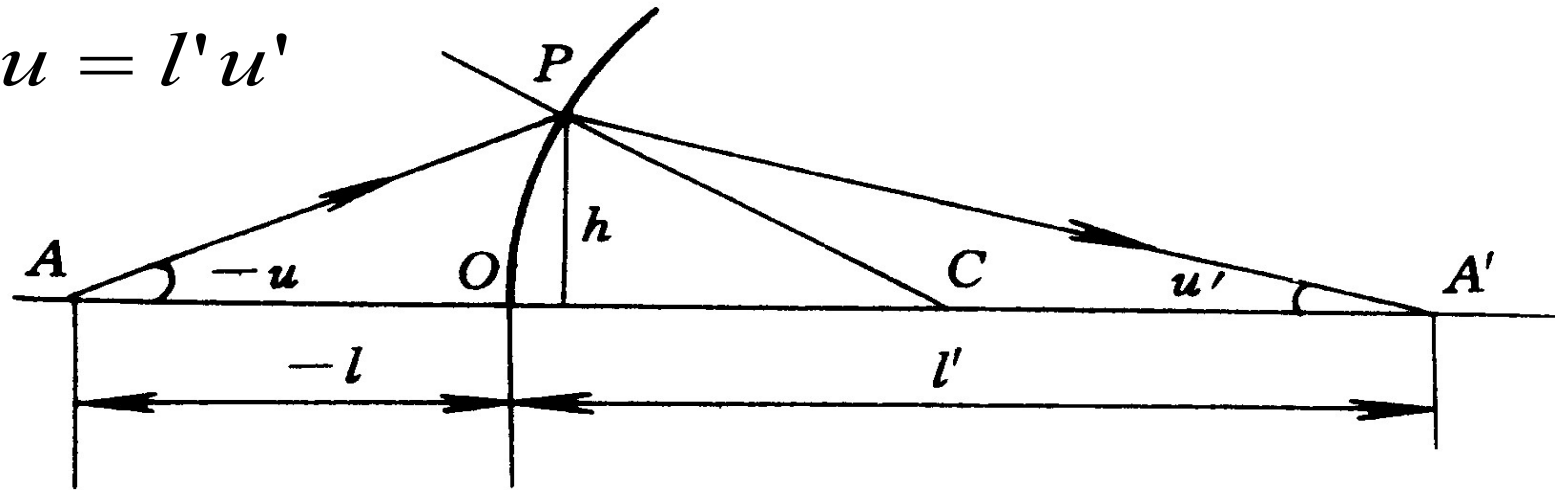


一、近轴光路计算的另一种形式

光线的坐标: $L, L', u, u' \longrightarrow h, u, u'$

h —以光轴为计算起点到光线在球面的投射点

$$h = lu = l'u'$$





将公式 $i = \frac{l-1}{r}u$ 展开并移项得: $ru = -ir + lu$

$$u = -i + \frac{lu}{r} \quad ①$$

由

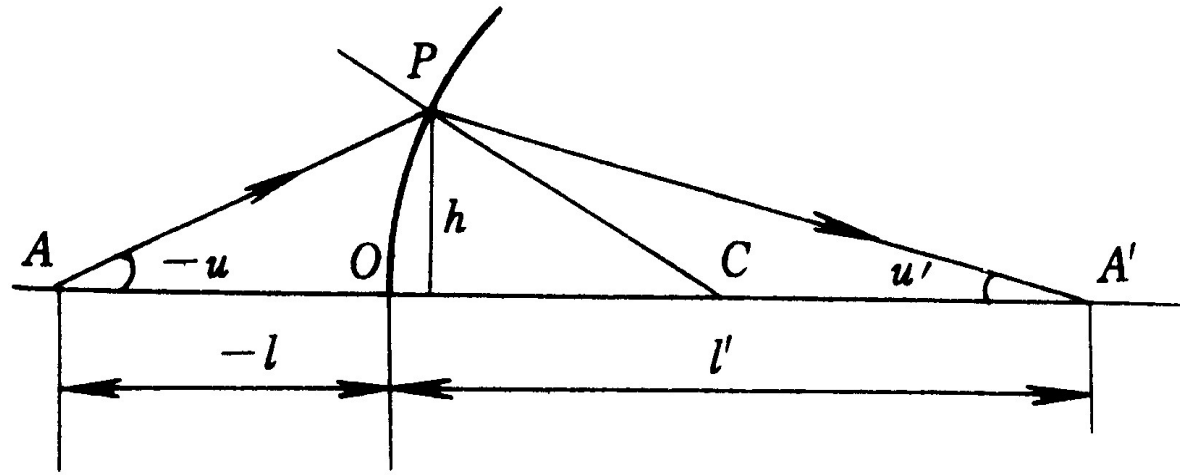
$$l' = r' + \frac{ri'}{u'}$$

可得:

$$u' = i' + \frac{l'u'}{r} \quad ②$$

而

$$h = lu = l'u' \quad ③$$



把③代入① ②，并在第一式两边同乘以n，第二式两侧同乘以n'



$$nu = -ni + \frac{nh}{r}$$

$$n'u' = -n'i' + \frac{n'h}{r}$$

将以上二式相减，并考虑到近轴范围内 $ni = n'i'$

得：

$$n'u' - nu = \frac{h}{r}(n' - n)$$

转面公式

$$\begin{cases} u_2 = u_1' \\ l_2 = l_1' - d_1 \end{cases}$$



$$\begin{cases} u_2 = u_1' \\ h_2 = h_1 - d_1 u_1' \end{cases}$$



二、 $l' = f(n, n', r, l)$

1、物像位置关系式

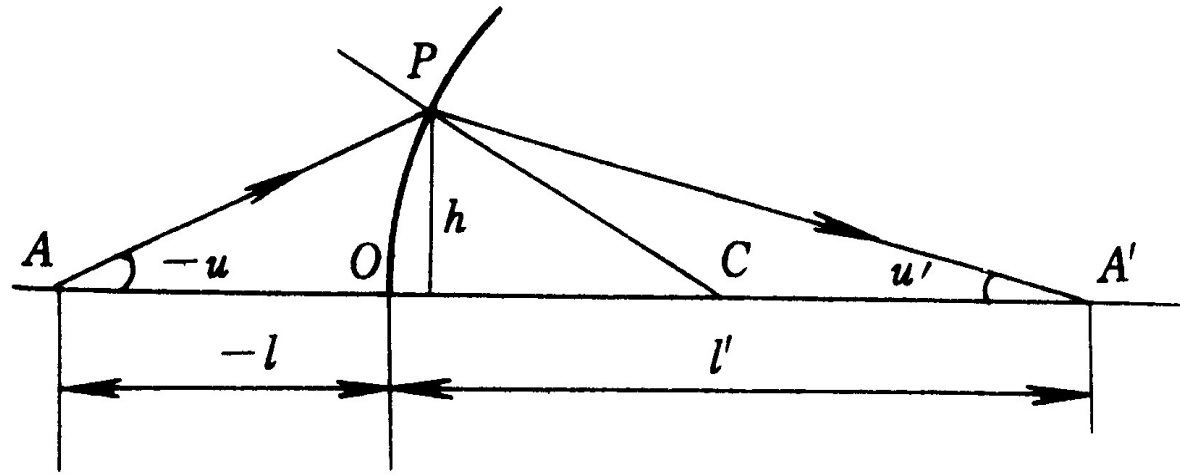
$$n'u' - nu = \frac{h}{r}(n' - n)$$

把公式两侧同除以h

$$\frac{n'u'}{h} - \frac{nu}{h} = \frac{n' - n}{r}$$

将 $\frac{u}{h} = \frac{1}{l}$ $\frac{u'}{h} = \frac{1}{l'}$

代入上式





$$n\left(\frac{1}{l} - \frac{1}{r}\right) = n'\left(\frac{1}{l'} - \frac{1}{r}\right)$$

$$\frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n' - n}{r}$$

——物像位置关系式



2、物像大小关系式

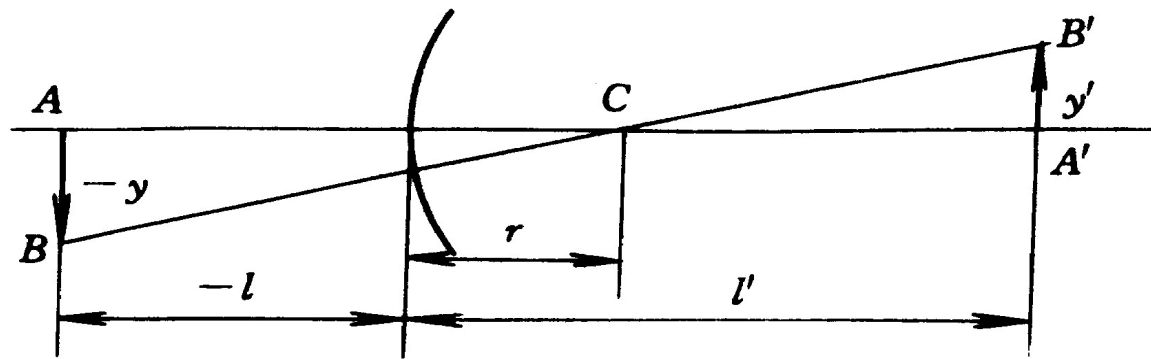
用 y 和 y' 表示物点和像点到光轴的距离。

符号规则：位于光轴上方的 y 、 y' 为正，反之为负。

垂轴放大率

y' / y 称为两共轭面间的垂轴放大率，

用 β 表示， $\beta = \frac{y'}{y}$





由图得 $\frac{-l+r}{l'-r} = \frac{-y}{y'}$

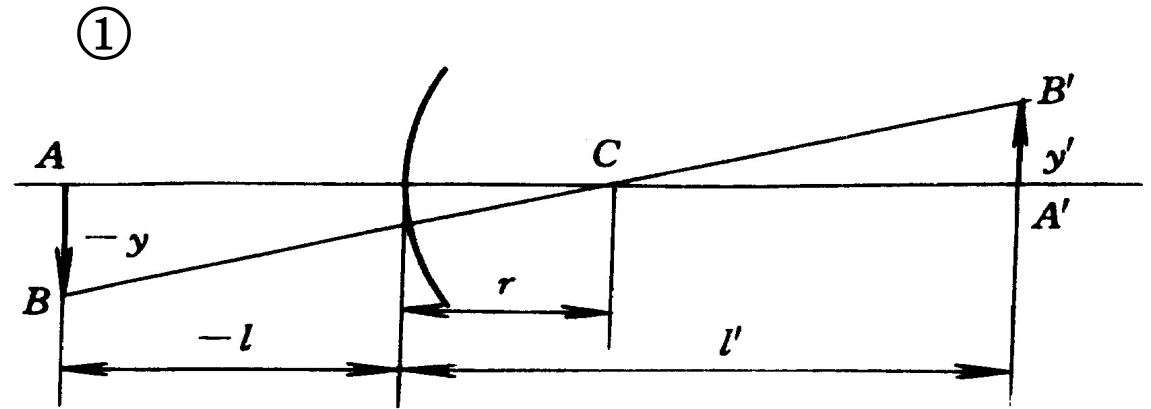
或 $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{l'-r}{l-r}$

由公式

$$n\left(\frac{1}{l} - \frac{1}{r}\right) = n'\left(\frac{1}{l'} - \frac{1}{r}\right)$$

移项并通分，得： $n' \frac{l'-r}{l'} = n \frac{l-r}{l}$ ②

把②代入①， $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{nl'}{n'l}$ ——物像大小关系式





$$\frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n' - n}{r}$$

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{nl'}{n'l}$$

转面公式: $l_2 = l_1' - d$ $y_2 = y_1'$

◆利用公式可由任意位置和大小物体，求得通过单个折射球面后近轴像的大小和位置。

◆对由若干个透镜组成的共轴球面系统，逐面应用公式，可以求得任意共轴系统所成的近轴像的位置和大小



三. 近轴光学基本公式的作用

近轴光学公式适用于近轴区域，有什么用？

第一，作为衡量实际光学系统成像质量的标准。

用近轴光学公式计算的像，称为实际光学系统的理想像。

第二，用它近似地表示实际光学系统所成像的位置和大小。

因此可以把近轴光学公式扩大应用到任意空间