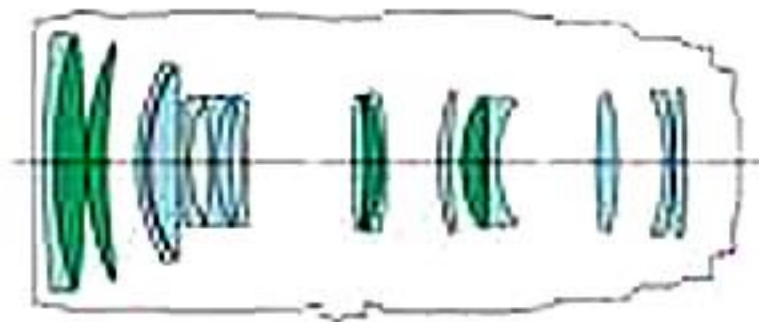


§ 3.7 理想光具组

(145~153页)

共轴光具组：多个球心在同一直线上的折射球面或反射球面组成的光学系统。

例如：照相机镜头由多个透镜(或多个折射球面)组成。



理想光具组的理论：建立**点与点**，**直线与直线**以及**平面与平面**之间共轭关系的**纯几何理论**。

在近轴区域，共轴光具组可以近似看作理想光具组。

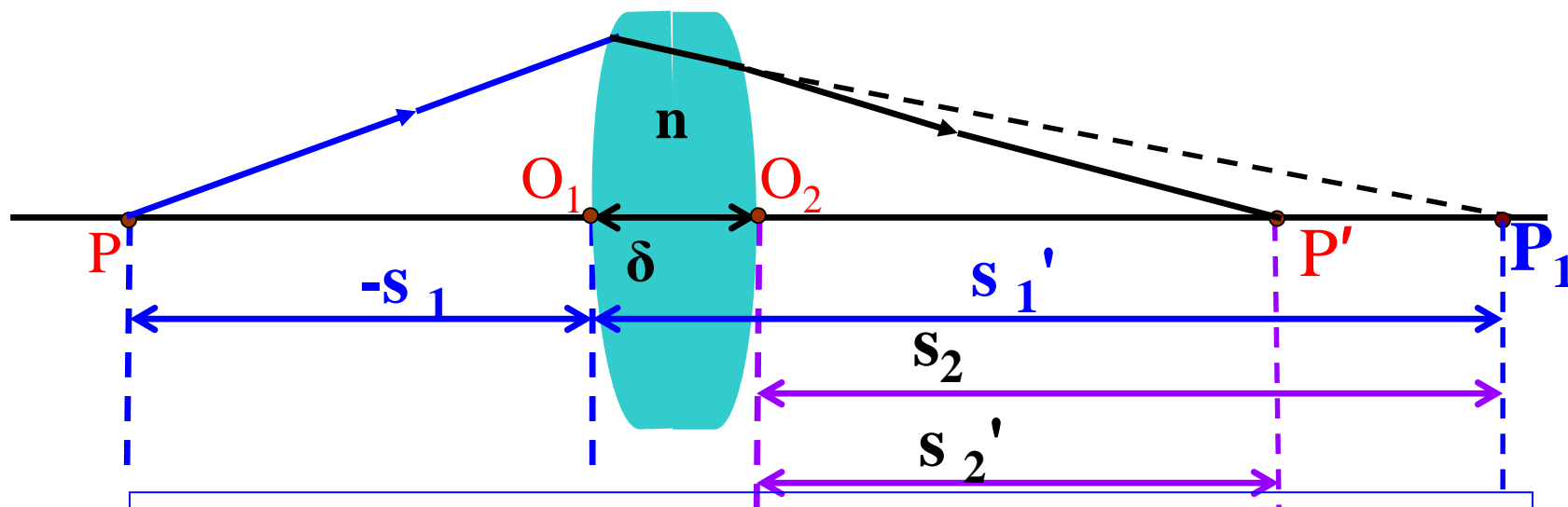
一. 空气中的厚透镜

1. 成像公式:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\beta = \frac{s'}{s}$$

$$\begin{cases} s = s_1 - p \\ s' = s_2' - p' \end{cases}$$



$$f' = \frac{-f_1' \cdot f_2}{n(f_1' - f_2 - \delta)}$$

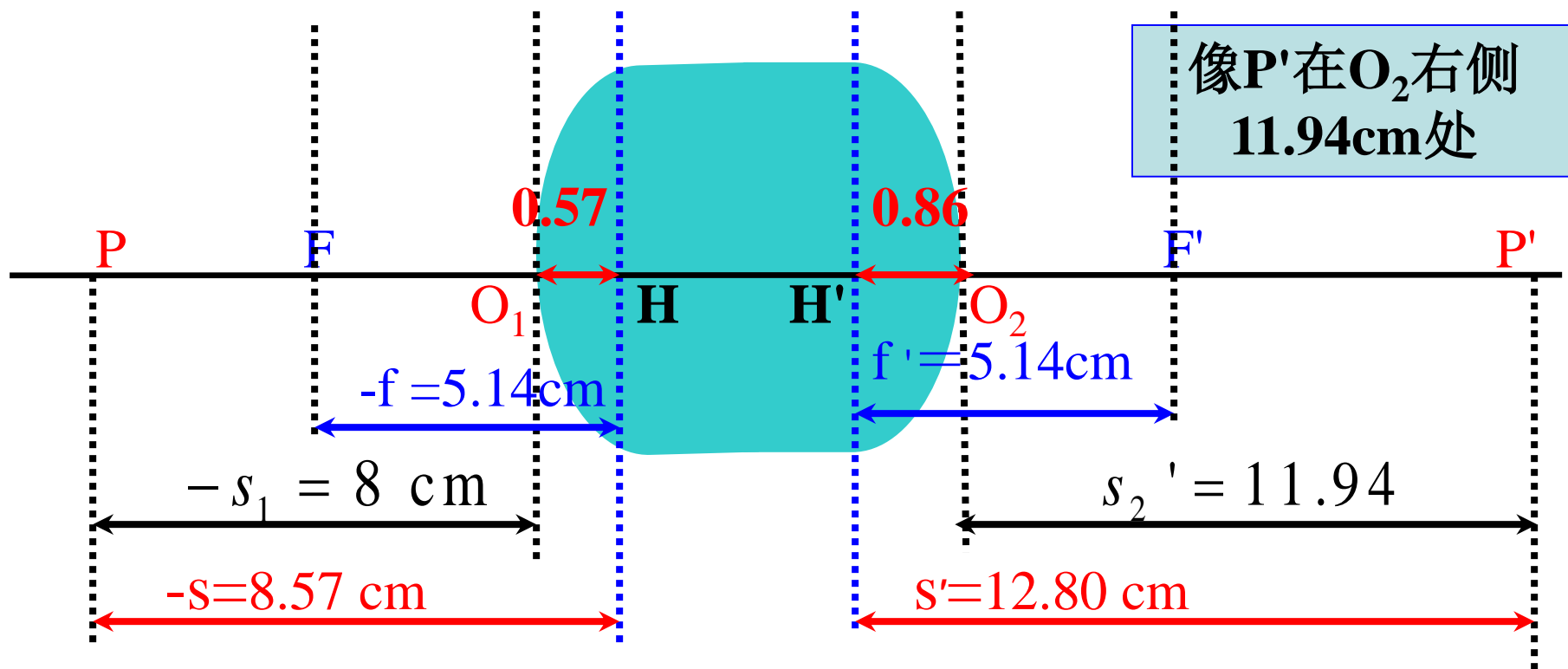
$$p = -\frac{\delta \cdot f'}{f_2}$$

$$p' = -\frac{\delta \cdot f'}{f_1'}$$

$$f_1' = \frac{n r_1}{n - 1}$$

$$f_2 = -\frac{n r_2}{1 - n}$$

例题：双凸厚透镜的两个球面的曲率半径分别为**4cm**和**6cm**，透镜的厚度为**2cm**，折射率为**1.5**。一物点放在曲率半径为**4cm**的球表面前**8cm**处，求像的位置。



2. 基点、基面

1) 主点和主平面

➤ 主点

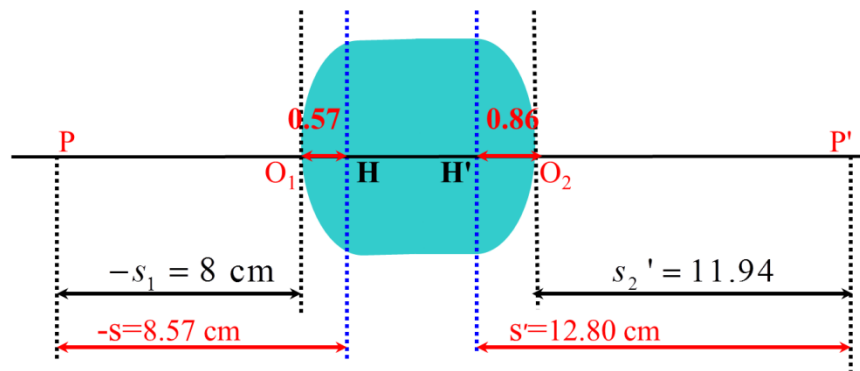
物距和像距的新的起算点分别称为成像系统的**物方主点**和**像方主点**，用 **H** 和 **H'** 表示。

➤ 主平面

通过 **H** 和 **H'** 点垂直于主轴的平面分别称为**物方主平面**和**像方主平面**。

➤ 物方主平面和像方主平面是**横向放大率等于1**的一对共轭面。

➤ 入射到物方主平面上某一点M的任何一条光线，将从像方主平面上同一高度的点M'出射。



2) 焦点和焦平面

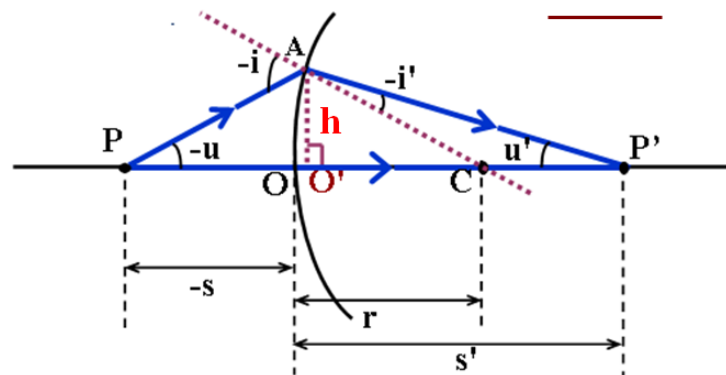
3) 节点

像方节点、物方节点：
 K' 表示.

7. 角放大率 (145页)

又可叫光束会聚比，表示任意一条光线和主轴的夹角在通过光具组前后的比，即光束会聚和发散程度之比。

角度放大率定义为： $\gamma = \frac{u'}{u} \approx \frac{s}{s'}$

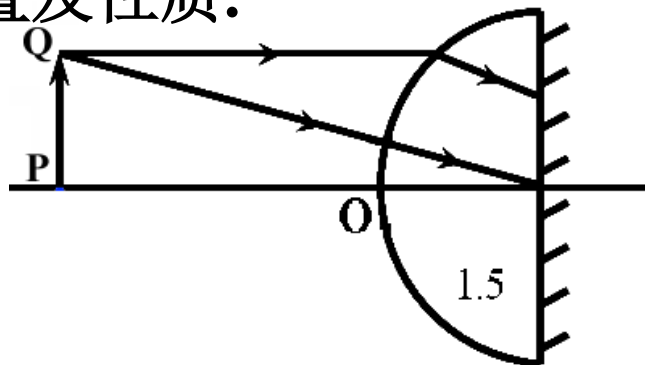


$$\text{角放大率 } \gamma = \frac{u'}{u} = 1$$

通过 K 、 K' 的共轭光线的方向不变。

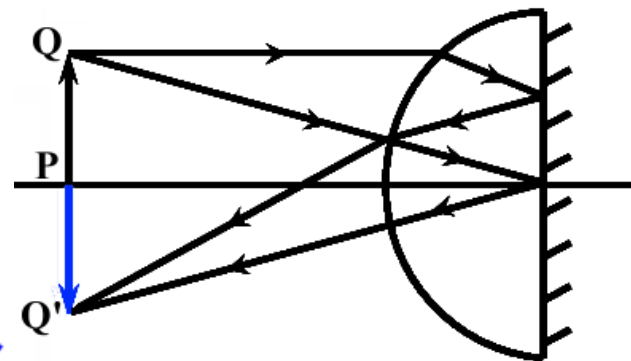
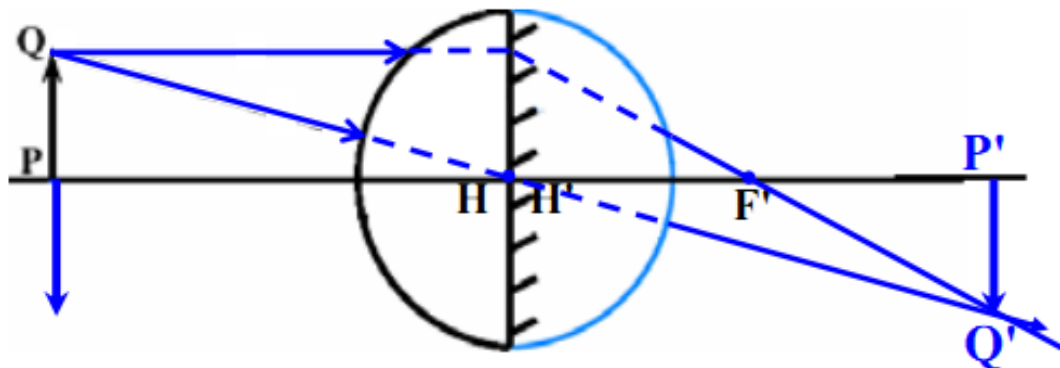
150页 例3.6

一玻璃半球的曲率半径为 R ，折射率为1.5，其平面的一边镀银，如图所示。一物体 PQ 放在凸球面顶点前 $2R$ 处，求这一光学系统所成像的位置及性质。



解：采用镜像法——玻璃半球与其在平面镜中所成的像组成一个玻璃球。光在半球面上来回折射两次的效果，可以用光通过玻璃球的前后表面的两次折射来分析。

➤ 物对玻璃球所成的像对平面镜的反射像就是物对玻璃半球的像。



二. 理想光具组

1. 基点、基面

1) 焦点和焦平面

2) 主点和主平面

3) 节点

4) 作图

2. 成像公式、横向放大率和角放大率



$$\frac{f'}{s'} + \frac{f}{s} = 1$$



即 $ff' = xx'$

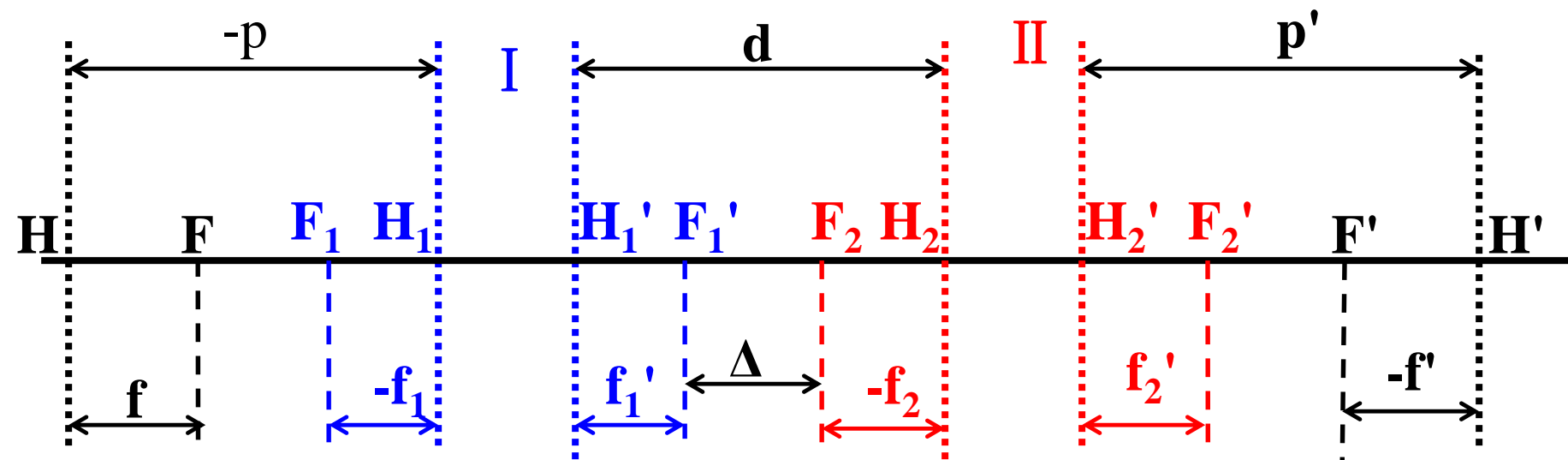


橫向放大率 $\beta = \frac{y'}{y} = -\frac{fs'}{f's} = -\frac{f}{x} = -\frac{x'}{f'} = \frac{f'-s'}{f'} = \frac{f}{f-s}$



角放大率 $\gamma = \frac{u'}{u} \approx \frac{\tan u'}{\tan u} = \frac{s}{s'} = \frac{x}{f'} = \frac{f}{x'}$

3. 确定理想光具组基点和基面



- 光学间隔 Δ ： I 的像方焦点 F_1' 和 II 的物方焦点 F_2 之间的距离。
- d ： I 的像方主点 H_1' 和 II 的物方主点 H_2 之间的距离。

$$d = f_1' + \Delta - f_2$$

$$p' = \frac{f_2' d}{\Delta} \quad \text{以 } H_2' \text{ 为起点, 量 } p' \text{ 距离找到 } H' \text{ 点。}$$

$$f' = -\frac{f_1' f_2'}{\Delta} \quad \text{以 } H' \text{ 为起点, 量 } f' \text{ 距离找到 } F' \text{ 点。}$$

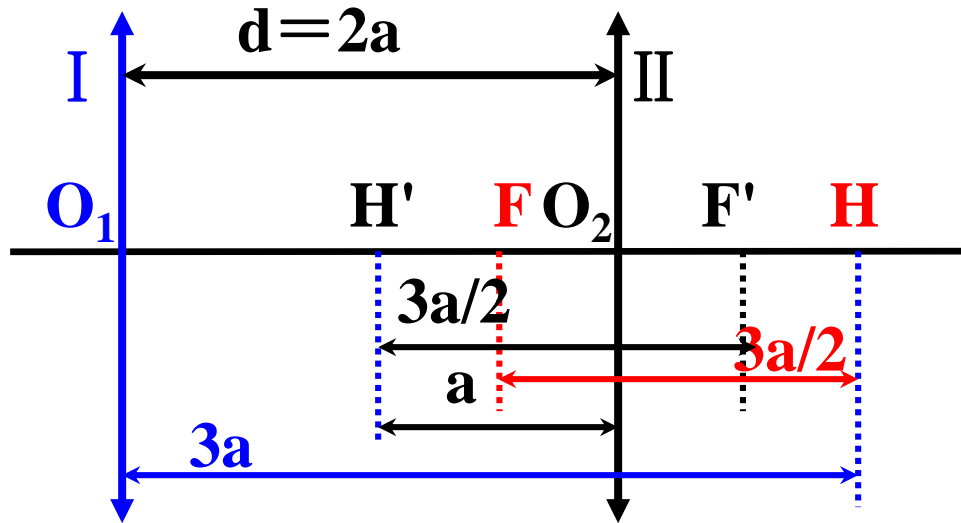
$$p = \frac{f_1 d}{\Delta} \quad \text{以 } H_1 \text{ 为起点, 量 } p \text{ 距离找到 } H \text{ 点。}$$

$$f = \frac{f_1 f_2}{\Delta} \quad \text{以 } H \text{ 为起点, 量 } f \text{ 距离找到 } F \text{ 点。}$$

例题：惠更斯目镜由两个同种玻璃的平凸透镜组成，确定其主点和焦点。

已知： $d = 2a$ ， $f_1' = 3a$ ， $f_2' = a$

$$\therefore \Delta = d + f_2 - f_1' = 2a + (-a) - 3a = -2a$$

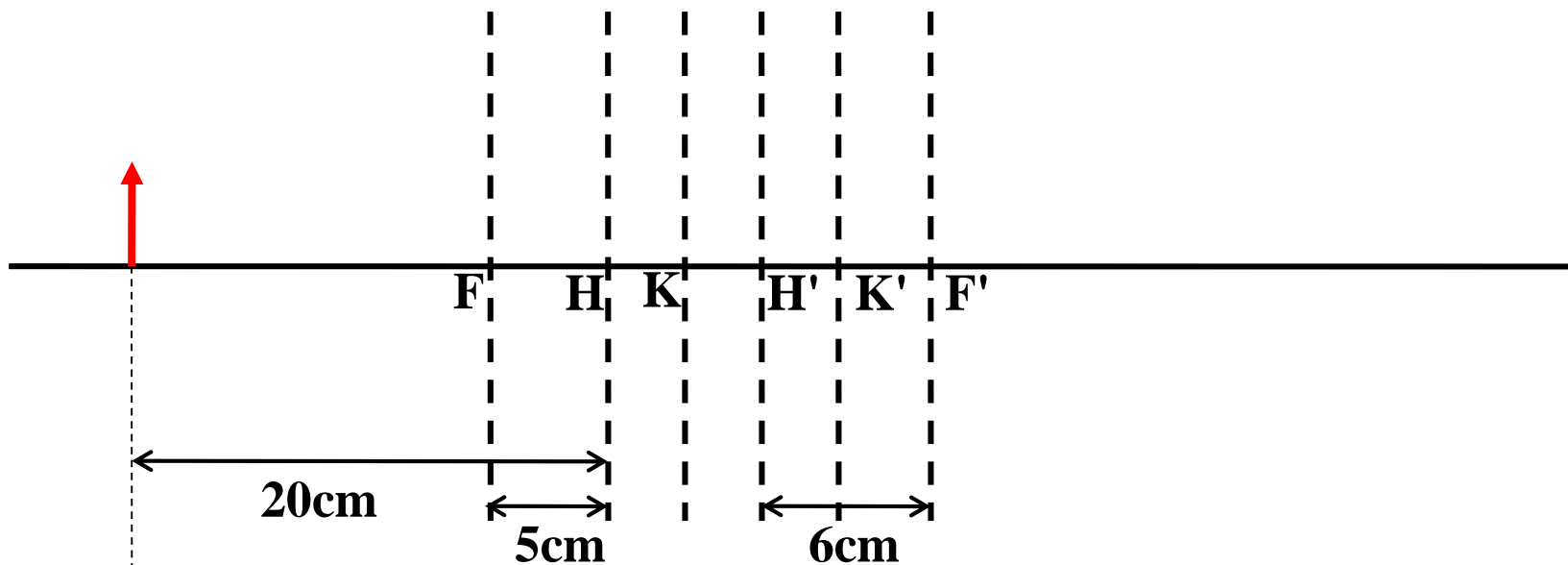


$$p = \frac{f_1' d}{\Delta} = 3a$$

$$p' = \frac{f_2' d}{\Delta} = -a$$

$$f = \frac{f_1' f_2'}{\Delta} = -\frac{3}{2}a$$

$$f' = -\frac{f_1' f_2'}{\Delta} = \frac{3}{2}a$$



例题：有一透镜组的主平面 H 、 H' ，节平面 K 、 K' 和焦平面 F 、 F' 的位置如图所示，有一发光点 P 在物方主平面 H 左边20cm处，试作光路图并计算像的位置。

解：三条特殊光线作图求像

计算像的位置：

例题：薄透镜 L_1 和 L_2 的像方焦距分别为 $f_1'=10\text{cm}$, $f_2'=-8\text{cm}$,共轴放置 L_1 在左边，光从左方入射，欲使透镜组的像方焦距为 $f_1'=40\text{cm}$, 求两透镜之间的距离和物方主点的位置。

作业：162页 3.23, 3.25, 3.26 , 3.28