



# 第6讲 共轴球面系统的主平面和焦点

## （含单个折射球面）



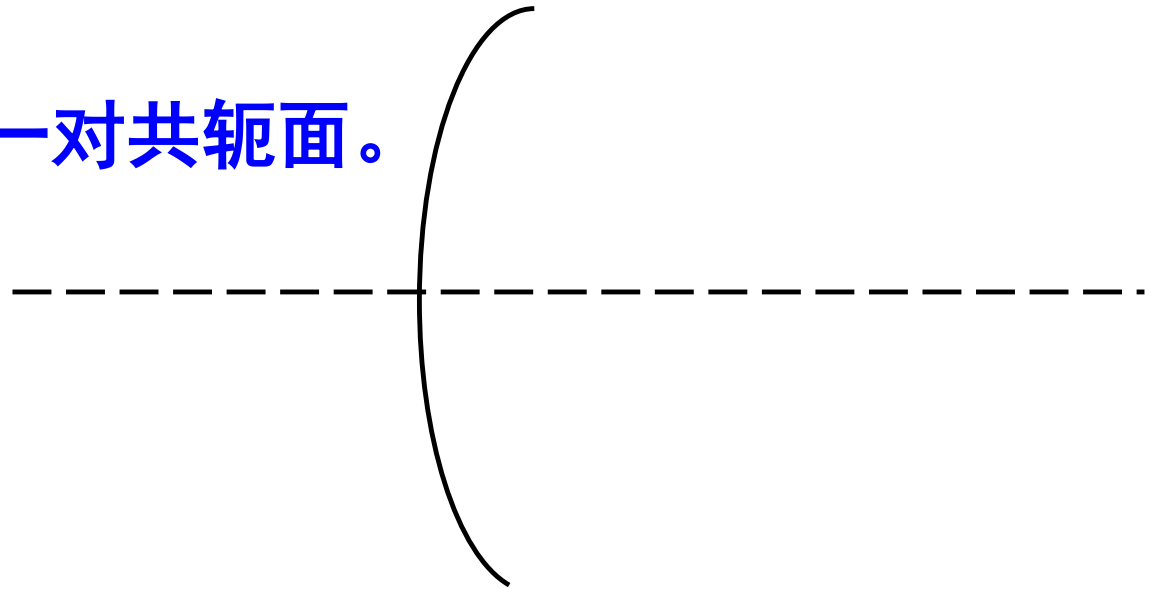
# 一、单个折射球面的主平面和焦点

## 1. 球面的主点位置

主平面：垂轴放大率  $\beta = 1$  的一对共轭面。

$$\beta = \frac{nl'}{n'l} = 1$$

$$nl' = n'l$$





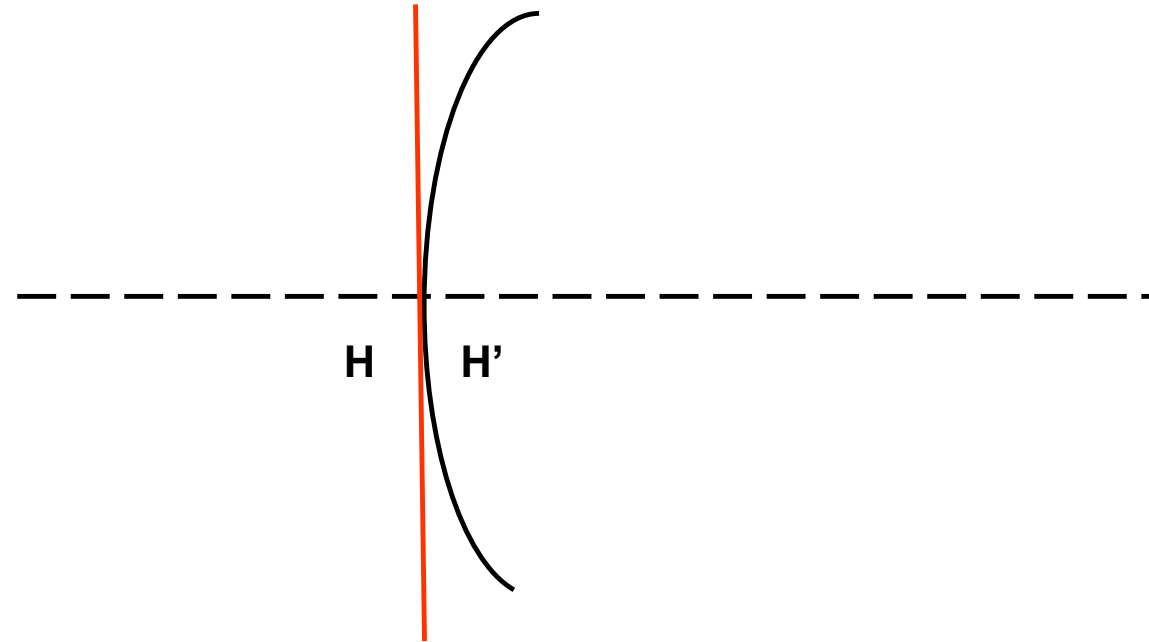
由于它们是一对共轭面，主点位置应满足

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

把  $nl' = n'l$  代入上式

$$l = 0$$

$$l' = 0$$



球面的两个主点与球面顶点重合。其物方主平面和像方主平面即为过球面顶点的切平面。



## 2、球面焦距公式

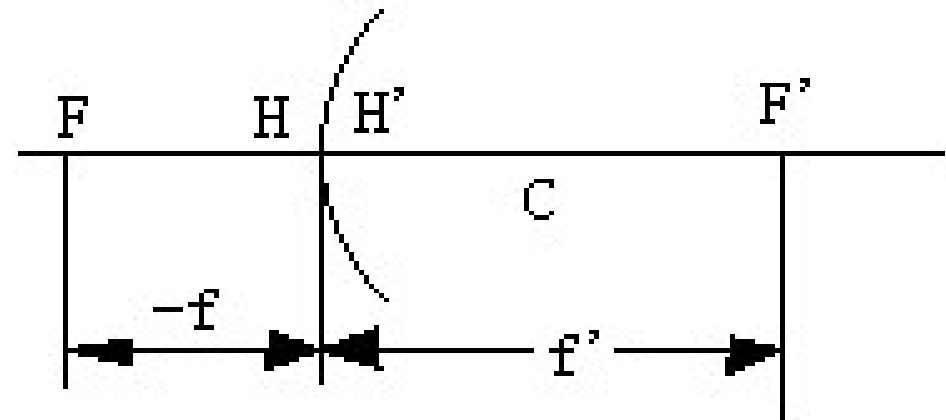
像方焦点对应:  $l = \infty \quad l' = f'$

应用公式

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

同样物方焦点为  $l' = \infty \quad l = f$

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



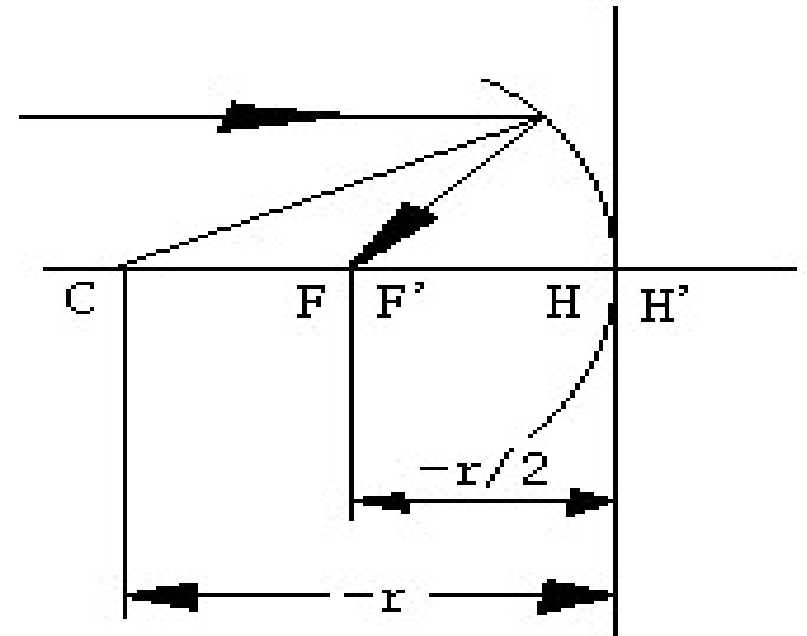


## ◆球面反射的情形

反射看作是  $n' = -n$  的折射

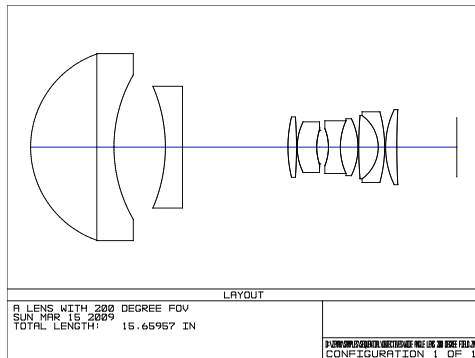
$$f' = \frac{n' r}{n' - n} \quad f = -\frac{n r}{n' - n}$$

$$f' = f = \frac{r}{2}$$



**结论：反射球面的焦点位于球心和顶点的中点**

## 二、共轴球面系统的主平面和焦点

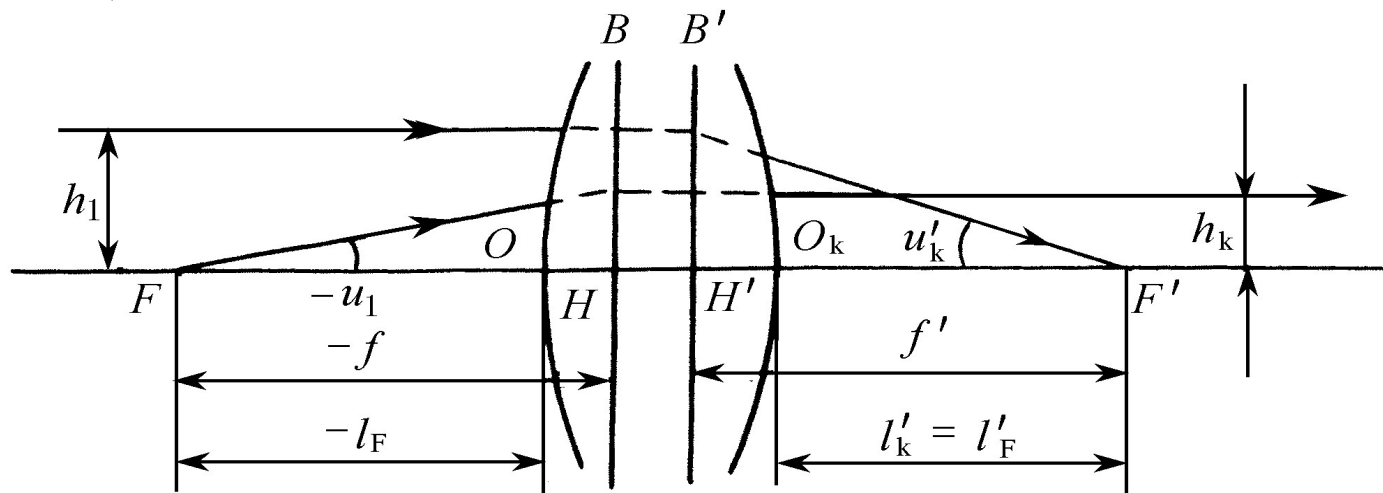




## 1、焦点位置：

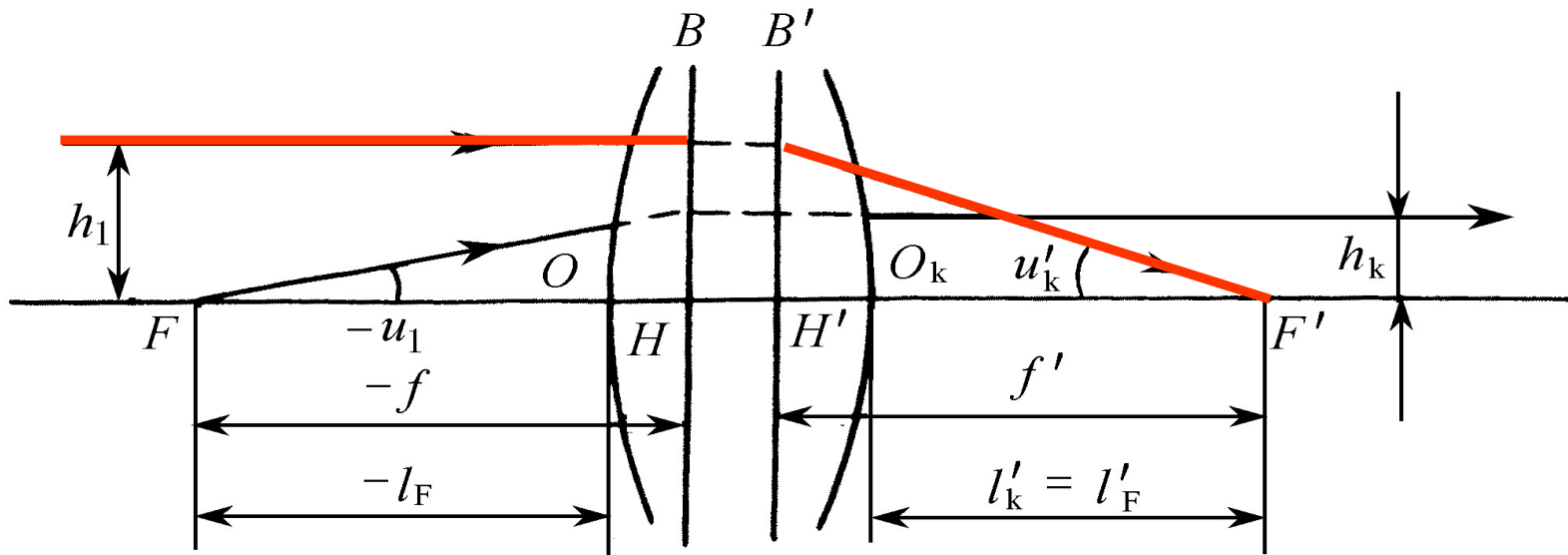
◆ 平行于光轴入射的光线，通过光学系统后，出射光线与光轴的交点就是像方焦点 $F'$

◆ 如果知道入射光束和光学系统参数 ( $n_1, n_2, \dots, n_k, r_1, r_2, \dots, r_k, d_1, d_2, \dots$ )，可以采用近轴光路计算公式逐面计算，求出最终出射光线的坐标。





◆ 可以追迹一根平行光轴入射的光线，通过 $k$ 个表面折射后，出射光线与光轴交点就是系统像方焦点 $F'$ 。







## ◆ 近轴光路计算公式

$$i = \frac{l - r}{r} u$$

$$i' = \frac{n}{n'} i$$

$$u' = u + i - i'$$

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

当  $L = \infty$   $U = 0$  时，第1式无法应用

采用 $h$ ,  $u$ 表示入射光线坐标

$$i_1 = \frac{h_1}{r_1}$$

$$i = \frac{h}{r}$$

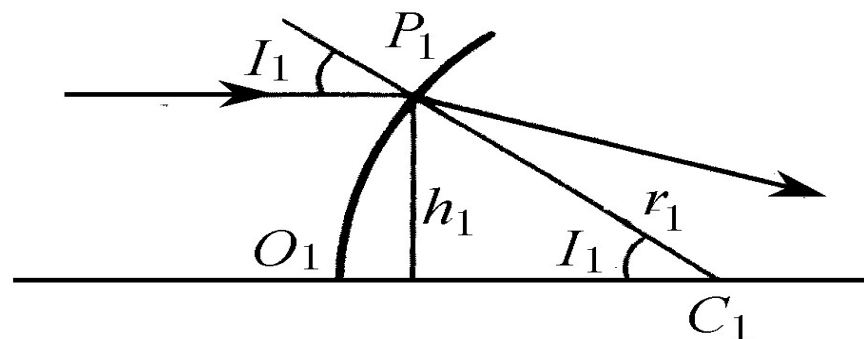
$$i' = \frac{n}{n'} i$$

$$u' = u + i - i'$$

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

$$u_2 = u_1'$$

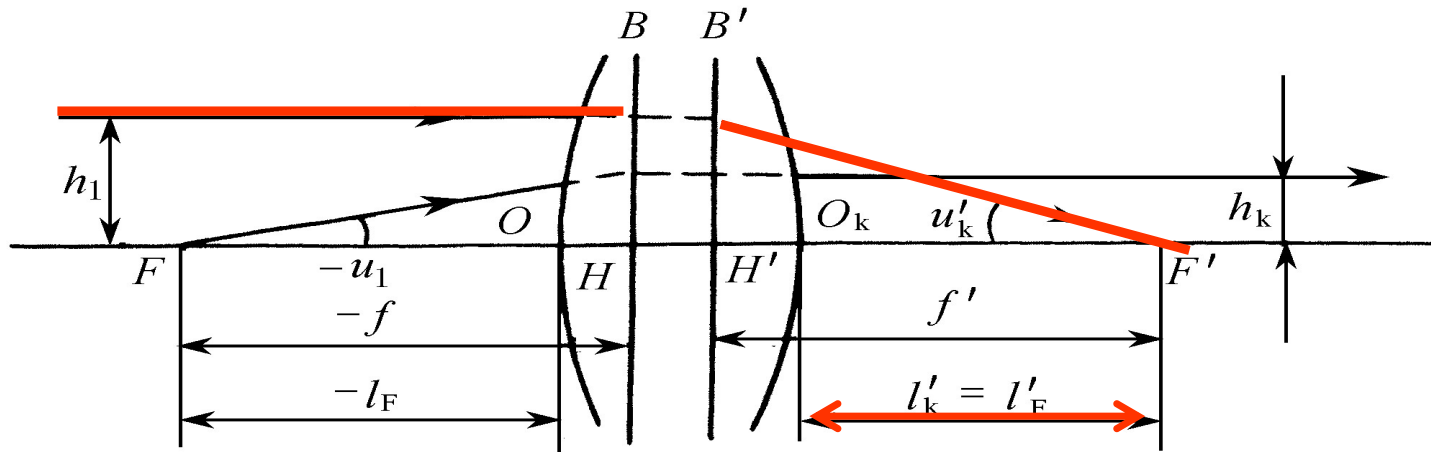
$$h_2 = h_1 - d_1 u_1'$$





◆把平行于光轴入射的近轴光线逐面计算，最后求得出射光线的坐标  $u'_k$  和  $l'_k$ ，从而找出像方焦点  $F'$

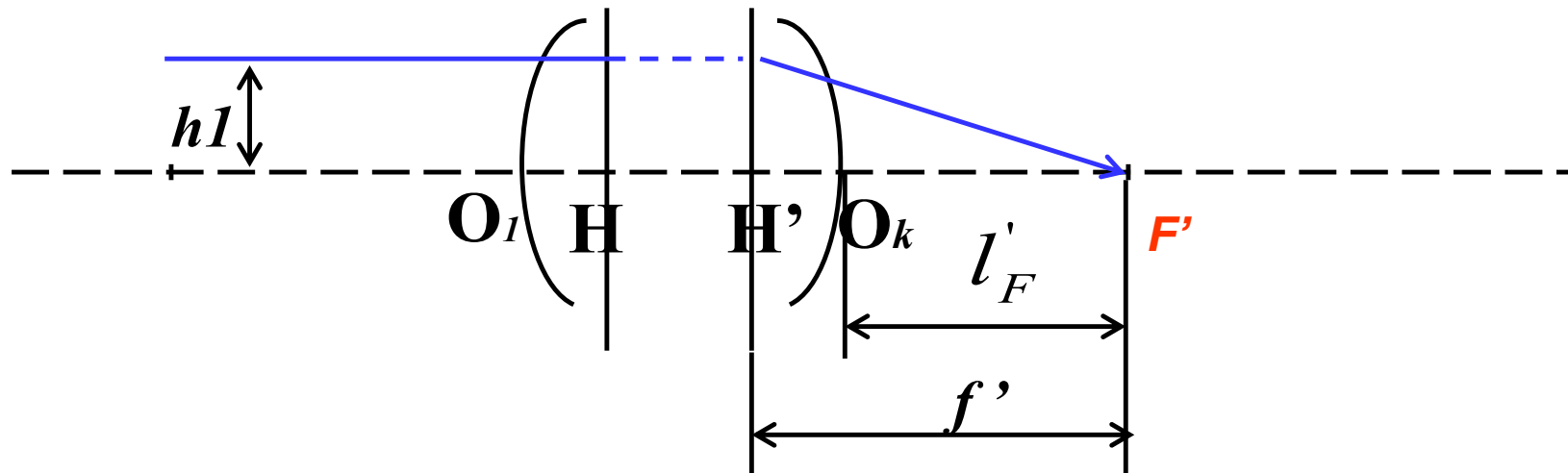
◆像方焦点  $F'$  离开最后一面顶点  $O_k$  的距离  $l'_F$  称为  
**像方顶焦距**





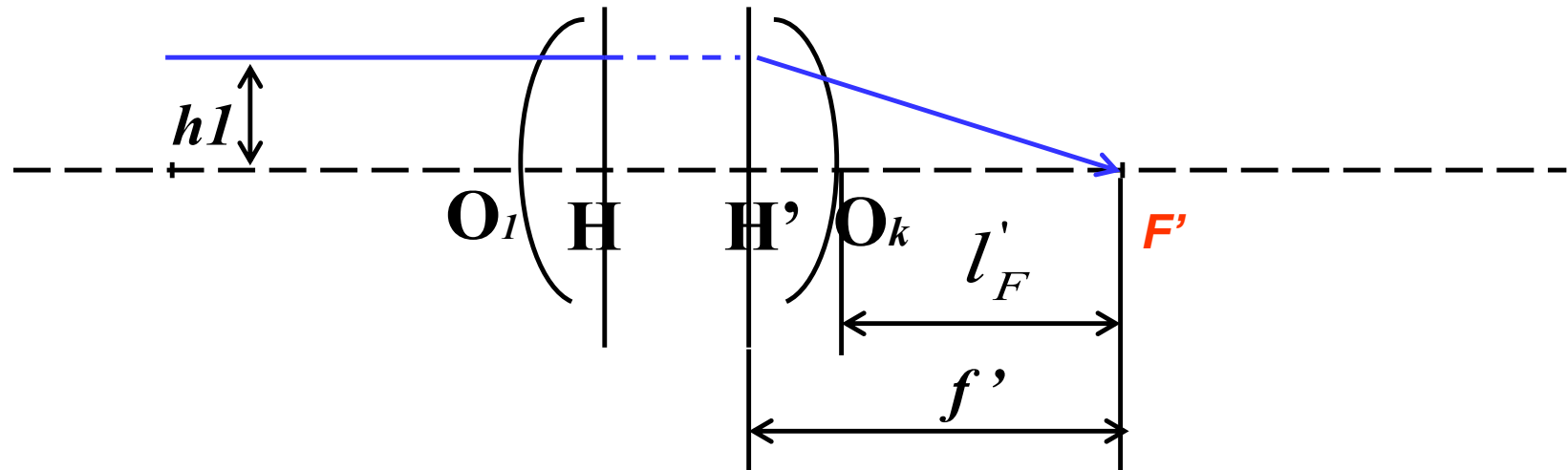
## 2、像方主平面位置

$F'$  已经找出，只需要求出像方焦距，即可找出像方主平面位置。



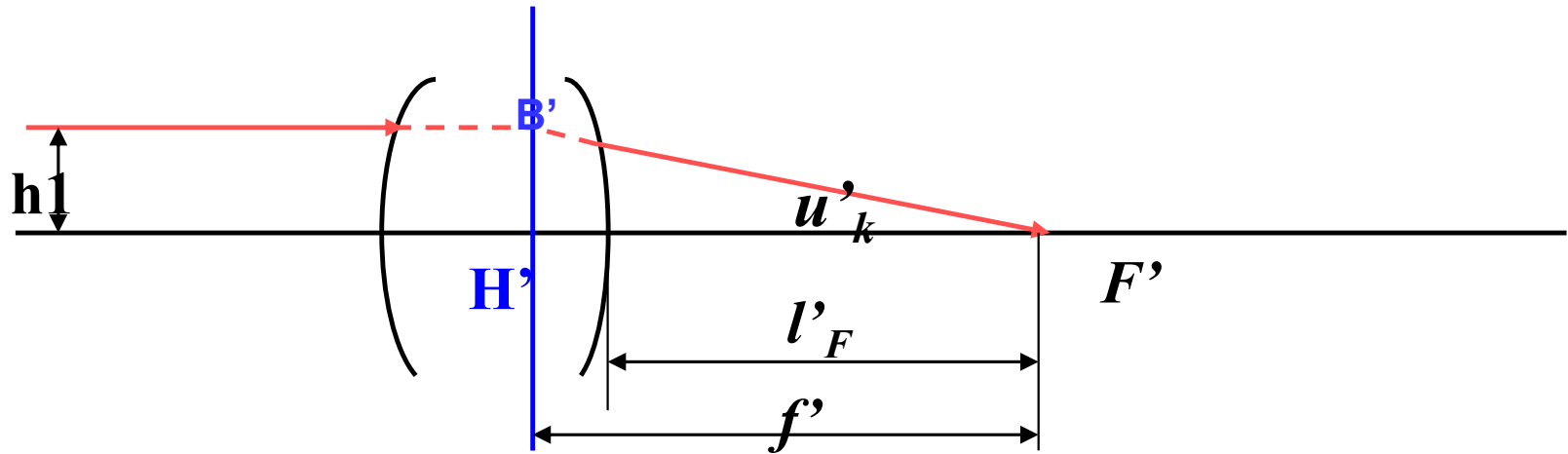


◆入射光线高度 $h_1$ ，出射光线延长线与像方主平面的交点高度也等于 $h_1$





◆ 延长入射光线和出射光线，其交点必定位在像方主平面上

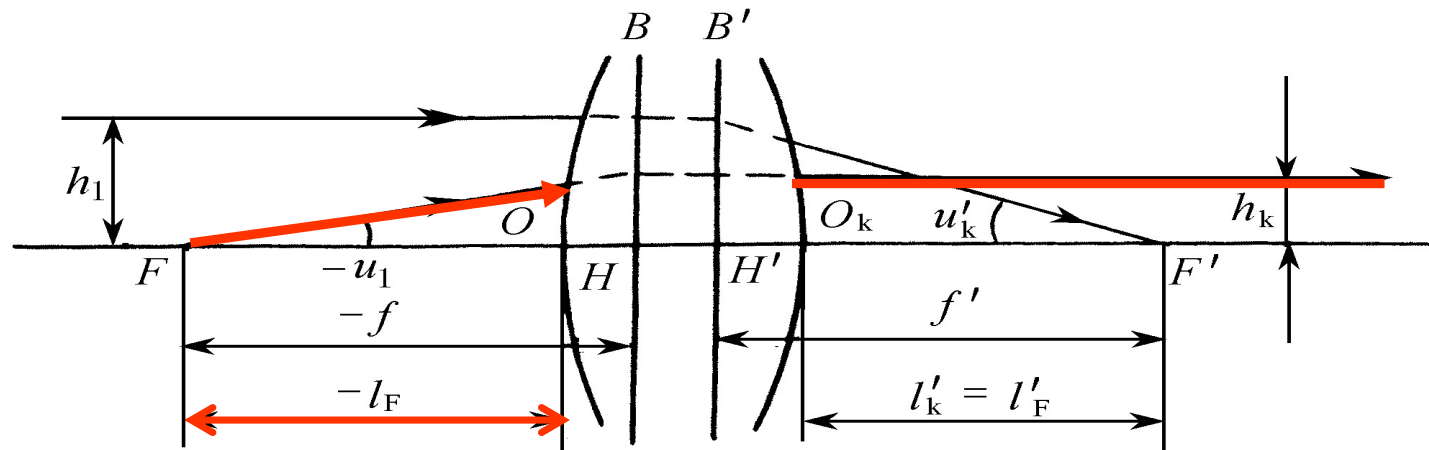


焦距公式 
$$f' = \frac{h_1}{u'_k}$$



### 3、物方焦点和物方主平面位置计算

将光学系统翻转，按计算像方焦点和像方主平面同样的方法，计算出的结果就是物方焦点和物方主平面。



第一面顶点到物方焦点F的距离  $l_F$  称为物方顶焦距



## 第3讲中的采用的透镜：

表面序号	表面半径	厚度	材料
1	$r1=10$	$d1=5$	K9 ( $n'=1.5163$ )
2	$R2=-50$		

