



# 中国科学技术大学

## 第二章 理想光学系统

2015/9/18

## § 2.1 理想光学系统及其成像性质

# 理想光学系统

- 任意宽光束都成完善像的光学系统
- 理想光学系统的成像性质：
  1. 位于光轴上的物点对应的共轭像点也必然在光轴上；位于过光轴的某一截面内的物点对应的共轭像点必位于同一平面内；过光轴的任意截面成像性质都是相同的
    1. 可以用一个过光轴的截面来代表一个共轴成像系统
    2. 垂直于光轴的物平面，其共轭像面也必然垂直于光轴

# 理想光学系统

- 理想光学系统的成像性质：

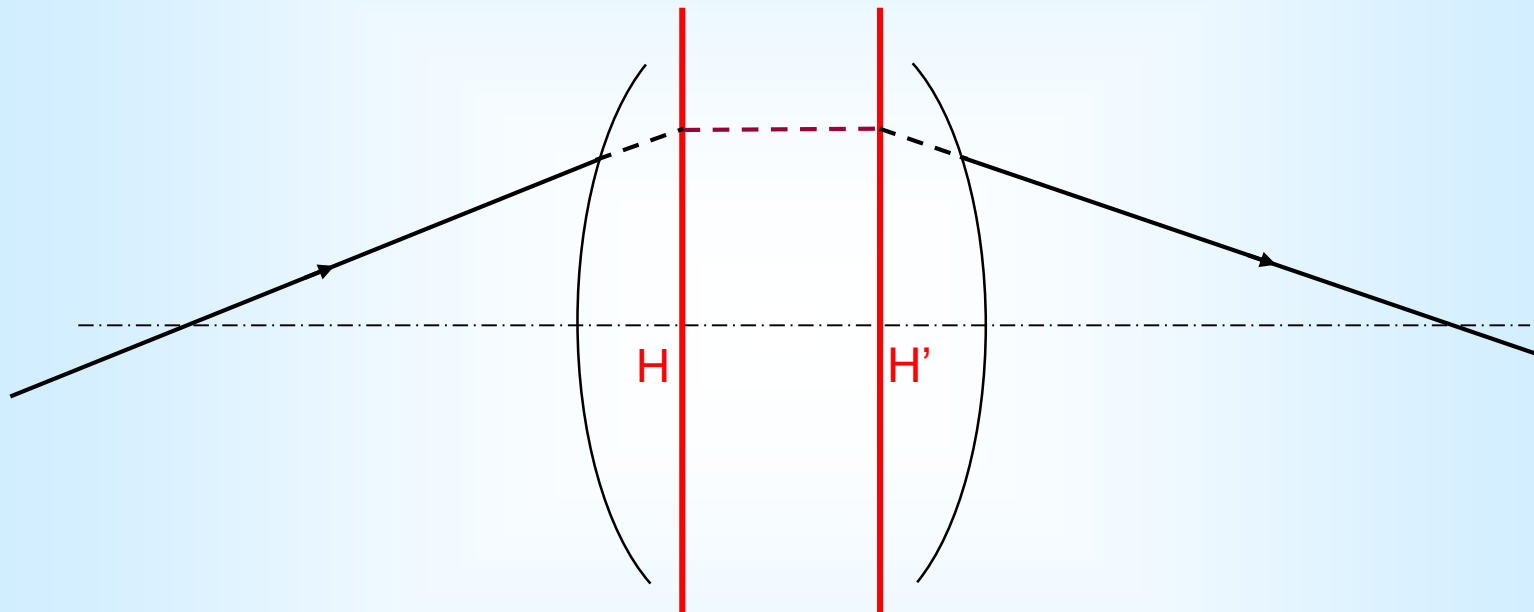
1. ---

2. 垂直于光轴的平面物所成的共轭平面像的几何形状完全与物相似，即垂直于光轴的同一平面上的各部分具有相同的放大率。

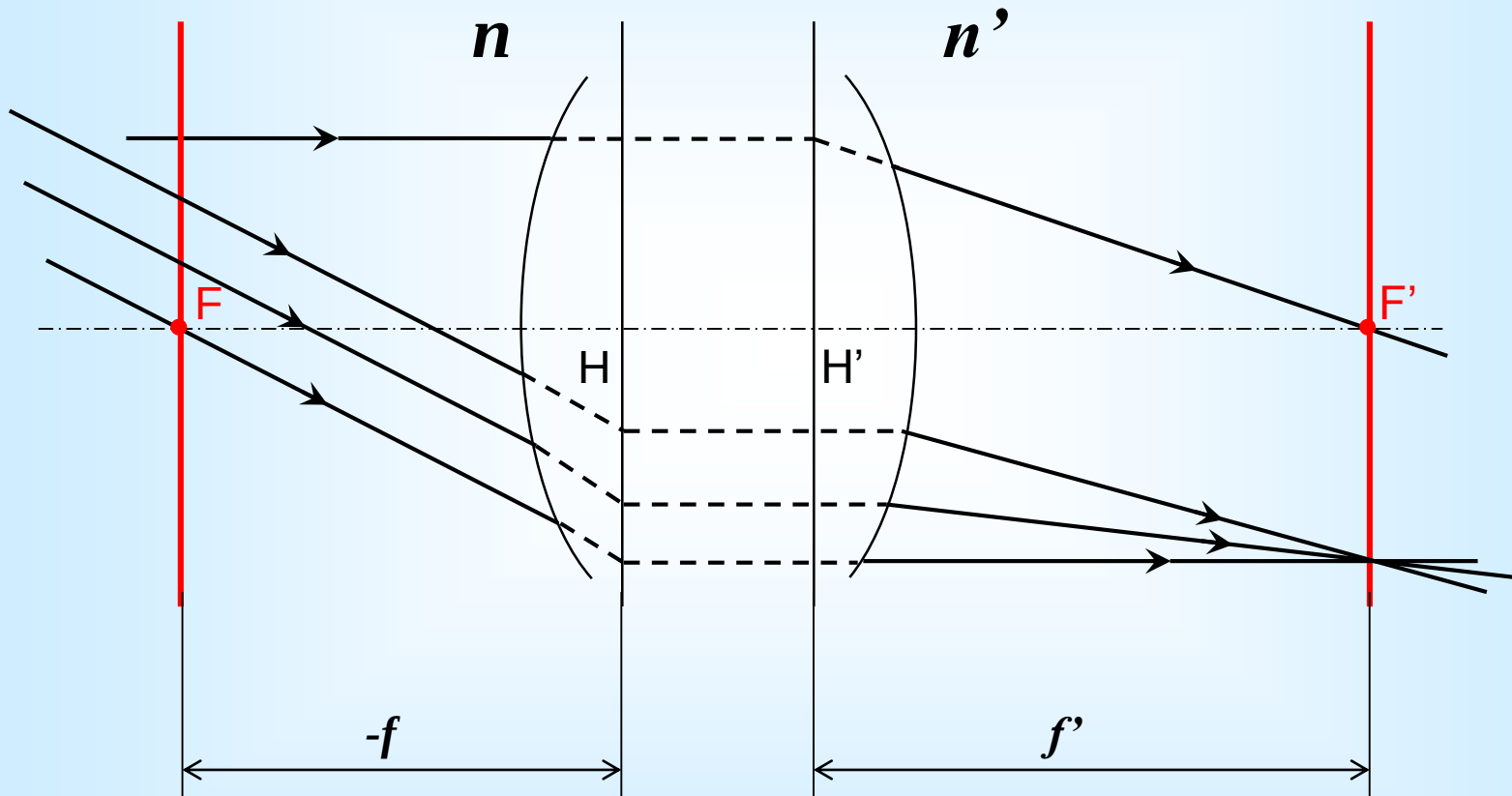
3. 一个共轴理想光学系统，若已知两对共轭面的位置和放大率，或者一对共轭面的位置和放大率，以及轴上的两对共轭点的位置，则其它一切物点的像点都可以根据这些已知的共轭面和共轭点来表示。

## § 2.2 理想光学系统的基点与基面

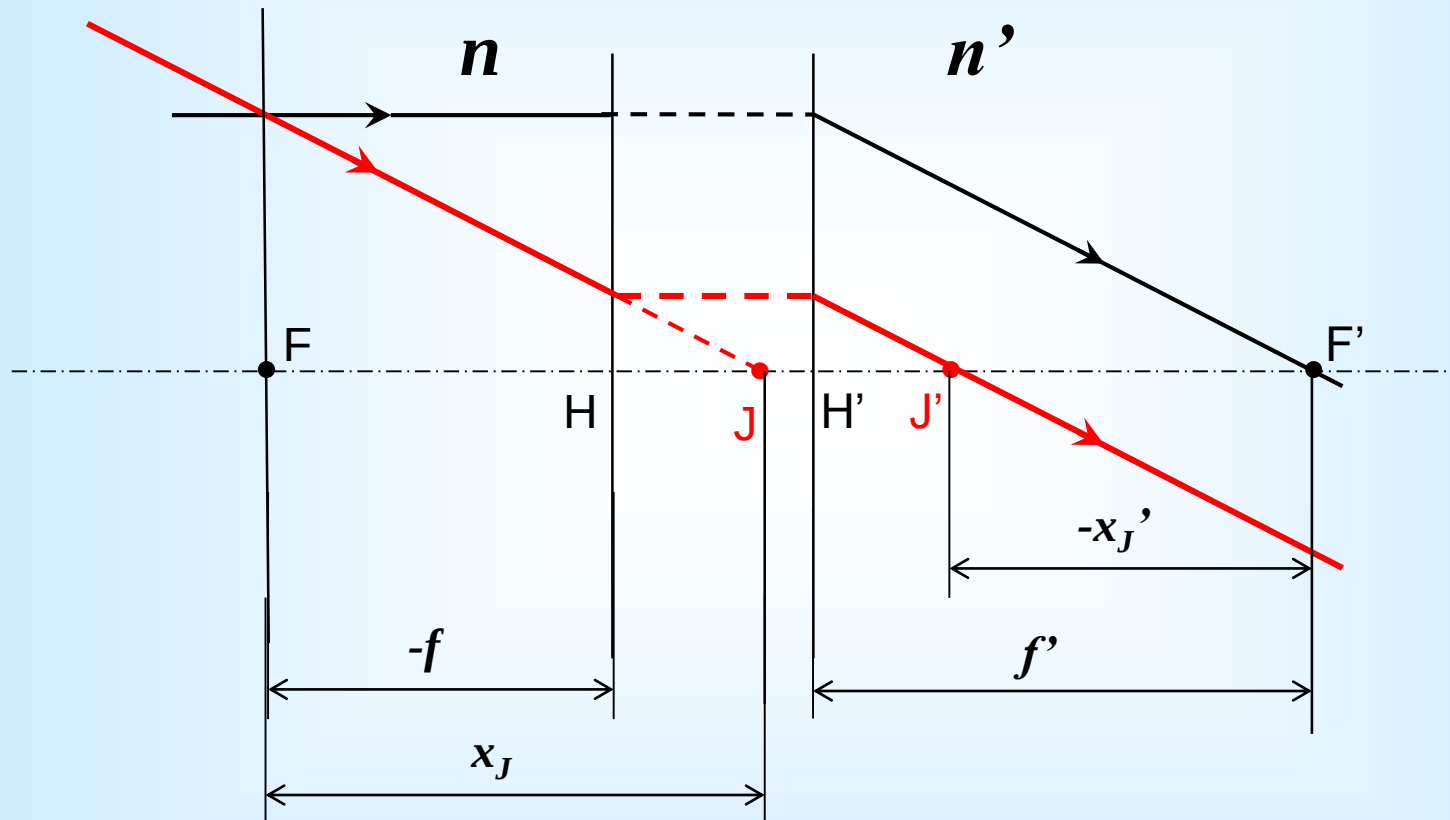
# 主面和主点



# 焦面和焦点



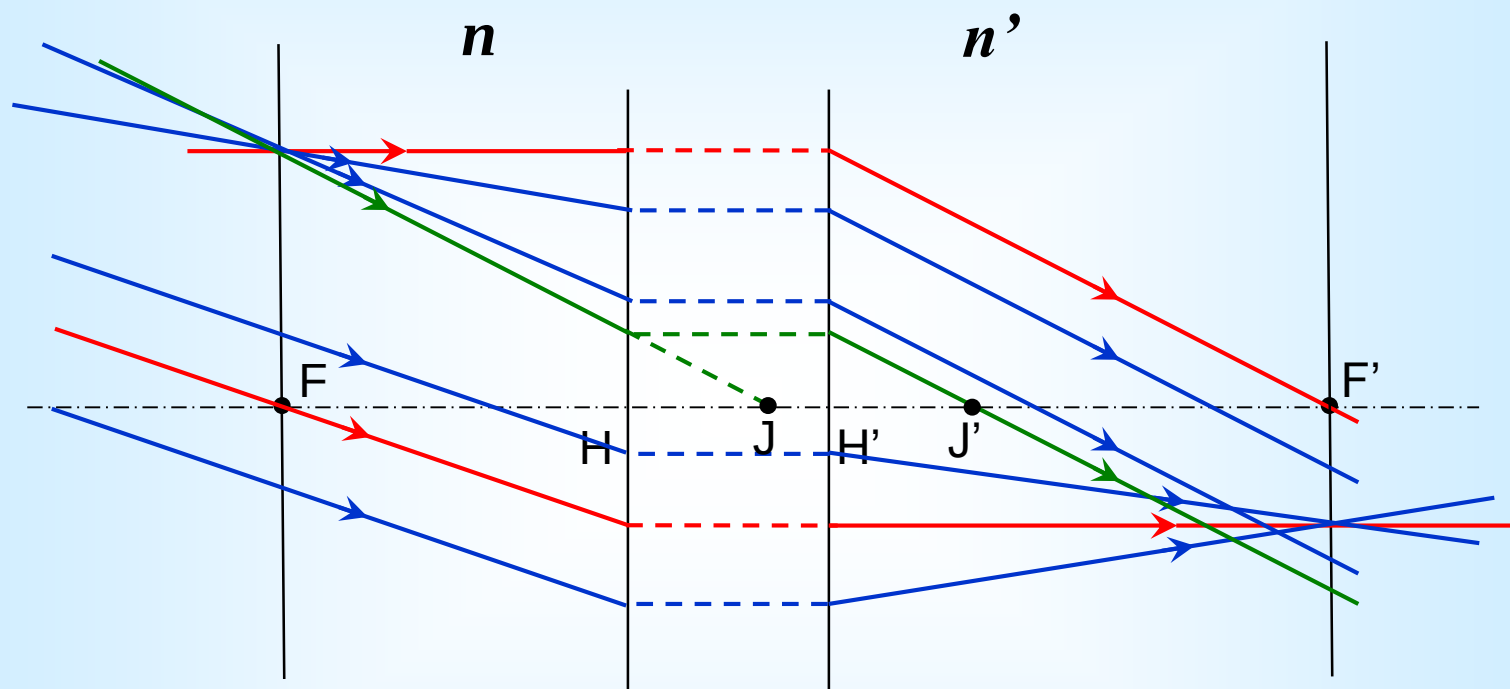
# 节点



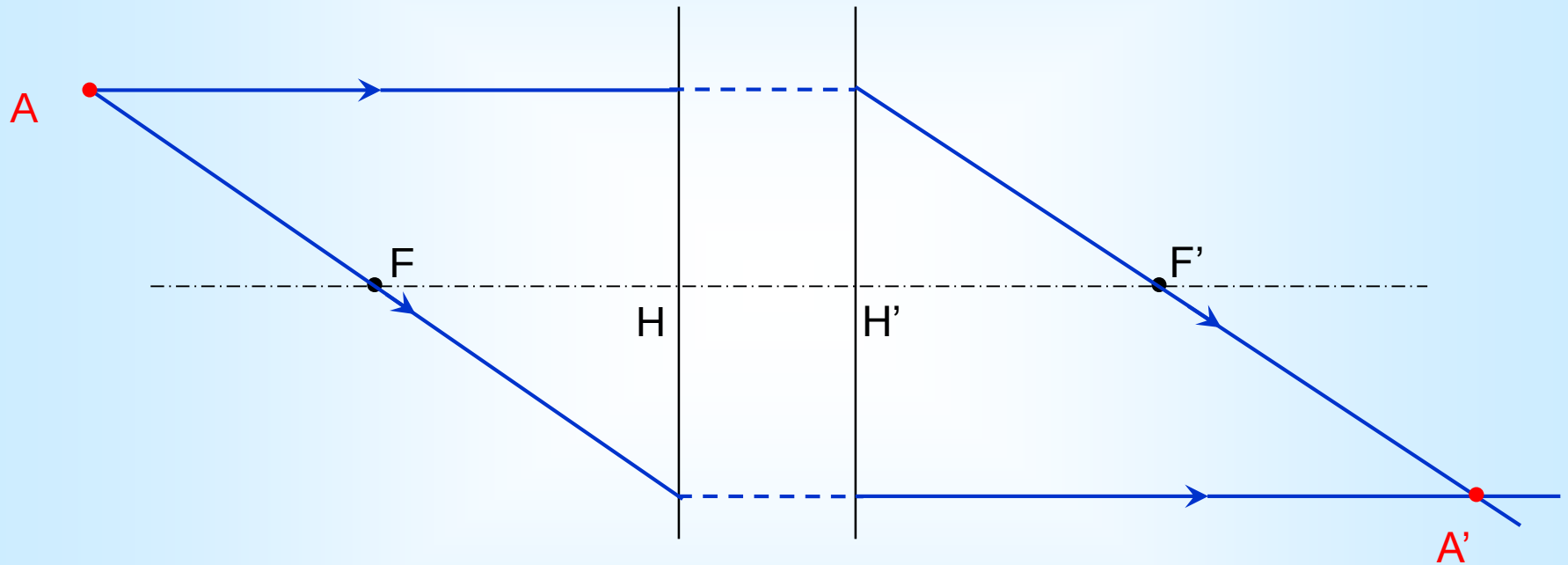


## § 2.3 由基点、基面求理想像

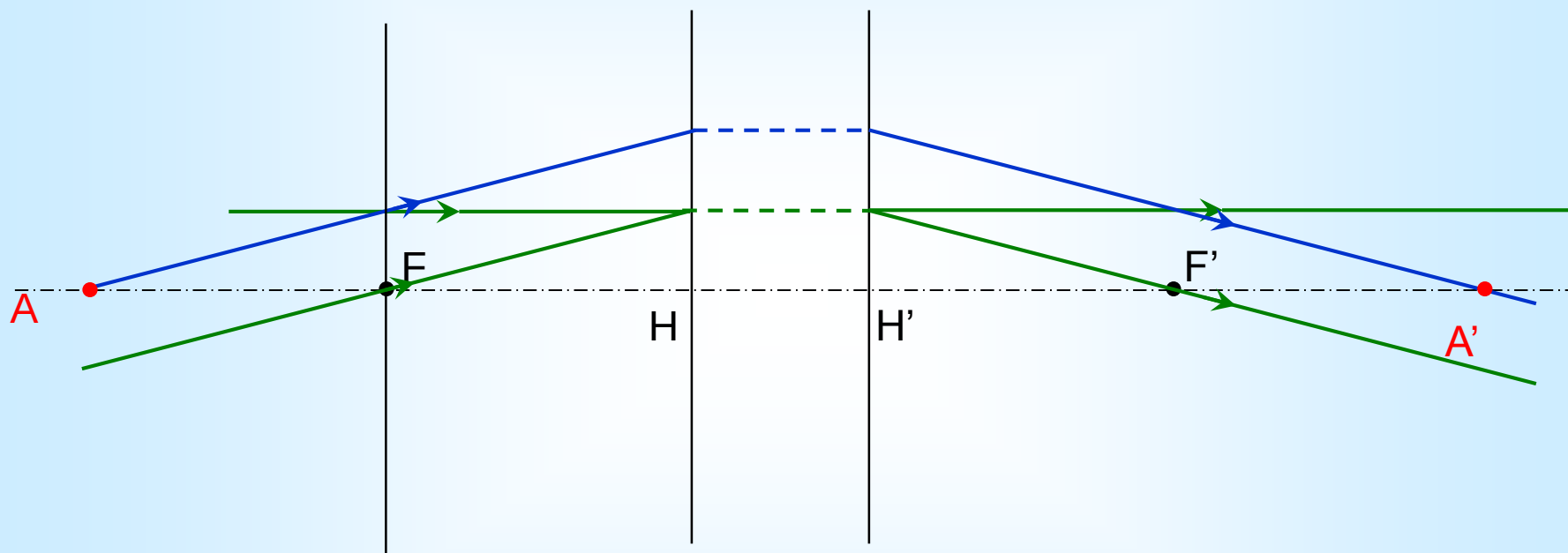
# 典型光线



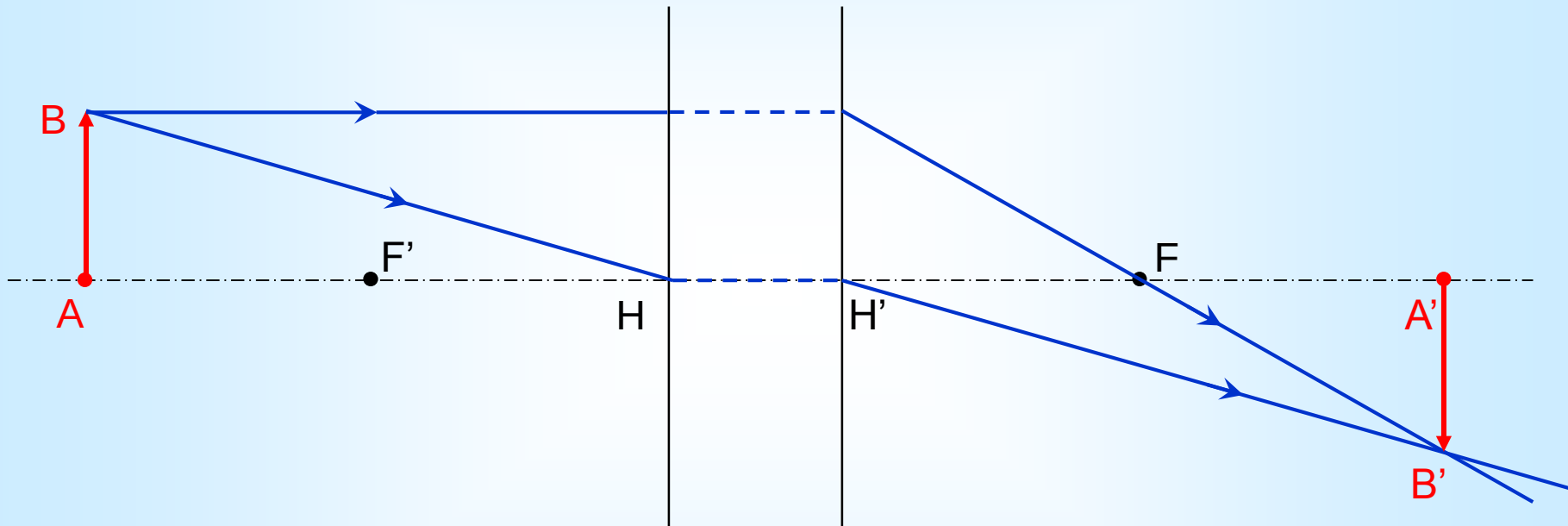
# 轴外点成像



# 轴上点成像

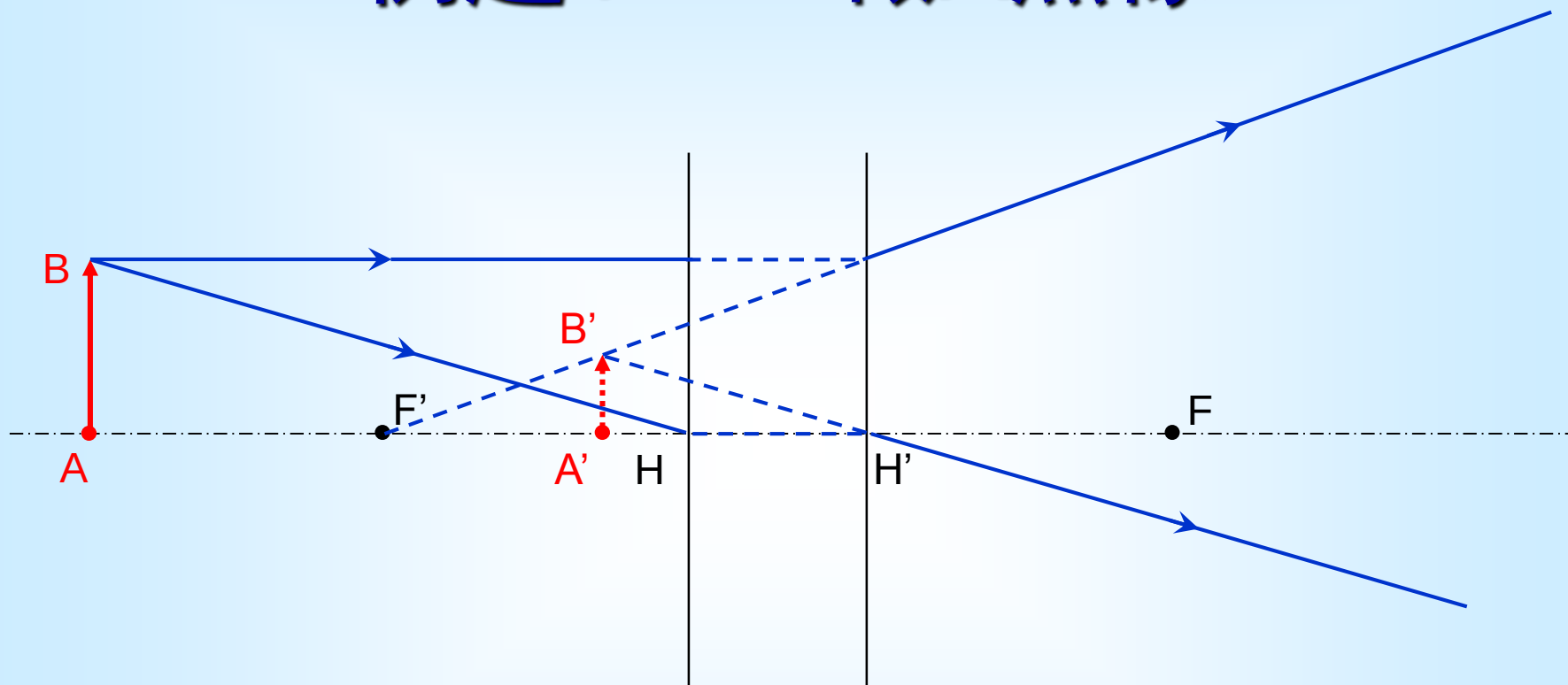


# 例题1——做A点像



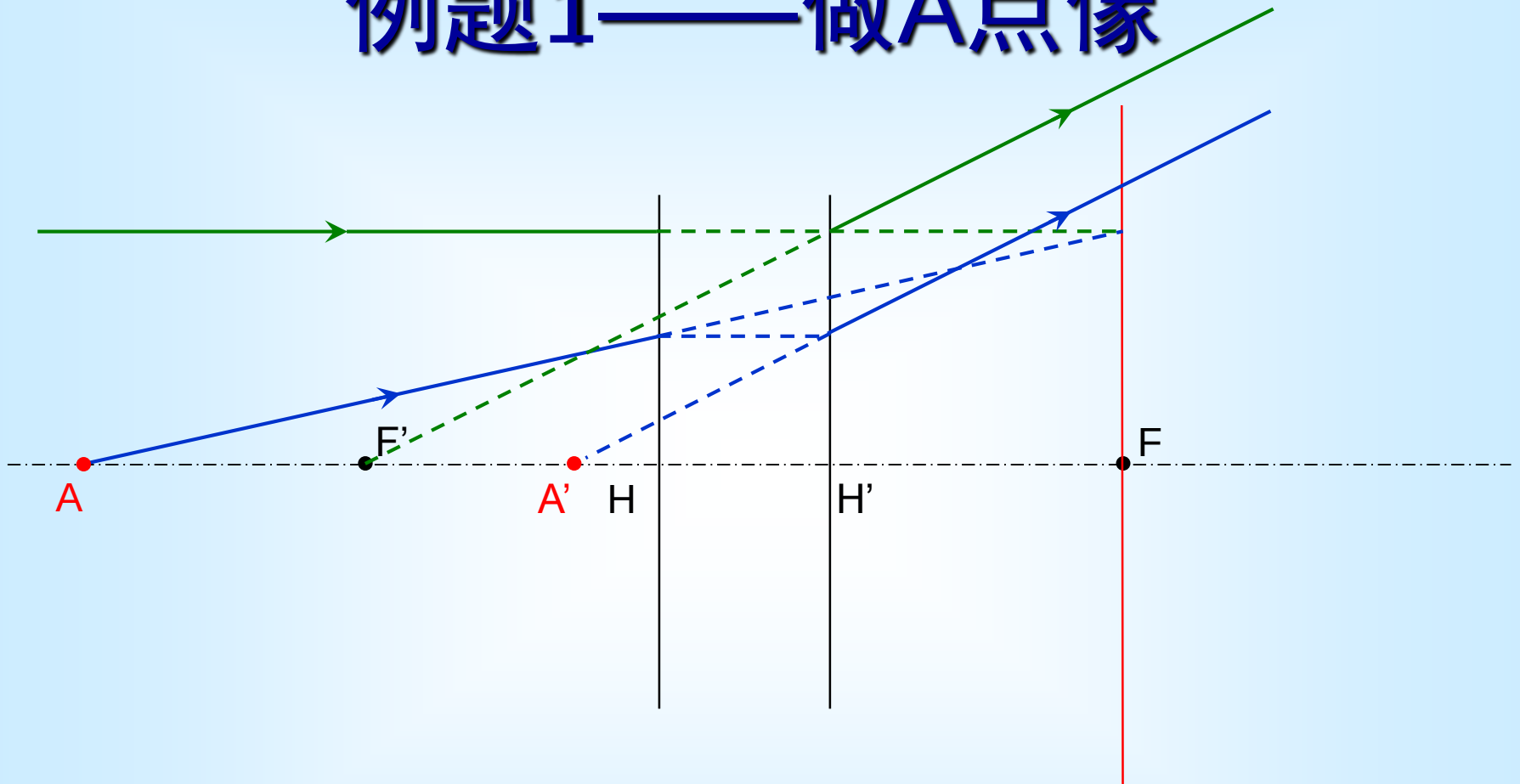
有错误吗？

# 例题1——做A点像



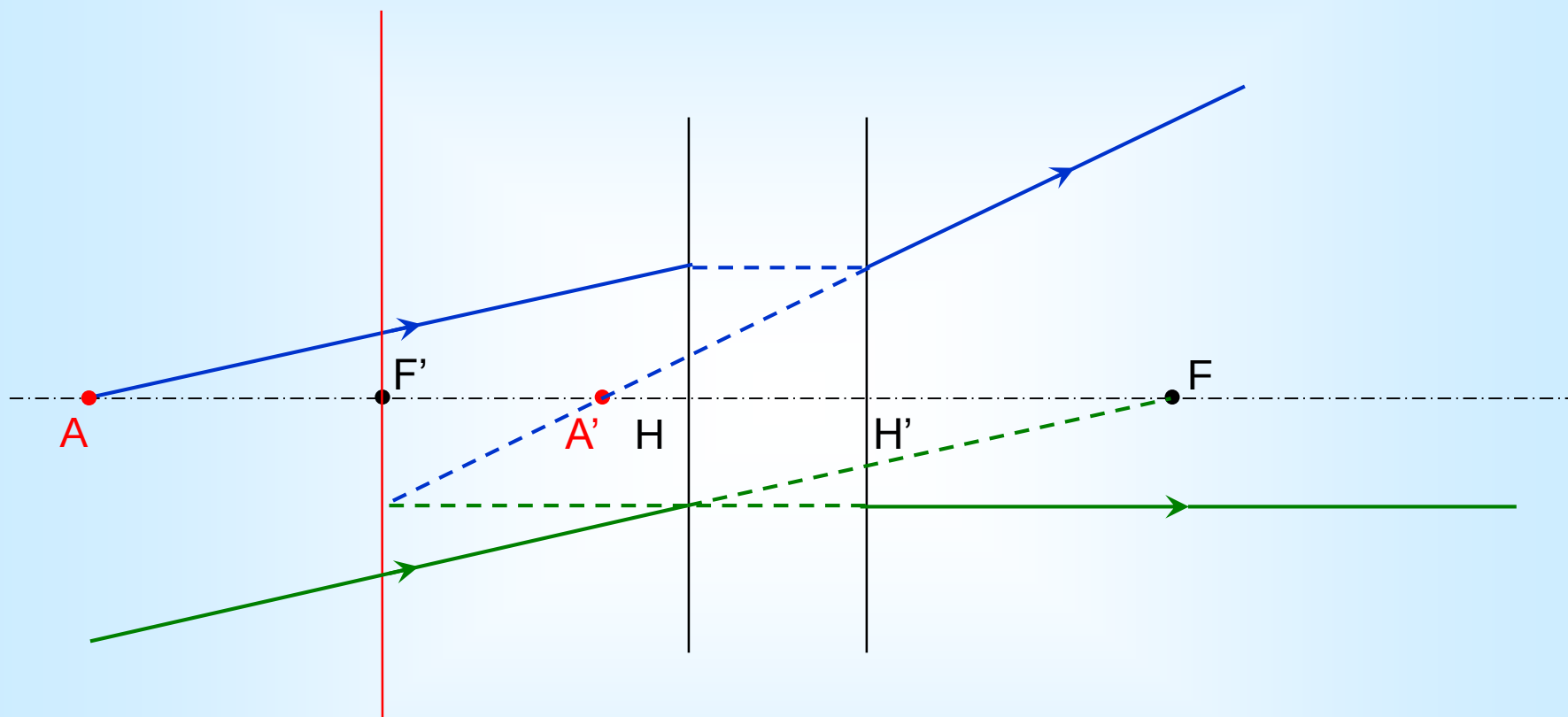
虚拟物法

# 例题1——做A点像



借助物方焦面

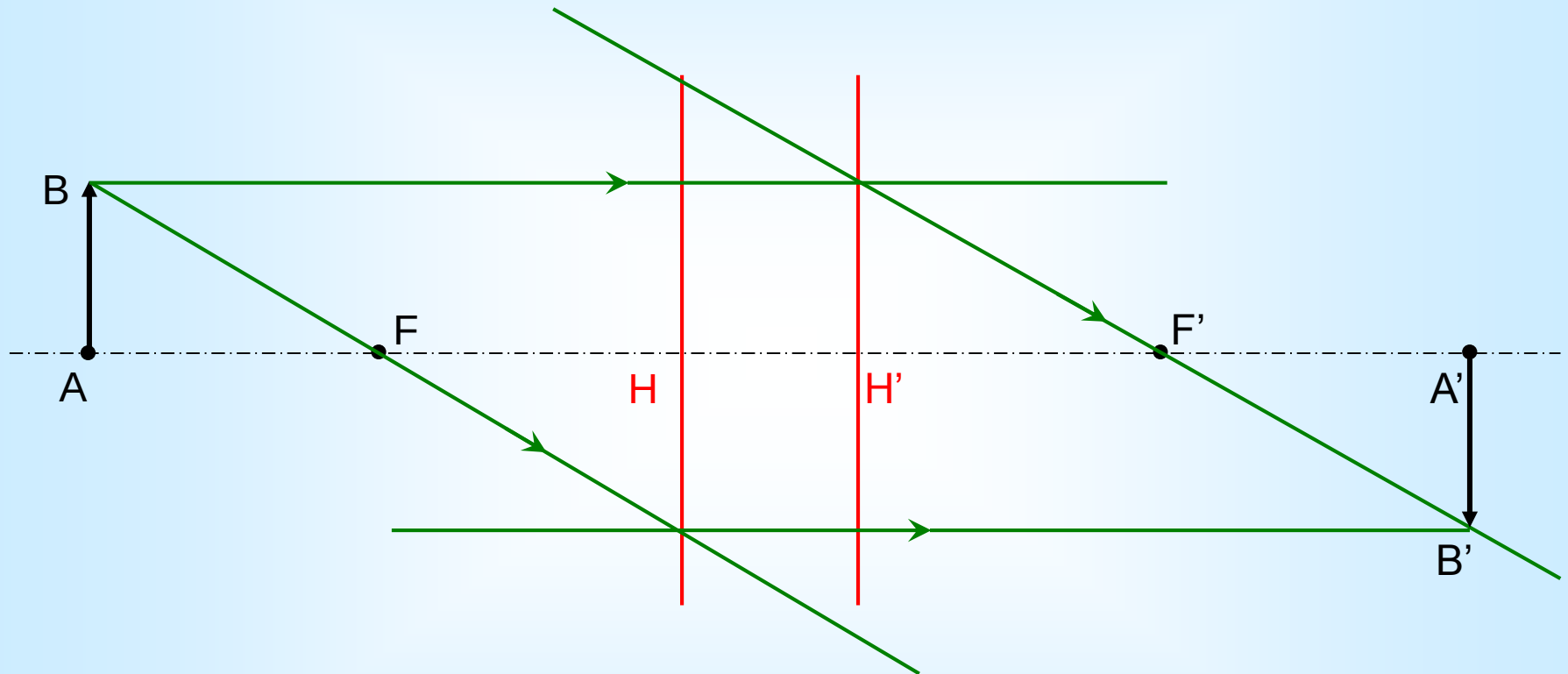
# 例题1——做A点像



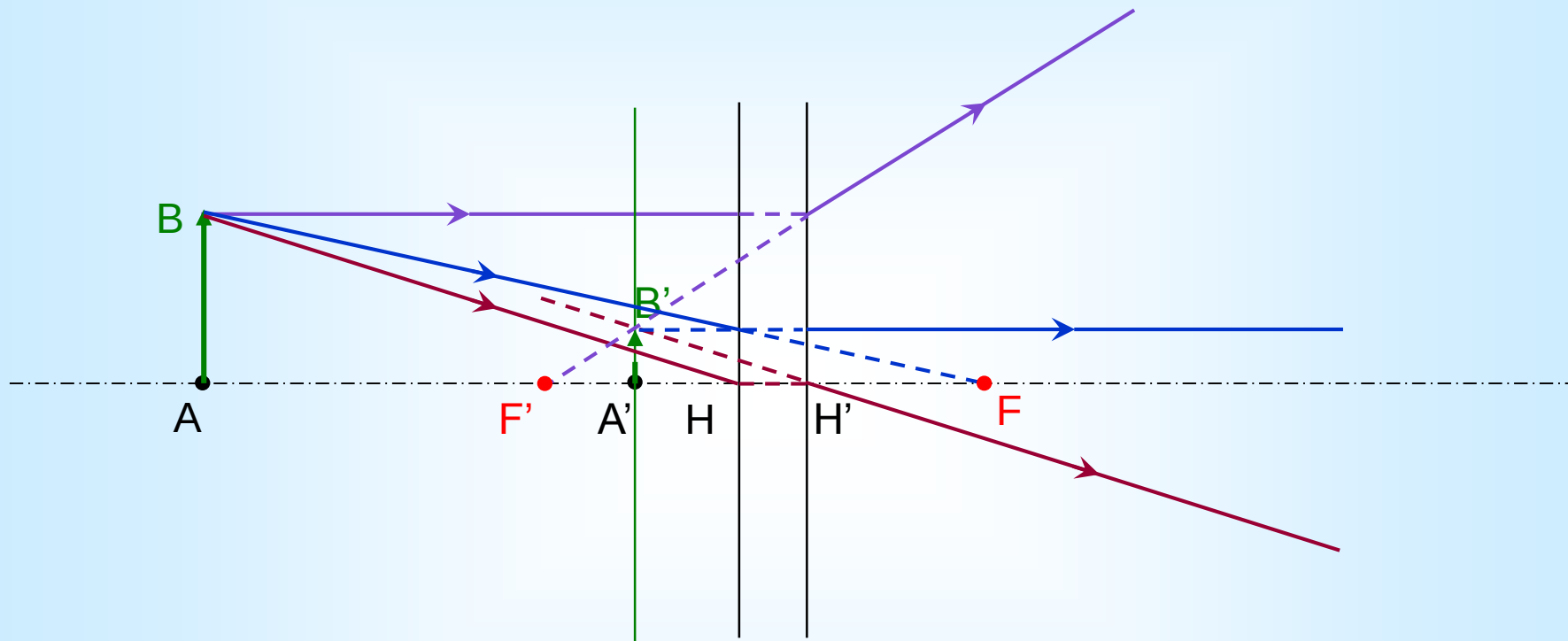
借助像方焦面



## 例题2——求主面

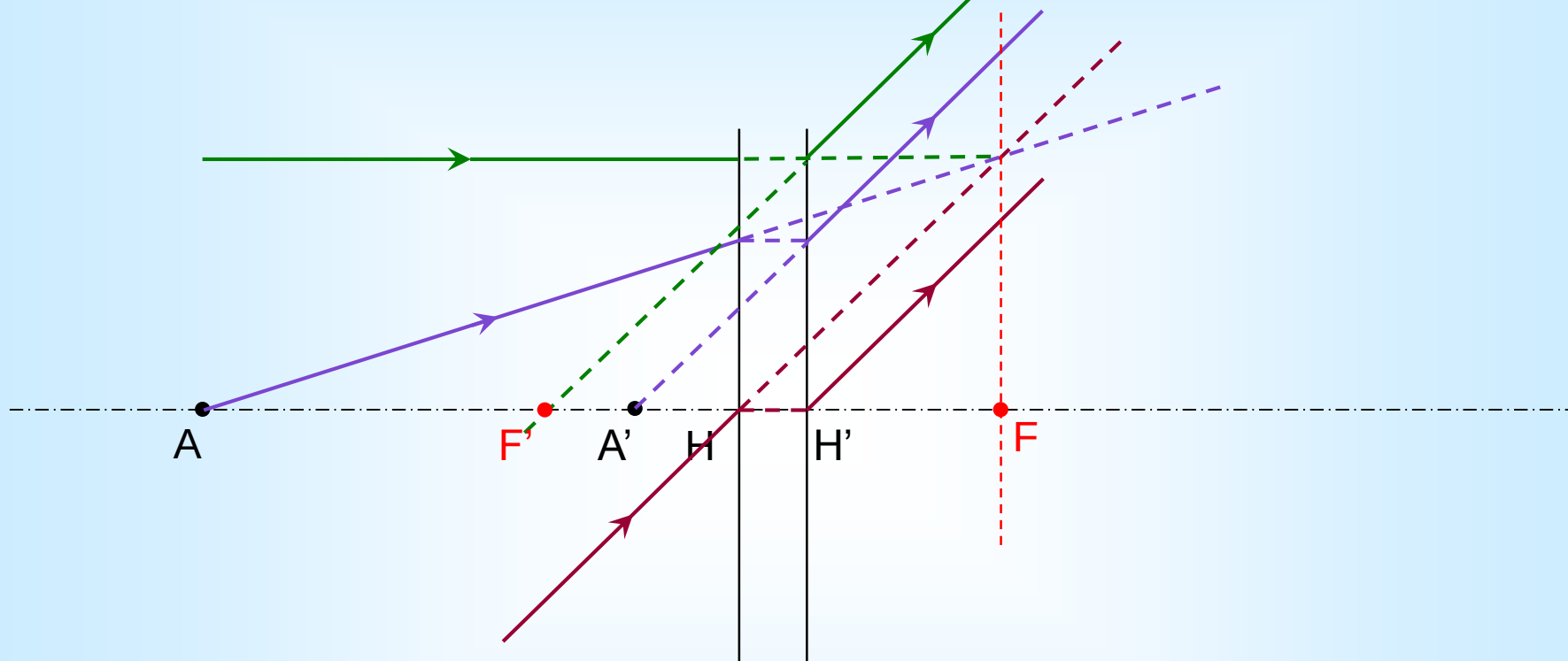


# 例题3——求焦点



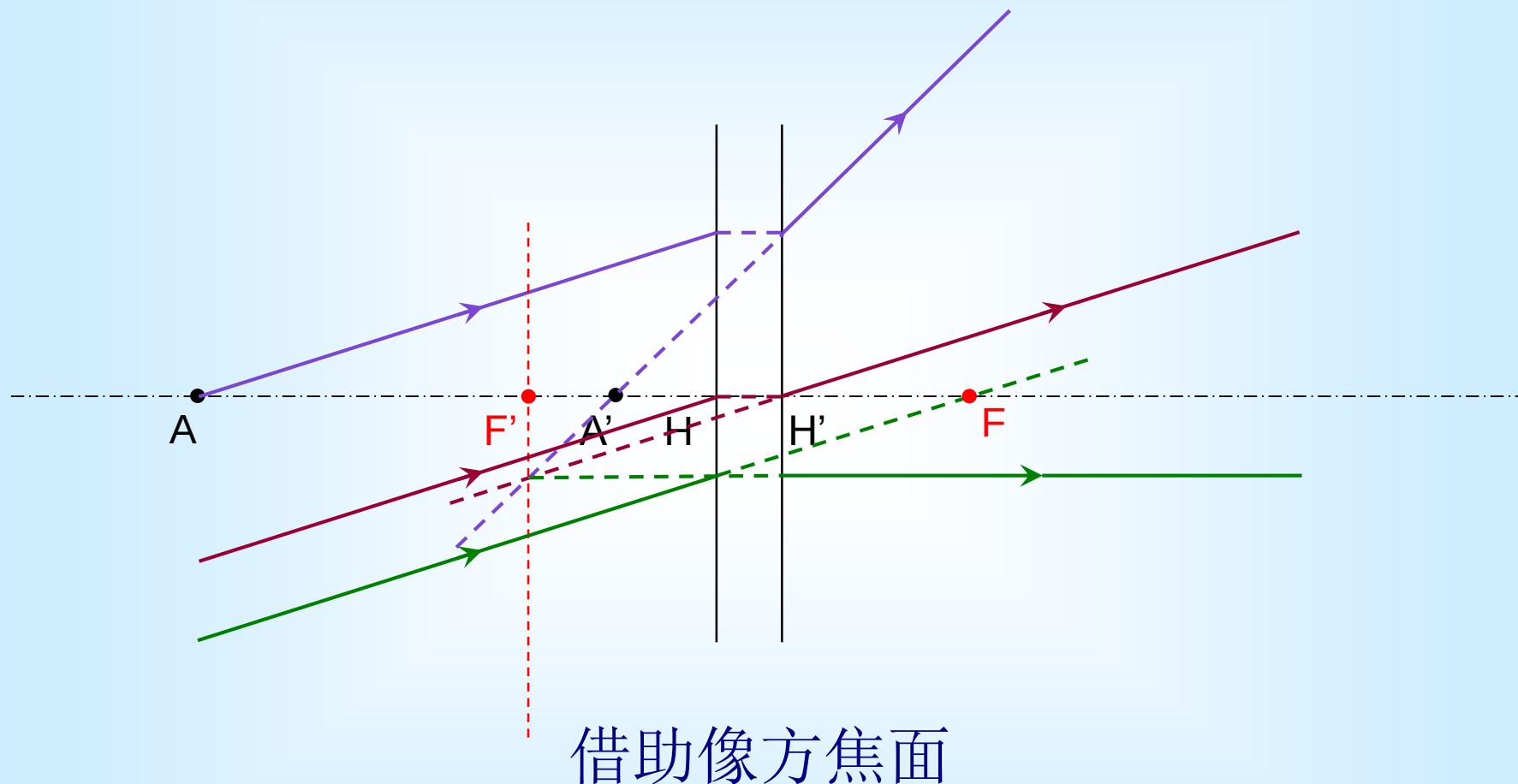
虚拟物法

# 例题3——求焦点



借助物方焦面

# 例题3——求焦点



# 多光组成像

● 原则：

**前一光组的像**

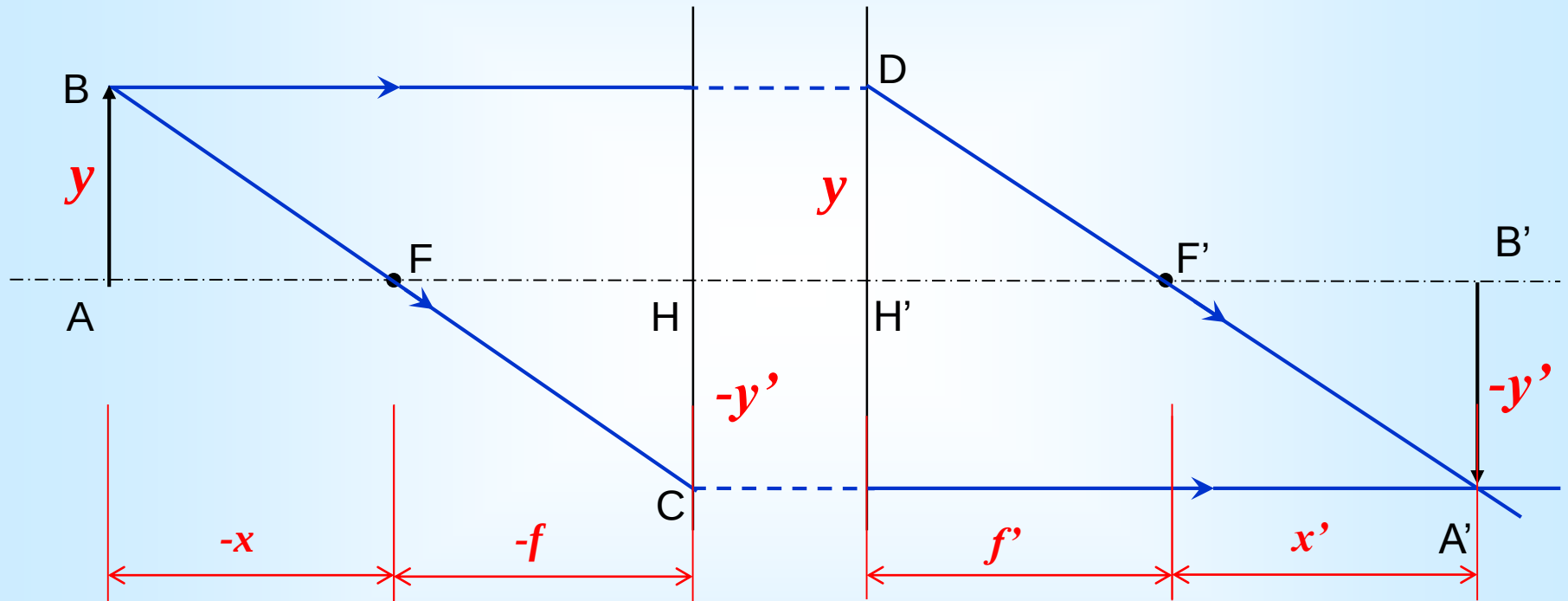


**后一光组的物**

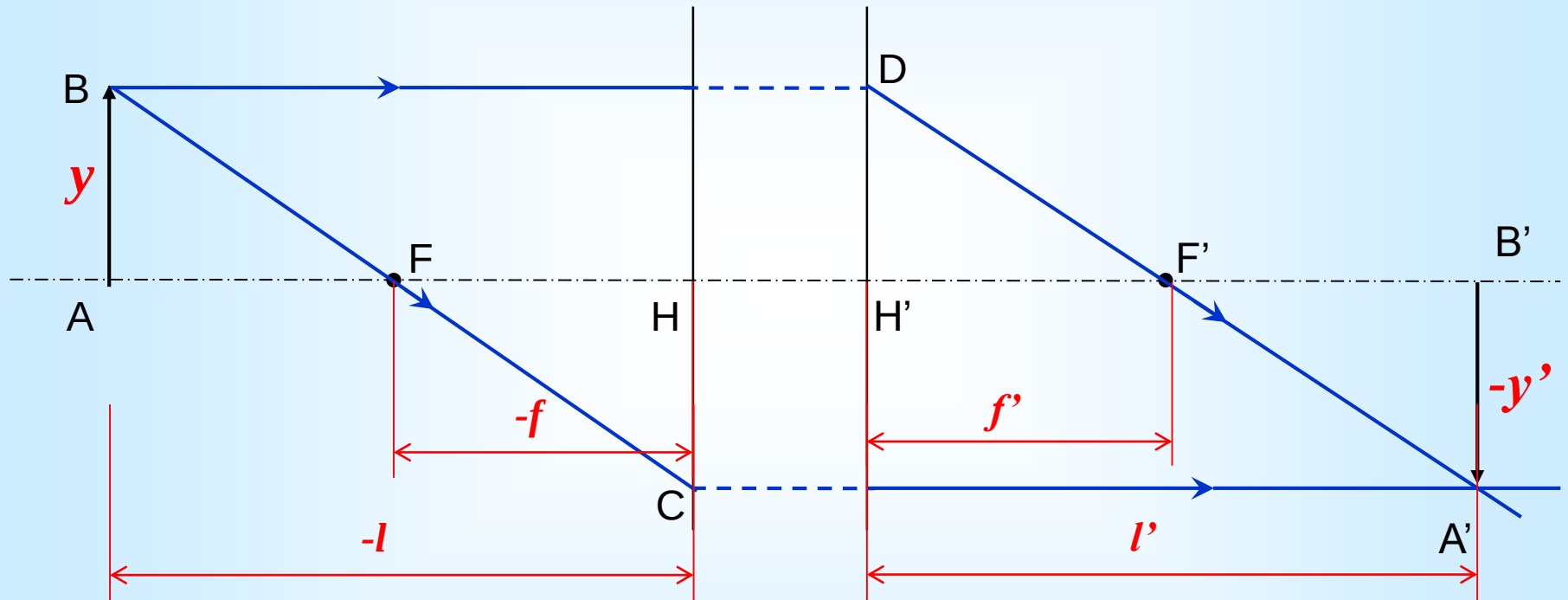
# 作图法注意事项

- 看清所给光学系统的基点位置，明确光学系统的性质
- 根据物像共轭和光路可逆，可由物求像，也可由像求物
- 作图中注意物像的虚实，分别用虚、实线表达
- 物方与像方共轭光线的转折点必在主面上

# 解析法——牛顿公式

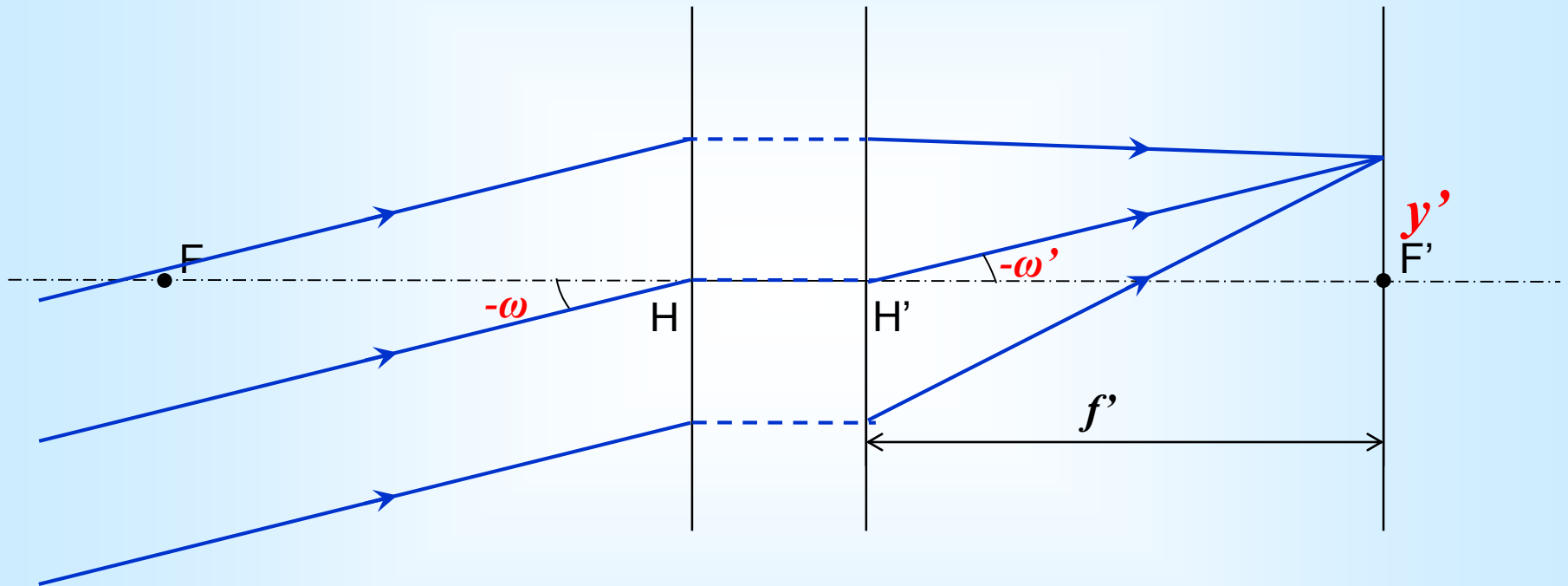


# 解析法——高斯公式





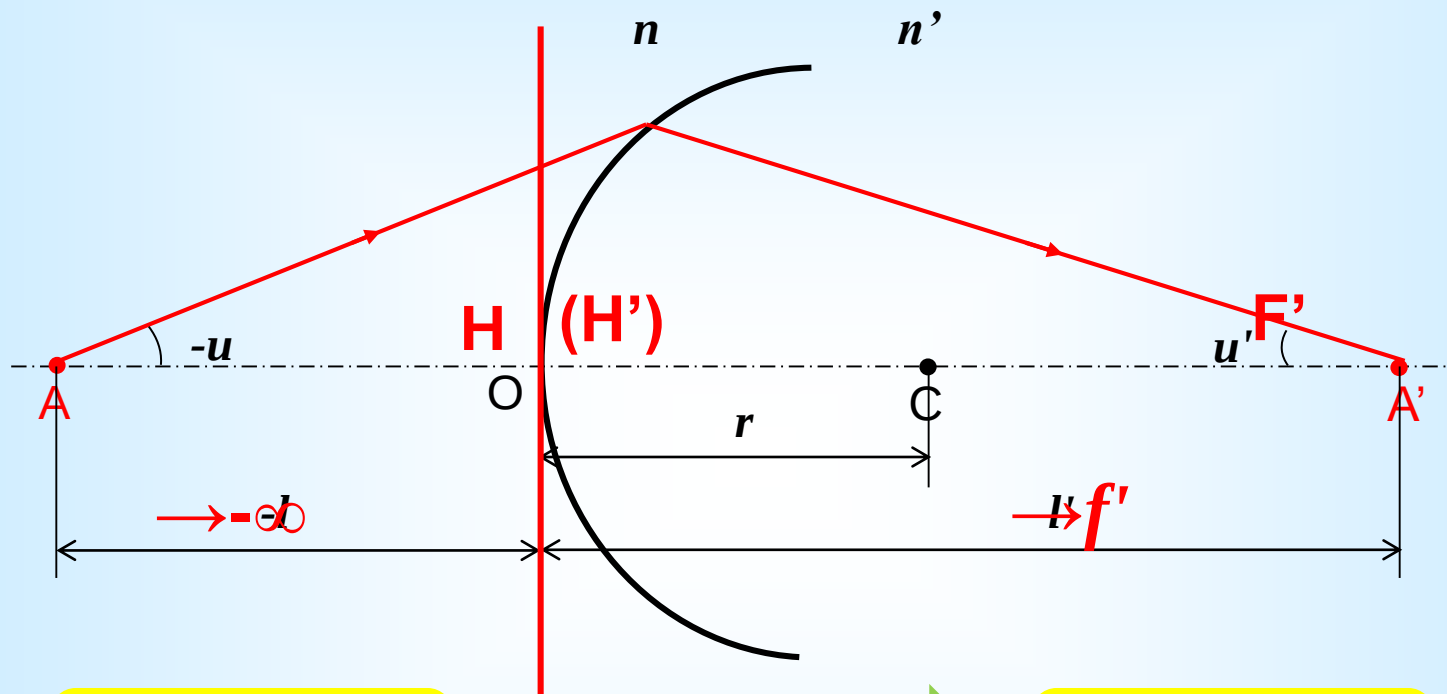
# 无限远轴外点成像



$$y' = -f' \cdot \tan \omega'$$

## § 2.4 系统主面、焦点位置的确定

# 单球面折射系统



求主面

$$\beta = +1$$

$$l = l' = 0$$

求焦面

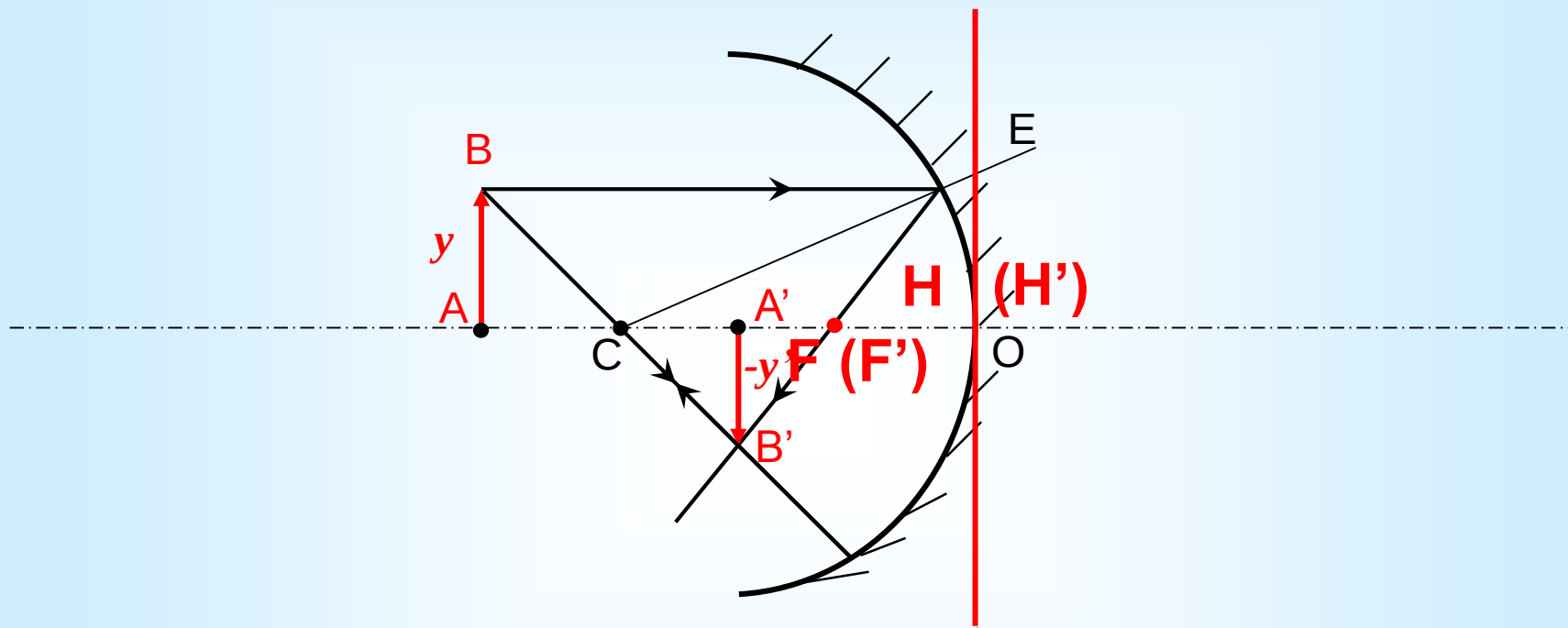
$$l = -\infty$$

$$l' = +\infty$$

$$f' = l'$$

$$f = l$$

# 单球面反射系统



求主面

$$\beta = +1$$

$$l = l' = 0$$

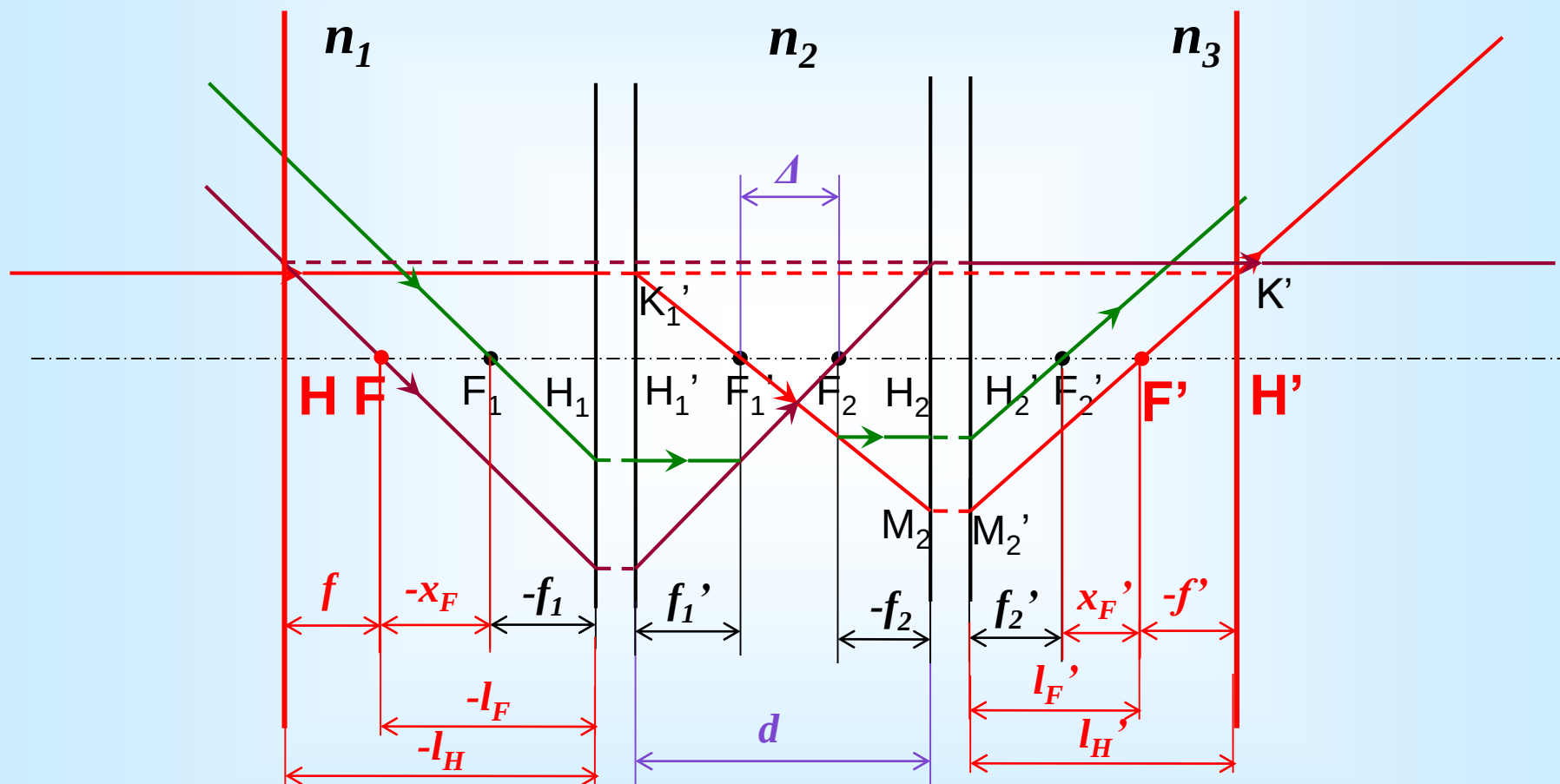
求焦面

$$l = -\infty$$

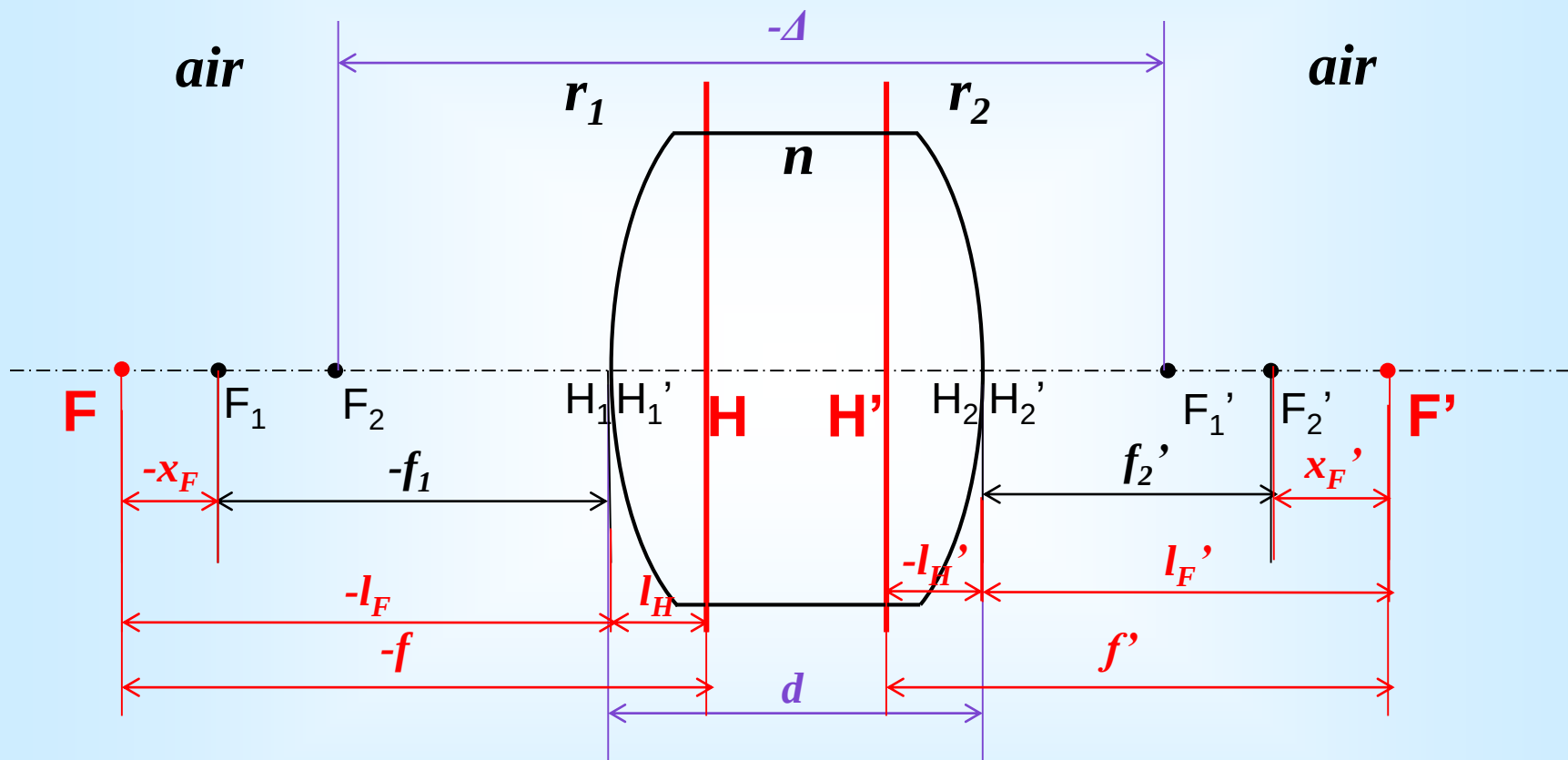
$$l' = +\infty$$

$$f' = f = r/2$$

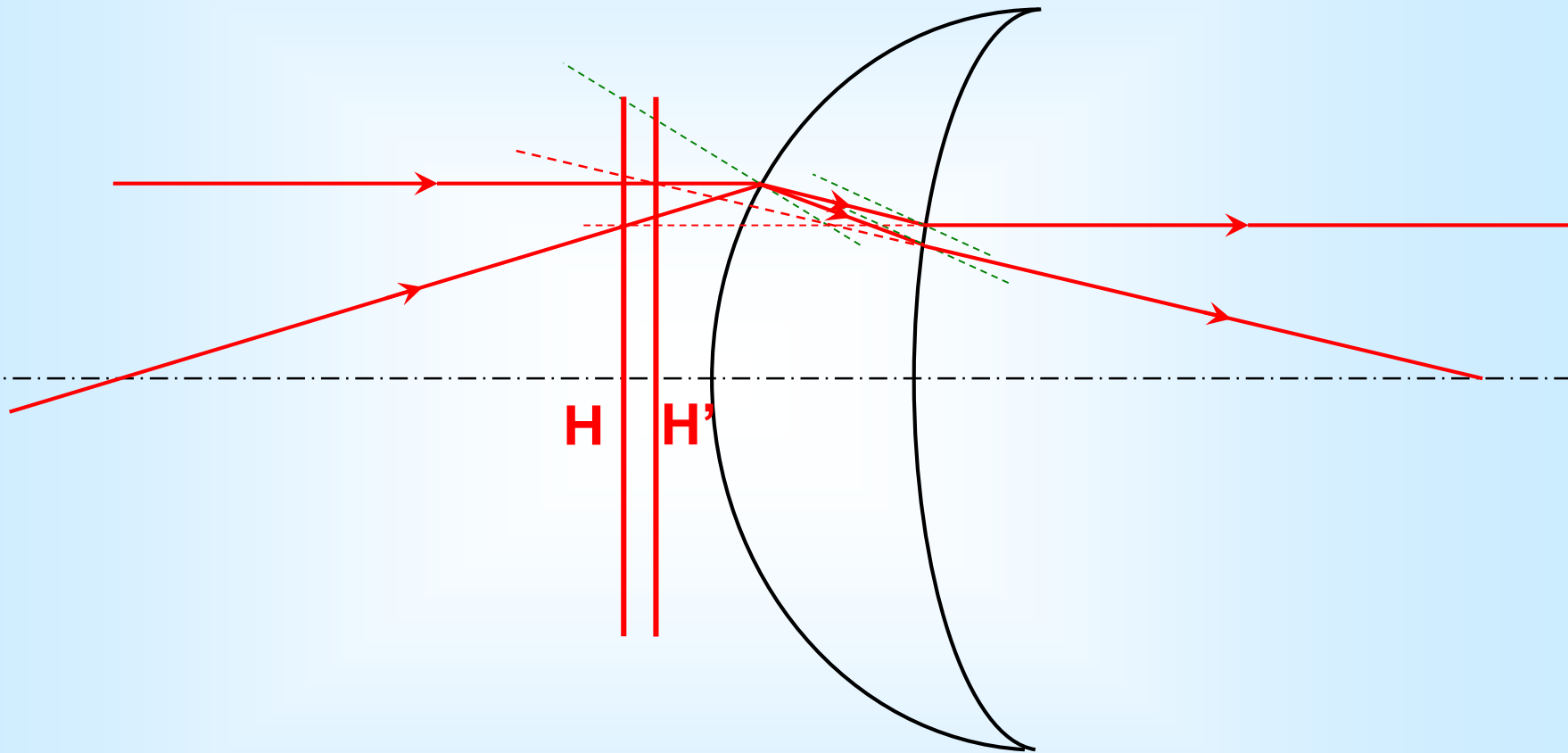
# 双光组的组合主面和焦点



# 单透镜的主面和焦点



# 正弯月形透镜

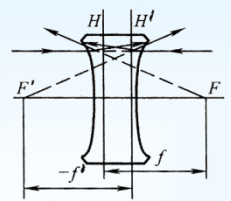
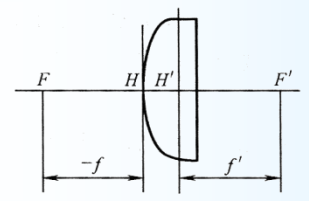
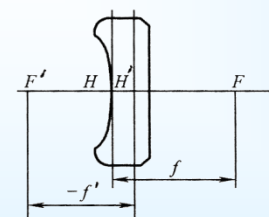
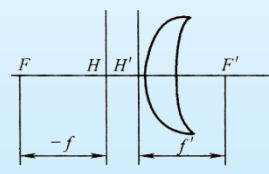


# 各种透镜 (1)

| 透镜形式 | 曲率半径  |       | 厚度<br>$d$                                        | 焦距         | 主面位置       |            | 示意图 |
|------|-------|-------|--------------------------------------------------|------------|------------|------------|-----|
|      | $r_1$ | $r_2$ |                                                  | $f'$       | $l'_H$     | $l_H$      |     |
| 双凸透镜 | $>0$  | $<0$  | $\leq \left  \frac{n(r_2 - r_1)}{n - 1} \right $ | $>0$       | $<0$       | $>0$       |     |
|      |       |       | $= r_1 - r_2$                                    | $>0$       | $= r_2$    | $= r_1$    |     |
|      |       |       | $= -\frac{n(r_2 - r_1)}{n - 1}$                  | $= \infty$ | $= \infty$ | $= \infty$ |     |
|      |       |       | $> \left  \frac{n(r_2 - r_1)}{n - 1} \right $    | $<0$       | $>0$       | $<0$       |     |



# 各种透镜 (2)

| 透镜形式   | 曲率半径  |           | 厚度<br>$d$ | 焦距                 | 主面位置            |       | 示意图                                                                                   |
|--------|-------|-----------|-----------|--------------------|-----------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|        | $r_1$ | $r_2$     |           | $f'$               | $l'_H$          | $l_H$ |                                                                                       |
| 双凹透镜   | $<0$  | $>0$      | 任意值       | $<0$               | $<0$            | $>0$  |    |
| 平凸透镜   | $>0$  | $=\infty$ | 任意值       | $=\frac{r_1}{n-1}$ | $=-\frac{d}{n}$ | $=0$  |    |
| 平凹透镜   | $<0$  | $=\infty$ | 任意值       | $=\frac{r_1}{n-1}$ | $=-\frac{d}{n}$ | $=0$  |   |
| 正弯月形透镜 | $>0$  | $>r_1$    | 任意值       | $>0$               | $<0$            | $<0$  |  |

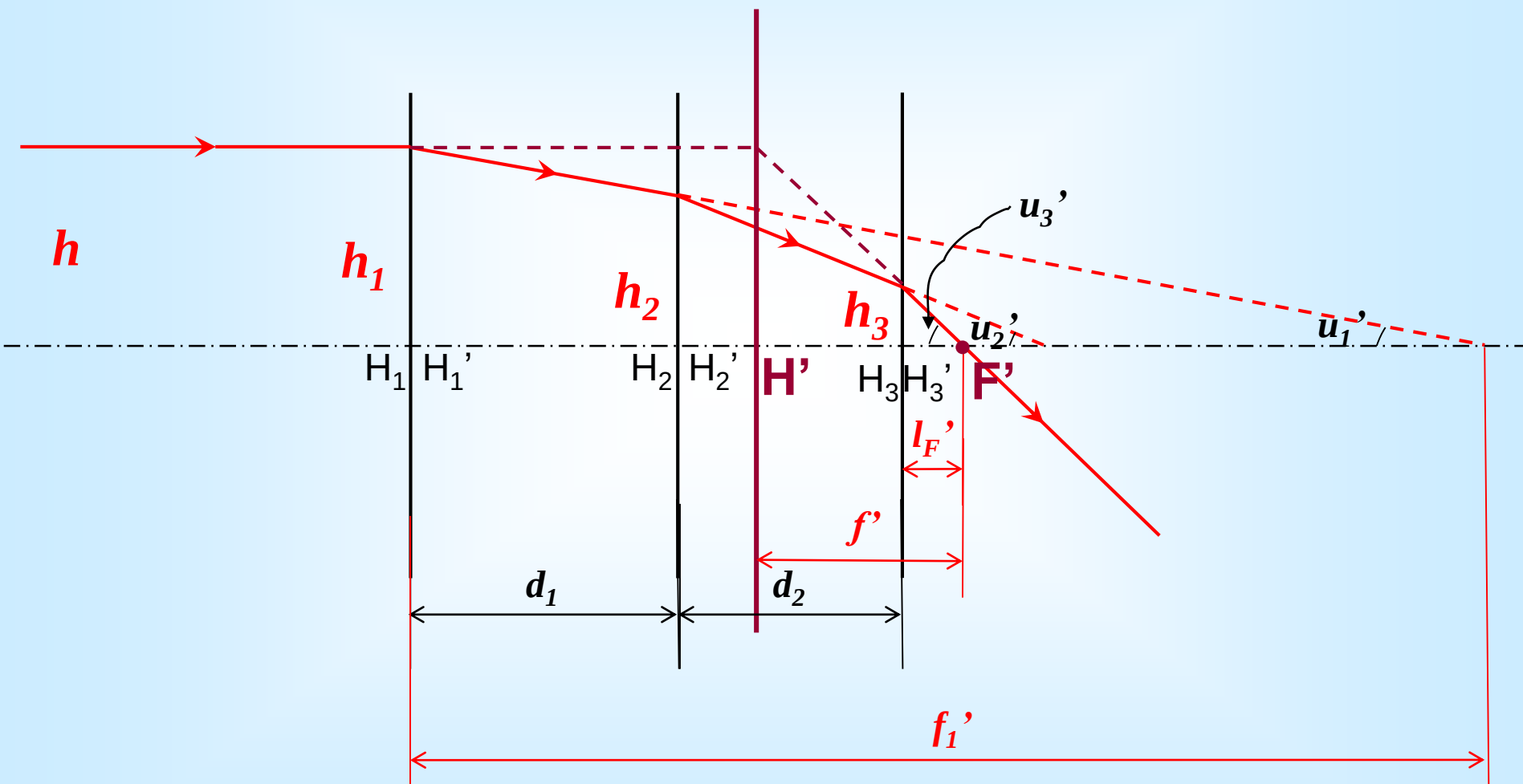
# 各种透镜 (3)

| 透镜形式   | 曲率半径    |       | 厚度<br>$d$                       | 焦距         | 主面位置       |            | 示意图 |
|--------|---------|-------|---------------------------------|------------|------------|------------|-----|
|        | $r_1$   | $r_2$ |                                 | $f'$       | $l'_H$     | $l_H$      |     |
| 负弯月形透镜 | $> r_2$ | $> 0$ | $< \frac{n(r_2 - r_1)}{n - 1}$  | $< 0$      | $> 0$      | $> 0$      |     |
|        |         |       | $= r_1 - r_2$                   | $< 0$      | $= r_2$    | $= r_1$    |     |
|        |         |       | $= -\frac{n(r_2 - r_1)}{n - 1}$ | $= \infty$ | $= \infty$ | $= \infty$ |     |
|        |         |       | $> \frac{n(r_2 - r_1)}{n - 1}$  | $> 0$      | $< 0$      | $< 0$      |     |

# 透镜的焦距和光焦度

- 透镜的焦距和光焦度之间的关系
- 思考：
  - 位于冰 ( $n_{\text{冰}}=1.3$ ) 中的玻璃 ( $n_{\text{玻}}=1.5$ ) 薄透镜与位于玻璃 ( $n_{\text{玻}}=1.5$ ) 中的冰 ( $n_{\text{冰}}=1.3$ ) 薄透镜具有相同的形状，它们的焦距 ( )，光焦度 ( )。
  - ◆ 选择填空：
    - A. 同号等值； B. 异号等值；
    - C. 同号不等值； D. 异号不等值

# 多透镜（多光组）系统



# 本章例题

1. 双凸透镜，材料 $n=1.5$ ，前后两个面曲率半径分别为20mm和40mm，透镜厚度为60mm，确定透镜基点基面。
2. 平凸薄透镜，平面镀反射膜。  
已知： $f'=100\text{mm}$ ,  $l=-200\text{mm}$ ,  $d=0$ ,  $n=1.5$   
求： $l'$ ,  $\beta$

# 本章作业

- P54: 第6题, 第7题
- P55: 第10,15,16,17,20题

OK