

## §2.6 光学仪器 (教材2.5)



# 人眼

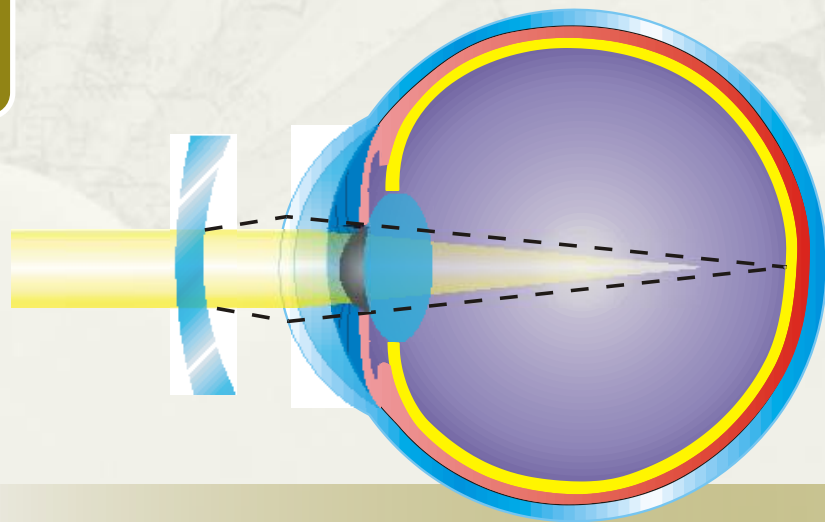
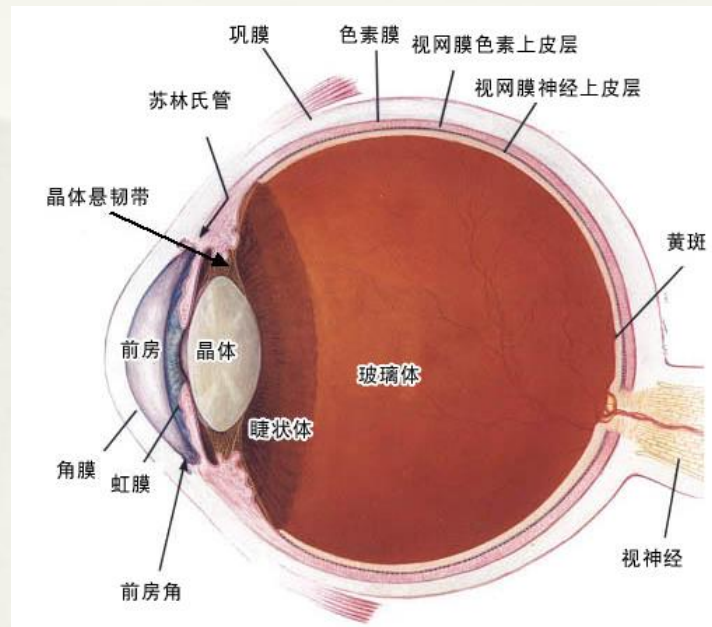
近视眼 v. s. 远  
视眼 (度数P50)

明视距离  
 $\sim 25\text{cm}$

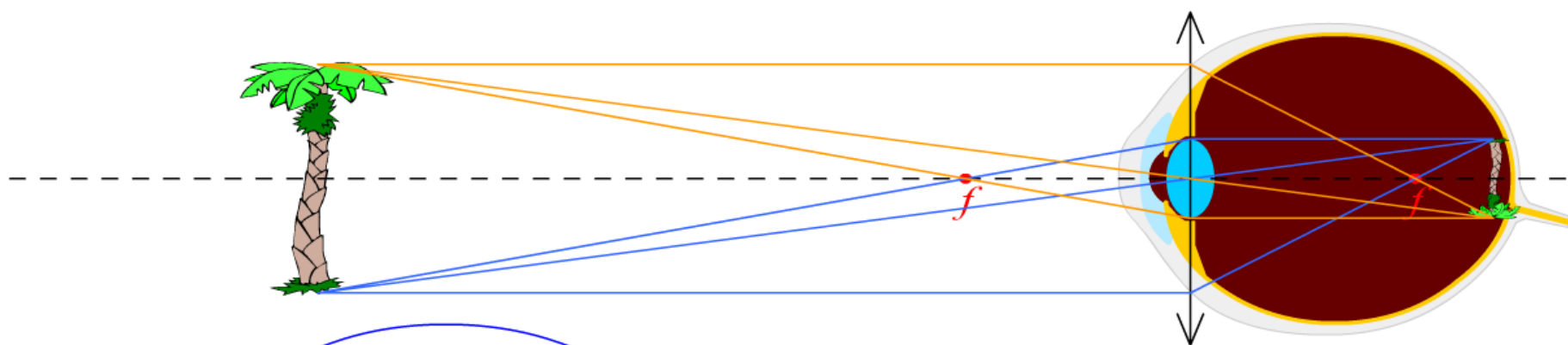
结构  
(P64图  
2.33) 及  
各部分与  
照相机元  
件的对应

最小分  
辨角  
 $\sim 1'$

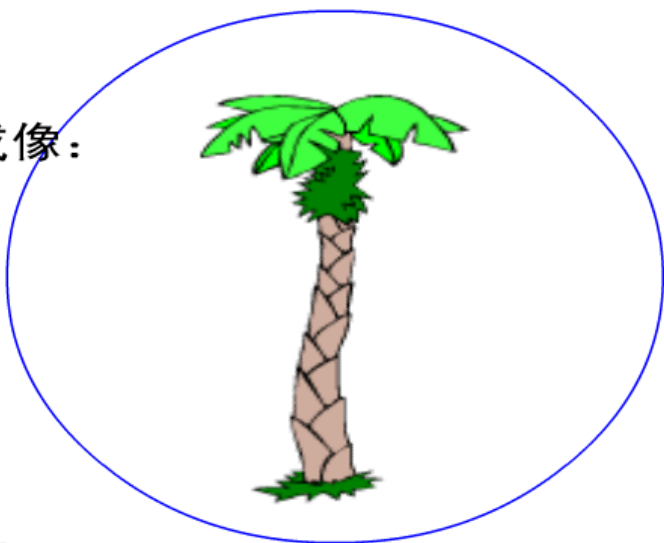
人眼



# 眼睛的成像原理



视野成像：



正常眼



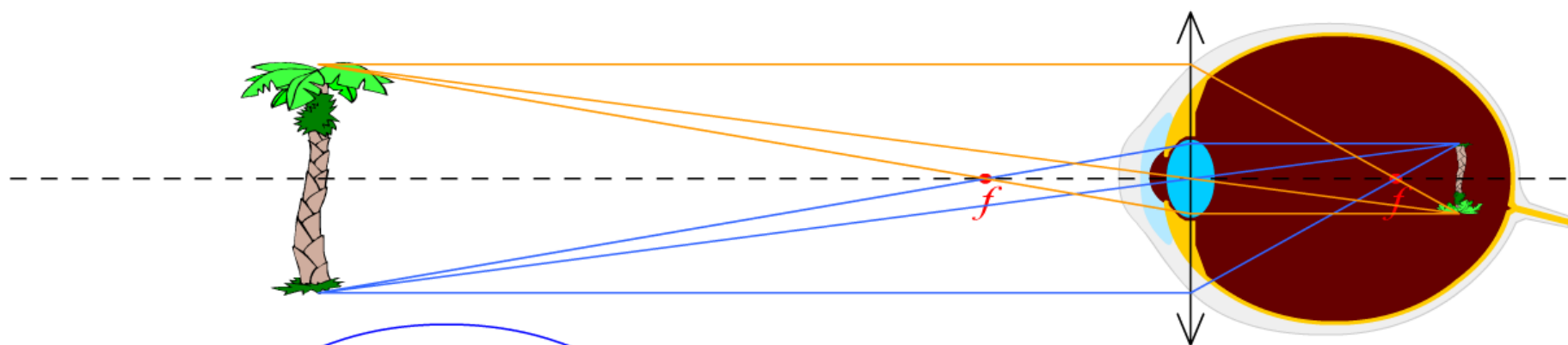
物距



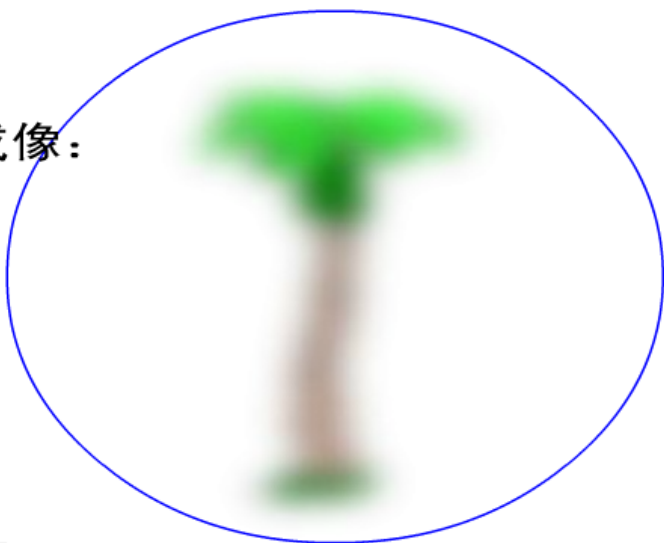
晶状体焦距



# 眼睛的成像原理



视野成像：



近视眼



物距

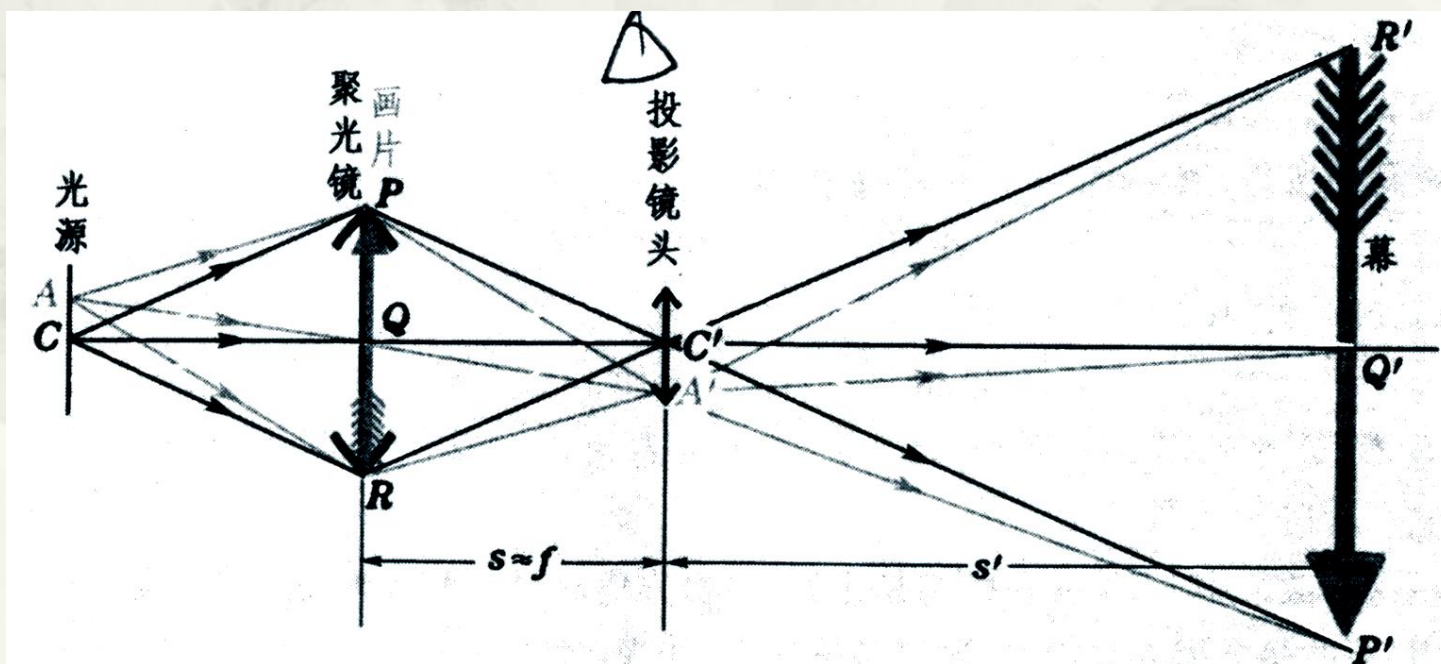


晶状体焦距

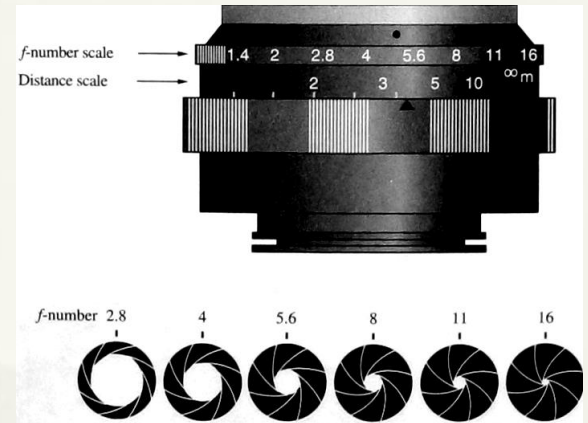


# 投影仪

- \* 物体成放大实像在屏幕上。
- \* 屏幕距离投影镜头距离远大于透镜  $s' \gg f$ ，在无穷远处
- \* 物体一般来说放在焦距附近， $s \sim f$



# 照相机



1. 结构(光路与投影仪相反)
2.  $s' \sim f'$  ,  $s \rightarrow \text{infinity}$ ;
3. 光阑 (P63、P71)
  - \* 光阑越小, 亮度越低。
  - \* 光阑越小, 景深越大: 当光阑变小时, 光束变窄, 离底片一定距离的点在底片上形成的圆斑变小, 满足底片分辨率要求, 也可成“清晰”的像

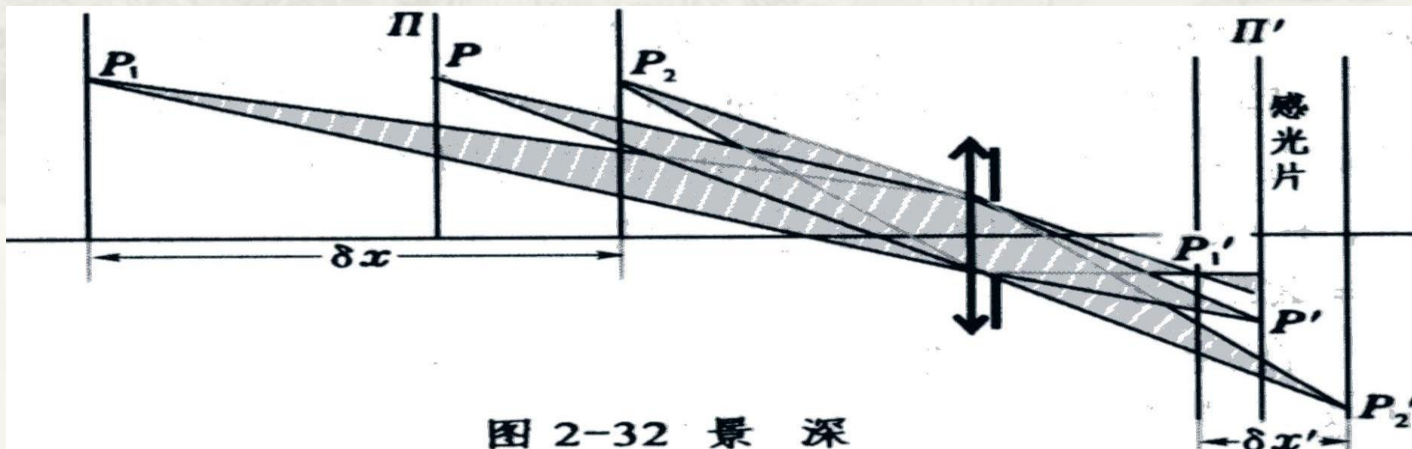
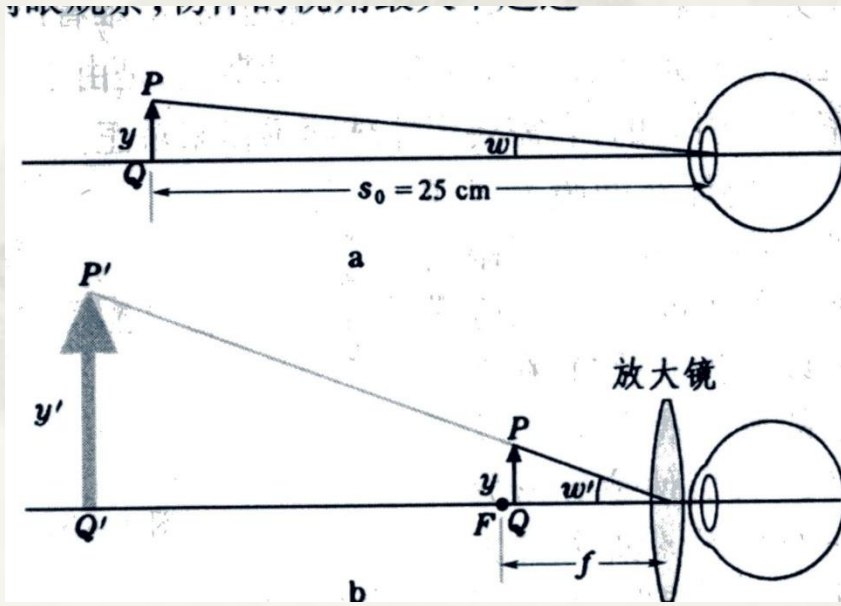


图 2-32 景深



# 放大镜和目镜

- 视角放大率**P66**: 透镜看与裸眼看物体的角度之比
- 焦深: 虚像**P'Q'**位置在明视距离处, 对应物体**PQ**的牛顿物距 **$x_0$**



视角放大率**P67**

$$M = \frac{s_o}{f}$$

焦深 (习题**2-41**)

$$\Delta x = \frac{s_o}{M(M+1)}$$

## 习题2-41

\* 计算 $2\times$ ,  $3\times$ ,  $5\times$ ,  $10\times$ 放大镜或目镜的焦深

$$\Delta x = |x| = \frac{s_0}{M(M+1)}.$$

由此算出

$$\Delta x = \begin{cases} 4.17 \text{ cm}, & M = 2; \\ 2.08 \text{ cm}, & M = 3; \\ 0.83 \text{ cm}, & M = 5; \\ 0.23 \text{ cm}, & M = 10. \end{cases}$$

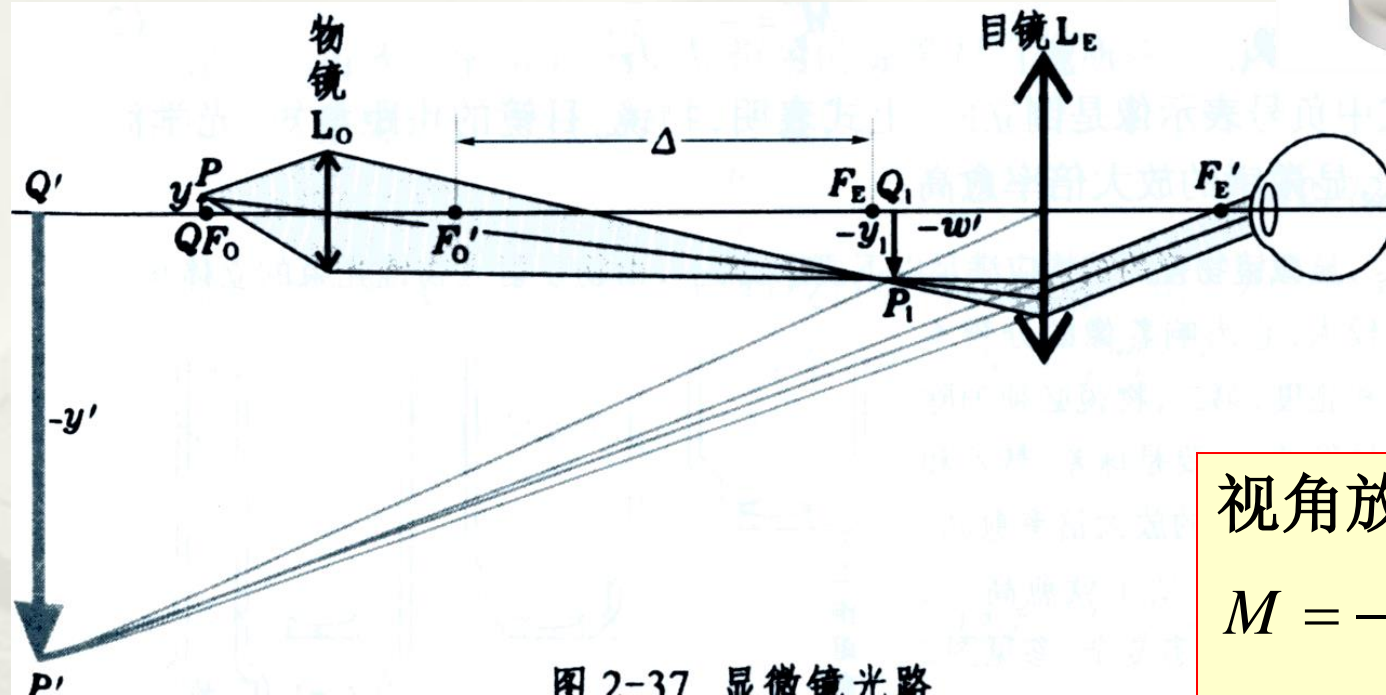
由此可见,高倍放大镜或目镜的焦距很短,焦深也随之缩短,要求调节十分精细。



# 显微镜



## \* 光学筒长



视角放大率

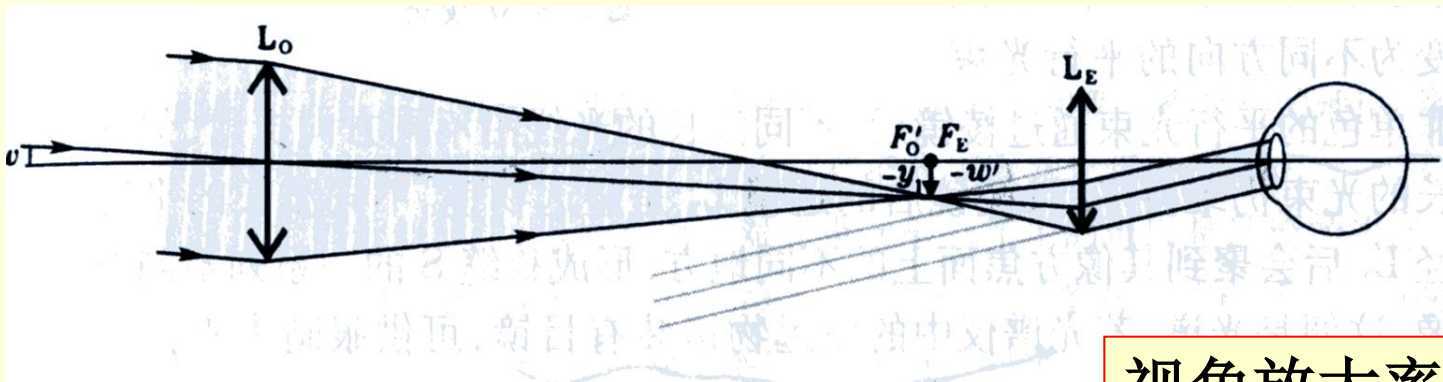
$$M = -\frac{s_o \Delta}{f_o f_E}$$

- \* 焦距越短、筒长越大，放大倍数越高，焦深越小
- \* 高倍显微镜要用油浸方式来获得大的数值孔径参数

# 望远镜



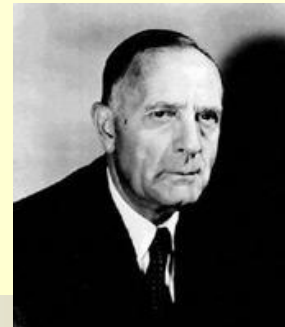
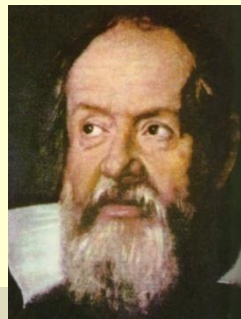
- \* 望远系统（没有焦点的联合光学系统）



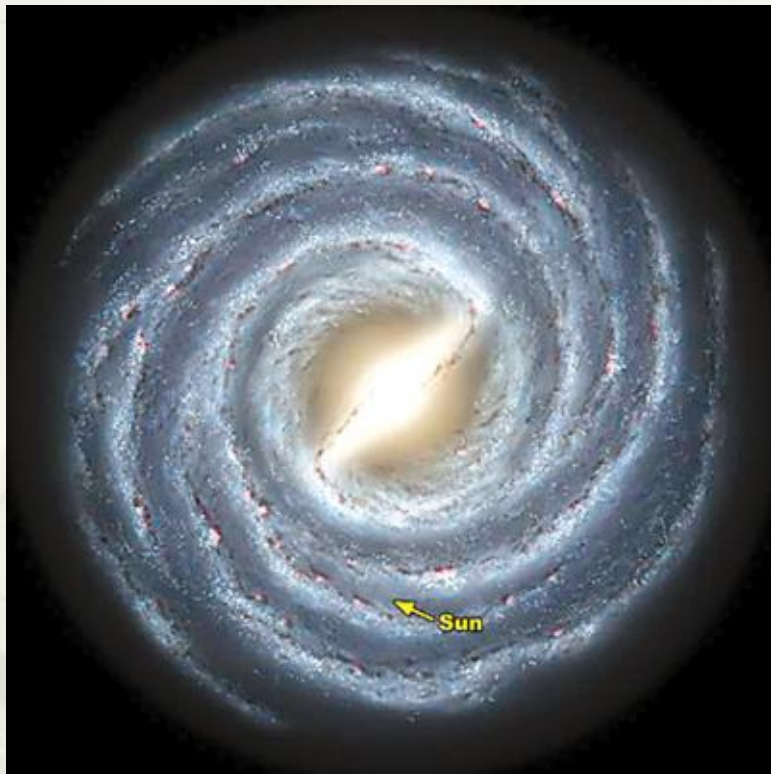
视角放大率

$$M = -\frac{f_o}{f_E}$$

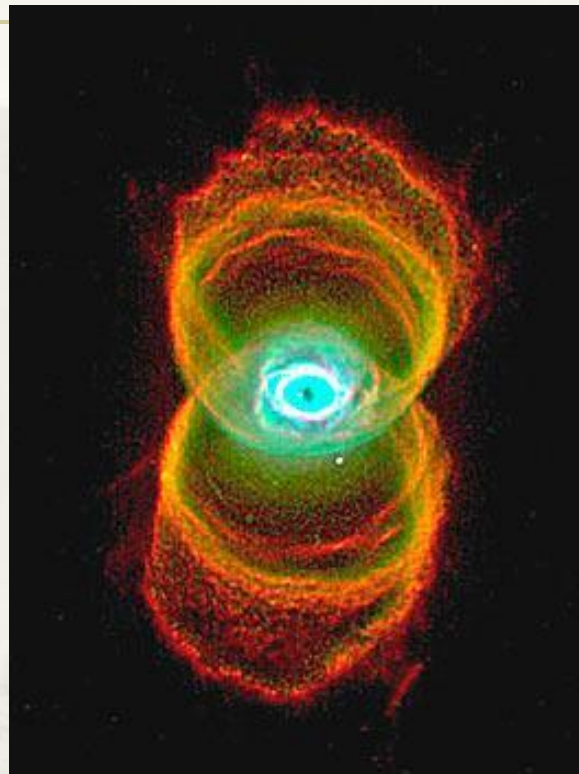
- \* 物镜焦距越长，放大倍数越高
- \* 开普勒、伽利略、哈勃望远镜



# 哈勃太空望远镜的照片



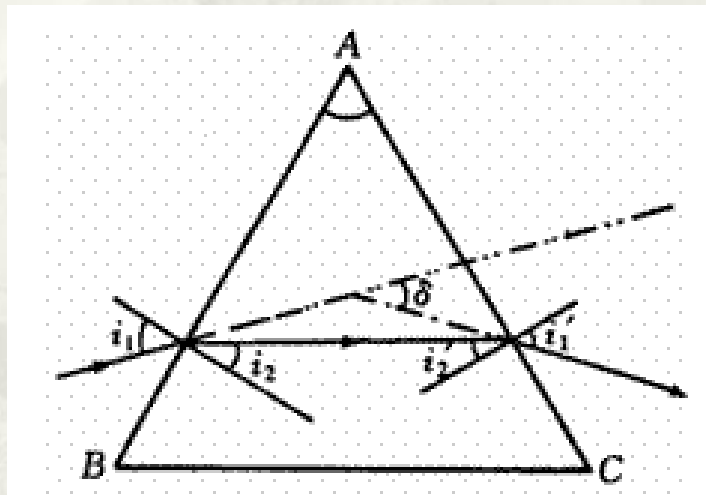
距离地球3200万光年的遥远太空深处的“幻影星系”



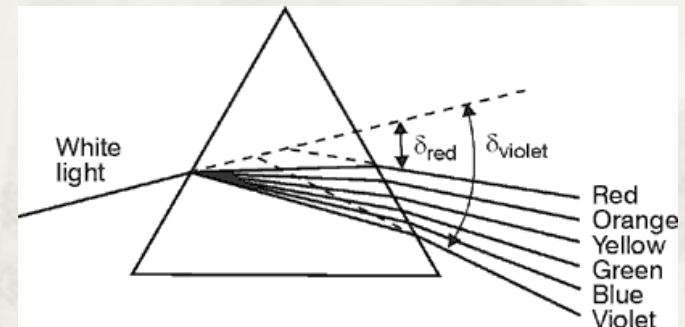
距地球八千光年的沙漏星云

# 色散棱镜（教材P11 2.3）

- \* 偏向角  $\delta$  v. s. 最小偏向角  $\delta_{\min}$
- \* 主要作用：分光，因为不同的波长具有不同的折射率。正常色散： $\lambda$  越短， $n$  越大。
- \* 课堂练习：P33 1-9

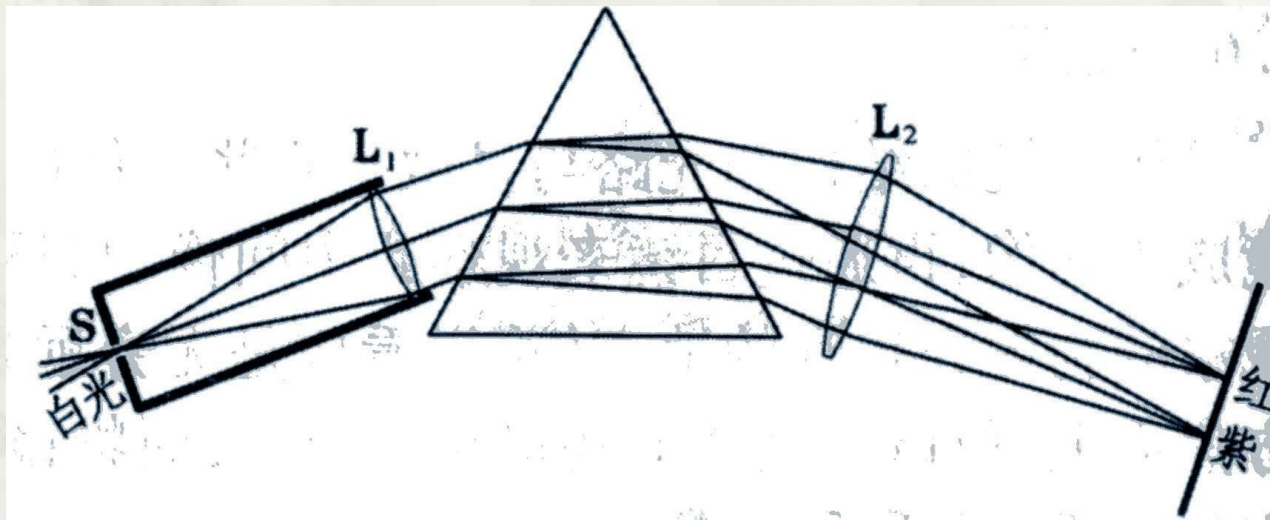


$$n_{\text{棱镜}} = \frac{\sin \frac{\alpha + \delta_{\min}}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$



# 色散棱镜 (教材P70)

1. 光谱P5: 非单色光按波长的分布
2. 望远镜系统中装有目镜、感光底片、狭缝, 能获得分光镜、摄谱仪、单色仪等棱镜光谱仪
3. 色散本领(几何光学) v. s. 色分辨本领(波动光学)



角色散: 波长相差一个长度单位的光, 在空间分开的角度差。

$$D = \frac{2 \sin(\alpha / 2)}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2(\alpha / 2)}} \frac{dn}{d\lambda}$$



## 习题2-38

2-38. 一架幻灯机的投影镜头的焦距为7.5 cm, 当幕由8 m移至10 m远时, 镜头需移动多少距离?

解: 由物像距关系的牛顿(Newton)公式

$$x_1 = \frac{f^2}{x_1'}, \quad x_2 = \frac{f^2}{x_2'}$$

得物位移量  $\Delta x$  与像位移量  $\Delta x'$  的关系为

$$\Delta x = x_2 - x_1 = -\frac{\Delta x'}{x_2' x_1'} f^2.$$

考虑到投影系统的特点是像距远远大于焦距, 取

$$x_1' \approx s_1' = 8 \text{ m}, \quad x_2' \approx s_2' = 10 \text{ m},$$

则

$$\Delta x' = x_2' - x_1' \approx s_2' - s_1' = 2 \text{ m}.$$

所以

$$\Delta x = -0.014 \text{ cm},$$

即投影镜头应移近画片 0.014 cm.



# Homework week 5 (due date Apr. 1)

- \* 教材P98 2-41, 2-42
- \* 教材P33 1-10

# Chap 2 Outlines

- \* 折射定律、反射定律、全反射
- \* 惠更斯原理
- \* 费马原理
- \* 单光学元件的物像公式
  - \* 公式中正负号的规定
  - \* 单球面镜、薄透镜
  - \* 成像公式（磨镜者、高斯、牛顿、放大率、拉-亥不变量）
  - \* 作图法
- \* 薄透镜组的物像关系
  - \* 逐次成像公式法
  - \* 基点与基面作图法
- \* 各种光学仪器
- \* 光阑和像差（自学）
- \* 光度学（自学）