

10.3 望远镜的分辨本领

由近及远的车灯



望远镜



“哈勃”望远镜
长13.3米，
直径4.3米



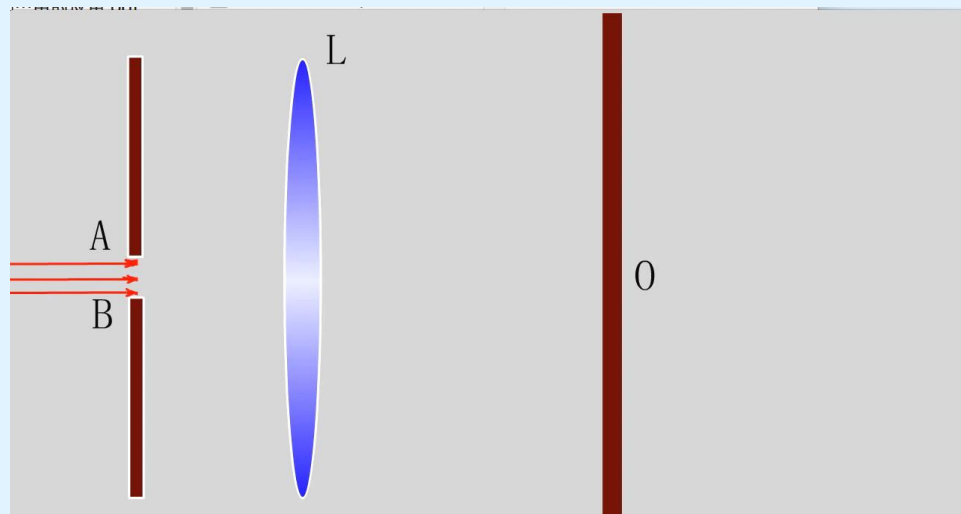
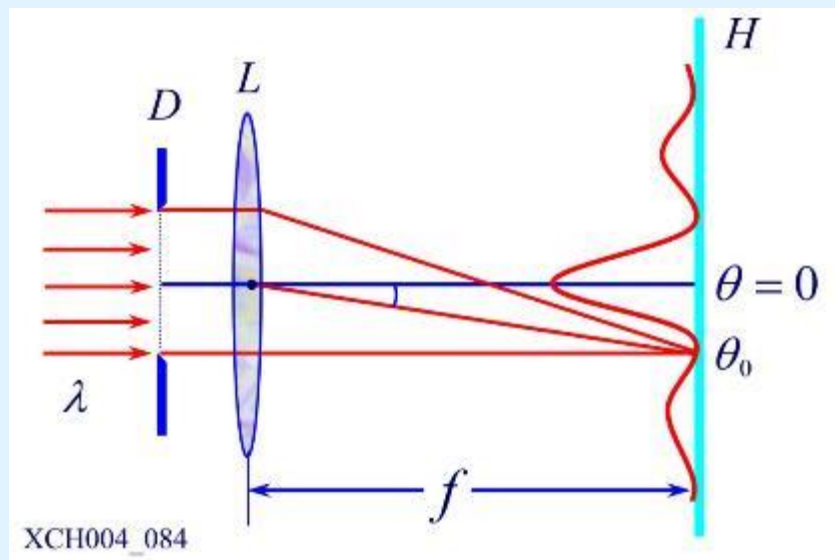
FAST望远镜

500米口径球面射电望远镜
Five hundred meters Aperture Spherical
Radio Telescope, 简称FAST

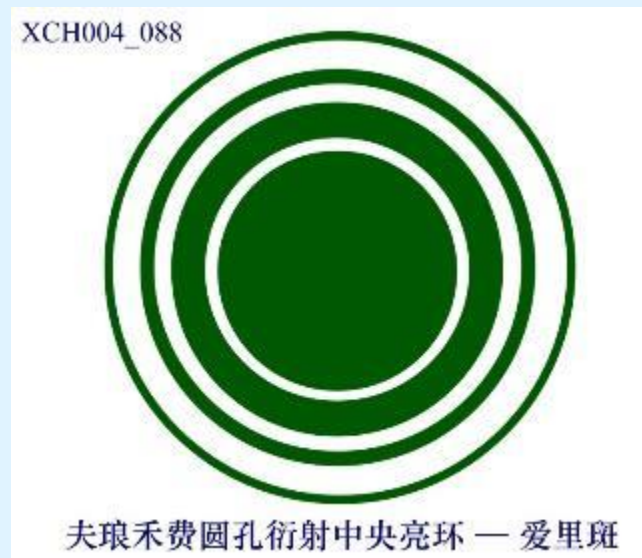
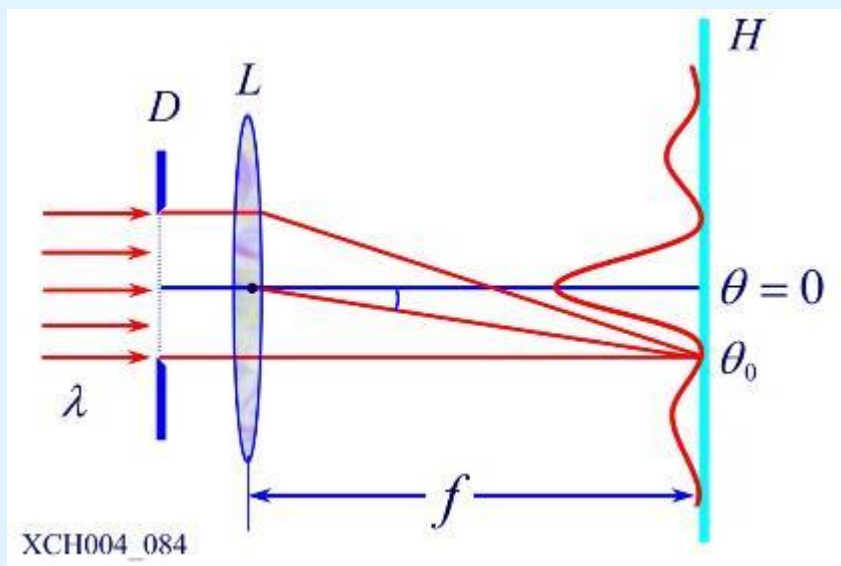
1 圆孔夫琅禾费圆孔衍射

—— 平行单色光入射圆孔__直径**D**

圆孔波面上各点发出子波经透镜会聚在焦平面



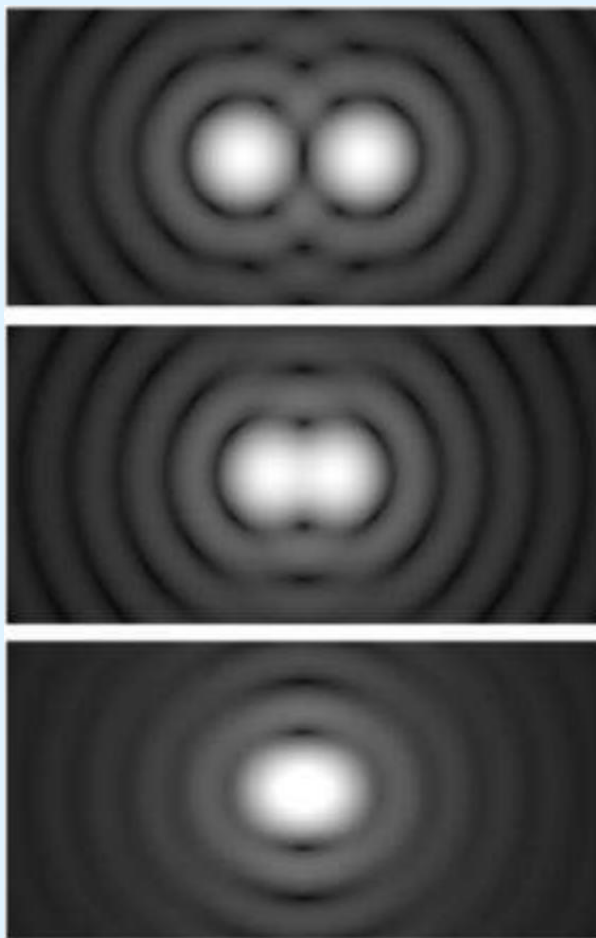
P点光的振幅
$$E = \int_S C \frac{A(Q)K(\theta)}{r} \cos(\omega t - \frac{2\pi r}{\lambda}) ds$$



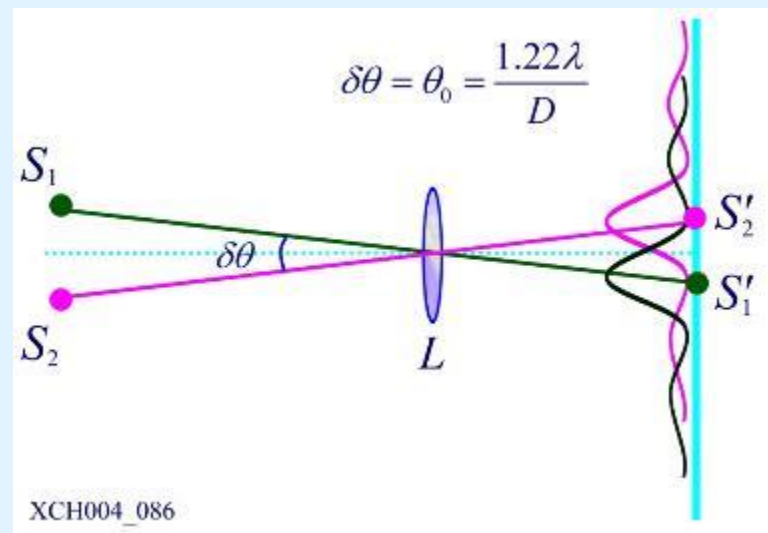
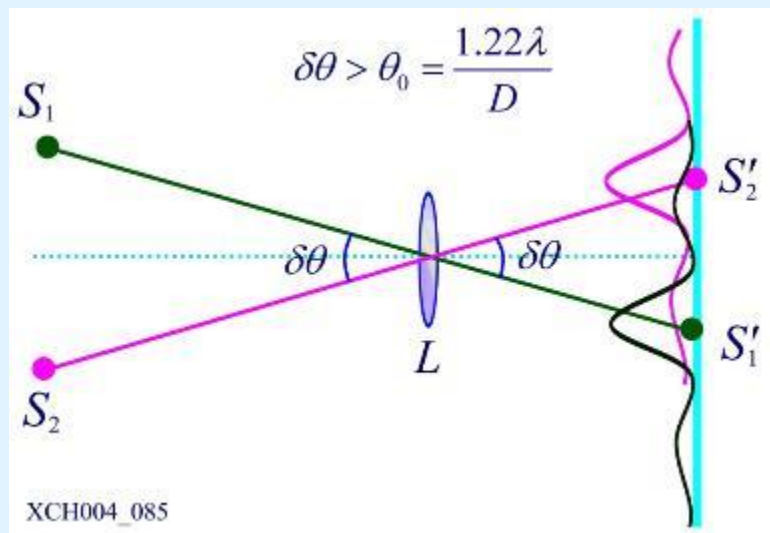
计算得到中央是亮斑(爱里斑)，强度约占入射光强的 **84%**

爱里斑的半角宽度
$$\theta_0 \approx \sin \theta_0 = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

2 瑞利判据 —— 光学仪器的分辨本领



瑞利判据 —— 两个强度相同的不相干点光源
一个光源的爱里斑的中心刚好落在
另一光源衍射图样的第一级极小处

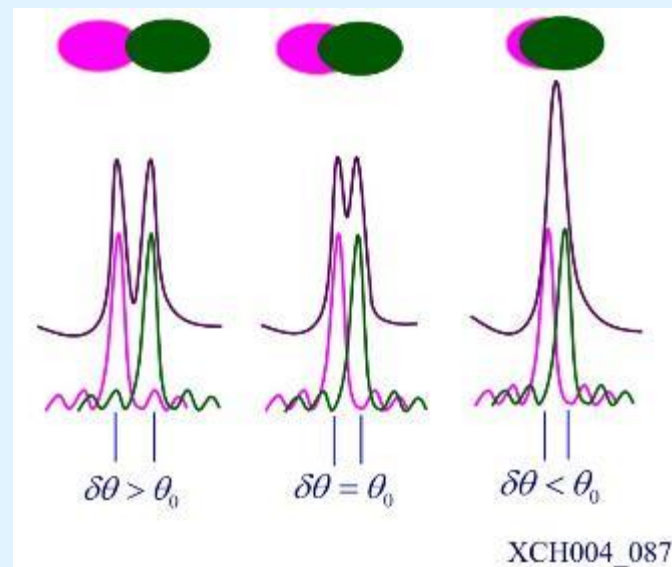
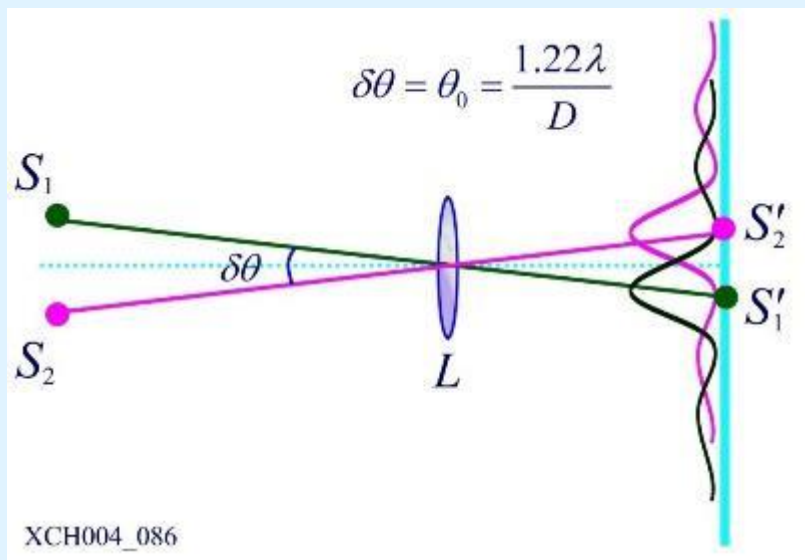


光学系统刚好分辨两个点光源 ❖

两个点光源的爱里斑的角距离 $\theta_0 = 1.22 \frac{\lambda}{D}$

望远镜的最小分辨角 $\delta\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$

望远镜的分辨本领 $R = \frac{1}{\delta\theta} = \frac{D}{1.22\lambda}$

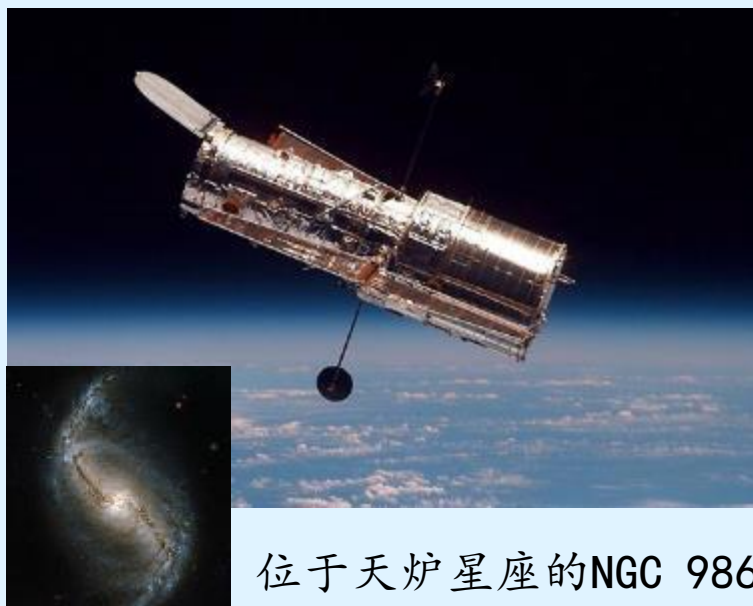


如何提高光学仪器的分辨本领？

$$R = \frac{1}{\delta\theta} = \frac{D}{1.22\lambda}$$

望远镜

增大物镜的直径



位于天炉星座的NGC 986
棒状螺旋星系清晰图像

显微镜

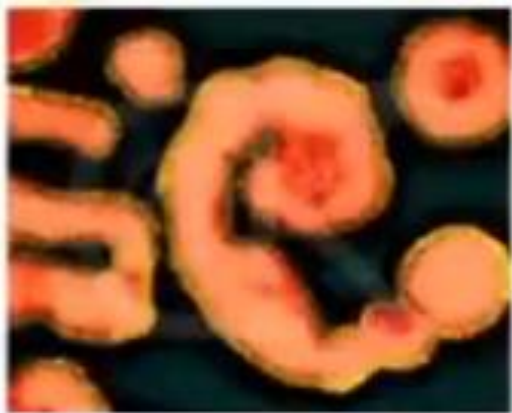
减小波长

电子显微镜

用加速的电子束代替光束，分辨率可达0.1nm，可用于观察分子结构



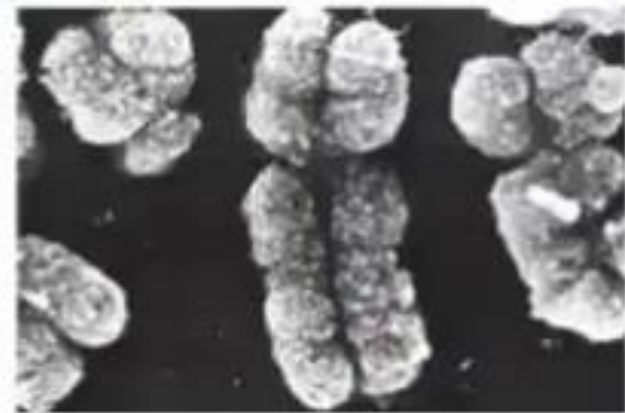
电子显微镜下的影像



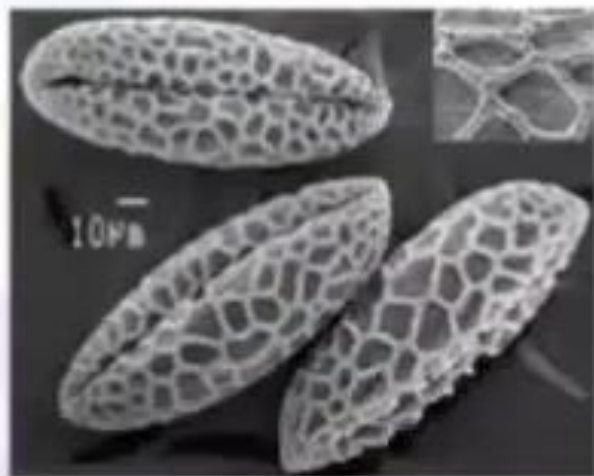
流行感冒病毒



乙肝病毒



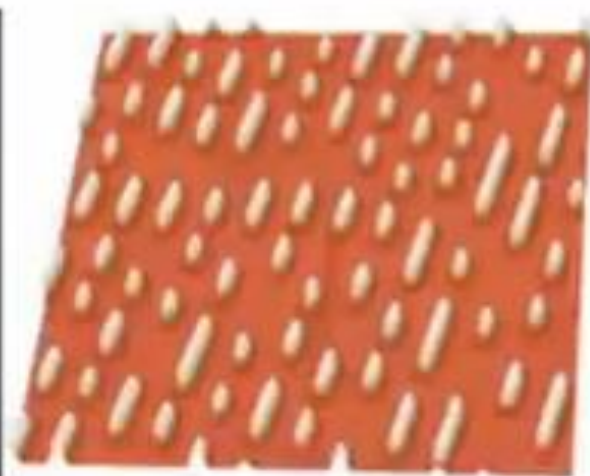
人类X染色体和Y染色体



花粉



灯泡钨丝



光盘表面

✎ 月球离地面约 $s=3.68 \times 10^5 \text{ km}$, 设月光 $\lambda=550 \text{ nm}$

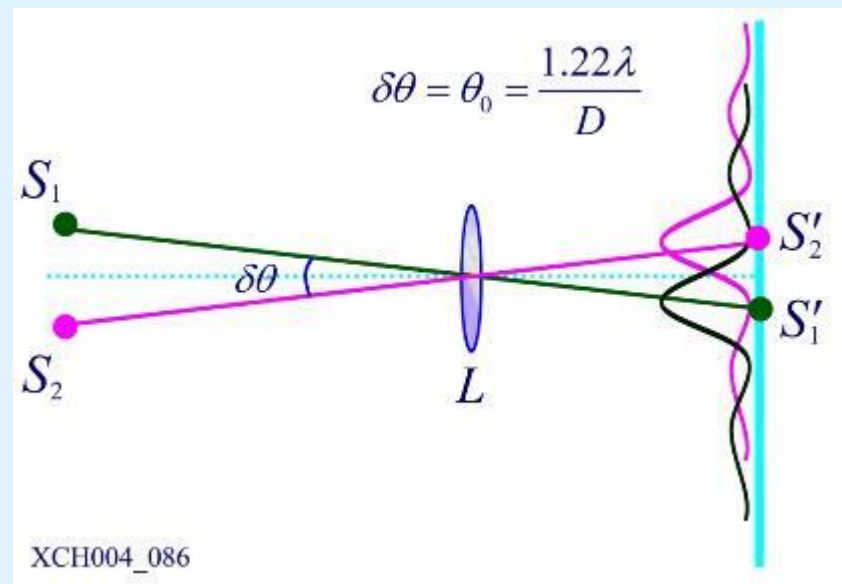
计算月球表面上相距多远的两点才能被地面上
直径 $D=5 \text{ m}$ 的天文望远镜所分辨

👉 最小分辨角 $\delta\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$

—— 月球上相距为 d 的两点
对望远镜中心的张角

$$\delta\theta = \frac{d}{s} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

$$\underline{\underline{d = 1.22 \frac{\lambda}{D} s = 51.8 \text{ m}}}$$



作业：W6 单缝衍射 圆孔衍射