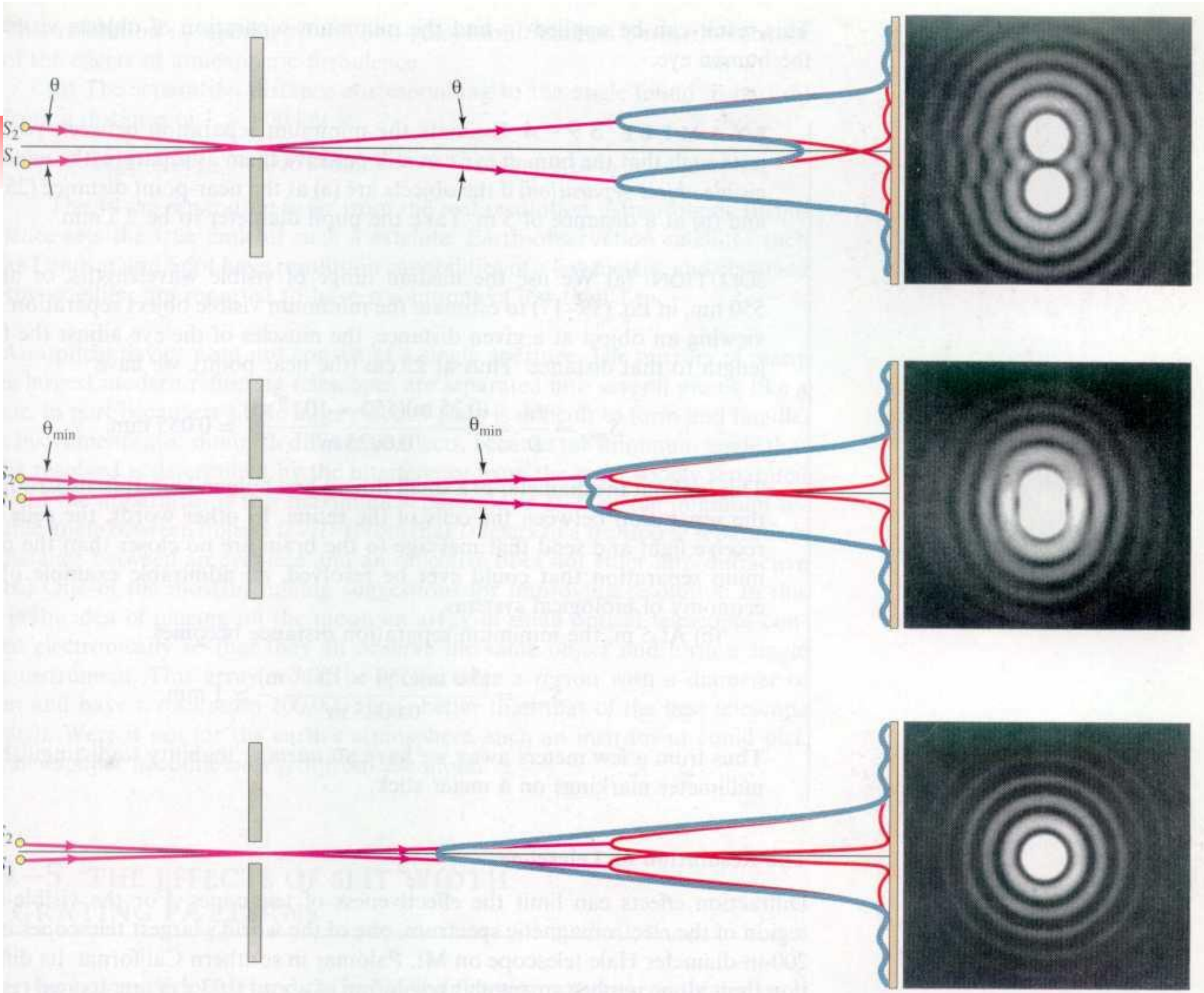
小孔（直径*D*）对两个靠近的遥远的点光源的分辨



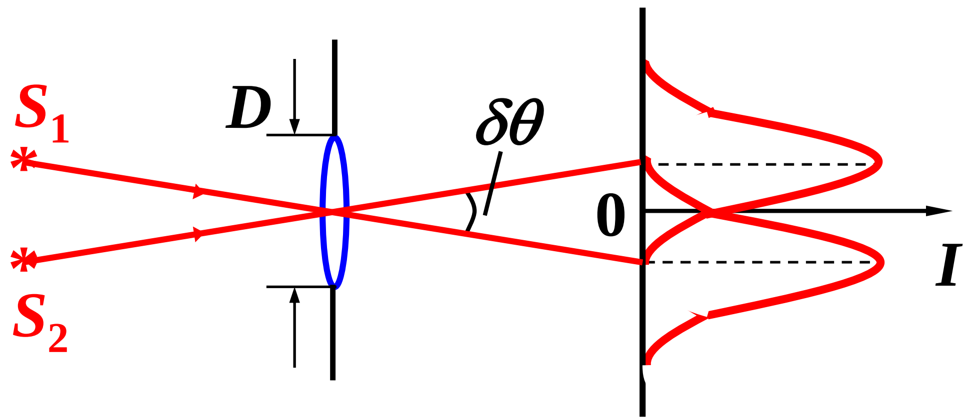
点光源距离较大
可分辨

符合
瑞利
判据

点光源距离太小
不可分辨

最小分辨角

$$\boxed{\delta\theta = \theta_1 \approx 1.22\frac{\lambda}{D}}$$



分辨本领

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

$$\left.\begin{array}{l} D\uparrow \\ \lambda\downarrow \end{array}\right\} \rightarrow R\uparrow$$

望远镜： λ 不可选择，可 $\uparrow D \rightarrow \uparrow R$

▲ 世界上最大的光学望远镜： $D = 8$ m建在夏威夷山顶， **1999**年建成

▲世界上最大的射电望远镜： ***D* = 305 m**，建在波多黎各岛。能探测射到整个地球表面仅**10 $^{-12}$W**的功率，也可探测引力波。

显微镜： D不会很大，可$\downarrow\lambda \rightarrow \uparrow R$

电子λ： 0.1Å ~ 1Å （10^{-2}~10^{-1} nm）

∴ 电子显微镜分辨本领很高

▲ 在正常照明下，人眼瞳孔直径约为3mm，

对 $\lambda = 5500\,\text{Å}$ 的光，$\delta\theta \approx 1'$

可分辨约 9m 远处的相距 2mm 的两个点

▲ 夜间观看汽车灯，远看是一个亮点，逐渐移近才看出两个灯。

- 问题：

有人说在航天飞机上，用肉眼能够看见的地球上的唯一的人造建筑物是长城。这一说法对吗？

长城宽度：**L ~ 10 m**

人眼瞳孔直径约为： **3 mm**

航天飞机高度：**h ~ 200 km**

设圆孔半径R_1=0.1mm，L_2的焦距 f =50cm，$\lambda = 500nm$ 试求：在接收屏上爱里斑的半径；若圆孔半径改用R_2=1.0mm，其它条件不变，爱里斑半径变为多大？这两个爱里斑的半径上平均光强的比为多少？

解：因为 $r_0 = \theta_0 f = 1.22\lambda f / D$

所以：$r_{01} = 1.22 \times \dfrac{500 \times 10^{-9} \times 50 \times 10^{-2}}{2 \times 0.1 \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^{-3} m$

$$r_{02} = 1.22 \times \frac{500 \times 10^{-9} \times 50 \times 10^{-2}}{2 \times 1.0 \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^{-4} m$$

设入射光的能流密度为 I_0 (即光强），则穿过半径为 $\mathbf{R_1}$和 $\mathbf{R_2}$ 圆孔的光能流分别为：

$$P_1 = I_0 \cdot \pi R_1^2 \qquad P_2 = I_0 \cdot \pi R_2^2$$

$$P_1 / P_2 = R_1^2 / R_2^2 = 10^{-2}$$

爱里斑上集中了衍射光能的**83.8%**，所以爱里斑上平均光强之比为：

$$\frac{I_{01}}{I_{02}} = \frac{P_1 \times 83.8\% / \pi r_{01}^2}{P_2 \times 83.8\% / \pi r_{02}^2} = 10^{-4}$$

可见，爱里斑半径缩小10^{-1} 倍（ $r_{01}/ r_{02} = 10$ ），但爱里斑上平均光强却增大 10^4 倍。

衍射的要点： 衍射角 θ

暗纹中心衍射方向满足 $a\sin\theta = 2k\lambda/2$

$k = \pm 1, \pm 2 \cdots$

暗纹中心在屏上位置 $x = k\lambda \cdot f/a$

$$r_0 = \theta_0 f = 1.22\lambda f/D$$ 爱里斑的半径