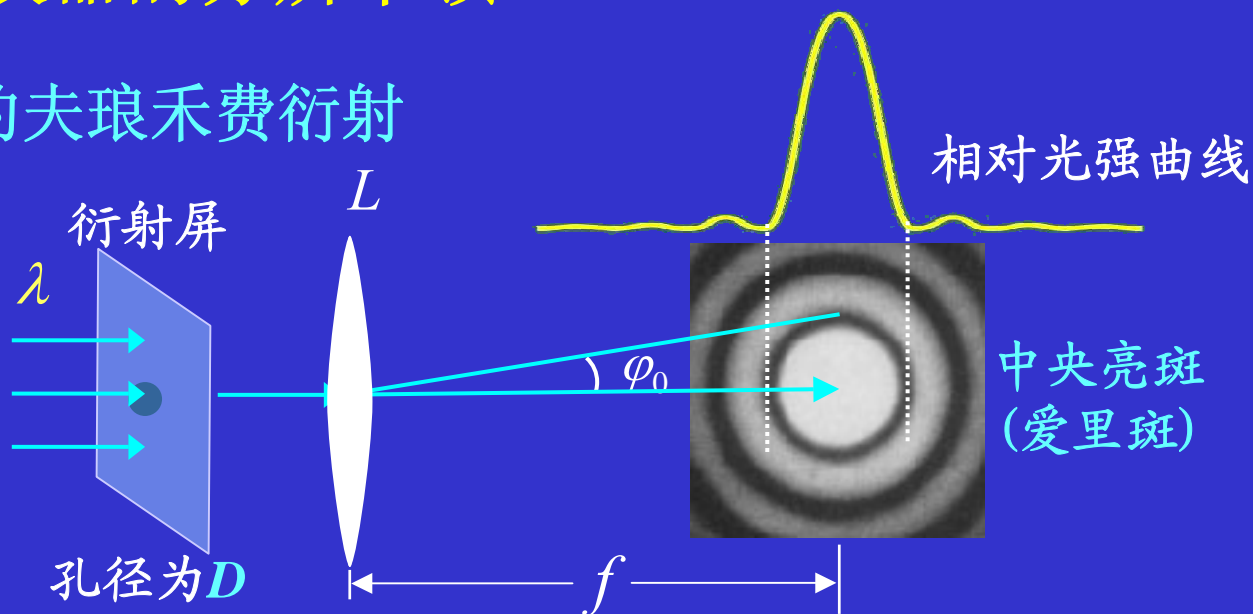


第五节

园孔衍射 光学仪器分辨率

一. 光学仪器的分辨本领

1. 圆孔的夫琅禾费衍射

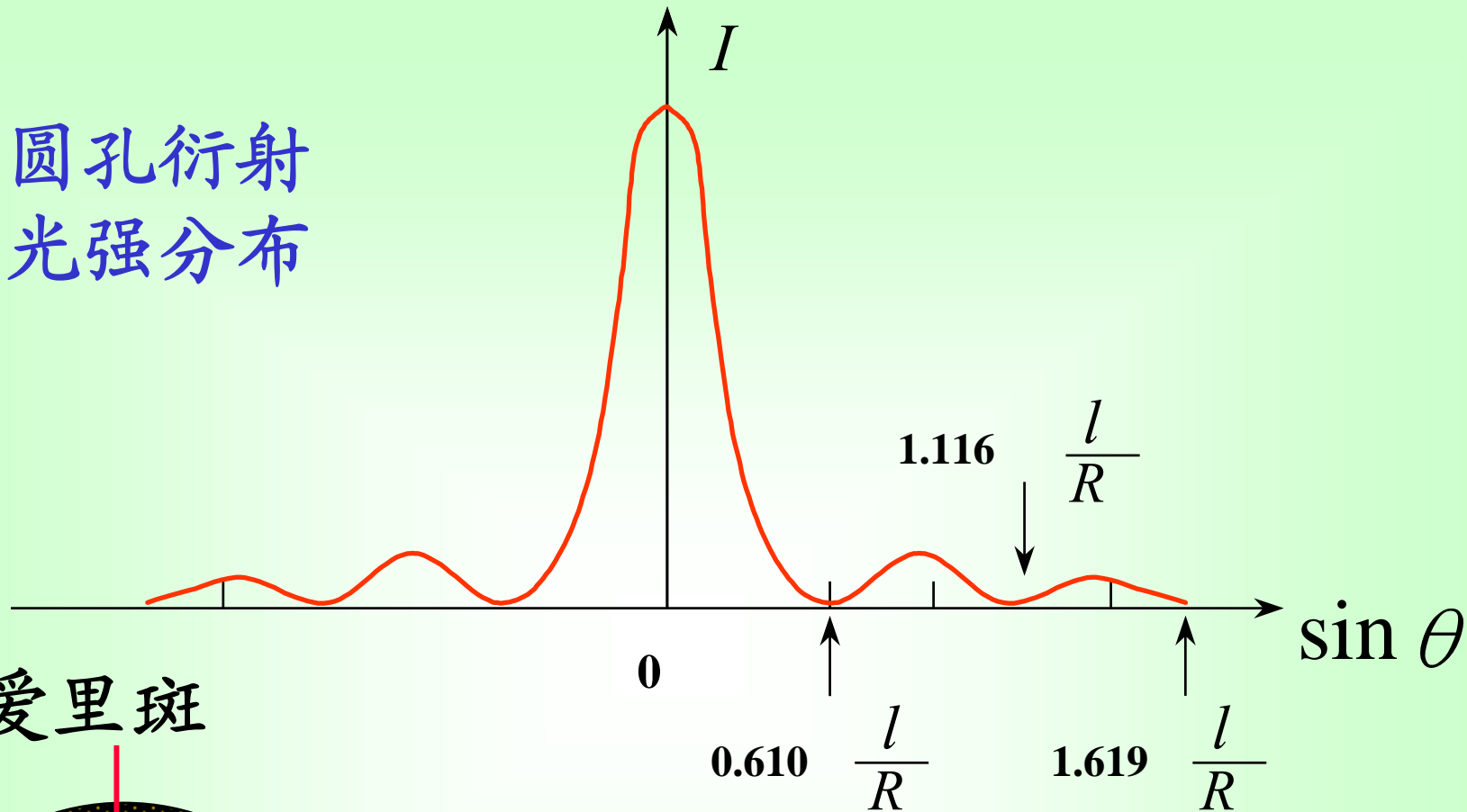


经圆孔衍射后, 一个点光源对应一个爱里斑

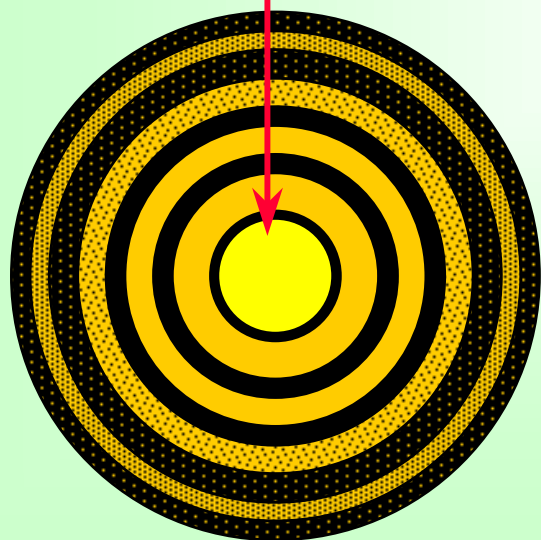
特点:

1. 中央亮纹很亮, 称为爱里斑, 集中了衍射中的光能量的**84%**;
2. 第一暗纹, 衍射角为 θ , 2θ 为中央亮纹的张角, θ 为中央亮纹的半角宽度。

圆孔衍射 光强分布



爱里斑



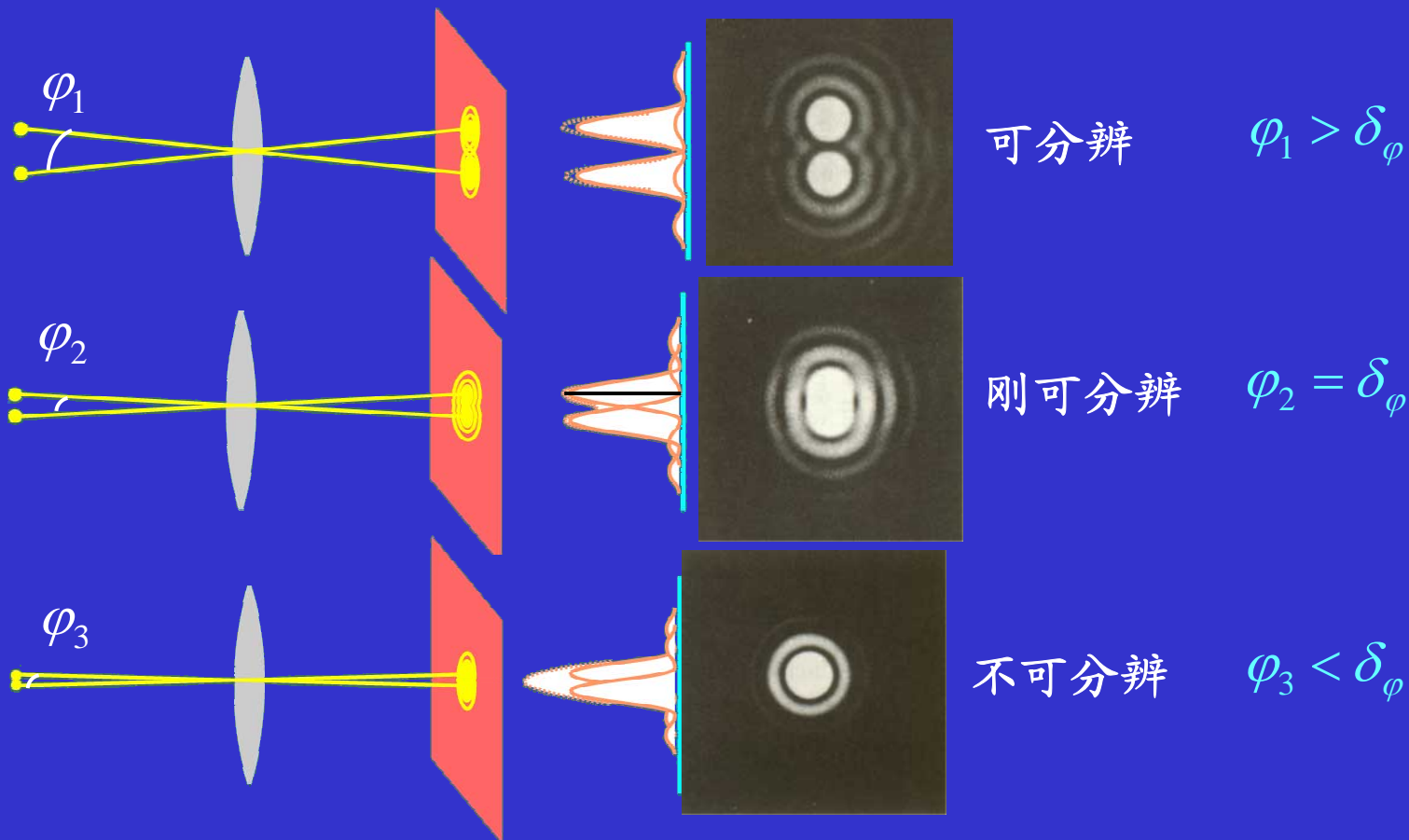
由第一暗环围成的光斑 占
整个入射光束总光强的84%
称为爱里斑

对形成园孔衍射的条纹的具体分布，不能用半波带法，因为衍射物为园孔，对平面波不对称。园孔中不能在等面积的半波带中找出相对应的点。

对形成园孔衍射的条纹的具体分布是通过计算而得到的。经计算得园孔第一暗纹的衍射角满足下式：

$$\text{爱里斑的半角宽度为} \quad \varphi_0 \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

D 为园孔直径



2. 透镜的分辩本领

几何光学

物点 $\xrightarrow{\text{一一对应}}$ 像点

波动光学

物点 $\xrightarrow{\text{一一对应}}$ 像斑

瑞利判据:对于两个等光强的非相干物点,如果一个像斑中心恰好落在另一像斑的边缘(第一暗纹处),则此两像被认为是刚好能分辨。此时两像斑中心角距离为最小分辨角

$$\delta_{\varphi} = \varphi_0 \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

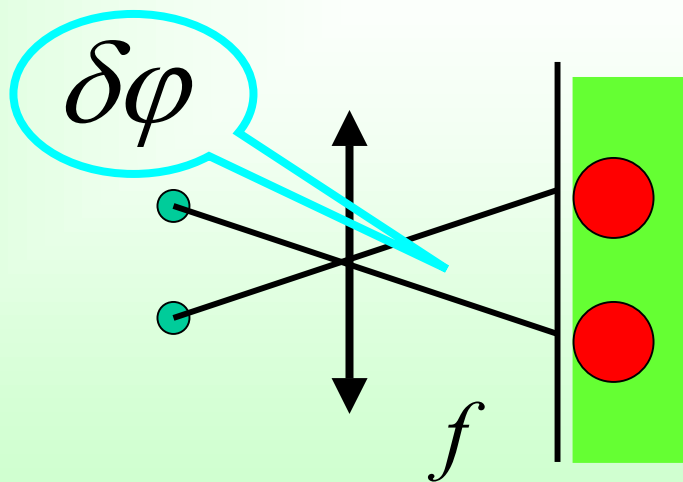
二、某些实际光学仪器的分辨本领

光学仪器均有口径

成像点实际上是一个衍射斑

望远镜:

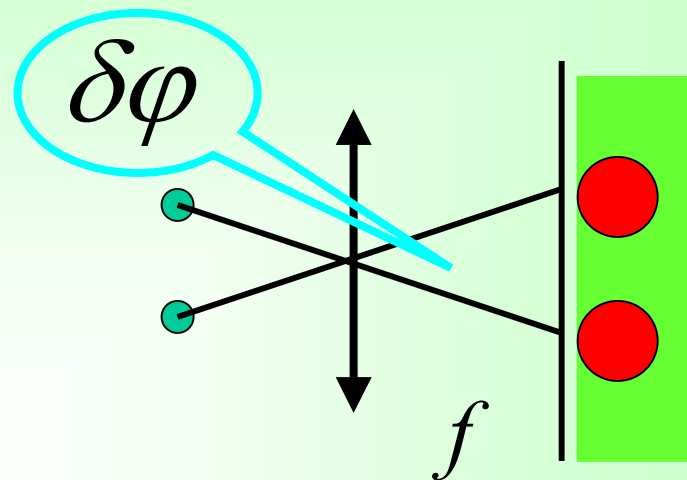
每个像点均是圆孔的夫琅和费衍射斑



望远镜：每个像点是圆孔的夫琅和费衍射斑

按瑞利判据可分辨的
两物点对望远镜张的
最小角度为

$$\delta\varphi = \frac{1.22}{D} \lambda$$

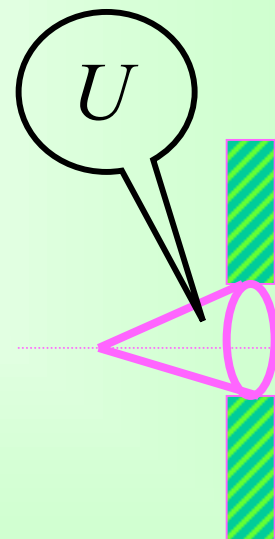


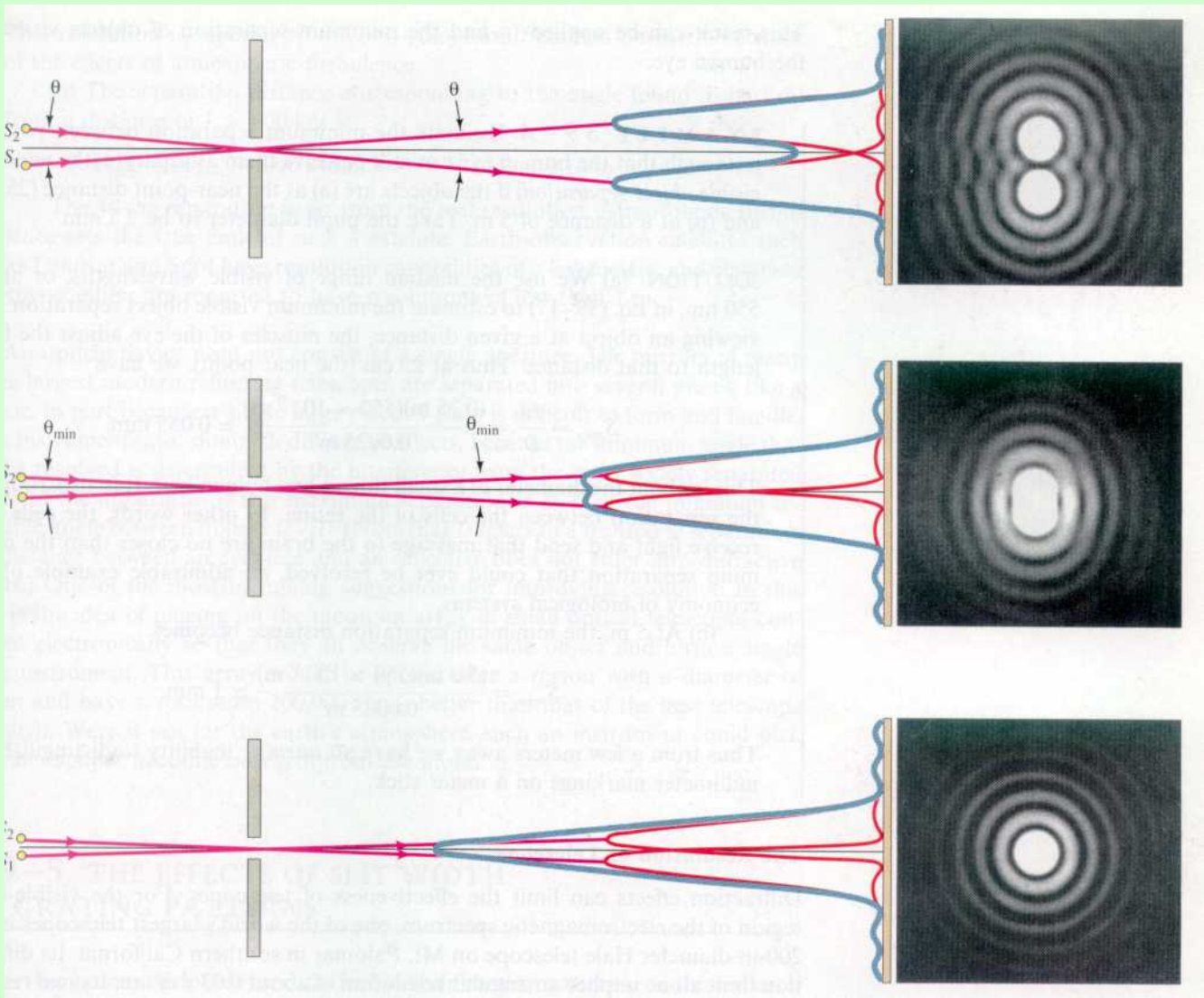
瞳孔 $D \approx 2-4\text{mm}$ 可分辨 $\delta\varphi \approx 1'$

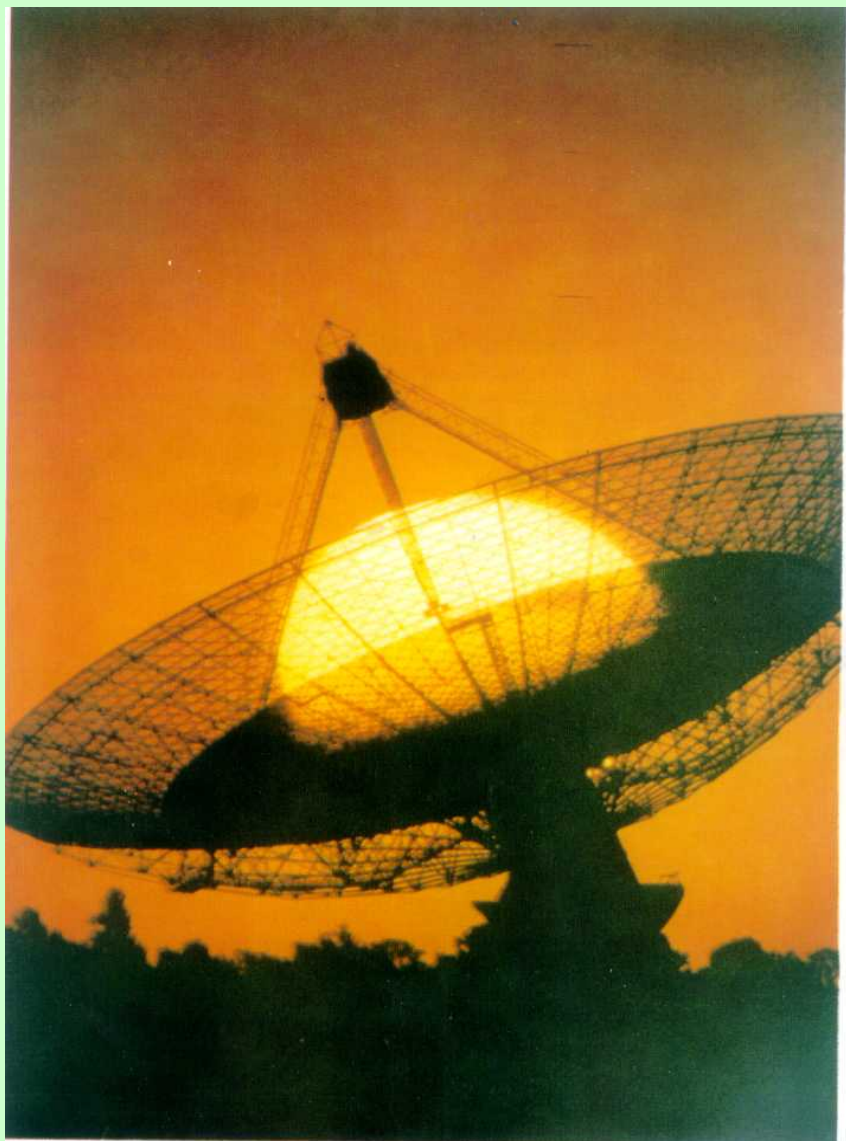
显微镜

$$\delta l = \frac{0.61\lambda}{n \sin U}$$

数值孔径







射电望远镜



波多黎各射电望远镜

例 在迎面驶来的汽车上，两盏前灯相距120 cm，设夜间人眼瞳孔直径为5.0 mm，入射光波为 550 nm。

求 人在离汽车多远的地方，眼睛恰能分辨这两盏灯？

解 设人离车的距离为 S 时，恰能分辨这两盏灯。

由题意有 $d = 120 \text{ cm}$ $D = 5.0 \text{ mm}$ $\lambda = 550 \text{ nm}$

眼睛的最小分辨角为 $\delta_{\varphi} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$ 取 $d \approx S \cdot \delta_{\varphi}$

$$S \approx \frac{d}{\delta_{\varphi}} = \frac{Dd}{1.22\lambda} = \frac{5.0 \times 10^{-3} \times 1.20}{1.22 \times 550 \times 10^{-9}} = 8.94 \times 10^3 \text{ m}$$

