

第6章

辐射度学与光度学基础

二. 光出射度和光照度

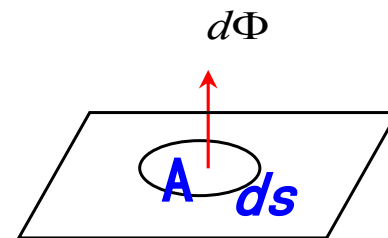
1. 光出射度：发光体表面某点附近单位面积发出的光通量

$$M = \frac{d\Phi}{ds}$$

发光表面均匀发光情况下

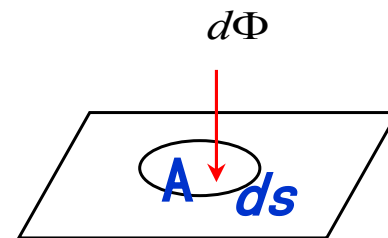
$$M = \frac{\Phi}{s}$$

单位：（lm/m²）



2. 光照度：某一表面被发光体照明，其表面某点附近单位面积接收的光通量。

$$E = \frac{d\Phi}{ds}$$



被照表面均匀照明情况下

$$E = \frac{\Phi}{s} \quad (lx)$$

单位：勒克司 $1lx = 1lm / m^2$

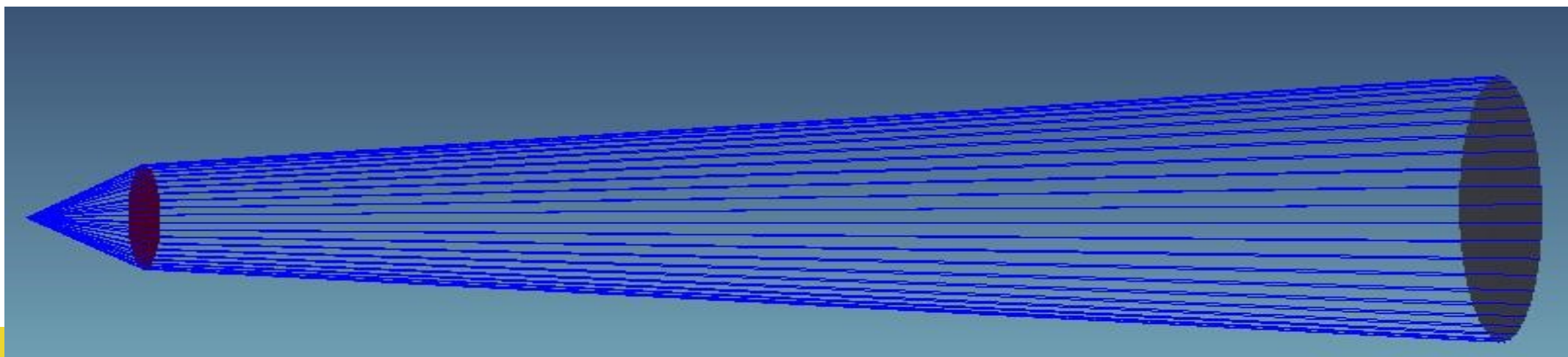
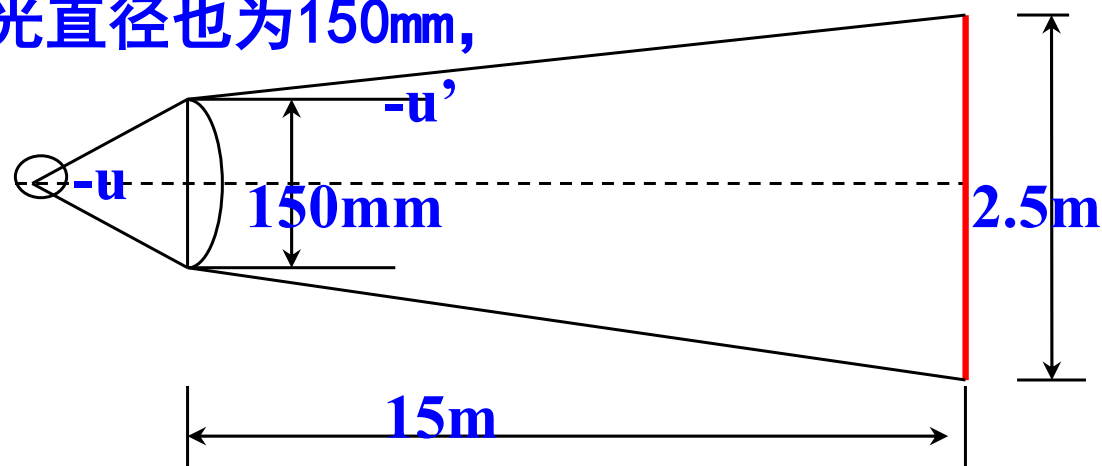
常见物体的光照度值/ lx

观看仪器的示值	30~50
一般阅读及书写	50~70
精细工作（修表等）	100~200
摄影场内拍摄电影	10000
照相制版时的原稿	30000~40000
明朗夏日采光良好的室内	100~500
太阳直照时的地面照度	100000
满月在天顶时的地面照度	0.2
无月夜天光在地面产生的照度	3×10^{-4}

计算举例：照明器在15m的地方照亮直径为2.5m的圆，要求达到的照度为50lx，聚光镜焦距为150mm，通光直径也为150mm，

求：1. 灯泡发光强度；

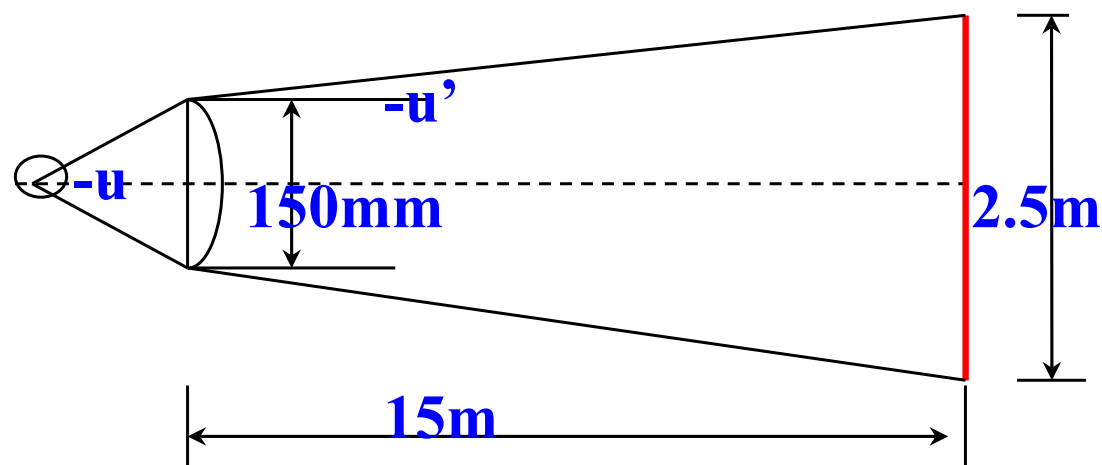
2. 灯泡通过聚光镜后在照明范围内的平均发光强度，以及灯泡的功率和位置。



计算举例：照明器在15m的地方照亮直径为2.5m的圆，要求达到的照度为50lx，聚光镜焦距为150mm，通光直径也为150mm，

求：1. 灯泡发光强度；

2. 灯泡通过聚光镜后在照明范围内的平均发光强度，以及灯泡的功率和位置。



思路：像方照度 → 像方接收的总光通量 → 像方立体角 → 像方孔径角 → 物方立体角 → 像方发光强度 → 灯泡发光强度 → 总光通量 → 灯泡功率、位置

解：像方接收总光通量 $\Phi = E \cdot S = 50 \times \pi \times (1.25)^2 = 246lm$

像方光锥角 $tg(-u') = \frac{1.25 - 0.075}{15} = 0.0783$

立体角为 $\Omega' = 4\pi \sin^2 \frac{u'}{2} = 0.0195sr$

由理想光学系统光路计算公式： $n'tgu' - ntgu = hn' / f'$

$tgu = -0.578$

立体角为 $\Omega = 4\pi \sin^2 \frac{u}{2} = 0.845sr$

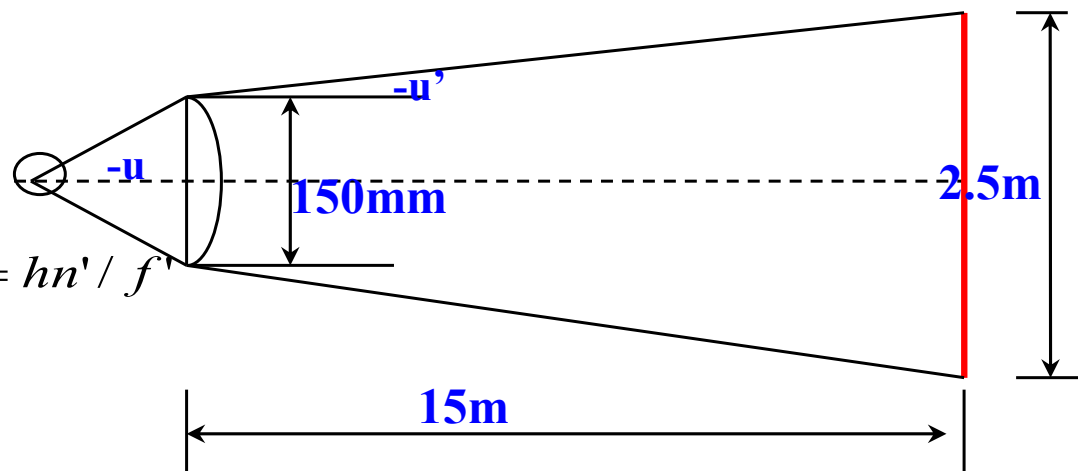
照明空间平均发光强度 $I' = \frac{\Phi}{\Omega'} = 1.26 \times 10^4 cd$

假定忽略聚光镜光能损失，灯泡发光强度为 $I = \frac{\Phi}{\Omega} = 292cd$

若各向均匀发光，灯泡发出的总光通量为 $\Phi_{\text{总}} = 4\pi I = 3670lm$

采用钨丝灯照明时，功率 $\Phi_e = \frac{\Phi}{K} = 245W$

灯泡位置 $l = \frac{h}{tgu} = -130mm$



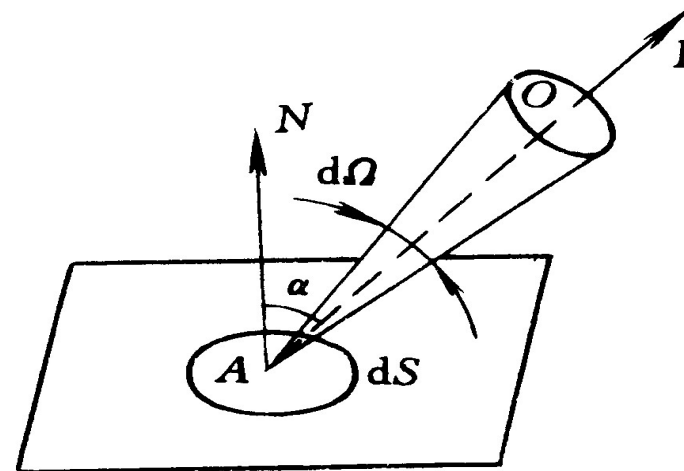
三、光亮度

发光体表面某点附近微元面积在某一方向上单位立体角内发出的光通量。

$$L = \frac{I}{ds_n} = \frac{d\Phi}{d\Omega ds \cdot \cos \alpha}$$

单位：坎/米²

发光体某点在给定方向上的发光特性。



常见物体的光亮度值

光源名称	光亮度 (cd/m ²)	光源名称	光亮度 (cd/m ²)
在地球上看到的太阳	1.5×10^9	在地球上看到的月亮表面	2.5×10^3
普通电弧	1.5×10^8	人工照明下书写阅读时纸面	10
钨丝白炽灯灯丝	$(5 \sim 15) \times 10^6$	白天的晴朗天空	5×10^3
太阳照射下漫射白色表面	3×10^4		

计算举例：有一均匀磨砂球形灯，直径为17cm，光通量为2000lm，求该灯的光亮度.

解：根据光亮度与发光强度的关系来求.

$$L = \frac{I}{ds_n}$$

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{2000}{4\pi} = 159.15cd$$

$$ds_n = \pi R_{\text{灯}}^2 = \pi \left(\frac{0.17}{2} \right)^2 = 2.27 \times 10^{-2} m^2$$

$$\therefore L = \frac{159.15}{2.27 \times 10^{-2}} = 7 \times 10^3 cd / m^2$$

