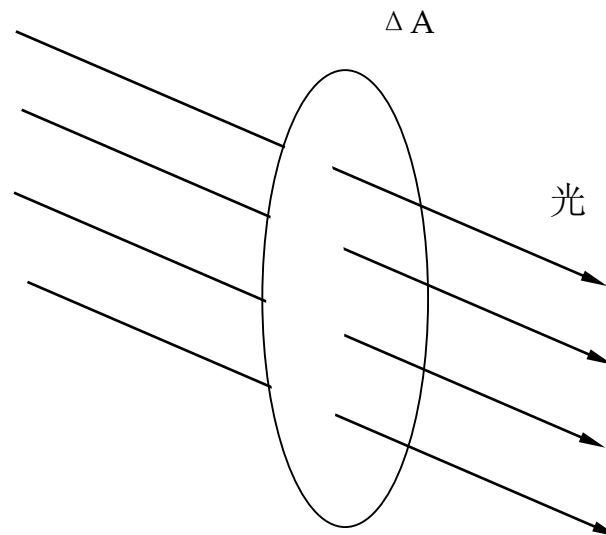


§ 1.4 光度学基本概念

■ i ° 光功率

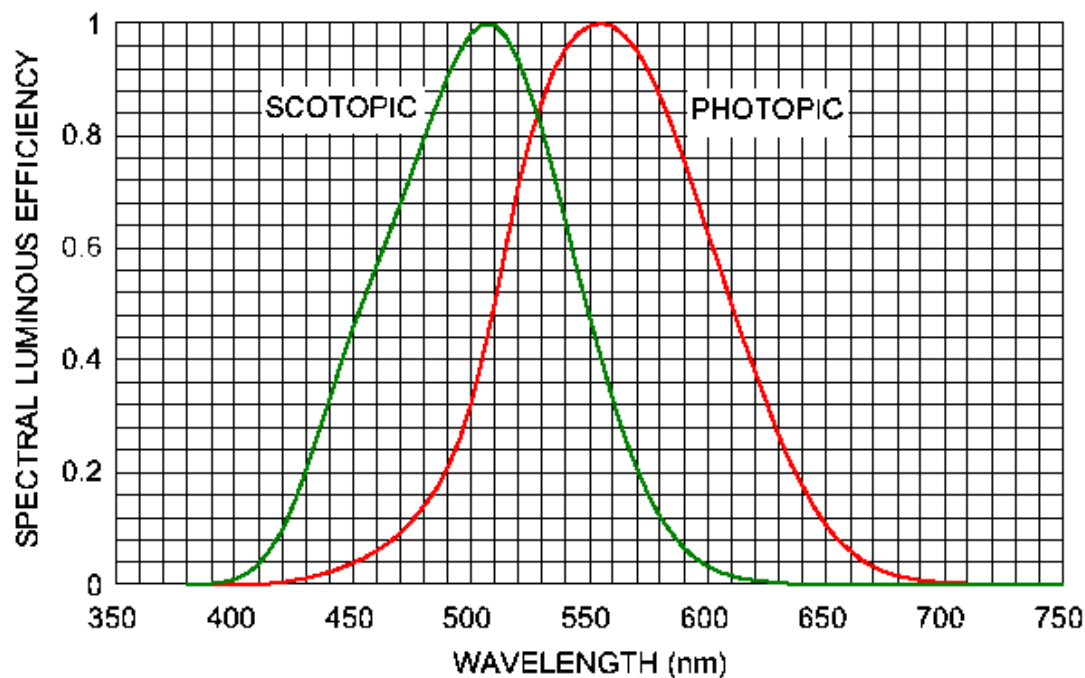
- 光波是光能流。
- 若空间有一指定的面积为 ΔA 的截面，每秒射到 ΔA 的光能，叫做作用于 ΔA 的光功率。
- 光功率的单位是W（瓦）。



■ ii ° 视见函数

- 人类的眼睛对色彩的感觉是视觉对光波的波长的响应；而亮度则是视觉对通过瞳孔的光功率的响应。
- 人眼对相同光强而不同波长的光波有着不同的灵敏度，在较明亮的环境中，人眼对波长为555nm的绿光最敏感。

- 光功率相同，对不同波长的光人眼感觉到的相对亮度曲线，叫做**视见函数**，用 $V(\lambda)$ 表示。



- 波长为555nm的绿光的视见函数规定为1，其他波长以此推算。
- 例如，要引起与1mW的555nm的绿光相同亮暗感觉的400nm紫光需要2.5W，则400nm紫光的视见函数为

$$V(400\text{nm}) = 10^{-3}/2.5 = 0.0004.$$

- 暗环境的视见函数有紫移。

■ iii° 光通量

- 为了把光功率与人的视觉联系起来，定义描述视觉感受到的光功率的量，叫**光通量**。
- 光通量的单位为**流明**（lumen），记为lm。
- 流明——1W 555nm波长的光的光通量等于683 lm。

- 光通量与光功率的数值之比，叫**光视效能**，记为 $K(\lambda)$ 。
- 555nm波长的光，其光视效能最大，叫**最大光视效能**，记 K_M ：

$$K_M = 683 \text{ lm/W}$$

$$K(\lambda) = K_M V(\lambda)$$

- 常用的照明广有连续的光谱，若在波长为 λ 至 $\lambda+d\lambda$ 区间中的光功率为 $P(\lambda)d\lambda$ ，则总的光功率为

$$P = \int P(\lambda) d\lambda$$

- 因此，光通量为

$$\Phi = \int K_M V(\lambda) P(\lambda) d\lambda$$

■ iv° 照度

- 一个被光照射的面，其照明的情况用**照度**描述。

若面元 dA 上的光通量为 $d\Phi$ ，则此面元上的照度为

$$E_v = d\Phi/dA$$

- 照度的单位叫**勒克斯**（lux），记lx：

- $$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$$

■ v° 发光强度与亮度

用以描述光源的参量，按光源的不同分别用发光强度与亮度。

■ 点光源：线度足够小的光源。

对于这种光源，其参量用**发光强度**描述。

若在点光源为原点的 \mathbf{r} 方向上有立体角 $d\Omega$ ，点光源在此立体角内辐射的光通量为 $d\Phi$ ，则光源在 \mathbf{r} 方向的发光强度为：

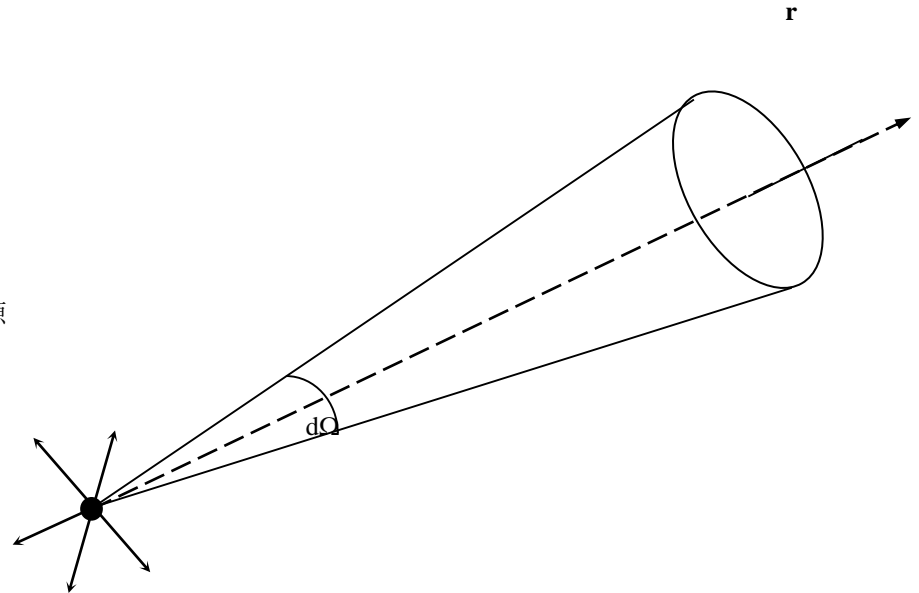
$$I_v = d\Phi / d\Omega$$

- 发光强度的单位叫坎德拉（candela），记作cd：

$$1 \text{ cd} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ sr}$$

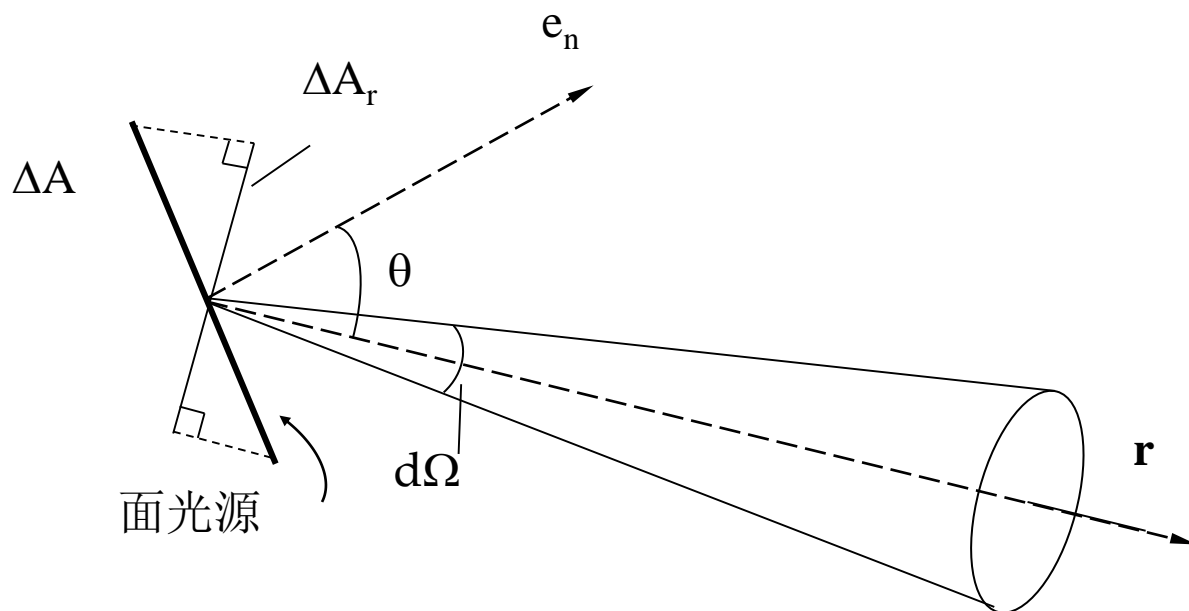
其中sr为球面度。

点光源



- 面光源：又叫扩展光源。是指光源在一个较大的面上辐射光波。

对于这种光源，其参量用光度学亮度描述，简称亮度。



设面光源的面积为 ΔA ，法线方向的单位矢量为 \mathbf{e}_n ，矢量 \mathbf{r} 与 \mathbf{e}_n 的夹角为 θ 。迎着 \mathbf{r} 的方向观察，光源的投影面积为 ΔA_r ：

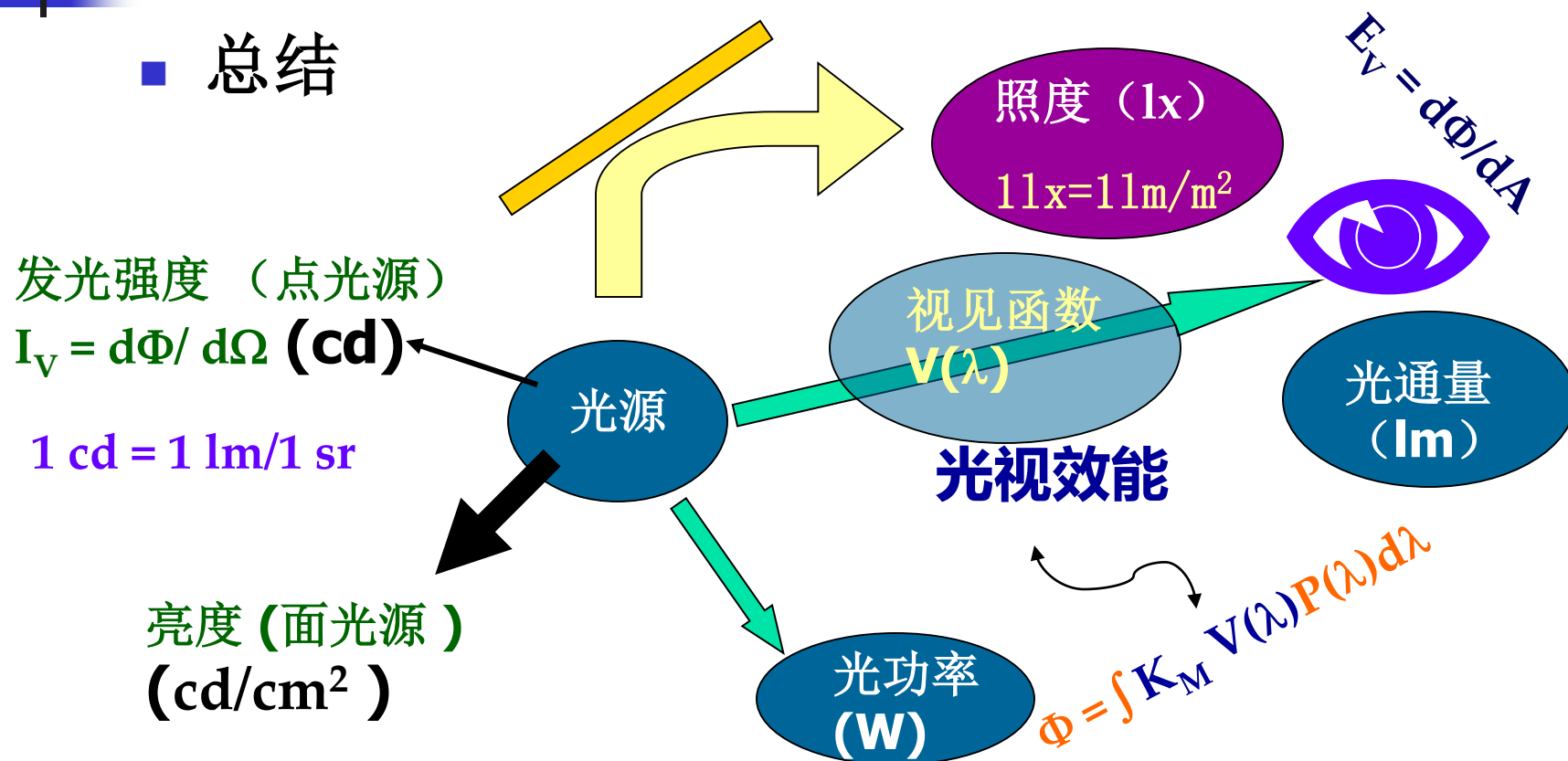
$$\Delta A_r = \Delta A \cos \theta$$

若在 \mathbf{r} 方向的立体角为 $d\Omega$ ，在此立体角内面光源辐射的光通量为 $d\Phi$ ，则面光源在 \mathbf{r} 方向的亮度为：

$$LV = d\Phi / (\Delta A_r d\Omega) = d\Phi / (\Delta A \cos \theta d\Omega)$$

- 亮度的单位名称是坎德拉每平方厘米，记为 cd/cm^2 。

■ 总结





第二章 几何光学

- 几何光学又叫射线光学，是光学的重要组成部分，也是光学的基础。
- 它采用几何方法研究光在均匀介质中的传播及应用，不涉及光的本质问题。
- 其基础是光波长趋于零。



§ 2.1 几何光学的基本定律

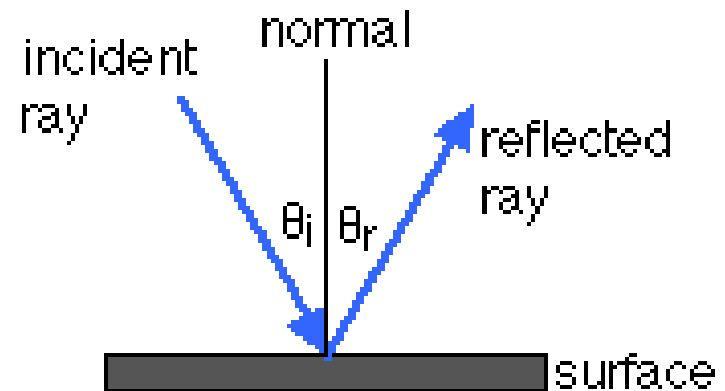
1. 三个基本定律

- i ° 光线在均匀介质中按直线传播，称直线传播定律。
- ii ° 来自不同方向的光线在介质中相遇后，各保持原来的传播方向继续传播，这就是光的独立传播定律。
- iii ° 光在两种各向同性、均匀介质分界面上要发生反射和折射。即一部分光能量反射回原介质，另一部分光能量折射入另一介质。

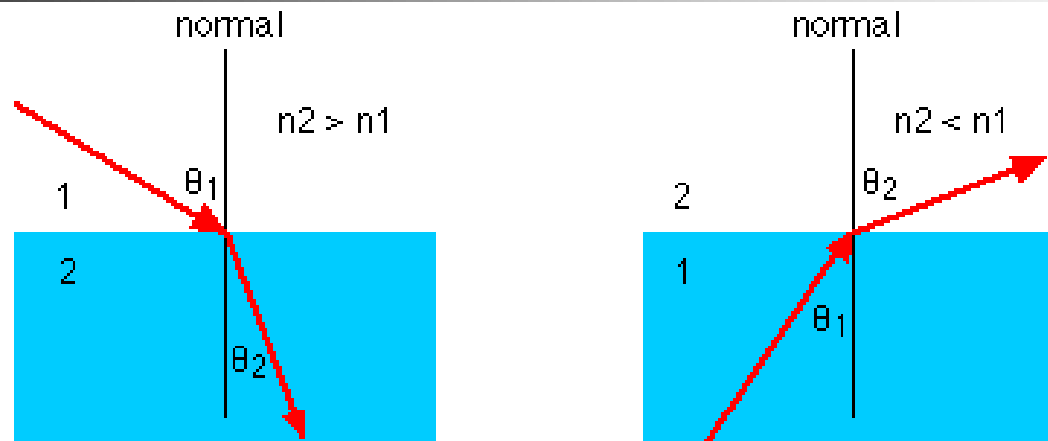
■ 实验证明:

- a) 反射光线和折射光线都在入射面内，它们与入射光分别在法线两侧。
- b) 入射角等于反射角。即 $\theta_i = \theta_r$

law of reflection : $\theta_r = \theta_i$



§ 2.1 几何光学的基本定律



Snell's law : $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ or, equivalently, $\sin\theta_1 / \sin\theta_2 = v_1 / v_2$

- c) 入射角的正弦和折射角的正弦之比为一常数，即

$$\sin\theta_1 / \sin\theta_2 = n_{21}$$

n_{21} 称为介质2相对介质1的相对折射率。

上式称为斯涅尔 (Snell) 定律。

$$\therefore \mathbf{n} = \mathbf{c}/\mathbf{v}$$

$$\therefore n_{21} = n_2/n_1$$

$$\therefore n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

- 相对而言， n 大的介质叫光密介质； n 小的介质叫光疏介质。当光线由光疏入光密时， $\theta_1 > \theta_2$ 。

■ 2. 光路可逆性原理

- 由上述的斯涅尔定律不难看出，光线的传播是可逆的，即光逆向传播时，将沿正向传播的反方向传播。

■ 3. 全反射 光纤

- i° 由斯涅尔定律可知，当光线由光密进入光疏时，有 $\theta_2 > \theta_1$ ，则当入射角增加至 θ_c 时，折射角为 90° 。

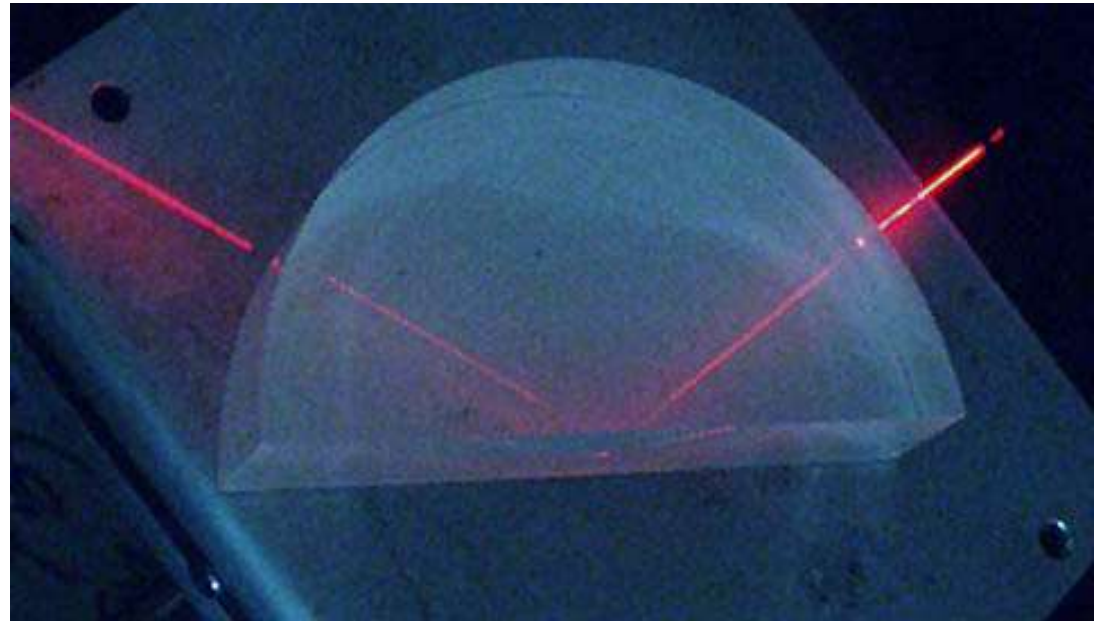
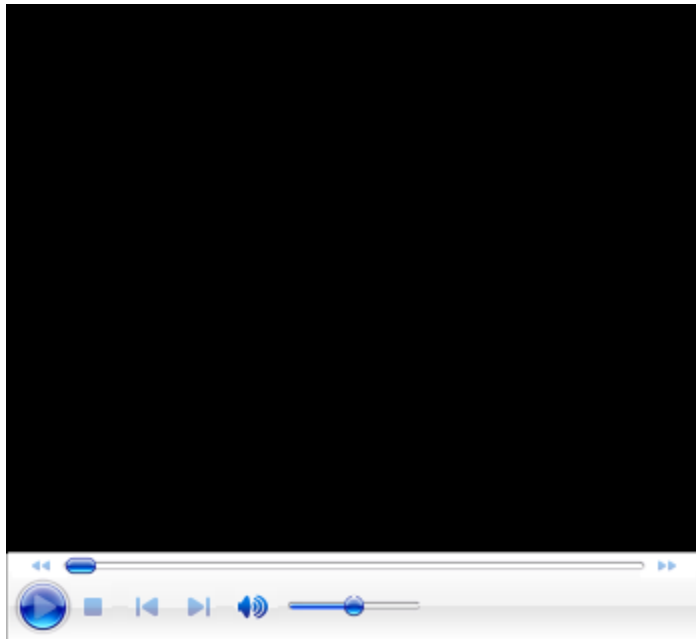
- $\theta_1 > \theta_c$ 时，将无 θ_2 ，光将全部反射回光密介质，这种现象叫**全反射**。 θ_c 称为**临界角**。

由斯涅尔定律，
$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

则
$$\theta_c = \arcsin n_{21}$$

- 例如，水的 $n_1 = 1.33$ ，空气的 $n_2 = 1$ ，则从水到空气的临界角约为 49°

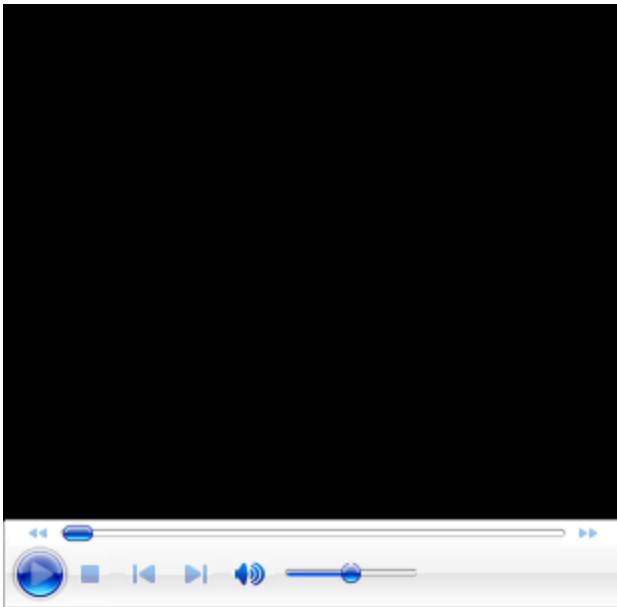
§ 2.1 几何光学的基本定律



- 全反射有比一般反射更优越的性能，它几乎无能量的损失，因此用途广泛。光纤就是其中的一种。

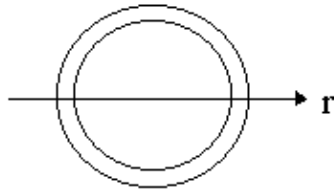
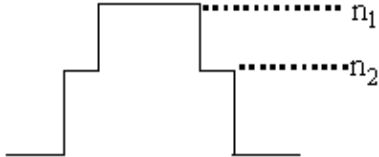
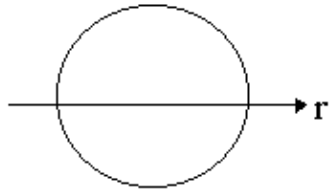
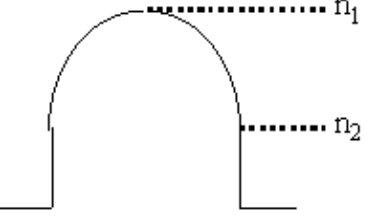
■ ii ° 光纤

- 光纤通常用 $d = 5 \sim 60 \mu\text{m}$ 的透明丝作芯料，为光密介质；外有涂层，为光疏介质。只要满足光线在其中全反射，则可实现无损传输。

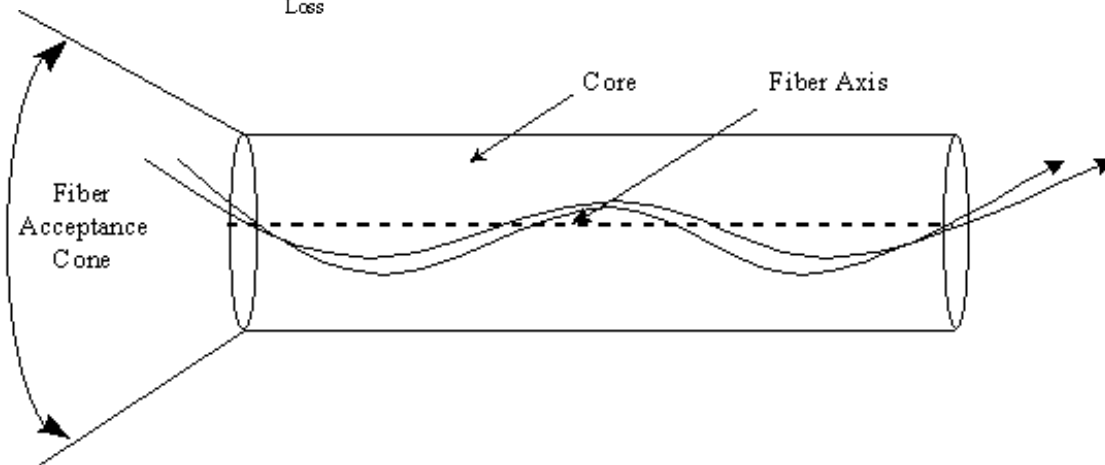
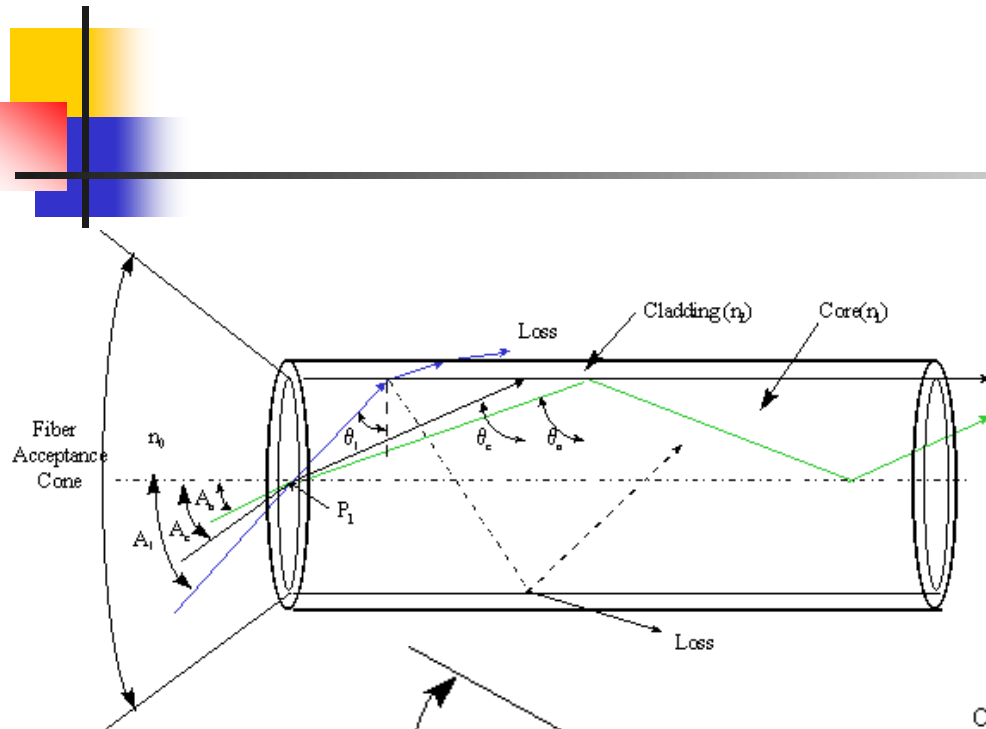


§ 2.1 几何光学的基本定律

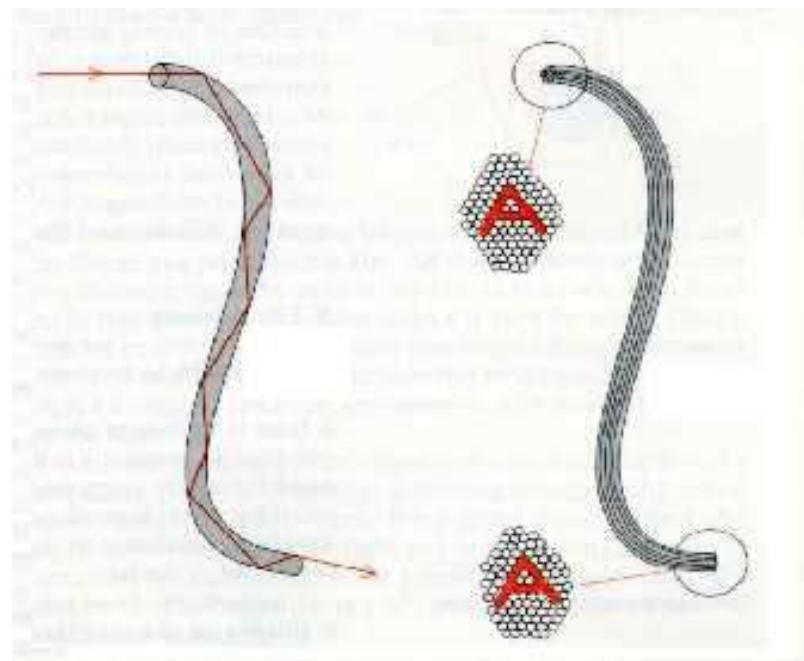
- 光纤按折射率随 r 分布特点可分为均匀光纤和非均匀光纤两种。其中非均匀光纤具有光程短，光能损失小，光透过率高等优点。

Type of Fiber	Cross Section of Fiber	Refractive Index Profile
Step Index		
Gradient Index		

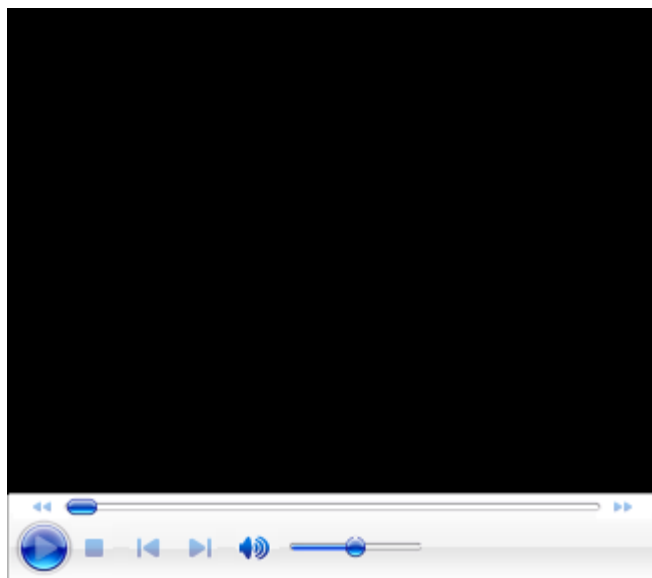
§ 2.1 几何光学的基本定律



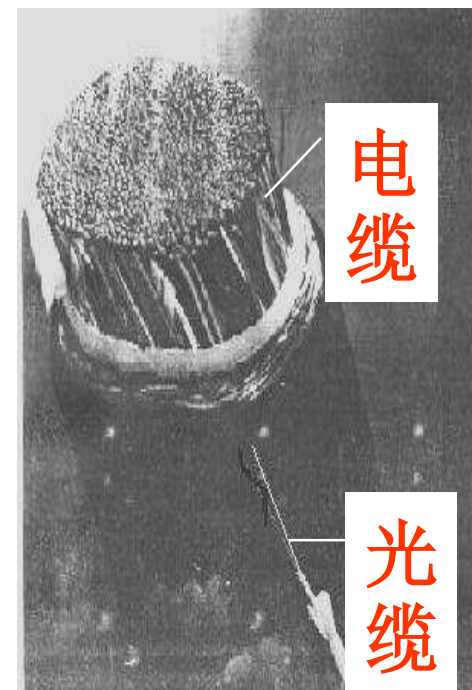
- 把大量光纤集成束，并成规则排列即形成传像束，它可把图像从一端传递到另一端。目前生产的传像束可在每平方厘米中集5万像素。



- 光纤具有抗干扰性强，容量大，频带宽，保密性好，省金属等优点而广泛用于通讯、国防、医疗、自控领域。



图中的细光缆和粗电缆的通信容量相同



■ 4. 棱镜

- 棱镜是常用光学元件之一，它分为全反射棱镜和色散棱镜。

- **i ° 全反射棱镜**

- 主要用于改变光传播方向并使像上下左右转变。
- 一般玻璃的折射率 >1.5 ，则入射角 $>42^\circ$ 即可。

