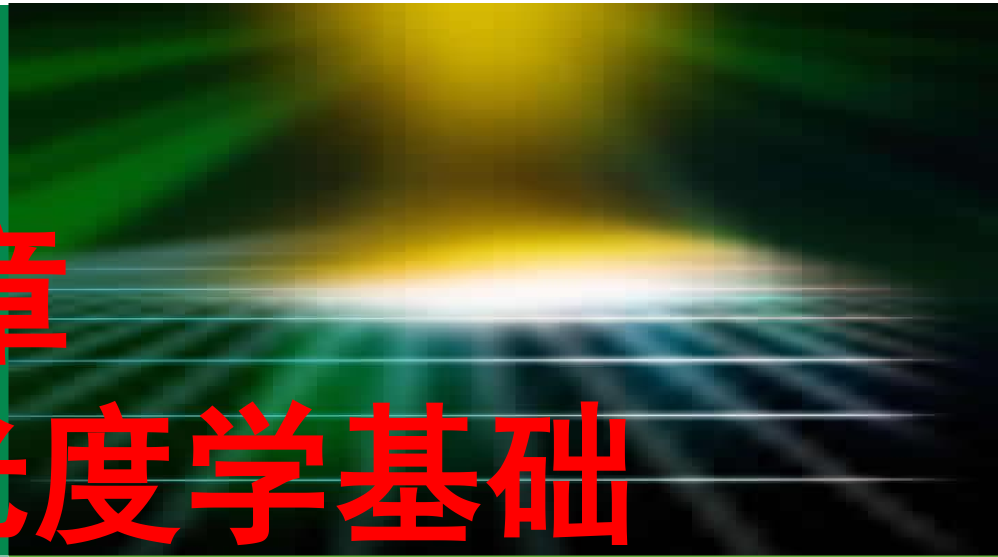
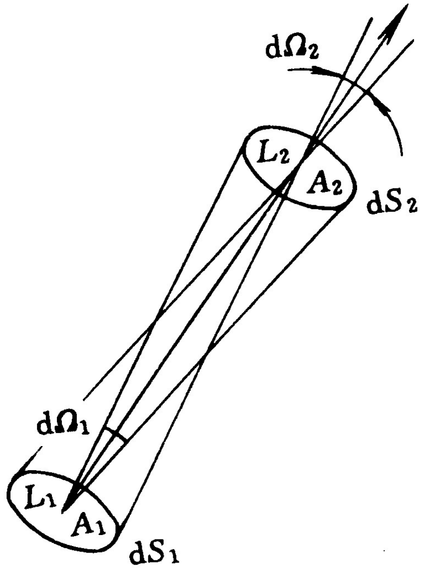
第6章
辐射度学与光度学基础



6-7 光学系统中光束的光亮度

一. 在均匀介质中



光亮度$L=\dfrac{d\Phi}{ds_n d\Omega}, ds_n=ds$

$\therefore$由ds_1输入到ds_2上的光通量$d\Phi_1=L_1 ds_1 d\Omega_1=L_1 ds_1\dfrac{ds_2}{l^2}$

由ds_2发出的光通量$d\Phi_2=L_2 ds_2 d\Omega_2=L_2 ds_2\dfrac{ds_1}{l^2}$

不考虑光能损失，输入到ds_2上的光通量$d\Phi_1$应该等于由ds_2发出的光通量$d\Phi_2$

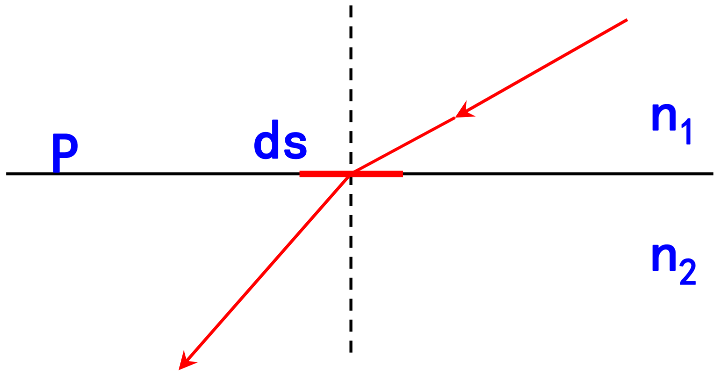
$$\therefore L_1 ds_1\frac{ds_2}{l^2}=L_2 ds_2\frac{ds_1}{l^2}$$

$$\therefore L_1=L_2$$

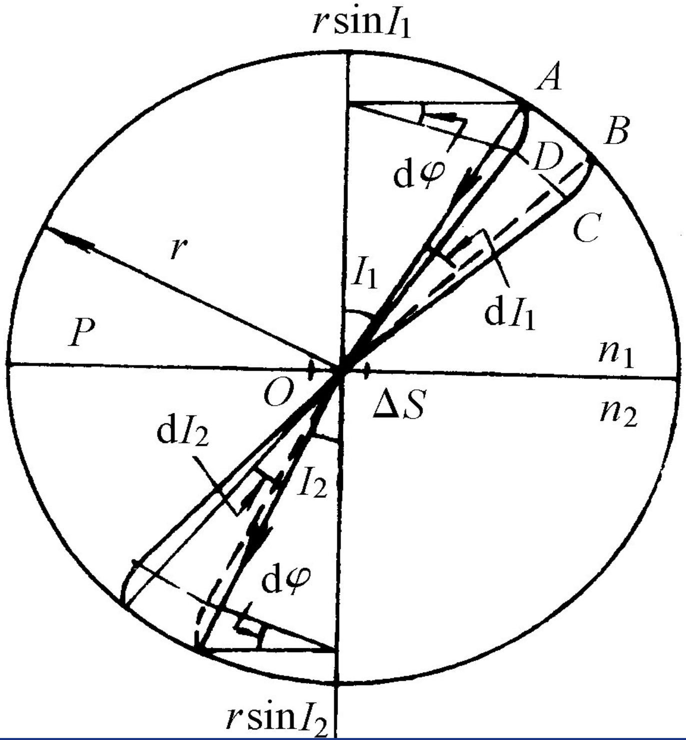
结论：在均匀透明介质中，如果不考虑光能损失，位于同一条光线上的各点，在光线进行的方向上光亮度不变。

二. 折射情形

分析： $L=\dfrac{d\Phi}{ds_n d\Omega}$



讨论入射光亮度L_1时，ds_1应该在分界面附近取，$d\Omega$ 也应该是这个面对应的立体角。



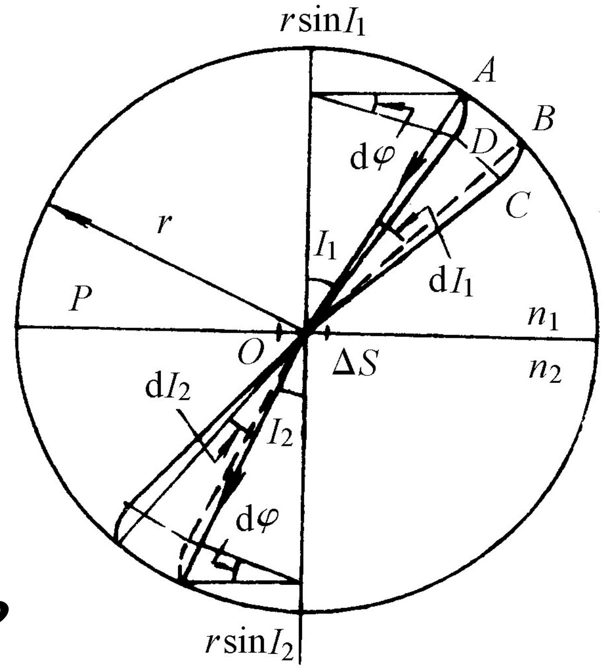
$$L_1 = \frac{d\Phi_1}{ds_n d\Omega_1}$$

$$d\Omega_1 = \frac{ds_{A_1B_1C_1D_1}}{r^2} = \frac{A_1B_1 \times A_1D_1}{r^2} = \frac{rdI_1 \cdot r\sin I_1 d\varphi}{r^2} = \sin I_1 dI_1 d\varphi$$

$$ds_n = \Delta s \cdot \cos I_1$$

$$\therefore L_1 = \frac{d\Phi_1}{\Delta s \cos I_1 \sin I_1 dI_1 d\varphi}$$ 入射光光亮度

$$L_2 = \frac{d\Phi_2}{\Delta s \cos I_2 \sin I_2 dI_2 d\varphi}$$ 折射光光亮度



$$\because d\Phi_1 = d\Phi_2$$

$$\therefore L_1 \Delta s \cos I_1 \sin I_1 dI_1 d\varphi = L_2 \Delta s \cos I_2 \sin I_2 dI_2 d\varphi$$

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{\cos I_1 \sin I_1 dI_1}{\cos I_2 \sin I_2 dI_2}$$

$$n_1 \sin I_1 = n_2 \sin I_2$$

$$n_1 \cos I_1 dI_1 = n_2 \cos I_2 dI_2$$

$$\therefore \frac{\cos I_1 dI_1}{\cos I_2 dI_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore \frac{L_2}{L_1} = \frac{\sin I_1 \cos I_1 dI_1}{\sin I_2 \cos I_2 dI_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2}$$

三. 反射情形

反射可以看成n=−n’的折射，

$$\frac{L_2}{L_1}=\frac{n_2^2}{n_1^2}=1$$

$$\therefore L_2=L_1$$

综上：光束的光亮度L存在以下普遍关系式

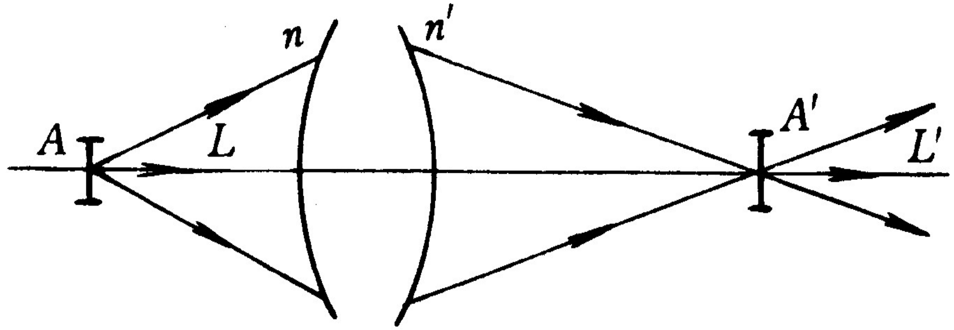
$$\frac{L_1}{n_1^2}=\frac{L_2}{n_2^2}=\ldots=\frac{L_k}{n_k^2}=L_0$$ —— 折合光亮度

如果不考虑光束在传播过程中的光能损失，则位在同一条光线上的所有各点，在该光线传播方向上的折合光亮度不变。

四. 理想光学系统中像的光亮度

像点A’和物点A的亮度关系

$$L' = L\left(\frac{n'}{n}\right)^2$$



物像方折射率相同时，L=L’

实际光学系统中，考虑到光能损失，

$$L' = \tau L\left(\frac{n'}{n}\right)^2$$

τ **为光学系统的透过率。**