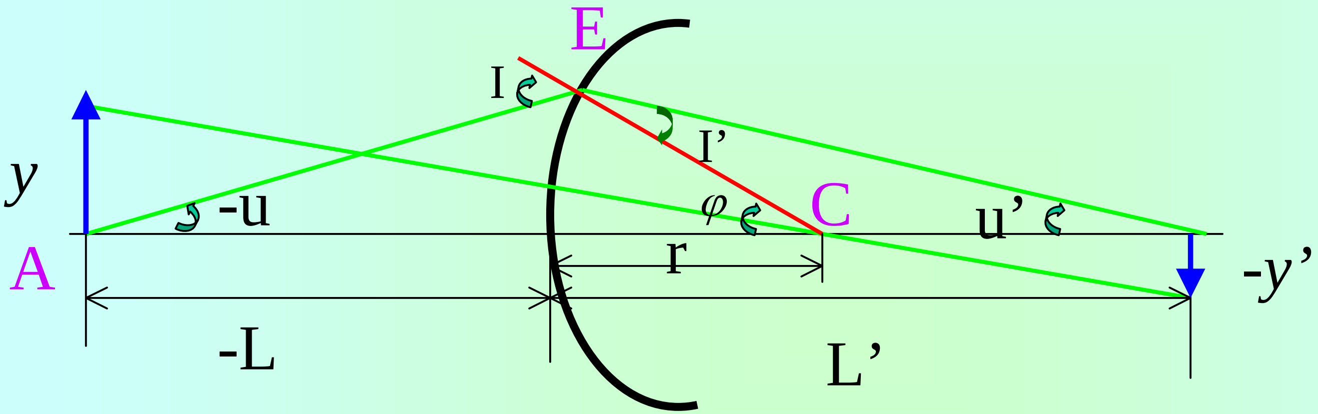
第二节

光在单球面的成像

1.球面成像的符号



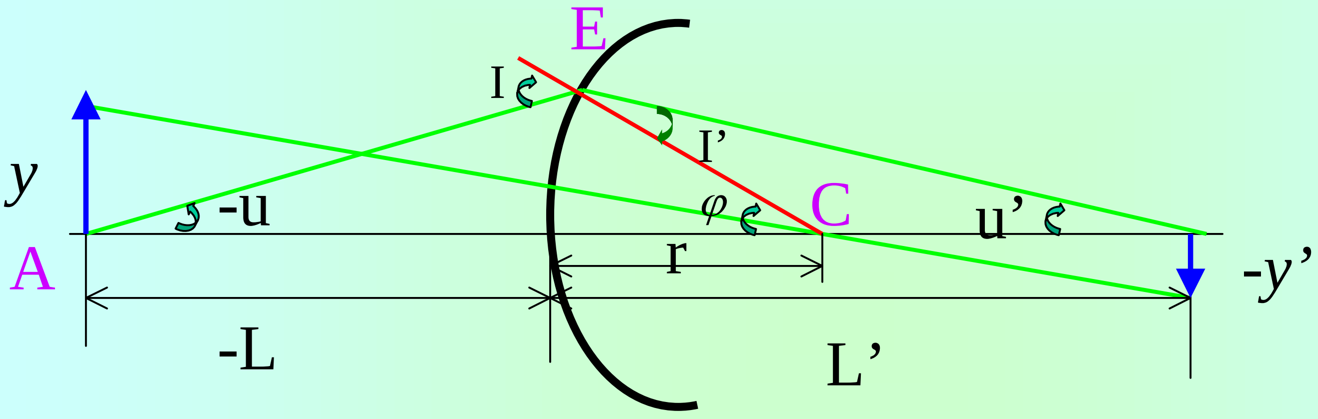
a. 角度　　顺时针转为正，一律以锐角来衡量，

①光线与光轴夹角，起始边为光轴

②光线与法线夹角，起始边光线

③光轴与法线夹角，起始边为光轴

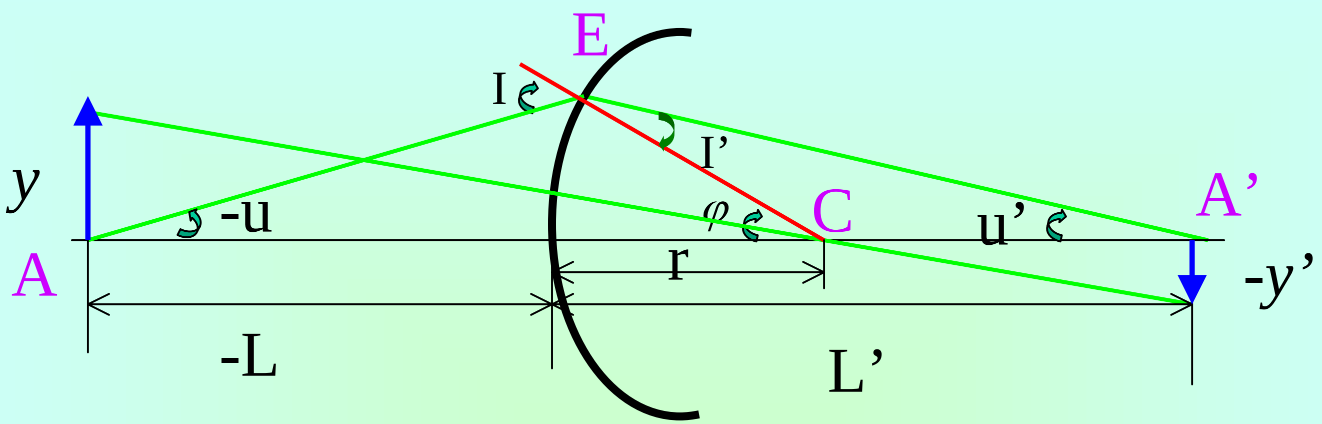
2．光路方向：光线由左→右为正向光路



3．线段：　沿轴线量与光线传播方向同为正，

以坐标原点为起始点

线段 $\begin{cases} \text{沿轴} \\ \text{垂轴} \end{cases}$



①沿轴：不同线量的坐标原点规定如下

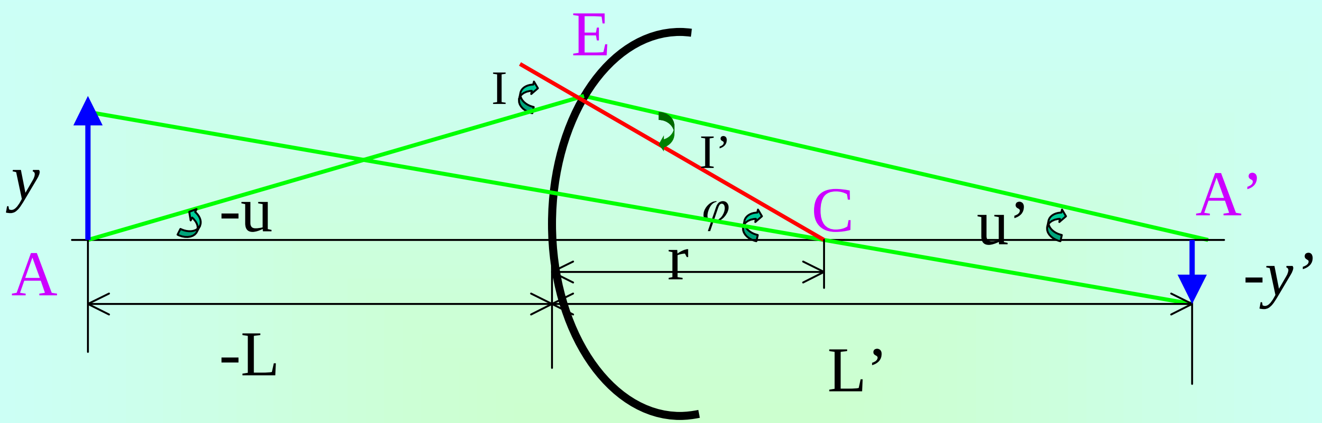
曲率半径r：　　原点：球面顶点o，终点：球心

物距　l', l：　　原点：球面顶点o，

球面之间的间隔d：以前一个球面顶点为原点，向右为正

②垂轴：在光轴之上均为正，反之为负

三、大L计算公式



在 △AEC中

$$\frac{\sin(180^0 - I)}{r - L} = \frac{\sin(-u)}{r}$$

$$\sin I = \frac{L - r}{r}\sin u$$

$$L = r\left(1 + \frac{\sin I}{\sin u}\right)$$

同理 在 △A’EC中

$$u' = \varphi - I'$$

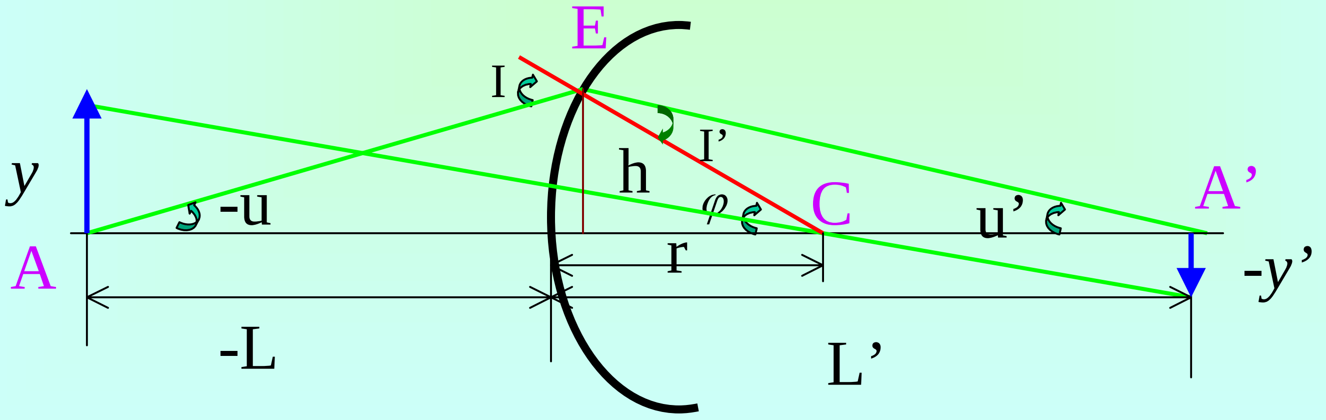
$$u' = u + I - I'$$

$$\frac{\sin I'}{L' - r} = \frac{\sin u'}{r}$$

$$L' = r\left(1 + \frac{\sin I'}{\sin u'}\right)$$

当 $L \to \infty, \quad u = 0$ 时，

$$\sin I = \frac{h}{r}$$



四、小L计算公式

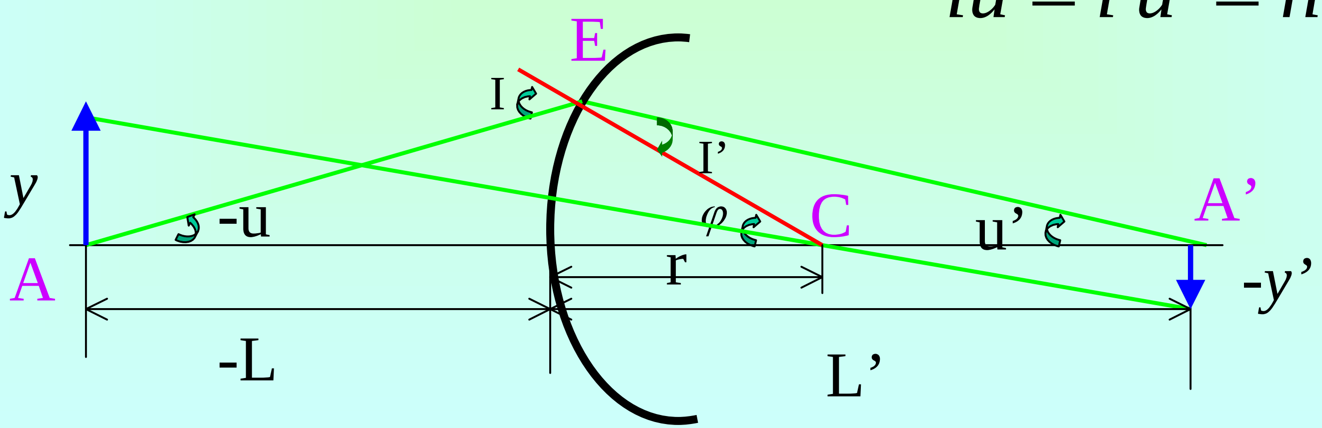
$$\sin I = \frac{L-r}{r}\sin u \quad\longrightarrow\quad i = \frac{l-r}{r}u \qquad (1)$$

$$n'\sin I' = n\sin I \quad\longrightarrow\quad i' = \frac{n}{n'}i \qquad (2)$$

$$u' = u + I - I' \quad\longrightarrow\quad u' = u + i - i' \qquad (3)$$

$$L' = r\left(1+\frac{\sin I'}{\sin u'}\right) \quad\longrightarrow\quad l' = r\left(1+\frac{i'}{u'}\right) \qquad (4)$$

$$lu = l'u' = h \qquad (5)$$



$$\begin{cases} i = \dfrac{l-r}{r}u & (1) \\ i' = \dfrac{n}{n'}i & (2) \\ u' = u + i - i' & (3) \\ l' = r(1+\dfrac{i'}{u'}) & (4) \\ lu = l'u' = h & (5) \end{cases}$$

$l \to \infty$时 $u = 0, \quad i = \dfrac{h}{r}$

由(3) $i' = u + i - u' \qquad (6)$

将(1)，(6)式代入(2)式

$$u + i - u' = \frac{n}{n'} \cdot \frac{l-r}{r}u$$

$$\therefore u + \frac{l-r}{r}u - u' = \frac{n}{n'} \cdot \frac{l-r}{r}u$$

$$\therefore n'ur + n'(l'-r)u - n'u'r = n(l-r)u$$

$$lu = h$$

$$\therefore n'u' - nu = \frac{n'-n}{r}h$$

$$\begin{cases} n'u' - nu = \dfrac{n' - n}{r} h \\ \dfrac{n'}{l'} - \dfrac{n}{l} = \dfrac{n' - n}{r} \end{cases}$$

球面光焦度

$$\Phi = \frac{n' - n}{r}$$

$$f' = \frac{n'}{n' - n} r = \frac{n'}{\Phi}$$

$$f = -\frac{n}{n' - n} r = -\frac{n}{\Phi}$$

$$\frac{f'}{f} = -\frac{n'}{n}$$

对反射系统: $n' = -n$

五、高斯公式和牛顿公式

$$\frac{n'}{l'}-\frac{n}{l}=\frac{n'-n}{r}$$

$$\frac{\dfrac{n'r}{n'-n}}{l'}-\frac{\dfrac{nr}{n'-n}}{l}=1$$

将焦距 $f \cdot f'$ 代入得：

$$\frac{f'}{l'}+\frac{f}{l}=1$$

上式是普遍的物象公式，称为高斯物象公式。

若光线自右向左进行，则物空间在原点的右方，象空间在原点的左方，此时前述符号法则仍然适用，但此时实物物距应该取正值，则得到的是实象，如果折射光束在象间发散，象点在原点的右方，则得到的是虚象。

焦距

平行光线入射， $l=-\infty$

$$\frac{n'}{l'}-\frac{n}{l}=\frac{n'-n}{r}$$

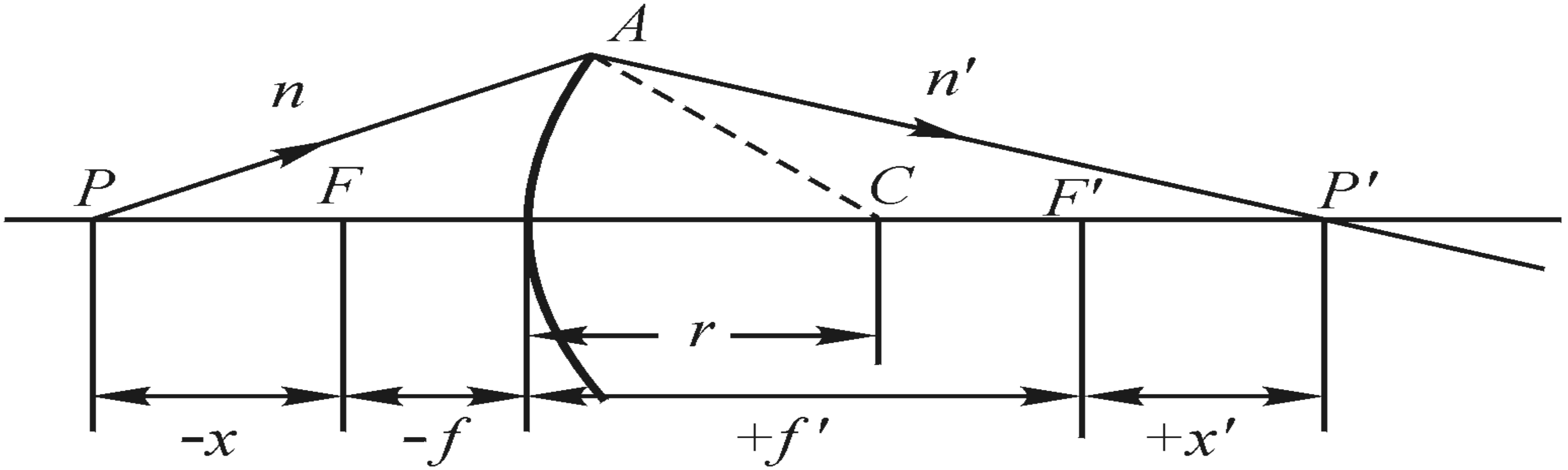
$$l'=\frac{n'}{n'-n}r=f'$$ （像方焦距）。

通过物方焦点的光线折射后平行 $l'=\infty$

$$l=\frac{-n}{n'-n}r=f$$ （物方焦距）。

物、像方焦距之比 $\frac{f}{f'}=-\frac{n}{n'}$

$$\frac{f'}{l'}+\frac{f}{l}=1$$ （Gauss公式）



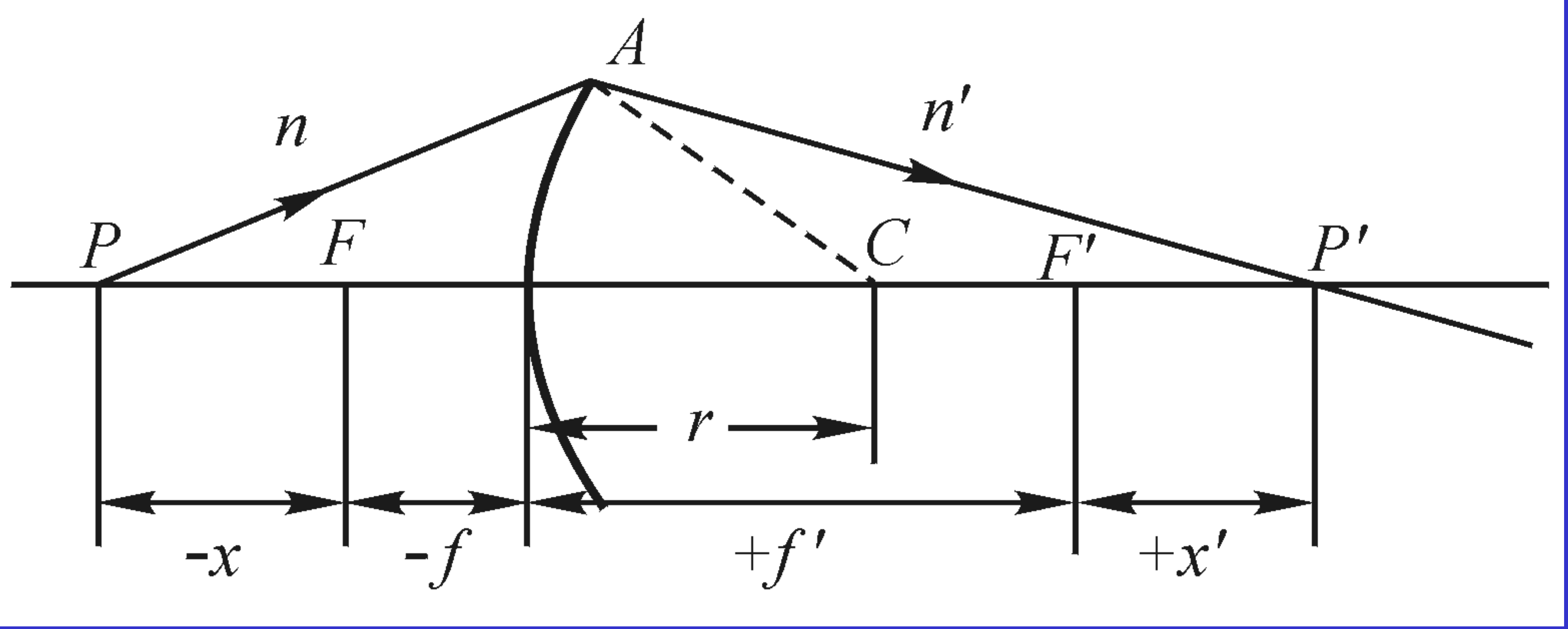
高斯公式中的各量均从顶点量起，若物距和焦距均从焦点量起：

物点在物方焦点之左：-x

物点在物方焦点之右：x

像点在像方焦点之左：-x'

像点在像方焦点之右：x'



即 $-s = (-x) + (-f)$

$l' = f' + x'$

代入Gauss公式得 $xx' = ff'$ （Newton公式）

Gauss公式和Newton公式由球面反射和折射导出，任何其它光具组理想成像时，也有相同形式的物像公式。

六．全反射（total reflection）

界面两边介质折射率不同时，n小—光疏介质（optically thinner medium），n大—光密介质（optically thicker medium）.

光由光密介质$\longrightarrow$光疏介质时，入射角 $i_1 = i_c$，折射角=90°；$i_1 \geq i_c$ 时，全反射。

临界角（critical angle） $i_c = \arcsin\dfrac{n_2}{n_1}$

玻璃 $n_1 = 1.5$，空气 $n_2 = 1$，此时 i_c=42°．

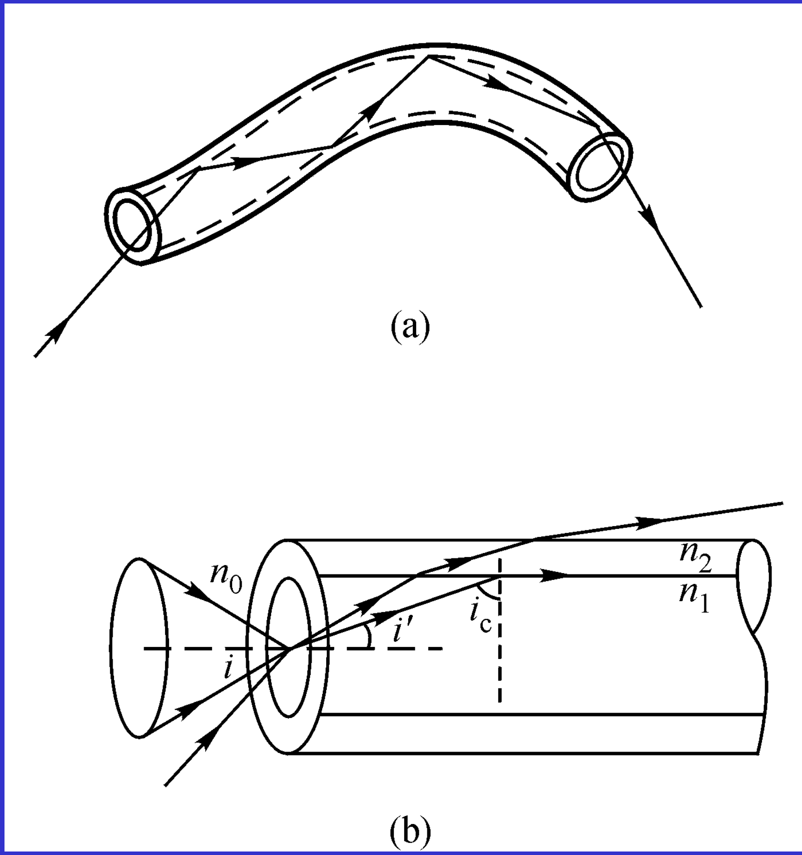
全反射的应用——光学纤维（optical fibre）

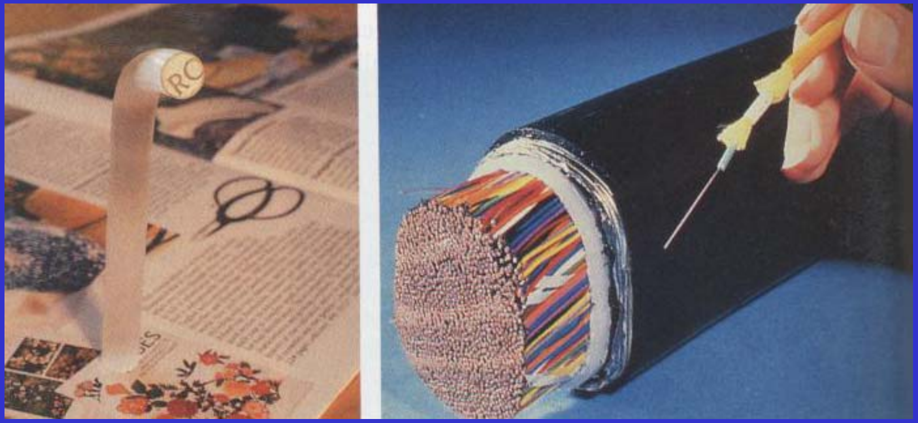
双层透明材料组成纤维

$$n_1 > n_2$$

在圆锥体（顶角为i）内

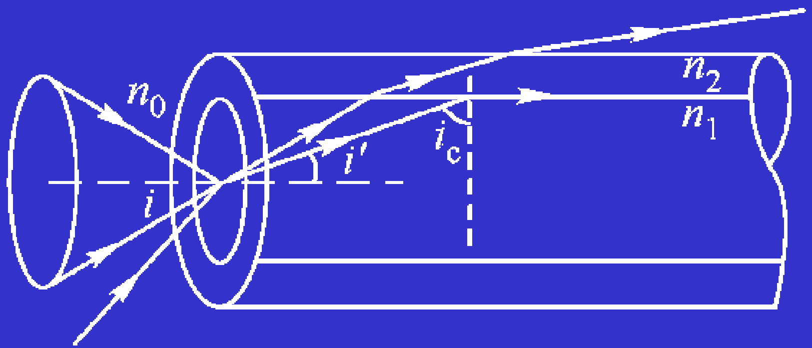
的入射光线均能通过光纤。





全反射的应用——光学纤维（optical fibre）

$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1}$$



$$n_0 \sin i = n_1 \sin i' = n_1 \sin(\frac{\pi}{2} - i_c) = n_1 \cos i_c = n_1 \sqrt{\frac{n_1^{\ 2} - n_2^{\ 2}}{n_1^{\ 2}}} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

空气中的纤维 $n_0 = 1$，$i = \arcsin\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$，欲使$i$大，

须n_1和n_2的差值大。

内窥镜、光导通讯……