

§4 成像 (imaging)

4.1 实像与虚像，实物与虚物

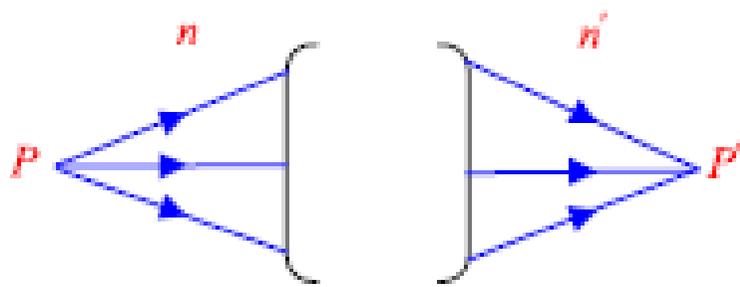
同心光束：交于同一点的光束

光具组 (optical system)：

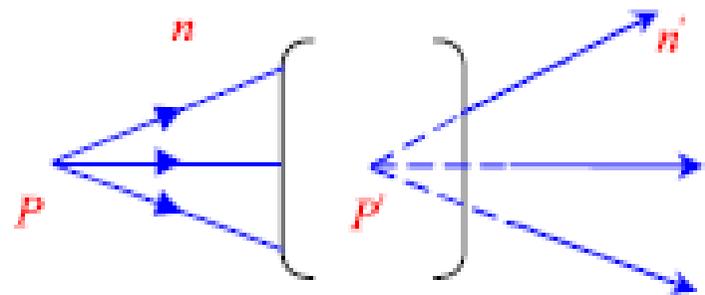
由若干反射面或折射面组成的光学系统

物点与像点 (object point and image point)：

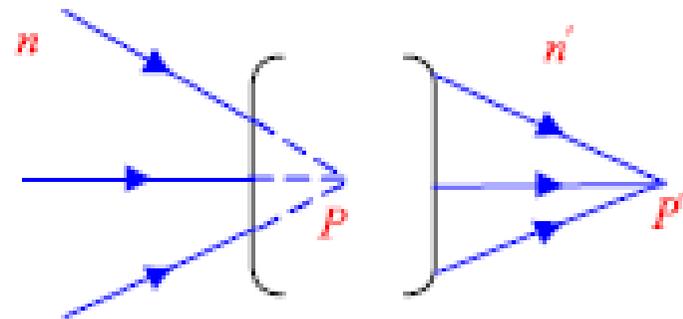
入射光束中心和出射光束中心



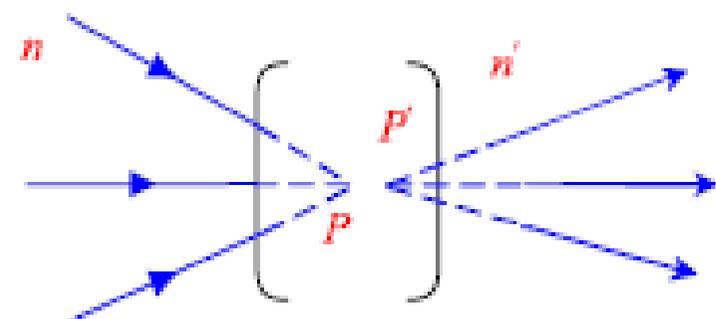
(a) 实物成实像



(b) 实物成实虚像



(c) 虚物成实像

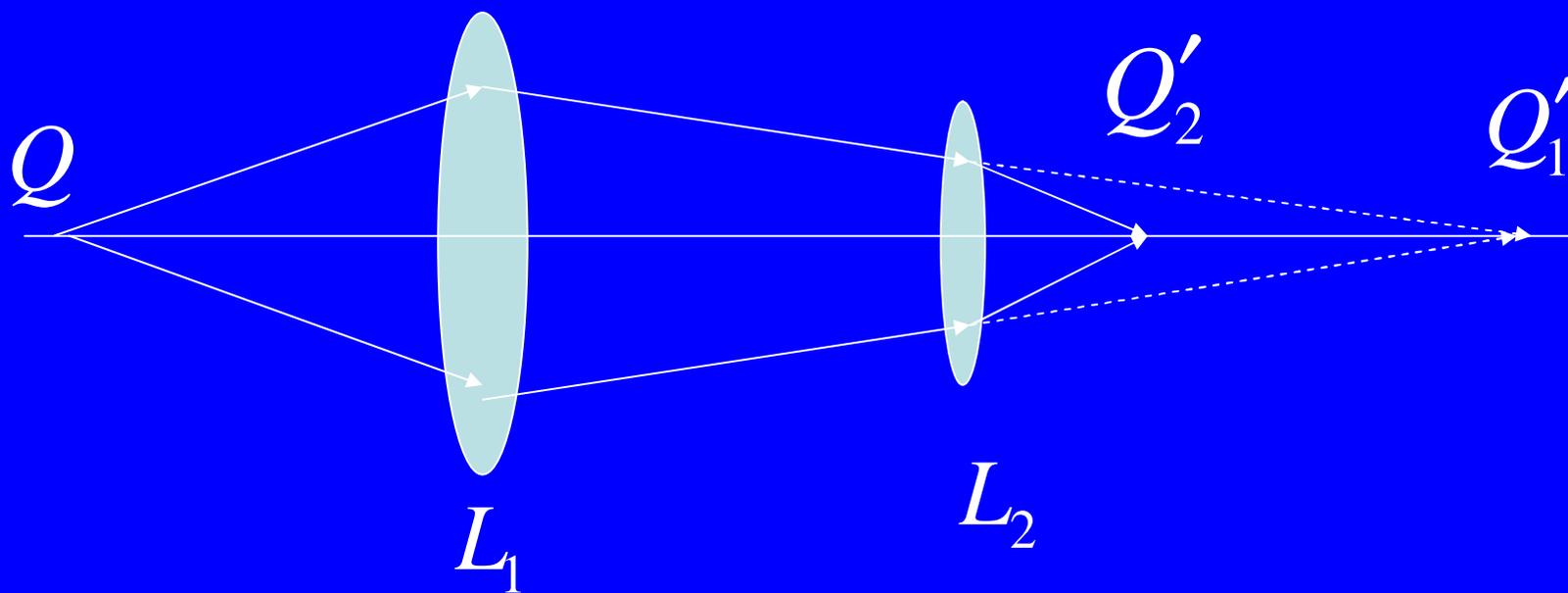


(d) 虚物成虚像

实物与虚物：

相对光具组，发散的同心光束和会聚的同心光束

虚物的例子

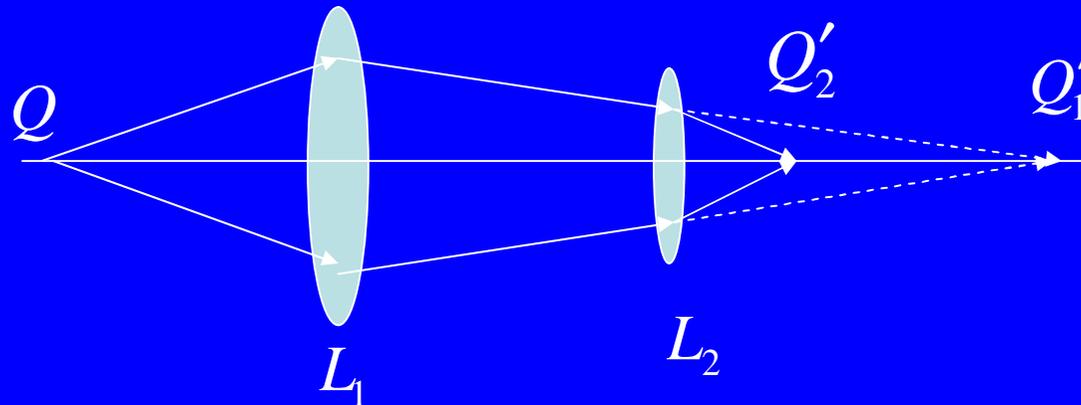


4.2 物方和像方，物与像的共轭性

理想光具组 (ideal optical system):

如平面镜

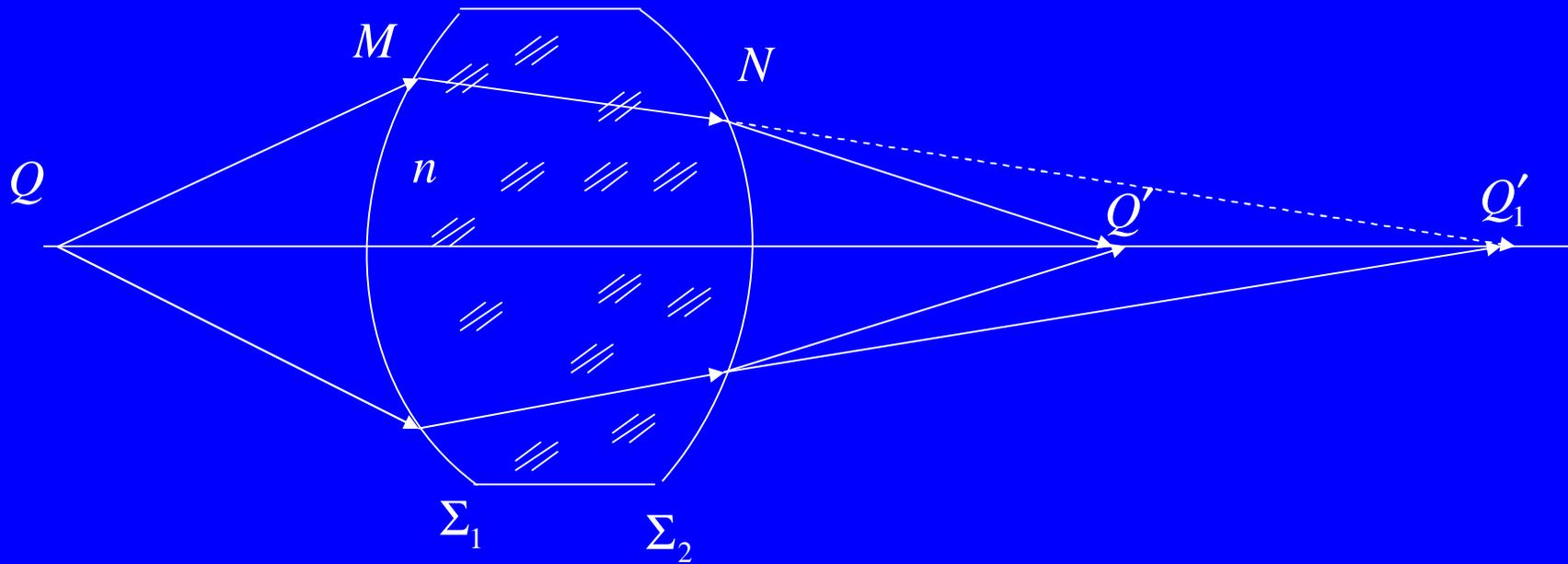
物方 (物空间, object space) 和像方 (像空间, image space)



物点和像点是一对共轭点 (conjugate points)

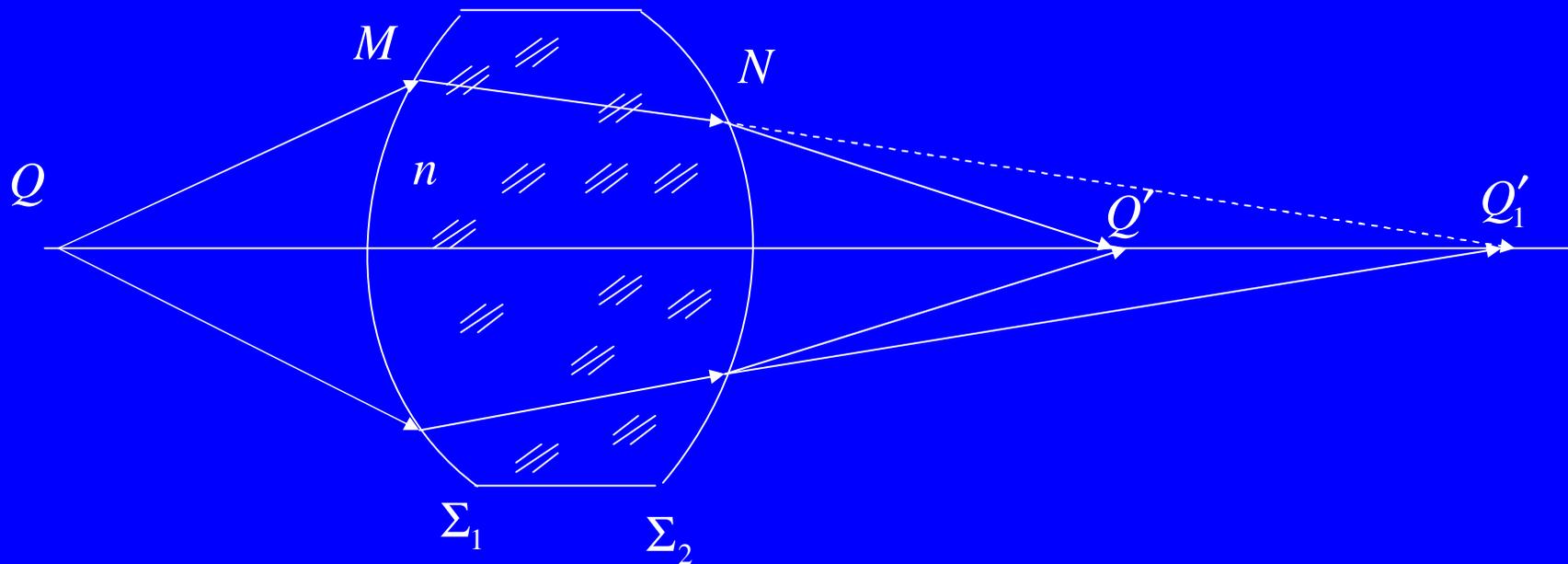
4.3 物像之间的等光程性

物点 Q 和像点 Q' 之间各光线的光程都相等。

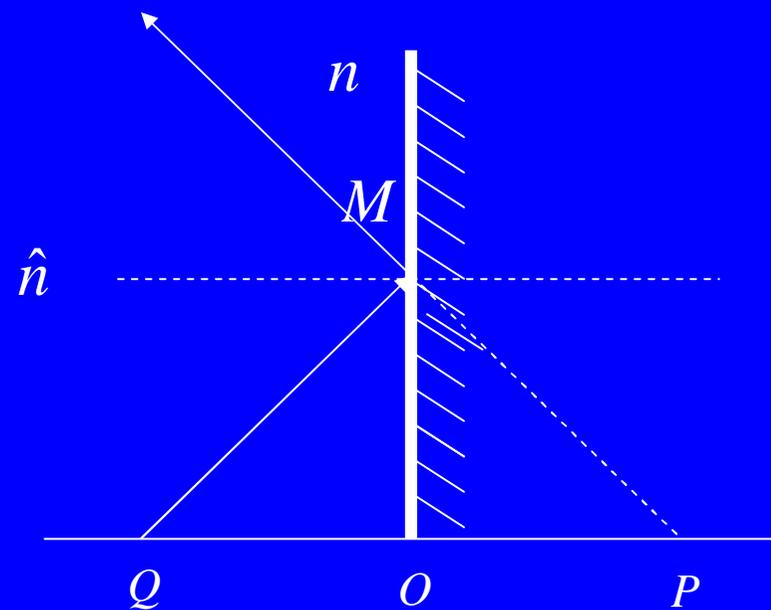


虚光程： $(L) = -nl$

虚物（或虚像）点到对应的折射（或反射）点之间的光线的延长虚线的几何长度与此光线所在媒质的折射率之积取负值，称为此虚物（或虚像）点的虚光程。

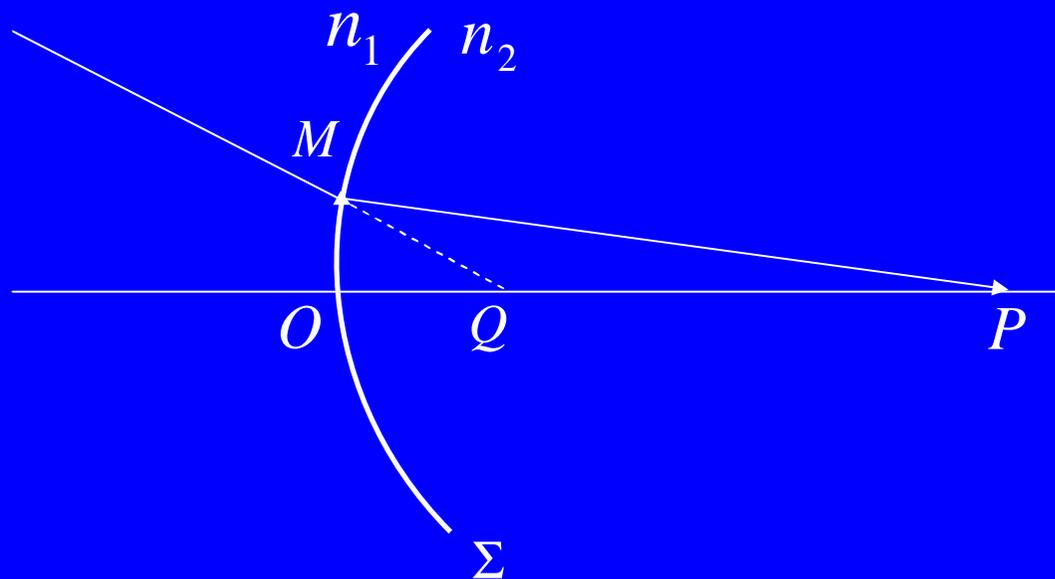


例：反射情况：



$$(QP) = n\overline{QM} - n\overline{PM}$$

例：球面折射情况



$$(QP) = -n_1 \overline{MQ} + n_2 \overline{MP}$$

*4.4 等光程面

给定 Q 和 Q' 两点, 若有这样的—个面, 从 Q 发出的光线经该面反射或折射后达到 Q' 的光线都是等光程的, 这样的面叫等光程面。

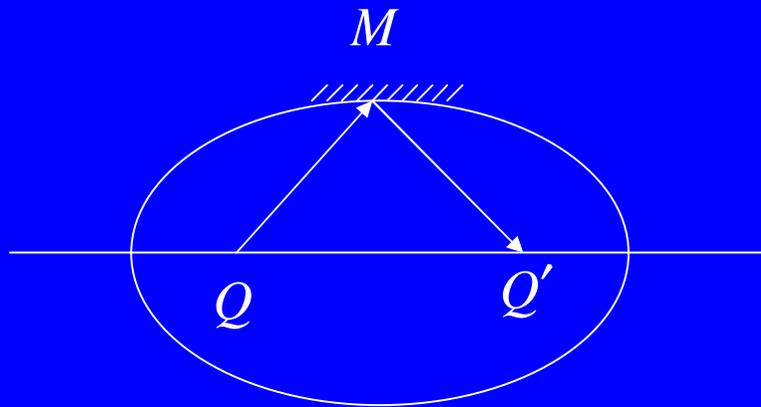
对于等光程面, Q 和 Q' 是一对共轭点。

1、反射等光程面

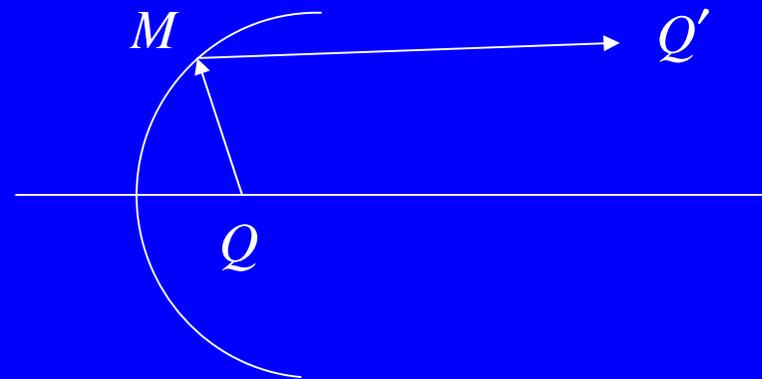
$$\overline{QM} + \overline{MQ'} = \text{constant (real image)}$$

$$\overline{QM} - \overline{MQ'} = \text{constant (virtual image)}$$

实像情形 $\overline{QM} + \overline{MQ'} = \text{constant (real image)}$

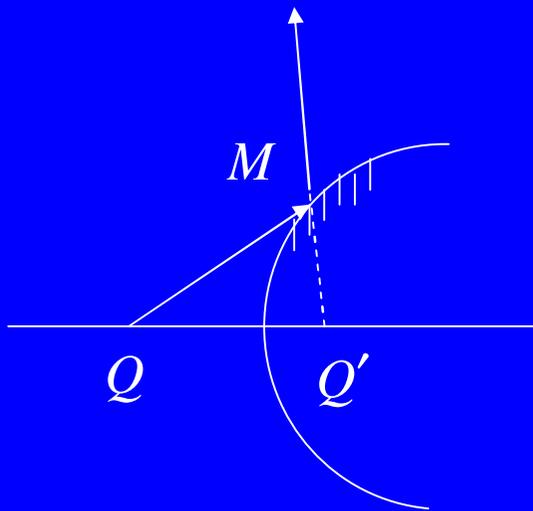


椭球面



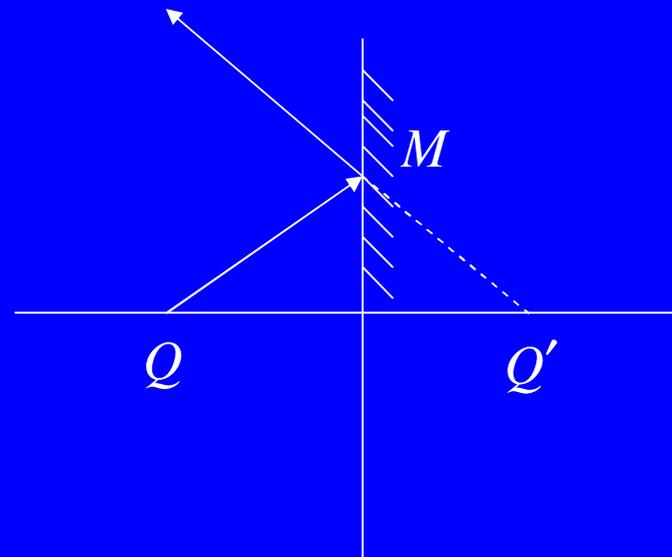
抛物面

虚像情形 $\overline{QM} - \overline{MQ'} = \text{constant}$ (virtual image)



双曲面

$$\overline{QM} - \overline{MQ'} \neq 0$$



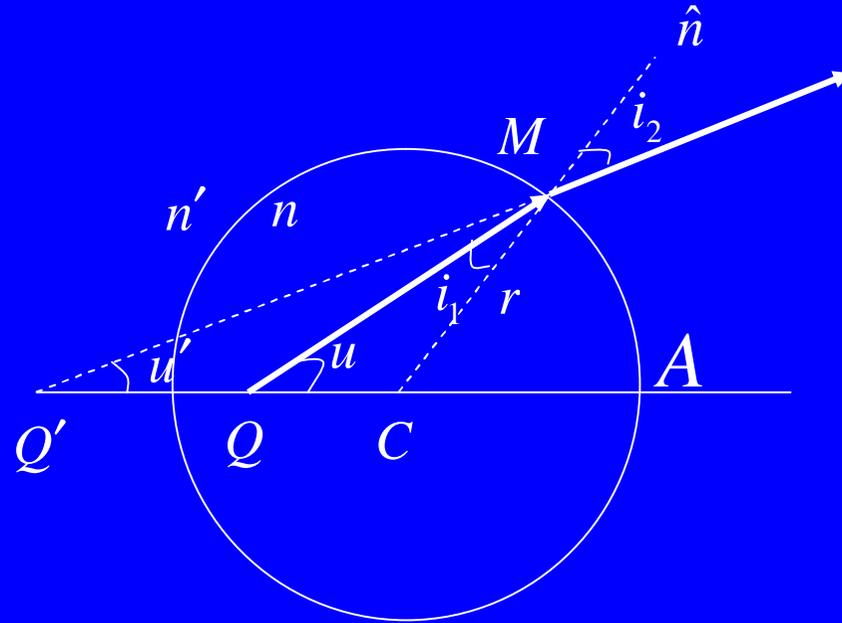
平面

$$\overline{QM} - \overline{MQ'} = 0$$

2. 折射等光程面

复杂的四次曲面

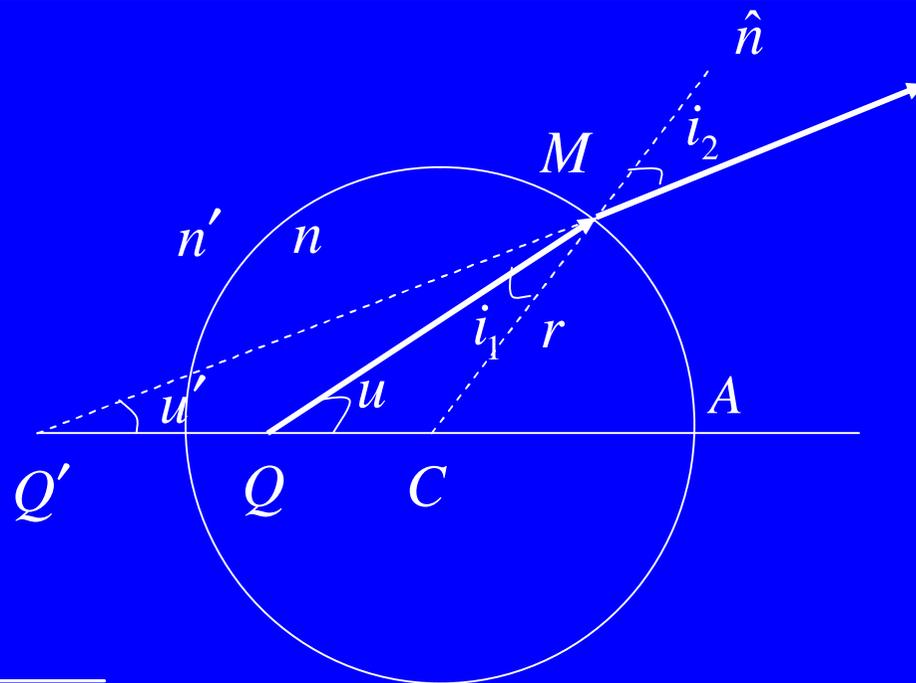
特例：折射球面的齐明点



假设 $n > n'$ 令 $\overline{QC} = \frac{n'}{n} r$ $\overline{Q'C} = \frac{n}{n'} r$

则 (Q, Q') 一对球面折射成像共轭点，即齐明点

证明:



$$(QMQ') = n\overline{QM} - n'\overline{MQ'}$$

因为 $\overline{Q'C} = \frac{n}{n'}r, \overline{QC} = \frac{n'}{n}r \Rightarrow \Delta Q'CM \cong \Delta MCQ$

则
$$\frac{\overline{QM}}{\overline{MQ'}} = \frac{r}{\overline{Q'C}} = \frac{r}{(n/n')r} = \frac{n'}{n}$$

$$\Rightarrow (QMQ') = n\overline{QM} - n'\overline{MQ'} = 0$$

附录：公式(4.4)的证明

$$\frac{\sin u}{\sin u'} = \frac{\overline{AQ'}}{\overline{QA}}$$

证： $\Delta Q'CM \cong \Delta MCQ$

$$i_1 = u', i_2 = u$$

$$n \sin i_1 = n' \sin i_2 \quad n \sin u' = n' \sin u$$

$$\frac{\sin u}{\sin u'} = \frac{n}{n'}$$

$$\frac{\overline{AQ'}}{\overline{QA}} = \frac{\overline{CQ'} + r}{\overline{QC} + r} = \frac{(n/n')r + r}{(n'/n)r + r} = \frac{n}{n'}$$

$$\frac{\sin u}{\sin u'} = \frac{\overline{AQ'}}{\overline{QA}}$$

