

主要原理: (1) 入射角等於反射角 (2) reciprocal principle (光線可倒反)

real image: 在某二維表面上, 單位面積之入射光子數之表面分佈
(實像)

virtual image: 並非實際成像在一二維平面上, 然因入射角度使看起來像在某二維平面成像之影像
(虛像)

物距離鏡子或透鏡之距離

習慣上, 以正數表示物距及實像之像距, 以負數表示虛像之像距

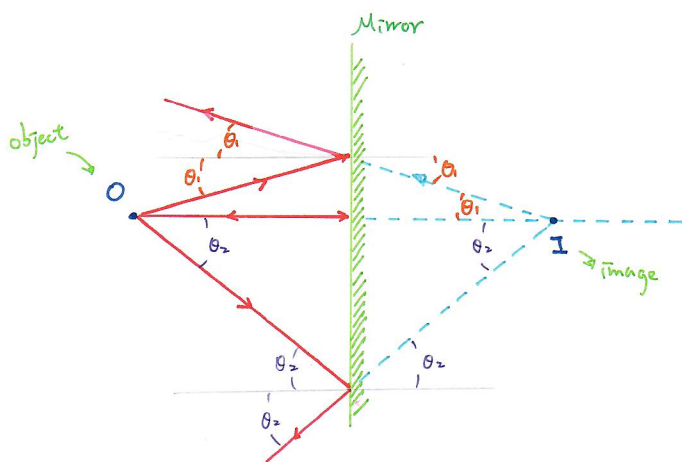
(i) Plane Mirrors (平面鏡)

成虛像

物距等於像距
 $p = i$

由入射角等於反射角簡單得到

$$i = -p$$



若將所有的反射 light ray 延伸至鏡後, 則延伸的線會匯聚於一點,

此點即為成像處 I.

對於鏡前之觀察者, 反射光之 light ray 無異於位於鏡後之實體點光源發出之 light rays.

當有多面鏡子時, 將虛像當作實體物, 繼續觀察它在其它鏡子之後形成的虛像

(ii) Spherical Mirrors (球面鏡) — 鏡面為球體表面之一部分

分為 { 凹面鏡 (concave mirror)

—— 習慣上 focal length f 以正數表示 —— 可成實或虛像

凸面鏡 (convex mirror)

—— 習慣上, focal length f 以負數表示 —— 只能成虛像

* 特性: 平行主軸之入射光, 經反射後匯聚於實焦點 (虛像為鏡後位置, 距離為曲率半徑一半)

由鏡心到焦點連線的長度

無窮遠光線匯聚的點

$$f = \frac{1}{2} r$$

radius of curvature (曲率半徑)

曲率中心在鏡前時取正, 曲率中心在鏡後時取負

定義 { 物高 (object height) = h —— 物到鏡子主軸之垂直距離
像高 (image height) = h' —— 像到鏡子主軸之垂直距離

側向放大率 (lateral magnification) = m 當像與物 { 方向相同 則令 m 為 { 正數
上下顛倒 則令 m 為 { 負數

球面鏡公式: (main equation for spherical mirror) $\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f}$
(注意此為小入射角近似)

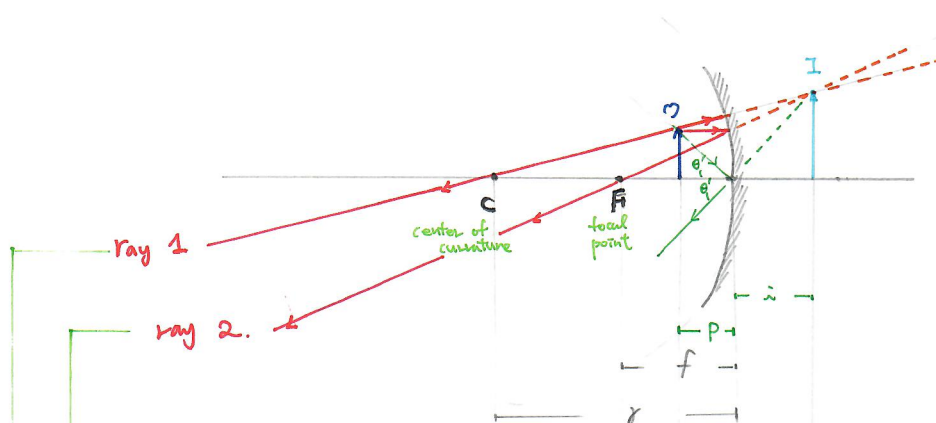
$$\begin{cases} |m| = \frac{h'}{h} \\ m = -\frac{i}{p} \end{cases}$$

Application of the main equation for spherical mirror:

Concave Mirror

(A) object inside focal point (物距小於焦距)

$$f > p > 0 \Rightarrow \frac{1}{i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} < 0 \Rightarrow \text{成放大正立虛像}$$

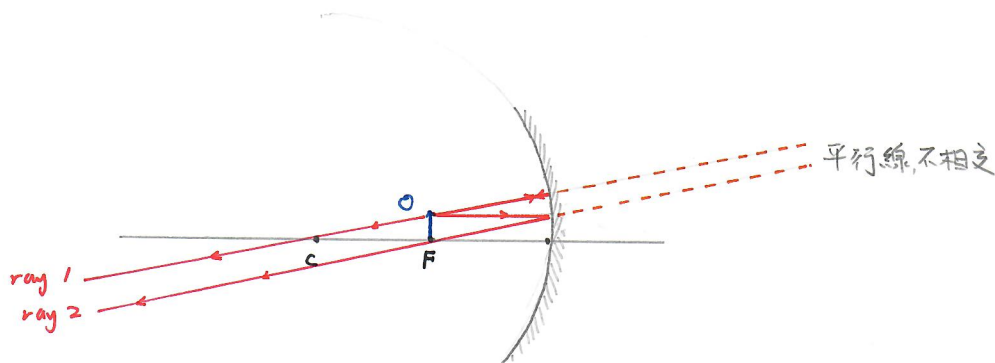


图解像的位置: (物朝各方向發光, 由於平面上任兩條線可決定一個點, 即像的位置, 故任找兩條反射路徑好省的即可)

- (1) 通過曲率中心 (ray 1): 原理: 沿球半徑之直線正交於球面故原路反射
 (2) 平行主軸, 通過同側焦點 (ray 2): 原理: 平行主軸之光線經反射後匯聚焦點

(B) object at focal point (物距等於焦距)

$$f = 0 \Rightarrow \frac{1}{i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} = 0 \Rightarrow i \rightarrow \infty \quad \text{成虛像在無窮遠處, 像無具體定義}$$

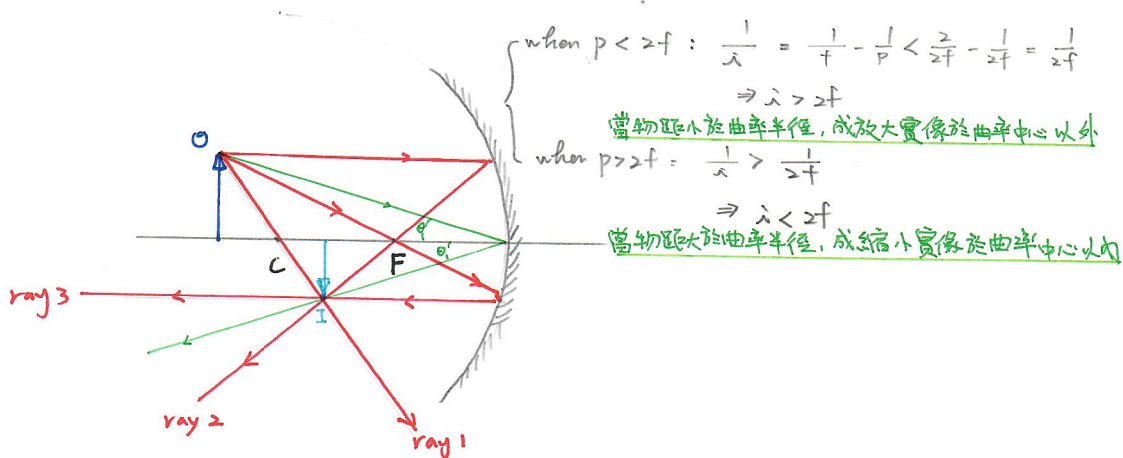


图解像的位置

- (1) 通過曲率中心 (ray 1)
 (2) 平行主軸, 通過同側焦點 (ray 2)

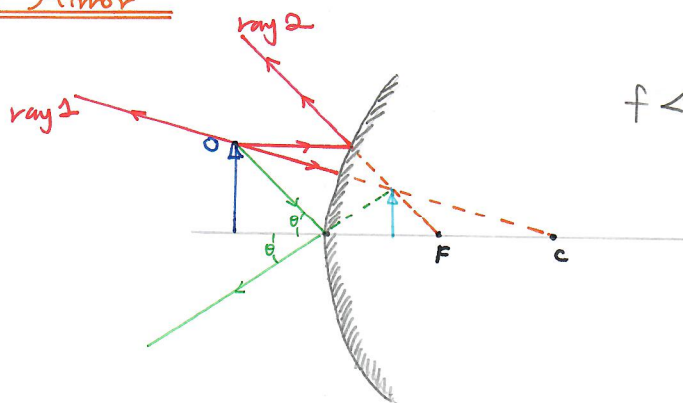
(C) object outside focal point (物距大於像距)

$$p > f > 0 \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} > 0 \Rightarrow \text{成倒立實像}$$

图解像的位置

- 3選2 {
- (1) 通過曲率中心 (ray 1)
 - (2) 平行主軸, 通過同側焦點 (ray 2)
 - (3) 通過同側焦點, 平行主軸 (ray 3)
- 原理 {
- 1. reciprocal principle
 - 2. 平行主軸之光線匯聚於焦點

由以上例子可看出, 實像位於光線之交點, 虛像位於光線的沿伸線之交點

Convex Mirror

$$f < 0 \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} < 0 \quad \left(\frac{1}{x} \text{ 為比 } \frac{1}{p} \text{ 更負的負數} \right)$$

$$\Rightarrow p > 0$$

$$\Rightarrow |x| < |p|$$

⇒ 成正立縮小虛像图解像的位置

- (1) 通過曲率中心 (ray 1)
- (2) 平行主軸, 通過異側焦點 (ray 2)

※ 由物出發, 交於鏡面主軸, 依入射角等於反射角繪之光線或其沿伸線 (即上面圖中綠線) 亦必然通過像. 然而此線一般在知道像的位置之前較難徒手畫出, 畫了此線之後, 則可用相似三角形的原理證明 $m = -\frac{x}{p}$

(iii) Spherical Refracting Surface (球形折射面)

物体處於 index of refraction 為 n_1 的介質中，射入 index of refraction 為 n_2 ，表面形狀為

$\begin{cases} \text{凸球面} \\ \text{凹球面} \end{cases}$ 之介質
 $\begin{cases} \text{曲率半徑 } r \text{ 取正數} \\ \text{曲率半徑 } r \text{ 取負數} \end{cases}$

物距 p 取正數， $\begin{cases} \text{實像像距取正數} \\ \text{虛像像距取負數} \end{cases}$

球形折射面公式 (main equation for spherical refracting surface)

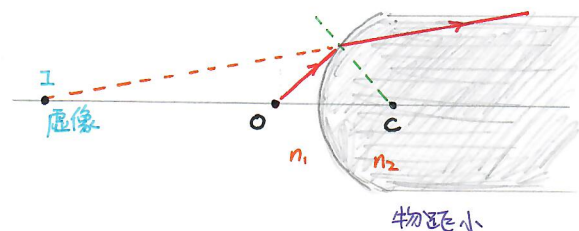
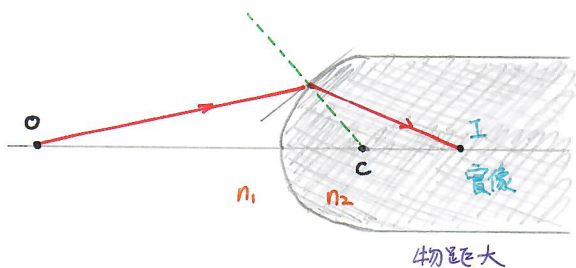
$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{r}$$

光密介質部分 (即 n 較大的一邊) 形狀為凸

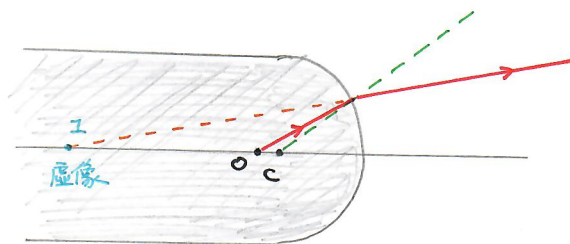
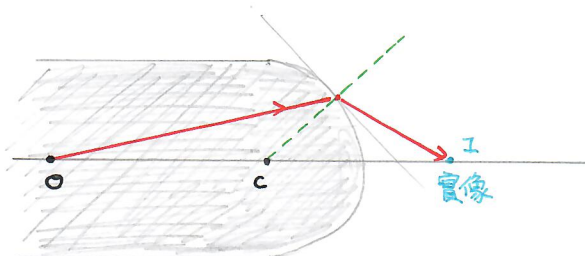
(A) 由光疏介質入射

物距大時在物体之異側成實像，物距小時在物体同側成虛像

(在何種距離會成實或虛像由折射率之差別決定，即看光線通過介面後是會彎折多少) 原理: Snell's Law

(B) 由光密介質入射

物距大時在物体之異側成實像，物距小時在物体同側成虛像



光密介質部分形狀為凹

總是在物體同側成虛像

